

XXXVI.

Kritische und experimentelle Untersuchungen über die Pathogenese des epileptischen Anfalls.

Von

Prof. Dr. **Otto Binswanger**

in Jena.

I. Mittheilung.

Einleitung.

Fast kein anderes Gebiet der Nervenpathologie ist durch die neueren experimentellen Forschungen über die Functionen der Grosshirnrinde so von Grund auf aus scheinbar gesicherter Erkenntniss der grundlegenden Thatsachen aufgestört worden, als die Lehre von dem Ausgangspunkte und den pathologischen Vorgängen beim epileptischen Anfall. Die Kussmaul-Tenner'schen Versuche über den Entstehungsort der Verblutungskrämpfe, sowie die Reiz- und Durchschneidungsversuche Nothnagel's schienen die medulläre Theorie bezüglich des Ursprungsgebietes und der Mechanik des epileptischen Anfalls bewiesen zu haben, insbesondere erlangten die Schlussfolgerungen des letztgenannten Autors längere Zeit hindurch eine ungeheilte Anerkennung. Nachdem aber seit den Fritsch und Hitzig'schen Untersuchungen festgestellt war, dass die excitomotorischen Bezirke des Gehirns nicht mit dem verlängerten Marke ihren Abschluss finden, sondern in vollkommenster Weise in den höher gelegenen Hirntheilen und insbesondere in der Hirnrinde vorhanden sind, wurden auch die obigen Grundanschauungen über den Ausgangsort allgemeiner Körperkrämpfe mit Zweifeln betrachtet. Die Beobachtung, welche schon die ersten Entdecker dieser Thatsachen anstellen konnten, dass auf Grund von localisirten elektrischen Hirnrindenreizungen und von experimentellen Hirnrindendefecten vollent-

wickelte epileptische Anfälle bei Hunden auftraten, wurden in der Folge von vielen Forschern zum Ausbau der „corticalen“ Theorie über das Zustandekommen des epileptischen Anfalls verwandt. Zugleich hatte auch der altbewährte nosologische Begriff der Epilepsie und des epileptischen Anfalls eine früher ungeahnte Erweiterung erfahren, indem, als „Rindenepilepsie“, „Jackson'sche Epilepsie“ (in dieser engeren Fassung, sicher nicht im Sinne des Namensgebers!) eine ganze Reihe verschiedenartigster, ätiologisch und symptomatologisch der genuinen Epilepsie gar nicht zugehöriger Krampfstände, bezeichnet und beschrieben wurden. Auch hier wurden die Ergebnisse des Thierversuchs fast unverändert auf die klinische Beobachtung übertragen und demgemäss die veralteten Anschauungen über die medulläre Entstehung des epileptischen Anfalls einfach über Bord geworfen.

Manche Physiologen und Kliniker haben diesem Zuge der Zeit nicht sofort nachgegeben, sondern die Frage nach der corticalen oder infracorticalen Entstehung des epileptischen Krampfanfalls und seiner Componenten als eine zum mindesten offenstehende betrachtet. Aber in den Erscheinungen der Tagesliteratur, insbesondere bei gelegentlichen Erklärungsversuchen von wahren epileptischen Krankheitszuständen, welche im Verlaufe oder Gefolge von Nervenleiden aufgetreten sind, spiegelt sich die Unsicherheit und das Schwankende unserer Erkenntniss fast täglich wieder. Den Einen ist das Krampfcentrum des verlängerten Marks eine wohlverbürgte, unerschütterliche Tatsache und eine unabweisbare und vollbefriedigende Erklärung, falls irgend ein Antheil dieses Hirnbezirkes an dem Krankheitsprocess nachgewiesen oder nur wahrscheinlich gemacht war, den Andern ist die Hirnrindenerkrankung ohne Zögern ausreichend, um alle Vorgänge bei der epileptischen Erkrankung verständlich zu machen. Auf diese Weise werden also die beiden Theorien je nach Sachlage der Beobachtung und des Erklärungsbedürfnisses verwandt.

Ich habe auf die Widersprüche und die Verwirrung, welche dadurch in der klinischen Verarbeitung und der pathogenetischen Betrachtung der „classischen“ genuinen Epilepsie entstehen musste, in ausführlicherer Weise, unter Berücksichtigung der historischen Entwicklung dieses Krankheitsbegriffes und der Zergliederung der physiopathologischen Vorgänge beim epileptischen Krampfanfall, in dem Artikel „Epilepsie“ der Real-Encyclopaedie aufmerksam gemacht und auch eine physiologisch gegründete Lösung der obschwebenden Frage zu geben versucht.

Wir werden beim Studium der Pathogenese des epileptischen

Anfalls, bezüglich der Verwerthung der Ergebnisse des Thierversuchs von den sogenannten classischen Anfällen ausgehen müssen, wenn wir den klinischen Erfahrungsthatfachen gerecht werden wollen. Ich wiederhole deshalb hier vor Mittheilung meiner experimentellen Untersuchungen über den Mechanismus und den Auslösungsort des epileptischen Insults den dort ausgesprochenen, im Hinblick auf die genannten neueren Bestrebungen nicht überflüssigen Satz, dass nur die Krampfformen zur Epilepsie im engeren Sinne des Wortes gehören, welche als Theilerscheinung dieser chronischen klinisch selbstständigen Cerebralerkrankung auftreten und nicht nur gelegentliche Krankheitsäusserungen pathologischer Reizzustände des Grosshirns und speciell der Rinde darstellen. Ich werde später Gelegenheit haben, auf die Einzelheiten dieser Anfälle und auf ihre Analogien beim Thierversuche näher einzugehen. Die Aufgaben, welche bei der Darstellung der von den Thierversuchen abgeleiteten Pathologie des epileptischen Anfalls wohl jedem Bearbeiter dieses Kapitels unabweisbar wurden, nämlich eine erneute Prüfung der experimentellen Grundlagen beider Theorien auszuführen, sollen in den folgenden Mittheilungen zu lösen versucht werden. Einen Theil dieser für den Einzelnen zu weit aussehenden Arbeit, nämlich die Erforschung des Antheils der Basalganglien an den Krampferscheinungen wird Herr Dr. Ziehen im Laboratorium der psychiatrischen Klinik ausführen.

A.

Die experimentellen Grundlagen der medullären Theorie des epileptischen Krampfes.

Die Kussmaul - Tenner'schen Versuche haben unzweifelhaft dargethan, dass die Absperrung der arteriellen Blutzufuhr zum Gehirn (Gehirnanaemie) auch nach Ausschaltung der Grosshirnhemisphären und der Basalganglien allgemeine Körperconvulsionen hervorruft, in gleicher Weise wirkt nach den Versuchen von Landois, Hermann und Escher die Aufhebung des Blutabflusses durch Verschluss der das Blut vom Gehirn abführenden Venen (venöse Hyperaemie). Es war damit bewiesen, dass allgemeine Nervenreize, wie die Entblutung und die Kohlensäure-Ueberladung des Blutes in tiefer gelegenen Abschnitten des Centralnervensystems, ohne Mitwirkung des Grosshirns, Zuckungen der Körpermuskulatur auslösen können. Die weitere Beweisführung der erstgenannten Autoren, dass der Pons, die Medulla oblongata die alleinige Centralstation für die Entstehung dieser Krämpfe aus Anaemie sei, ist aber hinfällig geworden im Hinblick

auf den durch die späteren Untersuchungen gelieferten Nachweis, dass einerseits auch das Rückenmark für sich allein, nach Abtrennung desselben vom verlängerten Max, Körperkrämpfe bei Verblutung und Erstickung erzeugen kann, (Freusberg, Luchsinger, Schroff) und andererseits die Erstickungskrämpfe bei Erhaltenbleiben der Grosshirnhemisphären ungleich mannigfaltiger und ausgiebiger seien, als nach Abtragung desselben (Högyes). Eine ganz verwandte Wirkungsweise besitzen andere allgemein wirkende Reize, z. B. viele Nervengifte, unter denen die Absynthessenz beim Hunde deutlich ausgeprägte Krämpfe vom Charakter wahrer Epilepsie erzeugen soll (Magnan). Die Wirkung dieser Vergiftung auf ausgedehnte Abschnitte der Cerebrospinalaxe wird dadurch dargethan, dass auch Abtragnugen der Hemisphären und Abtrennung des Rückenmarks von der Medulla oblongata einen Theil der Convulsionen fortbestehen liessen. Aehnliche isolirte Vergiftungskrämpfe seitens des Rückenmarks sind für Picrotoxin- und Strychnin-Vergiftungen nachgewiesen worden (Freusberg, Luchsinger). Für einen lokalisirten Ausgangspunkt allgemeiner Körperkrämpfe ist, wie aus obigem leicht ersichtlich, weder aus den Verblutungs-, Erstickungs- noch Vergiftungs-Versuchen irgend eine beweisende Schlussfolgerung abzuleiten. In gleicher Weise ist es unmöglich für die Erklärung der zweiten Haupterscheinung des epileptischen Anfalls, die Bewusstlosigkeit, aus den Verblutungsversuchen bestimmte Anhaltspunkte zu gewinnen. — Dass der Sitz des epileptischen Coma's die Grosshirnrinde sein muss und dass plötzlich und acut einsetzende Hirnanaemie sie erzeugen kann, ist auf Grund unserer anatomischen und klinischen Erfahrungen unzweifelhaft. Kussmaul und Tenner folgerten aus ihren Versuchen, unter Heranziehung der Thatsache, dass in der Medulla oblongata das vasomotorische Centrum gelegen ist, für die Genese des epileptischen Anfalls, dass die Erregung des vasomotorischen Centrums in der Medulla oblongata die Anaemie der Grosshirnrinde und damit die Bewusstlosigkeit hervorrufe. Eine sichere experimentelle Bestätigung dieses weittragenden Einflusses der Erregung dieses Gefässnervencentrums auf die Blutfüllung der Hirnrinde ist aber weder von diesen Forschern, noch von anderen Vertretern dieser Auffassung beigebracht worden. Der einzig positive Versuch von Kussmaul und Tenner, bei welchem nach Verschluss beider Subclaviae und einer Carotis die Reizung des Halssymphathiens auf der Seite der freigebliebenen Carotis beim Versuchsthiere allgemeine Convulsionen erzeugte, misslang späterhin Nothnagel. Aber auch die von Nothnagel und seinem Schüler Krauspe versuchte Lösung der Frage,

durch Reizung peripherer sensibler Nerven auf dem Reflexwege eine Verengerung der Hirnarterien zu erzielen, ist nicht endgültig im positiven Sinne gelöst worden; im Gegentheil sprechen die Untersuchungen von Riegel und Jolly für die Erfolglosigkeit der Beweisführung dieser auf vasomotorischem Wege erzeugten Hirnanaemie. Gewiss ist es auffallend, dass die vielfältig von den Physiologen ausgeführten Versuche der directen Reizung des vasomotorischen Centrums im Boden der Rautengrube wohl einen augenfälligen Einfluss auf das gesammte Körpergefäßgebiet, aber niemals einen solchen auf die Hirngefäße bis zum Eintreten von Bewusstlosigkeit des Versuchstieres auffinden liessen. Auch mir ist es niemals gelungen, weder durch mechanische noch electriche Reizung des vasomotorischen Centrums derartige Erscheinungen zu zeitigen.

Ich darf diese kurze Betrachtung der Kussmaul-Tenner'schen Versuche und der daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen mit dem Bekenntnisse schliessen dass weder für die Bewusstlosigkeit, noch für die Körperconvulsionen des epileptischen Anfalls mittelst dieser Versuchsanordnung, die ausschliesslich medulläre Entstehung derselben nachgewiesen werden kann.

Weitere Einwände gegen diese Versuche, die sich auf die Verschiedenartigkeit der Verblutungskrämpfe von den typisch epileptischen Convulsionen der Menschen beziehen, kann ich hier unerörtert lassen, da die hier auftauchenden Fragen erst späterhin im Zusammenhange erörtert werden sollen.

Eine festere Begründung der medullären Theorie des epileptischen Anfalls brachten die Versuche Nothnagels, welche für das Kaninchen den Nachweis eines gesonderten „Krampfcentrums“, d. h. einer umschriebenen Stelle, „von der aus die gesammte willkürliche Körpermuskulatur auf dem Wege der reflectorischen Erregung in tonische und klonische Krämpfe versetzt werden kann, ergaben. Dasselbe ist nach diesen Versuchen in der Brücke gelegen. Auf Grund dieser Untersuchungen und in Folge von Erwägungen, die dem Studium der klinischen Erscheinungen des epileptischen Anfalls entnommen sind, gelangte Nothnagel zur Aufstellung des Lehrsatzes, dass der primäre Ausgangspunkt sowohl der Bewusstlosigkeit, als auch der Körperconvulsionen in der Medulla oblongata und dem Pons gelegen sei, dass aber beim Zustandekommen des epileptischen Anfalls eine coordinirte, aber bis zu einem gewissen Masse selbstständige Erregung des vasomotorischen Centrums und des Krampfcentrums stattfinde. Die vasomotorische Theorie ist also für einen Theil der Erscheinungen, die Hirnanaemie und Bewusstlosigkeit festgehalten, hingegen die ana-

mische Reizung der motorischen Centralapparate der Brücke durch eine selbstthätige Erregung dieser letzteren ersetzt worden.

Ich habe oben kurz die Gründe zusammengetragen, welche dagegen sprechen, dass die für das Zustandekommen des epileptischen Anfalls supponirte primäre Erregung des vasomotorischen Centrums der Medulla oblongata und die hierdurch gesetzte Anaemie der Grosshirnrinde experimentell festgestellt sei. Mit der Auffindung des Krampfcentrums war aber die Entstehung der Körperconvulsionen des epileptischen Insults aus primärer Erregung der Medulla oblongata und des Pons zum mindesten möglich gemacht und ist in der Folge auch allgemein zur Grundlage der medullären Theorie der epileptischen Krämpfe acceptirt worden. Merkwürdigerweise ist aber weder von den Anhängern noch von den Gegnern der medullären Theorie eine umfassendere Wiederholung und insbesondere eine Erweiterung der Versuche durch Uebertragung derselben vom Kaninchen auf den Hund ausgeführt worden. Und doch ist gerade das letztere aus anatomischen und physiologischen Gründen durchaus geboten, falls aus diesen Versuchen Schlüsse auf den Mechanismus des epileptischen Anfalls beim Menschen gezogen werden sollen. Die Nothnagel'schen Versuche ergaben das Folgende: 1. Reizversuche.

Dem nicht narkotisirten Versuchsthiere wurde das Hinterhaupt zwischen Crista und Protuberantia occipitalis freigelegt. Dann wurde mit einer starken Nadel ein Loch in den Knochen gebohrt und nun mit einer feinen Nadel eingegangen. Je nach dem getroffenen Punkte verschieden blieben die Thiere entweder ganz ruhig oder es traten Zwangsbewegungen ein, oder allgemeine epileptiforme Convulsionen. Die letzteren machten sich, wenn die richtige Stelle getroffen war, sofort im Momente des Einstichs geltend: zuerst trat starker Opisthotonus und tetanische Streckung der Wirbelsäule ein. Noch festgebunden macht das Thier schon krampfhaftige Bewegungen mit den Extremitäten. Als bald befreit zeigt es das Schauspiel ausgeprägter fallsuchtartiger Krämpfe. In heftigen unregelmässigen Zuckungen werden die Extremitäten bewegt, mitunter die hinteren stärker, als die vorderen. Das ganze Thier wird dabei hin- und hergeworfen. Der Kopf ist unterdess immer in den Nacken gebogen, die Wirbelsäule starr gestreckt, bisweilen nach einer Seite hin mehr als nach der anderen. Nach $2\frac{1}{2}$ —3 Minuten lässt die Heftigkeit des Paroxysmus nach und das Thier liegt jetzt ruhig aber immer mit tetanisch gestreckten Extremitäten und starrer Wirbelsäule. Wenn man an den Tisch stösst und das Thier berührt, sehr oft aber auch spontan, brechen alsbald wieder die heftigsten Convulsionen aus, um nach

einiger Dauer wieder in den Zustand der Ruhe überzugehen. Nach längerer Zeit erst tritt ein Nachlass der Spannung ein, die Extremitäten werden schlaff ausgestreckt. Bisweilen wird auch, während die starken Krämpfe schon aufgehört haben, immer noch die eine oder andere Extremität in kurzen zuckenden Stössen bewegt. Im Bereich der Gesichts- und Kiefermuskeln liessen sich nicht mit Sicherheit Krämpfe constatiren. Dagegen war in einigen Experimenten ausgesprochener Nystagmus vorhanden, in einigen anderen waren die Bulbi starr nach oben gerollt. In einzelnen Fällen wurde mit Beginn des Anfalls die Pupille erweitert.

In diesem Zustande, d. h. freien Intervallen mit spontan oder auf Reize eintretenden Krampfparoxysmen blieben die Thiere bis zu 2 Stunden leben. Soweit die motorischen Reizerscheinungen bei diesen Versuchen. Die Ausdehnung dieses Krampfbezirks ist durch folgende Grenzen gegeben: die untere Grenze desselben liegt am oberen Ende der *Alae cinereae*; die obere Grenze konnte Nothnagel nur bis etwas oberhalb des *Locus coeruleus*, nicht ganz bis an die untere Grenze der Vierhügel hinauf verfolgen, die innere, medianwärts gelegene Grenze wird durch den äusseren lateralen Rand der *Eminentiae teretes* gebildet, die laterale äussere Begrenzung liegt in den oberen Theilen etwas nach aussen vom lateralen Rande des *Locus coeruleus*, weiter abwärts entspricht sie dem inneren Rande des *tuberculum acusticum* und schliesslich im unteren Theil dem *Fasciculus gracilis*. Die Verletzungen innerhalb dieses Bezirkes waren nicht genau abgrenzbar. — Einerseits wurde mit Eintreten der Krampfbewegungen der Stichkanal in der Medulla durch die damit verknüpften Nadelbewegungen beträchtlich vergrössert und vertieft, andererseits durchdrang bei dieser Versuchsanordnung der Stich meistens die ganze Tiefe des Marks bis zur unteren Knochengrenze. Doch traten nach den Beobachtungen Nothnagel's die krampfhaften Bewegungen schon ein, wenn nur das hintere, dem Boden des Ventrikels zugekehrte Drittel oder die hintere Hälfte des Dickendurchmessers der Substanz verletzt, einige Male nur oberflächlich gestreift war. — Hervorzuheben ist noch, dass in diesen Versuchen bei Verletzung der *Eminentiae teretes* die Thiere absolut ruhig blieben.

2. Durchschneidungsversuche. Nach Eröffnung der Atlanto-Occipitalmembran wurde mit einer kleinen Knochenzange ein schmaler Querspalt im Knochen gemacht. Das Mark wurde dann mit einem sehr kleinen doppelschneidigen Messer getrennt. Quertrennungen der

Medulla oblongata selbst machten oberhalb der Vaguskerne (Durchschneidung dieses tödtete das Thier sofort) nur im Moment des Schnittes Zuckungen; sonst lag das Thier ruhig, es bestand Anaesthetie der Trigemini (Fehlen des Cornealreflexes), Enge der Pupillen, gelegentlich Nystagmus. Die Reflexerregbarkeit der Extremitäten bei Kneifen und Stechen derselben war erhalten, doch wurden dadurch nie allgemeine convulsivische Zuckungen ausgelöst.

Lag aber der Querschnitt nach oben von der unteren Ponsgrenze, auf dem Boden der Rautengrube durch den oberen Rand der Tubercula acustica und die Seitenwinkel des 4 Ventrikels markirt, so erschienen sofort die heftigsten allgemeinen Convulsionen und persistirten bis zum Tode. Ihr Charakter war derselbe wie bei den Reizversuchen. Es bestand auch Enge der Pupillen und Anaesthetie der Trigemini. Die Thiere blieben in diesem Zustande verschieden lang, bis eine halbe Stunde lang leben, immer aber dauerten die Zuckungen, von ruhigen Intervallen unterbrochen, bis zum Tode fort.

Trennte der Schnitt näher den Vierhügeln den Pons, so schienen die Krämpfe heftiger zu sein und waren allgemeiner, während bei tiefer gelegenen Ponsschnitten sich überwiegend die hinteren Extremitäten betheiligten und die vorderen nur tetanisch gestreckt waren. Aus diesen Versuchen schloss Nothnagel, dass der centrale Ausgangspunkt der allgemeinen Körperconvulsionen in der Substanz des Pons zu suchen sei und der Substanz der eigentlichen Medulla oblongata die Function, als centraler Herd der Krämpfe zu dienen, abgesprochen werden muss. Für beide Versuchsweisen muss eine reflectorische Erregung der Krämpfe angenommen werden; für die Reizversuche konnte Nothnagel den direkten experimentellen Beweis erbringen, indem nach Quertrennung der Medulla oblongata vor dem unteren Ponsrande Reizung durch einen Nadelstich keine Convulsionen im Bereich des Krampfbezirktes mehr auslöste. Nothnagel hebt hervor, dass der „Krampfbezirk“ der Lage der grauen Kerne und der Wurzelfäden der sensiblen Hirnnerven entspricht, insbesondere ziehen die Wurzelfäden der Portio major Trigemini fast durch die ganze Länge des Marks nach abwärts. Die Verletzung derselben durch den Nadelstich wird als der reflexauslösende Reiz für das krampferregende Centrum im Pons dienen.

Diese Versuche waren der Ausgangspunkt meiner eigenen experimentellen Untersuchungen über die medulläre Entstehung von Krämpfen. Der Umstand, dass ich im Folgenden immer auf dieselben Bezug werde nehmen müssen, rechtfertigt ihre ausführlichere Wiedergabe.

Ich glaube der Mittheilung meiner Versuche am Kaninchen einige Vorbemerkungen vorausschicken zu müssen. Es war geboten, die Versuchstechnik abzuändern und die Versuche auf Reizungen resp. Verletzungen der Kleinhirnstiele auszudehnen.

Bei der Versuchsanordnung Nothnagel's ist der Experimentator insbesondere bei den Reizversuchen bezüglich der Beurtheilung des Reizortes und der Ausdehnung der gesetzten Verletzung ausschliesslich auf die Sectionsergebnisse angewiesen, er übersieht den Ort der Reizung vor Ausführung und während des Versuchs nicht. Ausserdem setzt er naturgemäss Verletzungen im 4. Ventrikel, deren Ausdehnung, wie Nothnagel selbst angiebt, im Voraus schwer bestimmbar sind, und sind immer tiefgreifende Verletzungen des Wurmes dabei unvermeidbar. Um diese Uebelstände möglichst zu beseitigen, wurde durch Trepanation der Hinterhauptsschuppe, Längs- und Querspaltung der Membrana occipito-atlantica, die hintere Hälfte des Oberwurms und der hintere Eingang der Rautengrube völlig freigelegt; die Arachnoidalblätter seitlich bis zu den hinteren Kleinhirnstielen sorgfältig gelöst, der Unterwurm dann durch vorsichtiges Einschieben eines den Raumverhältnissen entsprechenden, kleinen rechtwinklig gebogenen, gestielten Spatels langsam gelüftet und durch einen Assistenten in dieser Lage festgehalten und so der Boden der Rautengrube bis zur vorderen Grenze der Tubercula acustica sichtbar gemacht. Die mechanische Reizung erfolgte mittelst einer leicht gebogenen stumpfen Nadel, die längs des Unterwurms eingeführt und relativ kleine, oft nur punktförmige und oberflächliche Berührungen und Verletzungen des Ventrikelbodens verursachte. Waren tiefer gehende Einstiche beabsichtigt, so wurde eine spitze Nadel verwandt. Neben dieser mechanischen wurde auch die elektrische Reizung mittelst schwacher Inductionsströme angewandt. Nothnagel hat dieselbe nur wenige Male ausgeübt und wie aus seinen Bemerkungen hierüber hervorgeht, ohne wesentlichen Erfolg. Er hebt hervor, dass damit immer eine mechanische Reizung verknüpft ist, bedingt durch das Aufsetzen der Electroden, dass die Verbreitung der Stromschleifen sich nicht berechnen liess und dass die Thiere, selbst bei äusserst schwachen Strömen, momentan starben, wenn die untere Partie der Medulla oblongata berührt wurde, offenbar in Folge von Stromschleifen auf das Respirationcentrum. Letzteres lässt sich bei meiner Versuchsanordnung mit Abheben des Unterwurms leicht vermeiden, ebenso bei gut isolirten Electroden*) und schwächsten Strömen die weitere

*) Am besten haben sich isolirt umspinnene, lange feine biegsame

Verbreitung von Stromschleifen, und drittens lehren die unten mitzutheilenden Versuchsergebnisse, dass der mechanische und elektrische Reizeffect doch nicht identisch sind. Um auch bei mechanischer und elektrischer Reizung der vorderen Theile des Ventrikels einen klaren Einblick über den Ort der Reizung gewinnen zu können, wurde in einigen Versuchen die knöcherne Decke der ganzen medialen Partie des Kleinhirns (Wurm mit angrenzenden Hemisphärentheilen) entfernt, der Wurm abgetragen und so die ganze Ventrikelinnenfläche freigelegt. Die Operation ist sehr mühsam, zeitraubend und wegen der ausgedehnten Sinusverletzung mit dem Verluste vieler Thiere verknüpft, ohne das vorgestreckte Ziel erreicht zu haben; gelingt aber der Versuch, so ist man durch die Möglichkeit einer methodischen Absuchung des vorderen Drittels der Rautengrube vollauf belohnt.

Die Durchschneidungsversuche wurden in der Mehrzahl der Fälle in der Weise ausgeführt, dass nach Freilegung des hinteren Abschnittes der Rautengrube ein schmales Messer neben dem rechten Tuberculum acusticum vorbei nach vorn geführt und das verlängerte Mark resp. Brücke von rechts nach links quer abgetrennt wurde. Bei dem steil abfallenden Verlauf des Knochenkanals sind reine Quertrennungen relativ schwer erhältlich, wenn nicht der Wurm durch die senkrechte Haltung des Messergriffes stark laedirt werden soll. Es empfiehlt sich, im Momente des Durchschneidens den Kopf des Thieres etwas heben zu lassen. In einer Reihe anderer Versuche, bei denen die vorderste Partie der Rautengrube, unter dem Velum medullare anticum abgetrennt werden sollte, zog ich es vor, den Schnitt von oben, von der vorderen Querspalte aus zwischen Klein- und Grosshirn zu führen. Es wurde über dem Hinterhauptsappen eine Trepanöffnung angelegt, bis zum Quersinus der Knochen weggebrochen und entweder über der Dura mit dem Messer eingegangen oder nach Spaltung derselben, Zurückschieben der Spitze des Hinterhauptsappens und Abtragung des Tentoriums mit dem Messer am vorderen Rande des Kleinhirns der Hirnstamm quer abgetrennt. Die letztere Methode ist umständlicher, giebt aber naturgemäss grössere Klarheit über das Operationsfeld und lässt jede Verletzung des Kleinhirns vermeiden. Es stellte sich bald heraus, dass bei den Durchschneidungsversuchen, falls ausgiebig die ganze Breite des Marks durchtrennt werden soll, in Folge

Kupferdrähte, die zusammen zu einem langen biegsamen Stabe, nach Umspinnung mit Pechschnüren, vereinigt wurden und deren Elektrodenenden zu feinen Plättchen breitgeschlagen waren, bewährt, da sie dem engen Raume leicht angepasst werden konnten.

der engeren räumlichen Verhältnisse des Operationsbezirkes und des innigen Zusammenhangs der seitlichen Abschnitte der Medulla oblongata und der Brücke mit den Kleinhirnstielen eine Mitverletzung derselben immer stattfinden muss.

Bei Hemisectionen der Brücke und ungleicher Ausdehnung des Schnittes auf beiden Hälften des Marks, also wenn die Kleinhirnstiele, insbesondere im Hilus der Kleinhirnhemisphären, nur auf einer Seite mitbetroffen waren, traten die bekannten Rollbewegungen des Versuchstieres neben den übrigen motorischen Erscheinungen in den Vordergrund. Um über die Bedeutung dieser Reizvorgänge für den Gesamtversuch und nach Sammlung einschlägiger Erfahrungen über den Einfluss der Verletzung resp. Reizung der Kleinhirnstiele auf die Krampferscheinungen überhaupt einen klareren Einblick zu erlangen, wurden auch möglichst isolirte ein- und doppelseitige Durchschneidungen der Kleinhirnstiele durchgeführt. Die Ergebnisse derselben sollen hier nur in soweit in Betracht gezogen werden, als sie zur Aufhellung der Fragen nach dem Ausgangspunkt der nach Durchschneidung der Brücke auftretenden Krämpfe beitragen können. Ich lasse zuerst die Versuche, um nicht unnöthig breit werden zu müssen, in tabellarischer Zusammenstellung folgen und bemerke hierzu, dass in derselben nur die Thatsachen aufgeführt sind, die zu unserer Frage Bezug haben.

Versuchs-Protokolle.

Kaninchenversuche.

No.	Reizungsart.	Reizungsort.	Reizungseffect.
1.	Faradisch. Strom.	Rautengrube u. Verm. inf.	Hin- und Herwerfen, ton. Streckung von Vb. und Hb., Laufbewegungen der Vb., Flimmern der Mundfaciales, horiz. Nystagmus.
2.	do.	ibidem (etwas mehr rechts)	Kopf nach links hinten gebogen, Tretebewegungen mit dem r. Vb. und r. Hb.
3.	do. 18 Cm.	ibidem (etwas mehr rechts)	Kopf nach links hinten, Laufbewegungen aller Beine, horiz. Nystagmus, Umsinken nach rechts.
	Berührung mit stumpf. Nadel.	Rautengrube vorn rechts.	Kopf nach hinten, rechtsseitige Laufbewegungen.
	Faradisch. Strom.	do.	do.

No.	Reizungsart.	Reizungsort.	Reizungseffect.
4.	Faradisch. Strom 15 Cm.	Rautengrube hinten (etwas mehr rechts).	Kopf nach hinten, Hin- und Herwerfen, Laufbewegungen aller Beine, horizont. Nystagmus, Clonus beider Faciales.
	do.	Rautengrube genau median.	Nur Zusammenfahren, tetanische Spannung des ganzen Körpers.
	do.	Rautengrube unter d. Vel. med. ant.	do.
5.	Nadelstich.	schräg nach vorn links seidl. durch d. Oblong.	Kopf nach hinten, Hin- und Herwerfen, Laufbewegungen namentlich d. Vdrb. l. > r., rotat. Nystagmus, linkss. Augendeviation, Clonus namentl. d. l. Facialis, Rollen nach rechts.
6.	Berühr. mit stumpf. Nad.	Rautengrube, Emin. teres vorn median.	nichts.
	do.	Rautengrube vorn r. oder l.	Kopf nach hinten, Hin- und Herwerfen, Laufbewegungen.
	Nadelstich.	Vord. Rand der Alae cinereae.	Kopf nach hinten, Pleurosthotonus, allgem. Laufbeweg. und tetanische Streckung aller Beine.
7.	Verletzung	d. Spitzed. Lob. occip.	Ausfahren des Hb. nach hinten, des Vb. nach vorn.
8.	Berührung	Spitze d. Lob. occip.	Zusammenfahren, Schreien.
	Berührung mit spitzer Nadel.	Rautengrube unter d. Vel. med. ant. (vorder Kleinhirnspalt).	Aufrichten des Schwanzes, tetanische Streckung d. Hb., Laufbewegungen der Vdrb.
9.	Nadelstich	schräg nach vorn durch d. Oblong.	Nur anfänglich leichte Stösse der Hb.
	do.	vor d. Pons.	Einzelne clonische Stösse aller Beine.
	do.	Gegend d. r. Oliv.	Tetanus d. Hb., Laufbewegungen aller Beine, Drehung der Wirbels. nach rechts.
10.	Exstirpat.	des Wurms.	Rollen nach rechts, Schlagen mit dem Kopf, vorübergehend Tetanus d. Vdb.
11.	Verletzung	d. Emin. teres r.	Kopf nach hinten links, Rollen nach links, Katzenbuckel, Strecktetanus der Vdb.; Abstossbewegungen der Hb., Laufbewegungen d. Vb., horiz. Nystagmus.
12.	Verletzung	d. Loc. coerul. l.	Tetanus der Vdb., dann Lauf- und Stossbewegungen aller Beine, Kopf nach h. l., Rollen nach l., leichter verticaler Nystagmus.
13.	Nadelstich	in d. Emin. ter. r.	Kopf nach hinten links, Rollen und Manège wechselnd, Rücken concav nach l., rotator. Nystagmus, Laufbewegungen der Vb. (l. > r.).

No.	Reizungsart.	Reizungsort.	Reizungseffect.
14.	Berührung mit stumpf. Nadel Durchschneidung	l. Clava und Corpus restiforme. des l. h. Kleinhirnstieles.	Kopf nach links, Rollen und Manège nach links, Strecktonus der Vb. und Hb. horiz. Nystagmus nach l. Rollen nach l., Conj. rotator. Deviation der Augen nach rechts, Rücken r. concav, rechts vertic. Nystagmus, Contraction des r. Fac., Kopf nach hinten links.
15.	Durchschneidung	beider hinterer Kleinhirnstiele, fast völlig.	Kein Rollen. Kein Nystagmus. Kopfschütteln. Laufbewegungen.
16.	Durchschneidung	des l. Pedunculus u. Bindearms.	Schlagbewegungen des l. Vb., Clonus des r. Vb. und Hb.
17.	Querschnitt	Alae ein. bis hinteren Brückenrand.	Keine Krampfbewegungen.
18.	do.	r. Pedunculus und r. Bindearm.	Umsinken nach l., einige Laufbewegungen aller Beine, kurzer Tetanus d. l. Hb.
19.	do.	linke Ala ein., r. loc. coerul. bis Pons. (vorher l. Clava verletzt).	Umsinken nach l., Katzenbuckel, Opisthotonus, Tretbewegungen des r. Hb., ton. Streckung des r. Vb.
20.	do.	Striae acust. bis hint. Brückenrand.	Umsinken nach l., leichte anfängliche Streckung der Hb., keine Krampfbewegungen.
21.	do.	hinter d. Vierhügeln bis an den Pons.	Rollen nach rechts, rhythm. unterbrochener Tetanus und Schlagbewegungen aller Beine.
22.	Verletzung mit der Nadel	l. Eminentia teres (vorher Clavaverletzung).	Kopf nach l. hinten, Rollen nach links, horiz. und dann rotator. Nystagmus nach links, Lauf- und Stossbewegungen, Kopfschütteln, Clonus beider Mundfaciales. Rücken concav nach r.
23.	Querschnitt	ganze r. Ponshälfte u. inneres Drittel d. linken (vorderes Drittel d. Rautengrube?)	Kopf nach rechts, Umsinken nach rechts, keine Krampfbewegungen.
24.	Berührung mit stumpf. Nadel	r. hinterer Kleinhirnstiel.	Kopf nach r. unten, Strecktonus der Hb., allg. Laufbewegungen, Rücken nach r. concav, Rollen bald nach r., bald nach l.
	do.	do.	Dasselbe Rollen nach r., horiz. Nystagmus nach r. Rotator. Deviation nach l.

No.	Reizungsart.	Reizungsort.	Reizungseffect.
	Quer-schnitt	durch d. r. Pedunc. ganz, durch den l. zum Theil.	Kopf nach r., Strecktonus d. l. Vb., Tretbewegungen d. l. Hb., Rücken nach l. concav.
	do.	r. hint. Kleinhirnstiel (nicht total).	Rollen nach r., Rücken concav nach l., Coitusbeweg. *), allgem. Tetanus, allg. Zitterbewegungen.
25.	do.	v. linken vord. Theil d. Rautengrube bis in den Pons.	Kopf nach links unten, Katzenbuckel, mehrfache tetan. Streckungen, vereinzelte clon. Zuckungen aller Beine.
26.	do.	vord. Theil der Rautengrube bis vor d. vorderen Ponsrand (fast total).	Strecktetanus beider Vb., Tretbewegungen, Schlagen mit dem l. Ohr-löffel, dann Tremor d. rechten Vb., Flexionstetanus d. l. Vdbs.
27.	do.	**) do. (nicht total).	Keine Krampfbewegungen.
28.	do.	Em. ter. r. bis z. hint. Ponsrand, l. h. Kleinhirnstiele verletzt.	Umsinken nach links, Manège, Hin- und Herwerfen, Tretbewegungen des Hb., Adductionstetanus des Vb., Schlagbewegungen aller Beine.
29.	do.	hint. Vierhügelrand bis Pedunculi.	Momentanes Blinzeln r., Kopf nach h. l., tetanische Spannung d. Extremitäten, keine Krampfbewegungen.
30.	do.	Emin. teres l. bis Corp. rest. r.	Schütteln des Kopfes nach r., Schwanz aufgerichtet, Strecktetanus der Hb.
31.	do.	Emin. teretes bis vor d. vord. Ponsrand.	Umherschiesßen, mehrfache Streckungen des Vb., Stossbewegungen d. Hb.
32.	do.	h. d. Rand Vierhügel — beide Pedunculi.	Kopf nach hinten, Tretbewegungen ***), Tetanus aller Beine, Rollen nach l., leichtes Schlagen der Vorderpfoten.
33.	do.	Emin. ter. r., Hilus l. bis vord. Ponsrand. L. Pedunc. ganz, v. r. nur d. innere Drittel durchschnitten.	Umsinken nach l., Kopf nach l. h., Rollen nach l., Strecktetanus und Laufbewegungen aller Glieder, Schlagbewegungen der tetanisch gestreckten Hb.
34.	do.	durch beide hintere Kleinhirnstiele.	Kopf nach links, Umsinken nach l. und r., Vb. tetanisch vorgestreckt, Katzenbuckel, rhythm. Zuckungen des linken Mundfacial. und Augenfac., Nystagmus, Lauf- und Stossbewegungen der Hb.

*) Eigenthümliche Schiebungen der hinteren Rumpfhälfte.

**) Dicht am hinteren Vierhügelrande quer zur Basis 1 Millim. vor dem vorderen Ponsrande erreicht, linker Bindearm nicht durchschnitten, rechts abgetrennt.

***) Nur vereinzelte.

No.	Reizungsart.	Reizungsort.	Reizungseffect.
	Quer-schnitt	d. Loci coerulei. beide dem Hirnschenkel.	Rhythmische Streckungen und Krümmungen von Wirbels. und Extremitäten, dann Ruhe.
35.	do.	beide hint. Kleinhirnstiele.	Umsinken nach r., linksseit. conj. Deviation, keine Krampfbewegungen, Opisthotonus.
	do.	vord. Ende der Alae cin. — Pons.	Keine Krampfbewegungen, ausser Opisthotonus.
36.	do.	r. h. und mittlerer Khlstiel u. medial. flacher Schnitt zw. Emin. ter. mit seith. Verletzung d. Haube.	Rhythm. Streckungen und Krümmungen der Wirbels., Gähnbewegungen, Stoss- und Laufbewegungen aller Glieder, Katzenbuckel, Kopfschütteln, allg. Tonus.
37.	do.	beide h. Khlstiele.	Kopf nach hinten, leichter Clonus beider Faciales, Nystagmus, Trismus, Strecktetanus namentl. d. Vdrb.
	do.	Emin. teretes bis vor d. vord. Ponsrand.	Umsinken n. l., Opisthetanus, Nackentetanus, Streck- und Ruckbewegungen beider Vb.
38.	do.	beide hint. Khlstiele (r. nicht total).	Rollen nach r., Strampeln der Vdrb., Strecken der Hb., Kopfschütteln, Clonus d. l. Facialis.
	do.	Striae acust. bis (hint. dem hint. Ponsrand, seith. unvollst.).	Umsinken nach r., ausser kleinen convulsiv. Pfotenbewegungen des Vb. keine Krampfbewegungen.
39.	Nadelstich	in den Verm. infer. links.	Umsinken nach l., Kopf nach l., Ausgleiten des l. Vb. und Hb., Manège nach l., Nystagmus nach l., Rücken concav nach links, Adductionstetanus d. l. Vdbeins.
	Schnitt	in Verm. sup. und r. Kleinhirnbemisph. (Lob. occ. und r. h. Khlst. verletzt).	Kopf nach hinten l., Rollen nach r., Schlagbewegungen aller Glieder, conj. rotator. Deviation nach l., Rücken concav nach l., Clonus d. l. Facialis. (Athembewegungen?), Parese des r. Facialis.
40.	Schnitt	durch d. Kuppe des Verm. sup. (v. vorn).	Verschossen, conj. Augendev. nach l., Katzenbuckel, Pendeln d. Wirbels., keine Krampfbewegungen.
	do.	durch d. Thal. optie.	Verschossen und Känguruhstellung, leichte Lauf- u. Schlagbewegungen.
41.	Stich	in's Tub. valvul.	Sprung rückwärts.
	Zerstörung	d. Tub. valvul.	Schieb- und Scharrbewegungen d. Vb. nach hinten.
	Schnitt	Rautengrube am Vel. med. ant. schräg bis hinter d. h. Ponsr. (l. nicht bis zur Basis).	Umsinken nach r., kurzer Strecktetanus aller Beine, Kopf nach hinten, Laufbewegungen und intermittirender Strecktetanus aller Beine.

No.	Reizungsart.	Reizungsort.	Reizungseffect.
42.	Schnitt	durch d. h. r. Klhst. (z. Th. auch d. vorderen mit Verletzg. d. r. Hemisph.).	Vorschiessen, Umsinken nach links, Katzenbuckel, tetanisches Abstrecken aller Beine, Schlag- und Sprungbewegungen der Hb., Rollen nach r. u. l., Opisthotonus, Nystagmus nach r., Laufbewegungen der Hb.
43.	Schnitt	durch d. Verm. inf. u. die r. Kleinhirnhemisphäre.	Vorschiessen, Katzenbuckel, tetan. Abstrecken aller Beine, Lauf- u. Stossbewegungen aller Beine, Rollen nach r. und l., Sphinxstellung.
44.	Querschnitt	v. Em. ter. r. schräg nach unten u. links nicht bis z. Basis. (r. Rückenarm verletzt).	Umsinken nach l., Manège nach l., Lauf-, Schlag- und Stossbewegungen aller Beine, Opisthotonus.
45.	Faradisch. Strom 16 Cm.	Emin. teretes. (Elektroden umspinnen).	Hin- und Herwerfen, Lauf- und Stossbewegungen aller Beine, Rollen und Fallen nach l., Vb. tetanisch abgestreckt, Kopf nach h. l., Katzenbuckel, Blinzeln r. und l.
	Schnitt	Loc. coerul. bis nicht ganz z. h. Ponsrand.	Kopfschütteln, Streckung beider Hb., Niessbewegungen, stossweise Erschütterungen des Körpers, Schlagen der Ohrlöffel.
46.	Berührung u. Verletzg. Faradisch. Strom 14 Cm. Verletzung	Tub. valvulae. der r. Emin. ter. mit dem Elektrodenknopf.	Rollen nach links, Nystagmus nach r. Umsinken nach l., Kopf nach h. l., Nackentetanus. Parese des r. Mundfacialis; nach r. umgelagert: Rollen des Thiers nach r., bis es auf der linken Seite liegt.
47.	Horizontalschnitt	durch den Klhst. r., Verm. inf. l. Klh-hemisph. Pulvinar u. alle Vierhügel.	Rollen nach l., Vb. tetanisch abgestreckt, Hb. tonisch flectirt, Kopfschütteln, Fallen nach l., Lauf- und Stossbewegungen aller Glieder.
48.	Hakenverletzung	beider Clavae l. > r.	Umsinken nach l., Kopf nach h. l. Bei Umlagerung nach r. Wälzversuche.
49.	Querschnitt	Loc. coer. r. Em. ter. links noch im Pons, Seitenth. verschont	Umsinken nach l. Kopfschütteln. Rudimentäre Schlagbewegungen mit dem l. Hb., tetanische Anziehungen aller Beine.
50.	do.	durch d. seitl. Zweidrittel des r. hint. Kleinhirnst.	Rollen nach r., Strampeln mit allen Beinen. Bleibt auf d. r. u. l. Seite liegen. Athembewegungen nur im l. Mundfac. Kopf nach h. r. Rotator. conj. Deviation der Augen nach l. (Parese des r. Mundfacialis?).

No.	Reizungsart.	Reizungsort.	Reizungseffect.
51.	Quer- schnitt	durch d. grössten Th. der r. Clava, Tub. acust., r. Brücken- arm, flach unter d. Boden der Rautengr. bis in's Pulvinar.	Kopfschütteln, vereinzelte Laufbewegungen, bleibt auf der rechten und linken Seite liegen.
52.	Faradische Reizung 17 Cm. Mech. Reiz. Verletzung	Tub. valvulae (Strom- schleife auf die Clavae!) Tub. valvulae. d. r. Clava bis in d. Corp. restiforme.	Nackentetanus, Streckung der Vb. und Hb., Mastication. Kein Effect.
	Quer- schnitt	hinter d. Vierhügeln in d. Mitte d. Rautengr. nicht bis zur Basis, würde hinter d. Pons erscheinen.	Kopf nach h. l., Rollen nach r., verticaler Nystagmus, Lauf- u. Streckbewegungen aller Beine. Leichter Opisthotonus, Umsinken nach rechts, leichter Katzenbuckel, Lauf- und Tretebewegungen aller Beine.
53.	Mech. Reiz. Farad. Reizung Mech. Reiz Farad. Reizung 120 Cm. do. do. Quer- schnitt	Tub. valv. Tub. valv. Clava. Clava. Verm. sup. Cerebellarhemisph. durch d. h. Vierhügel — Pons, etwas hinter d. vord. Rand; Schleife u. lat. Fussdrittel l. nicht ganz durchtrennt.	Kein Effect. Erst bei 15 Ctm. Rollenabstand Zusammenfahren (Stromschleifen?). Gleichseit. Nackencontract. do. Kein Effect. do. Mehrmales Ausfahren mit allen Gliedern, sonst keine Krampfbewegungen.
	Mech. Reiz. Auslöfflung des Wurms. Faradisch. Strom 17 Cm. do. do.	Clava. vord. Ende d. l. Alacinerea. hinteres Ende der l. Emin. teres. genau median zwischen Ala cin. und Emin. teretes.	Gleichseitige Nackencontraction. Kein Reizeffect. Kopfschütteln, einmalige Contraction des r. Hb. und r. Vb. Einmalige Contraction der ganzen r. Facialismuskulatur. Beiderseitige Nackencontraction, vereinzelte Zuckungen aller Beine.
54.	do. do. Quer- schnitt	Clava r. zwischen Alae cin. u. Emin. teret. r. hint. 4 hügel — beide Hirnschenkel; lat. Fussdrittel l. nicht ganz durchtrennt.	Contraction der r. Nackenmuskulatur, d. r. Vb. und r. Hb. Zuckung d. r. Vb. und d. r. Hb. Keine Krampfbewegungen.

No.	Reizungsart.	Reizungsort.	Reizungseffect.
55.	Faradisch. Strom 17 Cm.	Emin. teret. l. (nach Wurmauslöfflung).	L. tonische Contraction des Orbicul. oculi, Masseter, der Oberlippen und Ohrmuskeln.
56.	Querschnitt	hint. Vierhügel (vorher Läsion d. Wurmes u. l. Occipital-lappens) — beide Hirnschenkel, l. Fussdrittel l. nicht ganz durchtrennt.	Umsinken nach links, Strampeln und Schlagbewegungen aller Beine, rhythm. Krümmungen u. Streckungen der Wirbels.
57.	Auslöfflung Mech. Reiz. Faradisch. Strom 17 Cm.	v. Wurm u. z. Th. d. Cerebellarhemisph. in d. ganz. Rautengrube v. u. h. Seitent. d. Rautengr. v. Mitt.	Nystagmus nach r., Lidzwinkern. Kein Effect. Lidhebung Orbicular. cc. Masseter, Mundmuskulatur, einmalige, zuweilen mehrmalige Zuckung v. Hb., Vb., Nacken, dasselbe, nur schwächer u. z. Th. auch gekreuzt. NB. Opisthotonus und vereinzelte Tretebewegungen überdauern zuweilen d. Reizung.
58.	Querschnitt	hinter der Mitte der Rautengrube bis z. vorderen Ponsrand (vorher Läsion der Clava).	Umsinken nach r., mässiger Opisthotonus, Katzenbuckel, erst tetanische Abstreckung aller Beine, dann tetan. Anziehung der Vb. und rhythmische Schlagbewegungen d. Hb. Streckungen u. Krümmungen d. Wirbels.
59.	do.	zw. mittl. und hint. Rautendrittel bis 1 Mm. vor d. hint. Ponsrand (vorher Wurmläsion).	Umsinken nach r., leichter Katzenbuckel, leichter Opisthotonus, ton. Abstreckung aller Beine, dann ton. Anziehung d. Vb. r. rhythm. Schlagbewegungen der Hb. und Krümmungen und Streckungen d. Wirbels.
60.	do.	vord. Ende der Alae ein. durch d. l. Hälfte d. Oblong. und den l. h. Klhst.	Umsinken nach l., Katzenbuckel, leichter Opisthotonus, rudimentäre vereinzelte Schlagbewegungen der Beine, tetan. Anziehung der Vb., Kopfschütteln.
61.	do.	Hilus und Cerebellarhemisph. bis zum h. Ponsrand.	Katzenbuckel, Kopfschütteln, Umsinken nach l., Tetanus und Schlagbewegungen aller Beine.
62.	do.	Emin. teretes durch l. Brückenarm u. l. h. Klhst. bis l. in d. Pons, r. vor d. Pons.	Rollen nach l., erst Schlagbewegungen, dann tetan. Abstreckung aller Beine. Kommt auf der r. Seite liegend zur Ruhe.

No.	Reizungsart.	Reizungsort.	Reizungseffect.
63.	Querschnitt	r. Emin. ter. und r. Loc. coer. durch den mittl. Th. der rechten Ponshälfte.	Rollen nach r., Rücken concav nach l., Kopf nach hinten. Conjug. rotator. Augendeviation nach l., Wirbeln mit dem Schwanz, Lauf- und Stossbewegungen aller Beine.
64a	do.	Loc. coerulei — beide Bindearme (l. nicht ganz durchtrennt) — r. Hirnstiel, l. etwas hinter d. vord. Ponsrand.	Rollen nach l., Rücken concav nach l., mässiger Opisthotonus, Schlagbewegungen aller Beine, einzelne Laufbewegungen der l. Hb.
64b	Oberflächl. Verletzung	d. l. Ala alb. lat.	Kopf nach r. h., Umsinken nach r., Vb. ab und zu tonisch abgestreckt, öfters Strampeln aller Beine.
64b	Querschnitt	durch d. h. Vierhügel und beide Hirnstiele (bis auf ein schmales basal. med. Bündel).	Umsinken nach r., Kopf nach r. h., Strampeln u. Laufbewegungen aller Beine, Wälzen nach l., liegt nur auf der r. Seite. Später tetanische Abstreckung der Hb., tetan. Abziehung der Vb., später Schlagbewegungen mit allen Beinen (ausser r. Vb.); länger andauernde Känguruhstellung.
65.	Mech. Reiz.	Tub. valv.	Kein Effect.
	do.	Clava r.	Einmalige Zuckung d. r. Vb. und der r. Nackenseite.
	do.	Ala cin. l. v.	Kein Effect.
	do.	Ala alb. lat. l. v.	Heftiges Zusammenfahren, Nystagmus.
	Oberflächl. Verletzung	d. l. Emin. teres.	Umsinken nach l., Kopf nach h. l., Rücken concav nach l., Lauf- und Scharrbewegungen; dann tetanische Anziehung der Vb. (bei schlaffen Hb.), dann wieder Stossbewegungen aller Beine, Uberschlagen bald nach r., bald nach l., leichte Manège nach l. (l. Hb. u. l. Vb. tetan. angezogen, Schiebbewegungen mit d. r. Hb. und r. Vb.). Nystagmus nach r. Verticales, etwas nach l. gerichtetes Kopfschütteln. Ton. Contraction beider Orbicul. oculi.
	Querschnitt	hinter d. h. Vierhügel r. Bindearm intact, desgl. lat. Theil des linken Pons.	Umsinken nach l., extremste Lordose u. Opisthotonus, tetan. Abstreckung d. Hb. und Vb., dazwischen Stoss-, Tret- und Laufbewegungen der tetan. Glieder. Später Katzenbuckel. Augen und Faciales ruhig.
66.	Mech. Reiz.	Med. Rand der Alae cin. l.	Kein Effect.

No.	Reizungsart.	Reizungsort.	Reizungseffect.
	Faradisch. Strom 17 Cm.	Med. Rand der Alae einer. l.	Contraction des Nackens, der Kau- u. Oberlippenmuskeln und des Mund- bodens. Schiebt s. rückwärts. Leicht- er Katzenbuckel, vorübergehender Nystagmus nach l., leichte Abwei- chung d. Kopfes nach r.
	do.	do.	Dasselbe, aber auch tetan. Streckung beider Hb. u. Vb.
	Quer- schnitt	durch d. vord. Vier- hügel bis eben hin- ter den vord. Pons- rand, schmale me- diane Leiste intact.	Umsinken nach l., Laufbewegungen, Strecktetanus aller Beine, Zuckun- gen der Augen, Opisthotonus, leichte Lordose.
67.	Mech. Reiz.	Ala einer. r.	Kein Effect (ausser langsamem Nystag- mus nach l.).
	Tiefe Ver- letzung des Occipitallapp.	l. Occipitallappen.	Kleine rhythmische Stösse mit Kopf und allen Beinen, leichtes Vorwärts- drängen. Nystagmus wie vorher.
	Quer- schnitt	d. das r. Corp. striat. und d. l. Thal. opt. bis zur Basis.	Umsinken nach l., Deviation beider Augen nach aussen oben, Mydriasis, dann Rollen nach l., rhythm. Krüm- mungen und Streckungen der Wir- bels. Lauf- und Tretbewegungen aller Beine.
68.	Kneifung	d. linken N. occipital. major.	Zuckungen d. l. Nackenmuskulatur u. d. l. Orb. ocul.
	Schnitt	v. r. Corp. restif. zur l. Fov. post.	Rollen nach r., verticaler Nystagmus, Rücken nach l. concav.
	Quer- schnitt	r. zw. beiden Vier- hügeln, l. durch d. vord. bis zum vord. Ponsrand, r. schnei- det er eben noch in den Pons ein (Occipitallappen ver- letzt).	Rollen nach r., Opisthotonus, Katzen- buckel, Strecktetanus aller Beine, vorübergehender Tremor d. Hb.
69.	Schnitt	in d. r. Seitenstrang im Niveau d. l. Cer- vicalnerven.	Sprung-, dann Scharrbewegungen, Kopf nach rechts gedreht, leichte Manège nach r.
	Quer- schnitt	hint. den Vierhügeln durch das l. Corp. trapezoides.	Umsinken nach l., Opisthotonus, Katzen- buckel, tetan. Abstreckung aller Beine, Schlagbewegungen der tetan. gestreckten Hb., Schlagen mit dem l. Ohröffel,
70.	Schnitt	seicht in d. l. Clava.	Rückwärtsfahren, leichte Kopf- drehung nach rechts.
	do.	tief in d. l. Clava bis zum Tuberc. acust.	Conjug. rotator. Augendeviation nach l. Rollen nach l. Stertor. Masti- cation.

No.	Reizungsart.	Reizungsort.	Reizungseffect.
	Querschnitt	r. hinter d. h., l. durch d. h. Vierhügel durch Pons, dessen med. Theil undurchtrennt blieb.	Tetan. Abstreckung aller Beine, Augen-deviation wie vorher, Strampel- und Stossbewegungen aller Beine, ab und zu Rollen nach l.
71.	Mech. Reiz. starke mechan. Reiz.	I. h. Cervicalwurzel. Hinterstränge.	Kein Effect. Gleichseitige Nackencontraction.
	Mech. Reiz. Faradisch. Strom 21 Cm.	Clava.	Gleichseitige Nacken- u. Vb.-Contract. do.
	do. 17 Cm.	I. h. Cervicalwurzel. do.	Gleichseitige Nacken- und Vb.-Contraction, Zukneifen des gleichseitig. Auges.
	do. 21 Cm.	Funic. cuneat.	Dasselbe (heftiger).
	do.	Funic. grac.	Dasselbe (heftiger), auch Stöhnen.
	do.	Clava.	Dasselbe (heftiger), auch Contraction des Masseter und des gleichs. Orbicul. or.
	do. 17 Cm.	Clava.	Dasselbe, auch Contraction d. gleichs. Hb. u. der gekreuzten Körperhälfte.
	Querschn.	durch d. l. Cervicalmarkhälfte.	Einmalige Zuckung des l. Vb.
72.	Mech. Reiz. Faradische Reiz. 17 Cm.	Ala alb. med. Ala alb. med. r.	Kein Effect. Ton. Contraction des Nackens r., doppels., links beginnender Clonus des Ohrlöffels, einmalige Contraction des r. Orbicul. oris, ton. Contraction des r. Vb. u. r. Hb., Trismus (Zungenbetheiligung zweifelhaft).
	Querschn.	d. d. h. Vierhügel bis eben hinter d. vord. Ponsrand.	Umsinken nach r., Schlagbewegungen beider Hb., tetanische Streckung d. r. Vrdb.
73.	do.	Vel. med. antic. bis hinter d. Corp. trapez, r. unvollkommen, Hinter- und Mittelstiele intact.	Katzenbuckel, Kopfschütteln, rudimentäre Schlagbewegungen, Niessbewegungen im Facialis.
74.	Mech. Reiz. nach Wurm-auslöfflung Faradisch. Strom 17 Cm.	Emin. teres. Ala alb. med. Ala cin. Emin. ter. l. Ala alb. med. l.	} Kein Effect. Intermitt. ton. Contraction des linken Mund- u. Augenfac. Intermitt. ton. Contraction des linken Mund- u. Augenfac., des l. Vb. und Hb., des Mundbodens, der Masseteren, Vibriren der Zunge und Deviation nach rechts.

No.	Reizungsart.	Reizungsort.	Reizungseffect.
75.	Far. Strom 17 Cm. nach Wurm- auslöfflung Far. Strom 17 Cm. zugleich mit Verletzung	Med. Hang d. Clava. Ala alb. med. Vordere Hälfte der Rautengrube (seitl.)	Contraction des gleichseitigen Nackens und Vb. Vibriren v. Zungen- und Mundfacialis, Trismus. Anziehung aller Beine, intermittiren- der Tetanus beider Mundfaciales, Krümmung der Wirbelsäule.
76.	Querschn. Mech. Reiz. Far. Reiz. 8 Cm.	Hint. Vierhügel bis an d. vord. Ponsrand (Entfernung d. ganzen Mittel- und Hinter- hirns) der Schnittfl. d. Haubentheils mit d. Scalpellstiele. des Fusses.	Kopf nach hinten, Stöhnen, Stoss- u. Schlagbewegungen der tetan. gestr. Beine, dann ton. Abstreckung aller Beine —, Ruhe. Strampel- u. Laufbewegungen, Facia- liscontractionen. Dasselbe, auch Opisthotonus u. Pleuro- thotonus, ton. Facialis- und Hypo- glossuskampf, kleine rhythmische Schlagbewegungen d. Vorderpfoten.
77.	Querschn.	durch beide hintere Kleinhirnstiele (l. auch Binde- und Brückenarm ange- schnitten, r. Läsion d. Emin. teres.).	Umsinken nach links, kleine rhyth- mische Schlagbewegungen beider Vb., Nystagmus und conj. Augendevia- tion nach rechts, kein Rollen.
78.	do.	d. beiden h. Klhstiele (links ist auch der Brückenarm ange- schnitten, r. d. Ala cin. u. Al. alb. lat. abgetragen) nach Entfernung d. Tub. valvulae.	Umsinken nach rechts. Tetanische Abstreckung aller Beine, dann mehr- faches Rollen nach r., dann Schlag- bewegungen mit d. r. Vdb., kurzer Opisthotonus und Lordose, tetan. Anziehung d. l. Vdb., tetan. Zu- kneifen des l. Auges, Deviation des r. Auges nach innen unten. Später noch öfters Rollen nach rechts und Strampeln.
79.	Mech. Reiz. Far. Strom 19 Cm.	d. ganzen Rautengr. vorderes Drittel. Grenze d. r. vorderen u. mittl. Drittels. mittl. Drittel. hint. Drittel.	Kein Effect. Trismus, Kieferverschiebungen, Mund- bodencontraction. Kurze rhythm. Zuckungen des gleich- seitigen Augen-, Ohr- und Mund- facialis, ab und zu tetan. Zukneifen des Auges (unter leichten Vibra- tionen). Dasselbe, schwächer. Stossweise Zungenbewegungen, Nacken- contraction, Vb.- und Hb.-Anziehun- gen, vorwiegend gleichseitig.

No.	Reizungsart.	Reizungsort.	Reizungseffect.
	Dieselbe Reizung in der Medianlinie.		Erhebl. schwächerer, doppelseitiger Effect im mittleren Drittel der Rautengrube; gar kein Effect bei Lagerung der Elektrode auf dem vord. Drittel.
80.	Flächenhafte Verletzung Spitze	d. l. Al. einer.	Kopf nach hinten, Zusammenfahren, Nystagmus.
81.	Far. Strom do. 18 Cm.	Loc. coerul. l. Fov. ant. l.	Einmalige rotator. Wälzung d. l. Auges. Tonische Contraction des l. Mund- und Augenfac. mit leichten Vibrationen.
	do.	hinter. Rautendrittel.	Rhythmisch intermittirender Tetanus d. Vb., Hb. und des Nackens.
82.	Far. Strom 18 Cm.	Fov. ant. r. seitl.	Tonischer Krampf*) erst d. r. Vb. u. Hb., dann aller Beine (z. Th. auch rhythmisch unterbrochener Strecktetanus).
		Fov. ant. r. mehr med.	Dasselbe, der ganze r. Facialis theiligt sich.
		Fov. ant. weiter hinten.	Stärkerer tonischer Krampf der Beine und des Rückens.
	Sich selbst überlassen zeigt das Thier:		Strecktetanus aller Beine, Katzenbuckel, Opisthotonus, Wirbelsäule, concav nach l., Schlagbewegungen der Vb., Nystagmus nach r., Schlägen des l. Ohrlöffels. Ab und zu Rollen nach r.
	Querschn.	im Hilus der Rautengrube zum Corp. trapez., nur d. medial. Theile des letzt. sind völlig durchtrennt.	Strecktetanus aller Beine, Kopfschütteln. Einzelne Laufbewegungen der Vorderb.
83.	Far. Strom 17—22 Cm.	Fov. ant. vorn l.	Ton. Masseterenkrampf, erst l., dann auch rechts.
		Fov. ant. etwas weiter hinten u. seitlich.	Ton. Krampf des Orbicul. oculi, dann oris links, dann der Beine links, schliesslich auch der Beine r. und der Masseteren.
		genau median.	Kein Effect.
84.	Far. Strom 17 Cm.	Fov. ant.	Gleich- und doppelseitige Facialiscontraction.
85.	Oeffnung (mit Messer)	d. Membr. obturat.	Leichter Opisthotonus und leichter Tetanus der Vb. und Hb.

*) Dabei auch mehrfache Läsionen des Bodens.

No.	Reizungsart.	Reizungsort.	Reizungseffect.
	Querschn.	v. Hilus links bis z. Eingang d. Aquaed., an der Basis sind beide Ped. cer. bis auf d. lat. Drittel d. r. durchtrennt.	Umsinken nach l. Kein Rollen. Laufbewegungen. Tetanische Abstreckung der Vb., leicht tonische Spannung der Hb.
	Querschn.	am hinteren Ende d. Calamus. L. Seiten-Vorderstrang bleiben undurchtrennt.	Zusammenfahren, kurze tonische Anziehung aller Beine.
86.	Querschn.	Vorder. Rautendrittel bis dicht vor den Pons, Binde und Brückenarme erhalt.	Umsinken nach links, Katzenbuckel, Schlagbewegungen und tetan. Abstreckung aller Beine.
87.	Far. Strom 17 Cm. (nach theilw. Wurmauslöfflung.)	unter d. Vel. med. ant.	Kein Effect.
	Faradisch. Strom 17 Cm.	Fov. antic. vorn. do. etw. weit. hint. do. do.	Trismus. Augenfacialis Ohrenfacialis Mundfacialis } gleichseitig.
		ibid. etwas seitlicher	Tonische Contractionen (z. Th. Laufbewegungen) aller Beine, d. Nackens, beider Faciales und Trismus.
		ibid. etwas weiter hinten. Ala alb. lat.	Schwächere Krampfbewegungen d. Beine Starke Krampfbewegungen der Beine und des Nackens.
88.	Querschn.	v. r. Tub. acust. (das medial eingeschnitten ist) bis zur Medianlinie am hintern Rande des Corpus trapezoid. Rückenmark (Schulterhöhe).	Umsinken nach l., leichter Katzenbuckel, keine Krampfbewegungen. Adductionsbewegung der Hb.
	Far. Reiz. 17 Cm. do. 17 Cm.	d. oberen Schnitthl. d. unteren Schnitthl.	Rhythm. Contractionen in Brust- und Vb. muskeln. Rhythm. Bewegungen der Hb. und des Schwanzes.
	Querschn. Far. Reiz. 17 Cm.	Lendenmark. d. unteren Schnitthl.	Adductionsbewegung der Hb. Einmalige Bewegung im Schwanz und Lendenmuskulatur.
89.	Querschn. Far. Reizg. 15 Cm. (n. Auslöffl. d. Grosshirns)	Loci coerulei bis dicht vord. vord. Ponsrand d. peripheren Schnitthl. fläche. l. Gegend d. Pes.	Momentanes Zusammenfahren, sonst kein Effect. Ausser gelegentlichen Kau- und Facialisbewegungen kein Effect.

No.	Reizungsart.	Reizungsort.	Reizungseffect.
		2. Vermis. 3. Cerebellarhemisphäre 4. Gegend des Tentorium.	} kein Effect.
	Mech. Reiz.	der Schnittfläche.	Trismus, Nackencontraction, tetan. Streckung der Wirbels. und Hb., tetan. Anziehung d. Vb., Wimmern, Facialiscontractionen, Schlagbewegungen der Vb. Nirgends Effect.

Betrachten wir zuerst die Reizversuche.

Die Einstiche mit der spitzen Nadel in den seitlichen Feldern des mittleren und vorderen Drittels der Rautengrube machen die von Nothnagel beschriebenen Ergebnisse: Opisthotonus, convulsivische Bewegungen des Rumpfes und der Extremitäten, daneben aber auch conjugirte Augenablenkung, Nystagmus, Rollbewegungen nach der verletzten und entgegengesetzten Seite und namentlich bei Verletzung der Eminentia teres „Klonus“ des Mundfacialis vornehmlich der verletzten Seite. Die Krampfbewegungen der Versuchsthiere sowohl bei diesen, als auch allen anders gearteten Versuchen müssen, soweit sie die Extremitäten betreffen, als tetanische Streckungen und Bewegungen der Glieder und bei den gewaltigen rhythmischen Stößen als Lauf-, Stampf-, Tret-, Strampel- und Schlagbewegungen bezeichnet werden, oft gewannen sie auch den Charakter kurzer klonischer Zuckungen, die aber niemals mit den isolirten klonischen Krämpfen bei der Reizung der motorischen Rindentheile verwechselt werden konnten, denn immer betraf die klonische Erschütterung die ganze tetanisch gespannte Extremität. Die Bewegungen des Rumpfes waren stossartig auftretende Streckungen und Beugungen der Wirbelsäule. Von der Durchstechung mit dem Steckenbleiben der Nadel wurde aus den früher angegebenen Gründen bald Abstand genommen, insbesondere da dann der Ort der Reizung und die Ausdehnung der Verletzung durch die bei den Krämpfen unvermeidliche Zerreißung der Marksubstanz schwer bestimmbar war. Es zeigten einzelne Controllversuche mit isolirter seitlicher Durchstechung des Kleinhirns, dass ein Theil der Erscheinungen der Kleinhirnverletzung zugerechnet werden muss. Ebenso konnten spätere Beobachtungen lehren, dass die einseitigen Verkrümmungen der Wirbelsäule, der Nystagmus, die Augen-deviation, das verticale und horizontale Kopfschütteln auf Rechnung der Verletzung der Kleinhirnstiele geschrieben werden mussten. Be-

weisender sind sicherlich flachere, nur das obere dem Boden des Ventrikels zugekehrte Drittel verletzende Stiche mit sofortigem Zurückziehen der Nadel aus dem Operationsfelde, es genügten aber auch die ganz oberflächlichen Verletzungen mit der stumpfen Nadel. Die ersten krampfhaften Zuckungen, Zusammenfahren des Thieres, tetanisches Anziehen oder Abstossen der Extremitäten, Krümmung der Wirbelsäule, Opisthotonus und auch Nystagmus werden gelegentlich schon beobachtet beim Lösen der hinteren arachnoidalen Verschlussplatte der Rautengrube und der Hebung des Hinterwurms (Tuber valvulae). Anfänglich wurden diese motorischen Reizerscheinungen auf die unvermeidliche Berührung und Reizung des Wurms bezogen, bis weitere Versuche ergaben, dass Berührungen und selbst umfängliche oberflächliche Verletzungen des Wurms ganz ohne derartige Reactionen des Versuchsthiers ausgeführt werden können, so lange Zerrungen des Ponticulus und der arachnoidalen seitlichen Schlussplatten und die damit unvermeidbar verknüpften Reizungen der Clavae verhütet werden. Langsame sorgfältige Lösung dieser Deckgebilde des Ventrikels ist also unerlässlich, wenn nicht die Versuchsergebnisse von Anfang an getrübt werden sollen. Die Rautengrube wird dann in der oben geschilderten Weise freigelegt und möglichst eng begrenzte Berührungen und oberflächliche Verletzungen des Ventrikelbodens ausgeführt. Es empfiehlt sich nicht, mehrere oder doppelseitige derartige Berührungen auszuführen, da dann natürlich über die Wirkung jeder einzelnen bei der Erzeugung des Gesamtbildes der erzeugten Krampfstände kein abschliessendes Urtheil gewonnen werden kann. Man ist, wie ich gleich hinzufügen will, leicht geneigt, mehrere solcher Reizungen bei ein- und demselben Thiere sich folgen zu lassen, da die Folgeerscheinungen bei ganz flachen engumschriebenen Verletzungen sich rasch vollständig ausgleichen, und bin auch ich der aus Gründen der Sparsamkeit mit Versuchsthiern und des Eifers, reichere Erfahrungen zu sammeln, naheliegenden Versuchung anfänglich, wie die Protocolle lehren, öfters unterlegen.

Es ist zweckmässig dem Reizversuche, wenn alle Erscheinungen abgeklungen sind, die Quertrennung der Brücke in ihrem vorderen Drittel ohne Berührung der ersten Reizstelle folgen zu lassen, also von der vorderen grossen Querspalte nur, auszuführen. In andern Fällen ist aber, wie wir weiter unten sehen werden, die umgekehrte Versuchsanordnung (erst Durchschneidung, dann Reizung) vorzuziehen.

Von grossem Interesse sind diese Reizversuche, da sie lehren,

dass bei ganz flachen circumscribten Verletzungen einer Seite vorzugsweise die Extremitäten der entsprechenden Körperhälfte in tetanische Starre und krampfende Bewegungen geriethen. Im Einzelnen ergiebt sich Folgendes: Wird die Kuppe oder der mediale Abhang einer Clava nahe am hinteren Winkel der Rautengrube berührt, so erfolgt a) bei leichten Berührungen im Moment der Berührung kurzdauernde Contraction der gleichseitigen Nackenmuskulatur und Streckung des gleichseitigen Vorderbeins, bei längerem Verweilen der Nadel an der gereizten Stelle und gleichzeitiger oberflächlicher Verletzung derselben (in Folge der heftigen Bewegung) verbreitet sich die Erregung auf die ganze Wirbelsäule und das gleichseitige Hinterbein. Zu gleicher Zeit tritt contralateraler horizontaler Nystagmus beider Augen ein, d. h. bei Verletzung der rechten Clava linksseitiger Nystagmus und umgekehrt. Zuckungen im Gebiete der vom Facialis, Hypoglossus und dem motorischen Trigeminusaste versorgten Muskeln treten dabei nicht auf. Der Kopf ist nach der Seite der Verletzung abgelenkt. b) Wird die mechanische Reizung an derselben Stelle mehrfach wiederholt und dringt die Nadel etwa millimetertief und mehr seitlich ein, so erfolgt heftiges Zusammenfahren des Thieres, Opisthotonus und Torticollis nach der verletzten Seite hin, Katzenbuckelstellung des Rückens, heftiges horizontales und verticales Kopfschütteln, Nystagmus, Manègebewegungen nach der verletzten Seite, Lauf-, Scharr- und Tretbewegungen mit allen Extremitäten, das Thier fällt leicht auf die der Verletzung entsprechende Körperseite über, es erfolgen aber keine Rollbewegungen. Bei langsamem Aufrichten verharrt es in kauender Stellung, doch macht es Abwehr (Strampelbewegungen). — Bei Umlegung auf die entgegengesetzte Seite erfolgen dann Hebung des Kopfes, Schütteln desselben, heftige Scharr- und Laufbewegungen. Es handelt sich bei diesen letztgenannten complicirten Erscheinungen augenscheinlich um tiefergreifende Reizvorgänge, die denjenigen bei Verletzungen der Corpora restiformia sehr nahe kommen. Nur fehlen hier die Rollbewegungen, die bei tiefergreifenden Verletzungen der Strickkörper im engeren Sinne beobachtet werden.

Die ersten Versuche aber zeigen die grösste Uebereinstimmung mit einfachen reflectorisch erregten Bewegungen, der Beweis für diese Entstehung ist leicht zu führen, indem mechanische Reizung der hinteren Wurzel der 1. und 2. Cervicalnerven die gleichen Erscheinungen mit Ausnahme des Nystagmus hervorruft.

Berührung und oberflächliche Verletzung — diese immer in dem Sinne aufzufassen, dass durch nachherige genauere Untersuchung bei

Einschnitten in die verletzte Stelle ein Substanzverlust als auf die Ependymplatte beschränkt nachgewiesen wird — des medialen hintersten Abschnittes der Rautengrube (distales Ende der funiculi teretes vieler Autoren) bleiben ohne allen Effect, ebenso Berührung der Ala cinerea. Dann die Berührung der Ala alba lateralis und der seitlichen inneren Begrenzungsfläche der Clava macht die obigen Erscheinungen sub a und bei Eindringen der Nadel diejenigen sub b.

Überschreitet man mit der Nadel das hintere Drittel der Rautengrube, dem oberen Rande der Ala cinerea entsprechend, so treten bei Berührung der medialen Theile keine motorischen Reizerscheinungen auf, wohl aber, sobald jenseits dieser Stellen das Tuberculum acusticum und die weiter vorgelegenen, äusseren seitlichen Theile berührt und oberflächlich verletzt werden. Beim Passiren des Tuberculum acusticum erfolgt heftiges Zusammenfahren des Thieres und tetanische Spannung der Vorder- und Hinterbeine, allgemeine ausgeprägte Convulsionen des Rumpfes und der Extremitäten in der öfters erwähnten Art treten aber in heftigster Weise bei Berührung der Fovea anterior auf. Die vordersten, unter dem Velum medullare anticum gelegenen Abschnitte der Rautengrube zeigen bei einfachen Berührungen keine Reizeffecte. Eine besondere Berücksichtigung verdienen die Reizversuche im Gebiete der Eminentia teres, da ihre Ergebnisse mit denjenigen von Nothnagel in Widerspruch stehen. Oberflächliche Berührungen blieben auch in unseren Versuchen ohne Wirkung; ebenso waren kleine Verletzungen oder selbst tiefere Stiche oft von motorischen Reizerscheinungen nicht gefolgt, in anderen Fällen aber konnten sowohl im Mundfacialis clonische Zuckungen und zwar doppelseitig als auch doppelseitiger tetanischer und clonischer Krampf des Orbicularis oculi bei tiefer (1 Millimeter und darüber) greifenden Verletzungen im Gebiete dieses Ventrikelabschnittes beobachtet werden. Dieser ungleiche Erfolg legt die Analogie mit den mechanischen Reizversuchen der motorischen Abschnitte der Grosshirnrinde nahe, indem auch dort, wie Luciani zuerst gezeigt hat, innerhalb der elektrisch erregbaren Centren gelegentlich, aber nicht immer und nicht an allen Stellen des betreffenden Centrums, durch mechanische Einwirkungen motorische Reizeffecte erzielt werden können. Ausserdem ist eine andere den anatomischen Verhältnissen der Eminentia teres entnommene Erwägung sicherlich am Platze. Diese Stelle des Ventrikelbodens birgt bekanntlich das Zwischenstück und das innere Knie der Facialiswurzel und den Facialis-Abducenskern (Meynert). Es ist wohl denkbar, dass mechanische umschriebene Reizung innerhalb dieses Gebietes nur dann motorische Reizerscheinungen

hervorrufen, wenn die dem Facialisursprung zugehörigen medialen Theile des Facialisabducenskerns von der Reizung betroffen waren, oder aber, die Möglichkeit der mechanischen Erregung motorischer intramedullärer Wurzelfasern vorausgesetzt, wenn letztere im grösseren Umfange, nach völliger Sammlung der Wurzelfasern am vorderen Ende der Eminentia teres resp. dem innern Knie berührt und verletzt worden sind. Auch ist bei tieferen Verletzungen mit der Nadel eine Reizung des eigentlichen Facialis-kerns nicht ausgeschlossen. Man neige diesem oder jenem Erklärungsversuche zu, für jeden Fall weist diese eigenartige Beziehung des Facialisursprungs zur Eminentia teres auf die Möglichkeit höchst ungleichartiger Versuchsergebnisse bei ihrer mechanischen Reizung hin.

Der Schluss ist also wohl gerechtfertigt, dass halbseitige isolirte und oberflächliche Berührungen und Verletzungen des „Krampfbezirks“ der Rautengrube halbseitige motorische Reizerscheinungen der gleichseitigen Extremitätenmuskulatur bedingen, und dass die bei tiefen Stichen auftretenden allgemeinen Krampfbewegungen den unvermeidlich tiefer greifenden und umfänglichen Verletzungen der medullären Theile entspringen. —

Bevor ich auf die Deutung der mechanischen Reizversuche im Allgemeinen eingehen kann, bedarf es der kurzen Schilderung der Ergebnisse der elektrischen Prüfung der Rautengrube. Diese besitzt den grossen Vortheil, dass alle Verletzung der medullären Substanz bei ihr vermieden werden kann. Es wird dadurch der Einwand, der gegen alle obigen Reizversuche einschliesslich derjenigen Nothnagels erhoben werden kann, dass die motorischen Reizerscheinungen vielleicht von der geringeren oder umfänglicheren Zerstörung resp. Reizung sensibler und motorischer Centralstationen oder Bahnen herrühre, bei geeigneter Versuchsanordnung beseitigt. Denn eine scharfe Grenze der Reizversuche im obigen Sinne und bei der Versuchsanordnung Nothnagel's von den Durchschneidungsversuchen wird niemals gezogen werden können. Werden die Electroden unter dem Unterwurm eingeschoben, so erfolgt im Momente des Eingehens mit denselben ein heftiges Zusammenfahren des Thieres mit Zurückwerfen des Kopfes, Beugung und Streckung der Wirbelsäule, tetanischer Spreizung der Vorderbeine und Stossbewegungen der Hinterbeine. Das Thier muss deshalb bei der Einführung der Electroden sorgfältig festgehalten werden, sonst misslingt der Versuch, indem durch diese gewaltige Erschütterung die Electroden die Ventrikelfläche in ausgedehntem Masse zerstören und dann das ganze Heer der oben beschriebenen

Krampferscheinungen hervorgerufen wird. Es mag dieses mit ein Grund gewesen sein, warum Nothnagel von den elektrischen Reizungen Abstand nahm. Man lernt aber bald, diesen ersten Anprall zu vermeiden.

Die Ursache desselben ist, wie früher erörtert wurde, die mit dem Einführen der Electroden verknüpfte Zerreißung der hinteren und seitlichen Arachnoidalfalten mit dem Ponticulus und die dadurch bedingte mechanische Reizung der Clavae. Eine sorgfältige Lüftung der Rautengrube wird also eine nothwendige Vorbedingung sein. — Für die vorderen Abschnitte ist eine Abtragung des Wurms unabweisbar. Zur Reizung wurden in der Regel schwächste faradische Ströme verwandt (ein Bunsen'sches Element, Rollenabstand des Dubois-Reymond'schen Schlitteninductoriums 17—21 Ctm.), nur in einzelnen Fällen wurde der Strom verstärkt, um die Möglichkeit der Erzeugung wirklicher epileptischer Anfälle zu ergründen.

Ein plötzliches zu Grundegehen der Versuchsthiere durch Athmungsstillstand, infolge von Stromschleifen auf das Respirationcentrum habe ich nie beobachtet, überhaupt war ein Einfluss der Reizung auf die Athmung nicht gesetzmässig nachzuweisen. Es ergab sich, dass die mechanische Reizung mit oberflächlicher Berührung und die elektrische Erregung in ihrer Wirkungsweise nicht übereinstimmen. Es ist nicht angängig, dieses ausschliesslich durch die ausgiebigere Verbreitung des Reizes mittelst Stromschleifen auf die weitere Umgebung der gereizten Stelle zu erklären, da die weitere Untersuchung lehrte, dass die Reizungen an eng benachbarten Stellen ganz verschiedene Wirkungen aufweisen konnten. Die faradische Reizung der Clava ergiebt gleichartige tonische Contractionen des Nackens, des Masseter und des Orbicularis, bei längerer Dauer der Reizung wird der Kramp fzustand doppelseitig und geht auf gleichseitiges Vorderbein, gekreuztes Vorderbein, Wirbelsäule (tetanische Streckung oder Krümmung) und die Hinterbeine über. Der Krampf schwindet sofort mit Aufhören der Reizung.

Im hinteren Drittel der Rautengrube längs der Medianlinie (Ala alba, funiculus teres) ergiebt faradische Reizung: Vibriren der Zunge, d. i. kurze intermittirende Erschütterungen derselben, Deviation der Zunge nach der gereizten Seite, bei längerer Dauer intermittirende tonische Contraction des gleichseitigen Mund- und Augenfacialis, des gleichseitigen Vorder- und Hinterbeins, Trismus, tonische Contraction des Mundbodens, Klonus der Ohrlöffel, Opisthotonus. Eine isolirte Reizung der Ala cinerea ist selbst bei kleinsten Electroden und geringster Stromstärke bei ihrer Schmalheit kaum durchzuführen,

wenigstens ergaben meine Versuche in diesem Punkte keine beweisenden Thatsachen. Man wird also nur die medialen von den seitlichen Parteien in diesem hinteren Abschnitt unterscheiden können. In diesen letzteren konnten keine motorischen Reizerscheinungen im Gebiet des Facialis und Hypoglossus beobachtet werden, wohl aber des motorischen Trigeminus, des Nackens und der Extremitäten, diese Versuche fallen in ihren Ergebnissen völlig mit denjenigen bei Reizung des medialen Abhanges der Clava zusammen. Im mittleren Drittel der Rautengrube längs der Medialspalte bis zum hinteren Ende der Eminentia teres entsteht bei schwächsten Strömen und kurz dauernder Reizung: ein- und doppelseitige Contraction der Nackenmuskeln, des gleichseitigen Vorder- und Hinterbeins. —

Seitlich am hinteren Rande der Eminentia teres gleicher Reiz-erfolg. Dabei tonischer Krampf des gleichseitigen Orbicularis oculi, des Masseter und des Mundbodens.

Im vorderen Drittel der Rautengrube: median (Eminentia teres) ergibt Reizung tonische, oft aber auch rhythmisch unterbrochene (Klonus?) Contractionen der ganzen Facialismusculatur, dann der Masseteren und des Mundbodens (Trigeminus), jedoch keine Nacken- und Extremitätenkrämpfe; seitliche Reizung (Locus coeruleus resp. Fovea anterior) macht heftigsten Trismus gleichseitige Lidhebung, dann intermittirende Facialiszuckungen und tetanischen Krampf des Nackens, der übrigen Wirbelsäule und aller Extremitäten mit nachfolgenden (auch kurze Zeit nach Ausführung der Reizung nachdauernden) Lauf-, Stoss- und Tretbewegungen. Bei Reizung dieser Stelle erscheint die allgemeine Erschütterung des Thieres sofort mit Einsetzen der lokalisirten einseitigen Reizung und führt durchweg zu Verletzungen des Ventrikelbodens.

Aus diesem Grunde ist das Ende des Versuches immer mit den Folgeerscheinungen dieser letzteren verknüpft und werden die erwähnten Lauf-, Stoss- und Tretbewegungen damit zusammenhängen.

In anderen Versuchen wurden einzeln umspinnene geknöpfte Nadelelectroden (mit 1—2 Millimeter Abstand der Knopfenden von einander) längs der Mittellinie bei unversehrtem Kleinhirn nach vorn bis unter das Velum medullare anticum langsam vorgeschoben. Es erfolgte tetanische Spannung der ganzen Körpermuskulatur mit heftigem Zusammenfahren des Thieres und vereinzelt Zuckungen aller 4 Beine. Bei Abweichung von der Mittellinie traten die oben beschriebenen Uebergänge von ein- und doppelseitigen Krampferscheinungen auf. Niemals aber erfolgten allgemeine ausgeprägte epilep-

tische Anfälle. Mit Aufhören der electricischen Reizung schwanden alle Erscheinungen sofort.

Ich wende mich nun zu den Durchschneidungsversuchen. Es ist schon früher hervorgehoben worden, dass eine totale Quertrennung der Medulla und der Brücke ohne eine gleichzeitige Verletzung der Kleinhirnstiele nicht ausführbar ist. Es ist deshalb von Interesse, die Folgen der isolirten Verletzungen derselben vorher kennen zu lernen, um einen Massstab gewinnen zu können, welche Erscheinungen auf ihre Rechnung zu setzen sind. Bei einseitiger Durchtrennung treten die bekannten Roll- und Wälzbewegungen zugleich mit den Schlag-, Lauf- und Tretbewegungen der Extremitäten auf. Die Krampferscheinungen sind dabei so stürmisch, dass eine genauere Bestimmung derselben zur Zeit der heftigsten Action kaum möglich ist. Auch muss bemerkt werden, dass eine isolirte Durchtrennung der einzelnen Kleinhirnstiele beim Kaninchen bei der Kleinheit der Verhältnisse und der damit verknüpften engen Zusammenlagerung aller 3 Stiele niemals gelungen ist. Dringt der Schnitt über dem Tuberculum acusticum seitlich und nach oben, so schneidet man unfehlbar in den Hilus der Hemisphäre, trifft also Theile des Bindearms und des Brückenstieles. — Ist der Schnitt nach unten gerichtet, so werden Theile des Brückenstieles mit verletzt. Es konnte demgemäss über die Beziehungen der Verletzung der einzelnen Stiele zur Richtung der Rollbewegung kein abschliessendes Urtheil gewonnen werden. Nur schien es, als ob bei vorwiegender Durchtrennung der hinteren Stiele die Rollbewegungen nach der Seite der Verletzung, bei vorwiegender Betheiligung der Brücken und Bindearme aber nach der entgegengesetzten Seite stattfanden (Bechterew). In gleicher Weise war es auch unmöglich, über die Richtung der Augendeviation und des Nystagmus, sowie der Wirbelsäulekrümmung ein gesetzmässiges Verhalten nachzuweisen. Ich werde auf diese Frage bei Mittheilung der Versuche an Hunden zurückzukommen haben. Wohl aber kann ausgesprochen werden, dass die Beobachtungen von Curschmann, die Rollbewegungen wären nur auf Verletzungen des Tuberculum acusticum zurückzuführen und hätten reine Durchschneidungen der Kleinhirnstiele nur Zwangslage zur Folge, nicht richtig sind. Vielmehr gewann ich den Eindruck, dass bei den Versuchen von Curschmann nur die medialen Bündel der hinteren und vorderen Kleinhirnstiele, die direkt zum Hilus der Hemisphäre führen, durchtrennt worden waren, grössere Theile der Corpora restiformia aber verschont geblieben sind. Auf dieser Versuchsanordnung mag der Widerspruch seiner Ergebnisse mit denjenigen der andern Untersucher beruhen.

Von grösster Wichtigkeit scheinen mir aber doppelseitige Durchschneidungen der Kleinhirnstiele zu sein. Die Rollbewegungen fallen bei gelungenen Versuchen, bei denen die Verletzung auf beiden Seiten die gleiche Ausdehnung erlangt hat, weg, die Lauf- und Tretbewegungen, sowie krampfhaftes Kopfschütteln bleiben bestehen. In anderen Fällen aber tritt nur eine tetanische Streckung der Extremitäten und der Wirbelsäule auf, während die genannten Bewegungen nur im Beginn der Reizung vereinzelt beobachtet werden. Diese tonische Spannung der Körpermuskulatur war auch, wie ich nebenbei bemerken will, bei anderweitigen Reizungen und Verletzungen des Kleinhirns aufgetreten. Es ist also die Anschauung nicht von der Hand zu weisen, dass auch die Reizung von Leitungsfasern des Kleinhirns zum verlängerten Mark resp. zur Brücke auf die Spannungszustände der Körpermuskulatur und andere motorische Reizwirkungen desselben von Einfluss sind. Freilich ist das Kaninchengehirn kaum geeignet, diese Frage zu einer endgültigen Entscheidung zu bringen, da auch bei diesen Durchtrennungen der Kleinhirnstiele, falls sie ausgiebig erfolgen sollen, benachbarte Theile des verlängerten Markes verletzt werden können, welche, wie nachher gezeigt werden soll, die grösste Bedeutung für das Zustandekommen all dieser motorischen Reizerscheinungen besitzen. Die weitere Erfahrung bei meinen Versuchen hat ausserdem gelehrt, dass nach doppelseitiger Durchschneidung der Kleinhirnstiele die Quertrennung des verlängerten Markes in der gleichen Weise wirkt, wie die ausschliessliche Ausführung der letzteren Operation. Man muss also sagen, dass die für das Kaninchen möglichen Vorbedingungen derartiger Quertrennungen des verlängerten Markes einerseits eine Mitverletzung der Kleinhirnstiele nicht vermeiden lassen, dass aber auch andererseits der Einfluss dieser Nebenverletzung auf den Gesamtversuch nicht festgestellt werden kann. Die Durchschneidungen der Medulla oblongata und der Brücke bestätigten die Versuchsergebnisse. Nothnagel's und ermöglichten insbesondere durch die Ausführung partieller Durchschneidungen und Quertrennungen des Marks am hinteren Vierhügelrande, sowie durch die elektrische Reizung der unteren Schnittfläche einige nicht unwesentliche Erweiterungen.

Die totalen Durchschneidungen im Bereiche der Brücke bedingen die von Nothnagel beschriebenen allgemeinen Convulsionen der Extremitäten und des Rumpfes, der Charakter derselben ist schon bei den Reizversuchen als Lauf-, Stoss-, Tret- und Strampelbewegungen bezeichnet worden, bei diesen Durchschneidungen ist der Krampf bald

so stürmisch und so überwältigend, dass ein Auseinanderhalten dieser Bewegungsformen nur beim Abklingen der Convulsionen möglich ist. Ueber die Betheiligung der Gesichts-, Zungen- und Augenmuskeln ist in den Nothnagel'schen Versuchen kein bestimmtes Ergebniss erlangt worden. Bei der Versuchsanordnung, bei welcher das Messer vom hinteren Ende der Rautengrube aus eingeführt wird, muss die Schnitttrichtung vorzugsweise (in Folge des steilen Abfalls des Hinterhauptskörpers nach vorn und unten) eine von hinten oben nach vorn unten gerichtete sein und müssen demgemäss die Schnitte auf der Ventrikelfläche meist mehrere Millimeter weiter nach hinten gelegen sein, als an der ventralen Brückenfläche. Es werden sehr häufig völlig gelungene Quertrennungen im vordersten Theile der Brücke erreicht, bei denen die dorsale Begrenzungslinie nur wenige Millimeter nach vorn vom vorderen Rande der Ala cinerea gelegen ist. Wie ich später zeigen werde, ist aber aus anatomischen Gründen die Oertlichkeit der Verletzung der dorsalen und lateralen Theile des Brückentheils der Medulla oblongata von entscheidender Bedeutung für das Zustandekommen und die Ausdehnung der Krampferscheinungen, während die Lage des Schnittes in der ventralen Brückenhälfte kaum von wesentlichem Einfluss darauf zu sein scheint. Wird aber das Messer längs der Ventrikelfläche möglichst weit nach vorn geschoben, so ist zur ausgiebigen Schnittführung eine plötzliche, fast verticale Aufrichtung des Messergriffes nothwendig, die ohne wesentliche Verletzungen des Wurms, Zerrung der hinteren Kleinhirnstiele und der Clavae nur schwer durchführbar ist, sehr häufig unvollständige Durchtrennungen der Brücke bedingt und auch bei gelungenen totalen Durchschneidungen bis zur Kleinhirngrenze — an der Basis nicht selten zur Durchschneidung der Medulla hinter dem hinteren Ponsrande führt. Es mag bei dieser Gelegenheit bemerkt werden, dass bei mittelgrossen Kaninchen die eigentliche Brücke nur eine Länge von 5—6 Mm. besitzt. Dass diese nach hinten gerichtete Durchtrennung des Brückentheils der Medulla oblongata nicht von Krämpfen gefolgt ist, sobald der hintere Ponsrand vor dem unteren Schnittende gelegen ist, kann ich in dieser allgemeinen Fassung nicht bestätigen. Freilich fehlen in diesem Falle die heftigen allgemeinen convulsivischen Erschütterungen des Versuchsthiers, wie sie bei reinen Quertrennungen im mittleren Drittheil der Rautengrube und des Pons gemäss den Nothnagel'schen Ergebnissen beobachtet werden; wohl aber treten noch längere Zeit nach Ausführung des Schnittes Stoss- und Laufbewegungen vorzugsweise in den Hinterbeinen, Streckungen und Beugungen des Rumpfes, Opisthotonus und vereinzelte Lauf- und

Strampelbewegungen der Vorderbeine auf; in anderen Fällen war nur eine tetanische Streckung der hinteren Extremitäten nachweisbar. Diese Erscheinungen waren vorhanden, sobald der Schnitt noch im Gebiete des Corpus trapezoides gelegen war. Weiter rückwärts gelegene Schnitte durch die Medulla oblongata lösten ausser der mit der Schnitfführung gesetzten einmaligen motorischen Reizung keine Krampferscheinungen aus, dorsal war dann der Schnitt an der oberen Grenze des hinteren Drittels der Rautengrube gelegen. Noch tiefer geführte Schnitte trafen das Gebiet der Ala cinerea und tödteten durch Verletzung der Vaguskerne (Nothnagel).

Dass nicht die untere ventrale Grenze des Schnittes von wesentlicher Bedeutung sei, lehren vor allem die Durchschneidungsversuche von der grossen vorderen Querspalte aus. Ich muss noch einer Fehlerquelle bei diesen Versuchen Erwähnung thun, nämlich der Verletzung der Spitze des Hinterhauptslappens bei unvorsichtigem Zurückschieben des Grosshirns, es erfolgen dann, wahrscheinlich durch Verletzung des von Nothnagel gefundenen, durch mechanische Reize erregbaren „Krampfbezirk“ in der hinteren Hemisphärenspitze (vgl. Virchow's Archiv Bd. 58, S. 420 ff.) die gewaltigsten Erschütterungen des Versuchstieres mit Emporschleudern, Vorwärtsschiessen, allgemeinen Streckkrämpfen u. s. w. Das von Nothnagel hervorgehobene gelegentlich zu beobachtende laute klägliche Schreien der Versuchsthiere nach diesen Verletzungen kann aber auch vorhanden sein ohne jede Verletzung des Grosshirns, bei Durchschneidungen im Bereiche der hinteren Vierhügel. Es ist bei der Schnitfführung von oben nach hinten unten viel leichter senkrecht zur Längsaxe des Hinterhirns zu schneiden; in der Mehrzahl der Versuche wird der Schnitt die Kuppe des hinteren Vierhügelpaares mit verletzen, umfänglichere Schrägtrennungen der Vierhügel sind, wie erwähnt, sehr häufig von heftigen Schmerzáusserungen des Thieres begleitet, reine Quertrennungen der Vierhügelgegend durch die Hirnschenkel sind von vereinzelt Laufbewegungen, tetanischer Abstreckung der Hinterbeine, katzenbuckelartiger Verkrümmung der Wirbelsäule, tetanischer Anziehung der Vorderbeine und des Nackens gefolgt, eine Haltung, die in den Protokollen als „Känguruhstellung“ bezeichnet ist. Dabei werden nicht selten eigenthümliche rutschende Bewegungen der hinteren Körperhälfte beobachtet, die man als Coitusbewegungen bezeichnen könnte.

Dringt das Messer zwischen Vierhügel und Kleinhirn — letzteres kann bei mässigem Abwärtsdrücken des Kopfes immer leicht vermieden werden — senkrecht in die Tiefe, so fällt der Schnitt an der

Basis viel zu weit nach vorn in das Corpus candicans resp. Ganglion interpedunculare der Substantia perforata posterior, die Schnittrichtung muss deshalb immer vertical zur knöchernen Schädelbasis, also etwas nach hinten gerichtet sein. Es wird dann im Boden der Rautengrube immer die vordere Hälfte, bei steiler Messerhaltung das vordere Drittel unter dem Velum medullare antic. durchschnitten, während der Schnitt an der Basis dicht vor dem vorderen Ende der Brücke gelegen ist. Gelingt diese letztgenannte Messerführung, also Quertrennung der Grosshirnschenkel ohne Verletzung der Vierhügel und der Ponssubstanz, so tritt eine momentane allgemein tetanische Spannung der Glieder, Lidblinzeln, Opisthotonus ein, alle übrigen convulsivischen Erscheinungen fehlen aber. Bei stärkerer Neigung des Nackens kommen Schrägtrennungen in der Weise zu Stande, dass der Schnitt an der Basis näher dem hinteren Ende des Pons gelegen ist, während er in der Rautengrube im mittleren Drittel sich befindet. Es sind dies die wirksamsten Schnitte zur Erzeugung der allgemeinen Convulsionen des Rumpfes und der Extremitäten. Und umgekehrt gleitet bei Hebung des Kopfes das Messer leicht nach vorn und unten und schneidet in der Rautengrube durch das vordere Drittel an der Basis dicht hinter dem vorderen Ponsrande durch. In diesen Fällen sind trotz der Durchtrennung der Substanz des Pons — es handelt sich im ungünstigsten Falle um das Erhaltenbleiben der untersten ventralen Querlamellen, während der Haubentheil und die dorsalwärts tief gelegenen Querbündel, die Gegend der Brückenkerne und der Pyramidenbündel vom Schnitt betroffen sind — die Krampferscheinungen auffällig geringfügig. Es bestanden nur wenige tetanische Streckungen der Extremitäten und des Rumpfes, vereinzelte Schlag-, Stoss- und Laufbewegungen derselben, aber nur selten länger dauernde allgemeine Krampfbewegungen. Bemerkenswerth sind auch manche Versuche mit unvollständigen Durchtrennungen des Markes und der Brücke. Einmal gelang es in der vorderen Hälfte der Rautengrube in der Höhe der Fovea anterior und entsprechend der Eminentia teres eine isolirte Durchschneidung der medialen Theile des Ventrikelbodens und der Brücke auszuführen, also in der Gegend, wo totale Quertrennungen von den heftigsten allgemeinen Körperconvulsionen gefolgt sind. Der Erfolg war aber wider Erwarten geringfügig: das Thier sank nach links um, zeigte Kopfschütteln, rudimentäre Schlagbewegungen mit dem linken Hinterbein, tetanische Anziehungen aller Beine.

In anderen Versuchen war die Durchschneidung an der ventralen Fläche unvollständig, es zeigte sich das gesetzmässige Verhalten, dass

die vollentwickelten convulsivischen Anfälle auftreten können, wenn nur die zwei oberen dorsalen Drittheile der Brücke durchtrennt, also die tiefen Querfaserzüge erhalten geblieben waren, oder aber wenn nur die seitlichen Theile der Rautengrube und der Brücke bei Erhaltenbleiben der medialen Bündel vom Schnitt betroffen waren. Ueber den Erfolg halbseitiger Durchtrennungen konnte aus einschlägigen Versuchen kein bestimmter Schluss gezogen werden, bald traten nur vereinzelte, gleichseitige Lauf- und Tretbewegungen, tetanische Streckungen beider Hinterbeine, bald allgemeine doppelseitige convulsivische Anfälle auf. Die Schnittführung ist bei ungefesseltem, nur festgehaltenem Thier zu unsicher, reine Hemisectionen, welche die Mittellinie in der ganzen Dicke nicht überschritten hatten und zu gleicher Zeit die ganze eine Ponshälfte durchtrennt zeigten, sind nicht gelungen. Zum Schlusse dieser Mittheilungen aus den Versuchsprotokollen, welche die tabellarische Zusammenstellung ergänzen und erläutern sollen, muss ich bezüglich der Durchschneidungsversuche nochmals auf die Betheiligung der Muskeln der Zunge, der Kiefer, des Gesichts und der Augen an den Convulsionen zurückkommen.

Ueber Bewegungen der Zunge konnten während der Anfälle naturgemäss keine Erfahrungen gesammelt werden, in vereinzelten Fällen war Trismus und Mastication zu verzeichnen, doch war dies nur bei gleichzeitigen Verletzungen in der Tiefe der Kleinhirnstiele beobachtet worden. Der Mundfacialis war ebenfalls nur in wenigen Beobachtungen betheiligt, leichte rhythmische Zuckungen der Nasenflügel (Niessbewegungen) und Zuckungen der Mundwinkel waren die einzig feststehende Betheiligung desselben, in anderen Beobachtungen war die Lähmung eines Mundfacialis deutlich nachweisbar, doch handelte es sich dann immer um tiefere seitliche Einschnitte in die Gegend der Kleinhirnstiele.

Bei reinen Quertrennungen des Markes sind nirgends sichere positive Ergebnisse der Mitbetheiligung des Mundfacialis an den Convulsionen verzeichnet; im Gegentheil konnte einige Male das absolute Ruhigbleiben des Gesichts sicher constatirt werden. In gleicher Weise sind auch die Augenäste des Facialis am Krampfe unbetheiligt befunden worden, wenn nicht seitliche Verletzungen bis in die Gegend der Kleinhirnstiele stattgefunden hatten. Es wurde dann Lidblinzeln, aber auch Lähmungen der Augenschliesser bemerkt. Bezüglich der Augenmuskeln war Nystagmus und coningirte Augendeviation mit und ohne rotatorischen Nystagmus bei gleichseitiger Kleinhirnstielverletzung zu verzeichnen. — Bei Verschontbleiben dieser lateralen Grenztheile ist

eine entscheidende Beobachtung im positiven Sinne nicht gemacht worden.

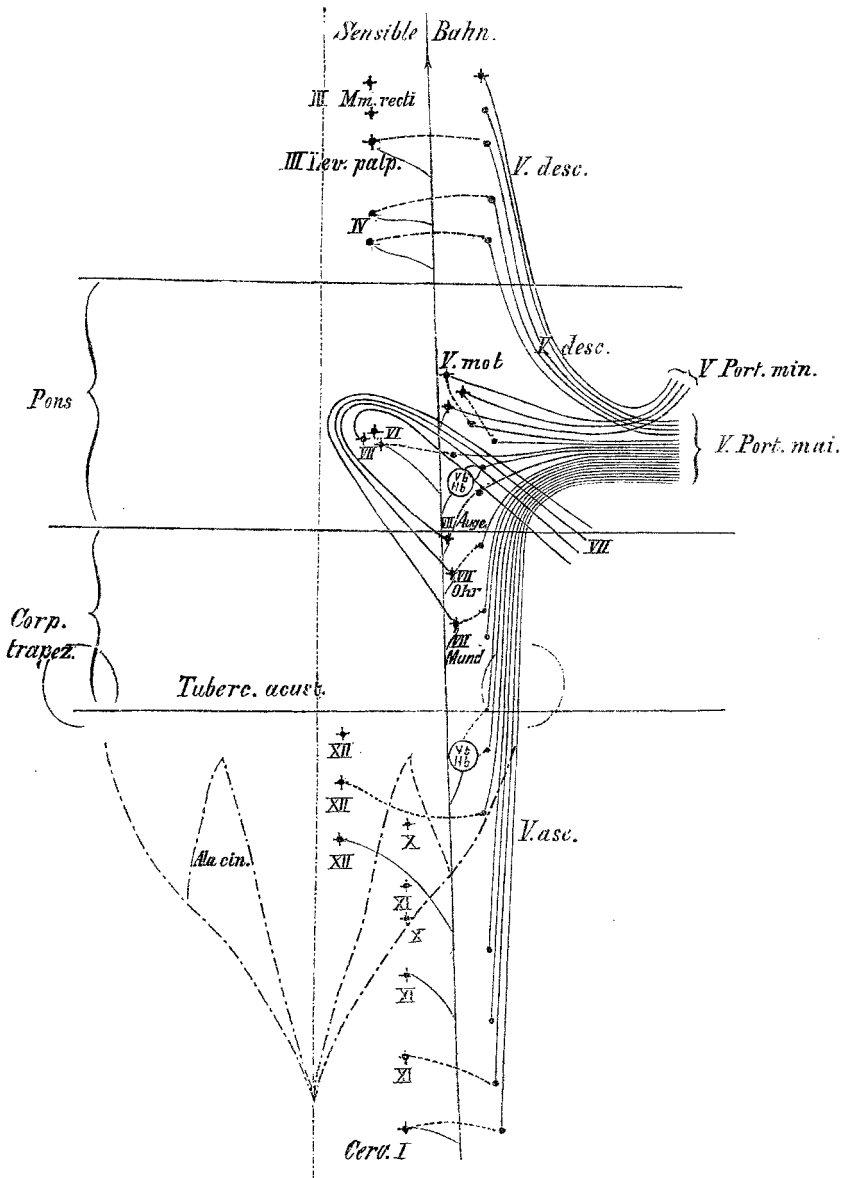
Was lehren diese Versuche? Welche Bedeutung ist den motorischen Reizerscheinungen beizumessen und welche Beziehungen besitzen dieselben zum epileptischen Anfalle? Die reizbaren Stellen der Rautengrube beginnen am unteren Ende derselben mit den Endanschwellungen der Funiculi graciles und gehen längs der Alae albae laterales, am inneren Rande des Tuberculum acusticum vorbei bis zur seitlichen Begrenzung der Rautengrube nahe ihrem vorderen seitlichen Winkel. Medialwärts erstrecken sie sich im unteren und mittleren Drittheil bis zum lateralen Rande der Alae cinereae, in den vorderen Theilen bis zum lateralen Rande der Eminentia teres, die vordere Grenze ist durch die Fovea anterior resp. den Anfangstheil des Locus coeruleus gegeben. Diese Grenzlinien decken sich mit den von Nothern gegebenen Raumbestimmungen des Krampfbezirks. Innerhalb desselben lassen sich sowohl bei oberflächlicher Berührung als auch elektrischer Reizung gesetzmässige Beziehungen einzelner Punkte mit bestimmten motorischen Reizeffekten nachweisen. Die mechanische Reizung ist in ihrer Wirkung genau controlirbar und begrenzter als die elektrische Prüfung, letztere besitzt den Vortheil, mechanisch nicht erregbare und tiefer in der Substanz des Markes gelegene erregbare Stellen ohne Zerstörungen des Ventrikelbodens auffinden zu lassen und in viel feinerer Weise Abstufungen des gesetzten Reizes zu ermöglichen. Mit minimalen Stromstärken und passenden Elektroden lässt sich bei kürzerer Dauer der Reizung die Ausbreitung ausgedehnter Stromschleifen wohl vermeiden. Wohl aber complicirt sich das Bild durch die Möglichkeit mittelst der elektrischen Reizung auch ausserhalb des oben umschriebenen seitlichen Bezirkes der Rautengrube in den medialen Theilen derselben elektrisch erregbare Stellen aufzufinden. Ich werde auf letztere zurückzukommen haben, eine Vereinigung der Ergebnisse beider Reizarten zeigt Folgendes: in der seitlichsten Stelle des Uebergangstheils des mittleren und vorderen Ventrikelabschnittes (lateral oberer Rand der Fovea anterior) erfolgt eine tonische Contraction des Mundbodens und der Masseteren (motorischer Trigeminusast) in der Fovea anterior, also bei geringfügiger medialer Verschiebung der Reizstelle heftigste allgemeine Convulsionen der Extremitäten und des Rumpfes in der Form tonischer (tetanischer) Spannung der Glieder und stürmischer Schlag-, Lauf- und Stossbewegungen, dann folgen die vom Facialis versorgten Augen-, Ohr- und Mundmuskeln, dann die Zungenmuskeln (Hypoglossus) und annähernd gleichzeitig erneute isolirte tetanische Erregungen des Vorder- und

des Hinterbeins, den Schluss stellt die tonische Erregung der Nackenmuskulatur bei medialer Clavareizung dar.

Eine Abweichung von dieser Reihenfolge ist auf Grund einiger Versuche vielleicht für die obere Controlstation der tonischen und associirten motorischen Erregungen der Vorder- und Hinterbeine geboten. Es war dann die erregbare Stelle für den motorischen Trigenimus in der Fovea anterior, also medial und hinter dem Locus coeruleus gelegen und die Stelle, von welcher aus die stürmische Erregung der Extremitäten erfolgte, an ihrem lateralen Rande nahe dem vorderen seitlichen Hilusrande, die Elektroden mussten also ganz seitlich in den Winkel des Zusammenflusses der Kleinhirnstiele geschoben werden, um die allgemeinen Körperbewegungen hervorzurufen. Mit dieser letzteren Darstellung stimmt auch der Erfolg der mechanischen Reizung, an dieser Stelle verursacht leichteste oberflächliche Verletzung die heftigsten allgemeinen Zuckungen, wie auch Nothnagel hervorhebt.

Diese Reizungen ergaben also successive tetanische Erregungen der gesamten Körpermuskulatur, denen sich in den vorderen Partien allgemeine convulsivische Bewegungen der Extremitäten vom Charakter eigenartig coordinirter Muskelactionen zugesellten. Die ersteren bieten vollständige Analogien mit den Folgeerscheinungen reflectorisch erregter Muskelcontractionen dar, wie man sich leicht durch Controlversuche mittelst elektrischer Reizung austretender sensibler Wurzelfasern oder sensibler Markstränge überzeugen kann. Die letzteren müssen Centralstationen höherer zusammenfassender geordneter Reflexactionen entsprechend sein. Zwei Bahnen sensibler Leitung können zur Vermittelung dieser Reflexactionen aus anatomischen und physiologischen Gründen hier herangezogen werden, einmal eine lange sensible Leitungsbahn vom Rückenmark zum Gehirne, welche das seitliche motorische Feld der Haube passiren dürfte und zweitens der grosse Faserzug der aufsteigenden Trigenimuszurzel, welche sich lateroventralwärts dem seitlichen motorischen Felde im Haubentheile anlegt. Das umstehende Schema, welches die anatomische Lagerung nur in soweit andeuten kann, als dies zum Verständniss dieser complicirten Reflexactionen nothwendig ist, veranschaulicht die mögliche Verknüpfung und Anordnung dieser durch die obigen Versuche aufgefundenen Reflexcentren mit diesen sensiblen Nervenbahnen.

In dem mittleren und vorderen Theile der Rautengrube gehören die mittleren und absteigenden Trigenimuszurzelgebiete zu den reflexvermittelnden Faserabschnitten, es ist dabei der anatomischen Anschauung der Vorzug gegeben, dass auch die absteigende Wurzel



sensible Fasern birgt. Hierfür war der Umstand massgebend, dass Reizungen im vordersten Theile der erregbaren Zone rotatorische Augenbewegungen (Trochlearis) und Hebungen der oberen Augenlider (Oculomotorius) mit bedingen. Aus Gründen der grösseren Uebersichtlichkeit sind die Verhältnisse der Rautengrube in etwa 5facher Vergrösserung dargestellt und ausserdem die Reflexcentra in weiterer räumlicher Entfernung auseinandergehalten, als dies den thatsächlichen Verhältnissen entsprechen wird. Auch ist dadurch ein Theil der tiefer gelegenen Reflexcentra aus dem Brückentheile nach unten verschoben dargestellt worden. Für zwei derselben, die distal gelegenen Extremitäten-Centren muss dies auch den Versuchen von Owsjannikow gemäss direct angenommen werden, da dieser Autor bei Kaninchen allgemeine Extremitätenreflexe bei sensibler Reizung von einer Pfote aus noch hervorrufen konnte, wenn das verlängerte Mark nur 6 Mm. oberhalb der Spitze des Calamus scriptorius erhalten war. Massgebend war nach diesen Versuchen die Stelle zwischen 5. und 6. Millimeter der genannten Strecke, indem „die allgemeinen Reflexe noch bestanden, wenn das verlängerte Mark 6 Mm. oberhalb der Spitze des Calamus scriptorius seiner ganzen Quere nach durchschnitten ist, dass sie dagegen verschwunden sind, wenn die Messer'schen 5 Mm. von dem genannten Ort entfernt, das Mark der Quere nach durchtrennt habe“. Damit ist also nur bewiesen, dass 5 Mm. oberhalb des Calamus scriptorius die Centren für verallgemeinerte Reflexe beginnen, mit anderen Worten, dass die Sammelcentren der Niveau-centren des Rückenmarks ihre untere Grenze daselbst besitzen. Der umgekehrte Schluss dieses Autors, dass mit seinen Versuchen die obere Grenze der Werkzeuge, durch welche alle Glieder des Kaninchens zu geordneten Reflexbewegungen verknüpfbar sind“ festgestellt sei, ist meiner Ansicht nach mit seinen Versuchsergebnissen nicht vereinbar. Auch Wernicke fasst diese Versuche in dem oben gegebenen Sinne auf, dass damit nur eine untere Grenze höherer Reflexactionen gefunden sei.

Die Versuche von Owsjannikow weisen weiterhin ebenfalls auf eine seitliche Lagerung dieser Reflexcentren hin.

Es ist, wie aus dem Schema hervorgeht, und wie ich bei Schilderung der Versuche schon bemerkt habe, eine zweifache Vertretung der Extremitätenbewegungen angenommen worden, eine untere zwischen Facialis und Hypoglossus und eine obere zwischen motorischem Trigeminus und Facialis. Es waren hierfür die Versuche massgebend, in welchen einerseits an der Grenze zwischen vorderem und mittlerem Drittel der Rautengrube, andererseits am oberen seitlichen Rande der

Ala cinerea Extremitätenbewegungen ausgelöst werden konnten. Die zwischen gelegene Strecke war in einer Reihe von Fällen absolut unerregbar für diese Bewegungen, in einer anderen Reihe wurde daselbst nur schwache Contraction der Extremitäten ausgelöst. Die Reizung der höher gelegenen erregbaren Stelle war von heftigsten, allgemeinen associirten Bewegungen öfters genannter Art mit gleichzeitiger Betheiligung der gesammten Rumpf- und Kopfmuskulatur gefolgt, während diejenige des tieferen Centrums mehr einfache tetanische Streckungen und Bewegungen und isolirte, der Reizung gleichseitige associirte Muskelactionen bei schwächsten Strömen (17—21 Ctm. Rollenabstand) und mechanischer Reizung hervorrief. Doch muss ich gestehen, dass ich einen grundlegenden Unterschied in der motorischen Reaction dieser beiden Centren nicht finden konnte, es ist also weniger ein qualitativer, als quantitativer Unterschied des Reizeffectes vorhanden, indem die obere Reizstelle zusammenfassende Verbindungen mit den gleich- und anderseitigen motorischen Centralstationen der übrigen Körpermuskulatur besitzt. Dass eine solche doppelte Vertretung der Extremitätenmuskulatur für einfachere und höhere coordinirte Extremitätenbewegungen vorhanden sein muss, geht aus dem Versuche hervor, dass auch nach Abtrennung der oberen motorischen Centralstation allgemeinere motorische Reflexactionen der Extremitäten ausgelöst werden.

Aus diesen Thatsachen kann gefolgert werden, dass bei der (mechanischen und elektrischen) Reizung des Krampfbezirktes der Rautengrube eine Reihe einfacher und zusammenfassender Reflexactionen ausgelöst werden, welche der Erregung höherer Sammelstationen der Niveaucentren des Rückenmarks und der Reflexcentren der motorischen Kopfnerven entsprechen. Am vorderen Rande der Fovea anterior ist eine Stelle gelegen, von welcher aus allgemeine stürmische Reflexbewegungen der ganzen willkürlichen Körpermuskulatur entstehen.

Der Uebergang der sensiblen Erregung auf diese Reflexcentren muss fast ausschliesslich im Brückentheile des verlängerten Markes von Statten gehen, dies lehren die Durchschneidungsversuche, wie schon Nothnagel gezeigt hat.

Wahrscheinlich ist das Centrum für die isolirte tonische Erregung der Nackenmuskulatur bedeutend tiefer hinabreichend, bis etwa zur zweiten Cervicalwurzel, entsprechend dem tiefen Ursprung des Accessorius, dafür sprechen die Erfolge der Reizung der Clava und der Cervicalwurzeln mit nachfolgender Nackencontraction (Opisthotonus).

Das untere Reflexcentrum der Extremitäten würde nach meinen Versuchen ebenfalls unterhalb des Pons im Corpus trapezoides und tiefer hinab verlegt werden. Dieses stimmt auch mit den Owsjannikowschen Versuchen überein. Das Nackenreflexcentrum ist wohl noch gleichbedeutend mit den tieferen Niveaucentren des Rückenmarks, die Erregung desselben gelingt aber auch in den oberen Abschnitten der aufsteigenden Trigeminiwurzel, wie Versuche gelehrt haben, in welchen die Elektroden an der Aussenfläche der Medulla oblongata in den Knochencanal eingeführt und das Gebiet der aufsteigenden Wurzel des Trigeminus direct unter dem Corpus restiforme im lateralen Theile der Haube gereizt wurde. Es erfolgten dann tonische Erregungen des Nackens und der gleichseitigen Extremitäten, ein weiterer Beweis für die Betheiligung dieser sensiblen Bahn an den Reflexactionen des Nackens und der Extremitäten. Bemerkenswerth ist noch die Thatsache, dass elektrische Reizung der Funiculi graciles vor ihrer Endanschwellung eine raschere und intensivere tonische Erregung der Nacken- und Extremitätenmuskulatur auslöst, als die Reizung der Cervicalwurzel, ebenso ist eine Abnahme der Reflexactionen bei Reizung der Funiculi cuneati zu constatiren. Mit diesen Reizergebnissen stimmt auch die früher hervorgehobene Thatsache überein, dass die mit der Hebung des Unterwurms verknüpfte allgemeine Erschütterung des Versuchsthieres auf der damit unvermeidlich verknüpften Clavareizung beruht.

Bezüglich der vordersten Grenzen dieser Sammelstelle reflectorisch erregbarer Centren gilt nach dem Früheren der Satz: Sowohl die Durchschneidungs- wie die Reizversuche zeigen, dass der vorderste Abschnitt der Rautengrube und der Ponssubstanz an der Entstehung dieser Reflexbewegungen ausser für Trochlearis und Oculomotorius nicht betheiligt ist. Für die sensible Wurzel dieser Reflexbewegungen ist diese Abgrenzung direct durch die Reizversuche nachgewiesen, die vordersten seitlichen Theile der Rautengrube und auch die medialen Theile daselbst sind für mechanische und elektrische Reize (bei schwachen Strömen ohne weitere Stromschleifen unerregbar.

Es ist hier der Ort, noch einige der oben erwähnten Ergebnisse der elektrischen Reizung zu besprechen. Mechanische Reizung in den medialen Abschnitten der Rautengrube blieb wirkungslos, während die elektrische im hinteren Abschnitte dicht über dem Calamus scriptorius Zungenbewegungen hervorrief, welche weiter nach oben (Eminentia teres) Mund-, Ohr-, Augenmuskeln, die vom Facialis versorgt werden, und am oberen Rande der Eminentia teres diejenigen des

motorischen Trigemini tetanisch und tonisch-clonisch (intermittirender Tetanus) erregten. Die Reizung war nur erfolgreich, wenn ganz bestimmte Stellen getroffen waren; zwischen den seitlichen Reizorten und diesen waren in dem unteren Theile der Rautengrube die Alae cinereae zwischenliegend, deren stärkere Reizung, den Nothnagelschen Erfahrungen entsprechend, die schwersten Respirationsstörungen zur Folge haben musste. Beide Thatfachen sprechen gegen einen Erklärungsversuch, welcher eine indirecte Erregung durch Stromschleifen auf die Trigeminiwurzel annehmen will. Es kann sich also nur um eine directe Reizung der motorischen Kerne oder Wurzelfasern an dieser Stelle handeln oder um eine reflectorische Erregung derselben mittelst Stromschleifen auf eine sensible Bahn der seitlichen oder mittleren Felder (Schleifenbahnen?). Die erste Annahme ist bei schwächsten Strömen sicher nicht von der Hand zu weisen; ich erinnere hier an die Thatfache, dass auch im Rückenmark in der Umgebung der motorischen Wurzeln mechanische Reizung tetanische Erregung der zugehörigen Muskeln bedingt. (Vgl. oben auch die Bemerkung über den Erfolg mechanischer Reizung der *Eminentia teres*).

Diese Reizversuche ergeben keine Anhaltspunkte für den Sitz der Uebertragung der sensiblen Erregung auf motorische Centralstationen im Tiefendurchmesser des verlängerten Markes und der Brücke. A priori kann es sich um motorische Sammelpunkte im Hauben- und Fussheile handeln, da anatomisch beide Abschnitte gangliöse Massen aufweisen. Insbesondere für die Extremitäten und Rumpfmuskulatur kann an die Brückenkerne im engeren Sinne gedacht werden. Es sprechen aber alle anatomischen und weitere experimentelle Thatfachen der Durchschneidungsversuche und combinirter Durchschneidungen mit elektrischer Reizung der Schnittflächen gegen die letztere Annahme. Die Brückenkerne stehen fast ausschliesslich mit dem Kleinhirn in Verbindung; die Abtragung dieser letzteren ändert die Ergebnisse der reflectorischen Reizung des Ventrikelbodens nicht. Bezüglich der Betheiligung der Pyramidenbahn an der Uebertragung dieser Reflexe ist für die Mehrzahl ihrer Fasern eine solche ausgeschlossen, da eine Unterbrechung derselben in Ganglienstationen der Brücke nicht stattfindet. Es konnten nur einzelne Fasern derselben in Betracht kommen, die nach Untersuchungen von Monakow (an der Katze und Kaninchen) in die Haube übergehen und im verlängerten Mark in Ganglienzellen endigen. Diese Unterbrechung von Fasern, die von der Pedunculusbahn in die Haube übergehen, findet aber nach den Angaben von Monakow unterhalb des Pons statt, ausserdem spricht

das Ergebniss der directen Reizung der Fussregion durchaus dagegen. Werden einem Kaninchen in der beschriebenen Weise von der vorderen Querspalte aus alle vor dem Pons gelegenen Hirntheile abgetrennt und diese aus der Schädelhöhle entfernt, so treten bei reinen Quertrennungen mit Vermeidung der Verletzung der Vierhügelgegend und wenn Quetschungen der Ponssubstanz nicht stattgefunden haben, einmaliges Zusammenfahren, aber keine allgemeinen Krämpfe, auf. Faradische Reizung (15 Ctm. Rollenabstand) der Schnittfläche des Pons ergiebt Folgendes: Reizung des Haubentheils erzeugt Trismus, Nackencontraction, tetanische Streckung der Wirbelsäule und Hinterbeine, tetanische Anziehung der Vorderbeine, Wimmern, Contractionen der Gesichtsmuskeln, Schlagbewegungen der Vorderbeine. Augenbewegungen sind nicht vorhanden, über die Betheiligung der Zunge konnte nichts Genaueres festgestellt werden. Die Erscheinungen waren doppelseitig, auch bei seitlicher Reizung, doch steht der innere Elektrodenknopf bei den kleinen Verhältnissen des Querschnittes dicht an der Mittellinie, so dass von einer halbseitigen Querschnittreizung in Berücksichtigung der Stromwirkung auf die nächste Umgebung nicht gesprochen werden kann. Dass aber weitergehende Stromschleifen diesen Reizeffect bedingen, widerlegt die Beobachtung, dass Reizung des Kleinhirns (Wurm und Hemisphären) ohne Erfolg sind. Faradische Reizungen der Brücke im engeren Sinne (ventrale Brückenhälfte) sind völlig wirkungslos. Die mechanische Reizung der Schnittfläche ist ebenfalls nicht von motorischen Reizerscheinungen gefolgt, wenn die Substanz des Pons unverletzt ist.

Dieser Versuch beweist, dass die Leitungsbahn von den höher gelegenen Hirntheilen zu diesen Reflexcentren des Pons mit der Pedunculusbahn nichts zu thun hat, sondern in der dorsalen Brückenhälfte (Haubentheil) gelegen ist. Eine genauere Ortsbestimmung ihrer Lagerung daselbst ist weder mit anatomischen, noch physiologischen Erfahrungen auszuführen. In erster Linie werden wir an die Längsfaserzüge der *Formatio reticularis* zu denken haben. Aber auch einen weiteren Schluss gestattet dieser Versuch: die Durchschneidungsversuche im Sinne von Nothnagel lassen eine doppelte Wirkung zu; eine reflectorische Erregung nach Analogie der Reizversuche und eine directe mechanische Reizung der motorischen Centralstellen dieser reflectorischen Bewegungen. Die erstere Auffassung ist von Nothnagel als die näherliegende bezeichnet worden, doch geht er auf diese Frage nicht weiter ein. Wernicke scheint in seiner Besprechung der Nothnagel'schen Versuche die letztere Anschauung

für zutreffend zu halten, indem er hervorhebt, dass zur Reizung des Krampfcentrums der einfache Schnitt genügte. Er betont ausserdem, dass es nicht gelungen sei, die obere Grenze dieses Centrums festzustellen und hält dies für entscheidend, dass es sich nur um Reizung langer Bahnen handelt, die an der Grosshirnrinde ihren Anfangspunkt besitzen, und auf welchen die epileptischen Zuckungen übermittelt werden. Beide Schlussfolgerungen sind nach meinen Versuchen nicht mehr statthaft, denn 1. mechanische Reizung im Sinne der Schnittwirkung bewirkte keine Krampferscheinungen, sobald die Schnittebene ausserhalb des Bereiches der sensiblen Abschnitte des Reflexbogens gelegen ist und 2. ist die obere Grenze dieser motorischen reflectorisch erregbaren Centralstation durch die vorstehenden Versuche unzweifelhaft festgestellt, sie liegt am proximalen Rande des Pons. Die weitere Annahme von Wernicke, dass eine Leitungsbahn von der Rinde aus zu diesen Centren bestehe, welche Erregungen derselben vermittele, wird von diesen Befunden nicht berührt, sie ist ein natürliches physiologisches Postulat. Dass die Reflexcentren von Owsjannikow sich nicht mit den von Nothnagel und mir hervorgehobenen Sammelstellen decken, wie Wernicke anzunehmen scheint, habe ich schon oben hervorgehoben. Sie bilden nur den unteren Theil der langen Kette von Reflexmechanismen, welche oben dargestellt sind.

Nach all den mitgetheilten Ergebnissen wird man nur der Auffassung Nothnagel's beitreten können, dass es sich auch bei den Durchschneidungsversuchen nur um eine reflectorische Erregung handeln kann. Dann fällt vor Allem die Thatsache auf, dass innerhalb der Pongsgrenzen mit geringen Abstufungen von allen Schnittflächen aus, Krampferscheinungen ausgelöst werden. Bei dem gesetzmässigen, centripetalen Verlaufe des sensiblen Antheils am Reflexvorgange müsste jeder Schnitt das reflective Centrum von der den Reiz zuleitenden Bahn abschneiden, mit anderen Worten bei vollständigen Quertrennungen der Brücke müsste das Reflexcentrum höher als die Schnittebene gelegen sein und könnten Reizerfolge gar nicht eintreten. Oder aber man müsste, den positiven Reizerfolg zu erklären, die gezwungene Annahme machen, die kaum haltbar ist, dass in jeder Schnittebene gerade die sensiblen Fasern zu einem zugehörigen Centrum umbögen. Diese Schwierigkeit wird von der Natur in anderer Weise gelöst. Wir besitzen in der aufsteigenden Quintuswurzel eine centripetale Bahn, die eine rückläufige Anordnung hat, also ihre Endigung in tiefer gelegenen Stellen, als die Schnittebene aufweist, finden muss. Dass Fasern, welche aus dieser austreten, in der *Formatio reticularis*

mit Ganglienzellen in Verbindung treten, ist wohl unzweifelhaft. Es ist jetzt auch erklärlich, in welcher Weise eine tiefere Verletzung in der Gegend der Kleinhirnstiele, resp. des Corpus restiforme die Laufbewegungen u. s. w. auslöst, da die aufsteigende Trigeminuswurzel dicht unter demselben gelegen ist. Die Thatsache ist eine weitere und, wie ich glaube, ausschlaggebende Stütze der Anschauung, dass die Verletzung der aufsteigenden Quintuswurzel bei den Durchschneidungsversuchen das reflexauslösende Moment darstellt. Dass Quertrennungen im vorderen Theile der ventralen Ponshälfte die mächtigste Wirkung haben, beruht auf der Thatsache, dass dann der Schnitt dorsal durch die Seitenwinkel des Ventrikels und somit durch die Gegend der gesammelten Wurzeln des Trigeminus gelangt, deren Reizung resp. Verletzung die räumlich sicher nahe gelegenen motorischen Centralstellen in ihrer Gesamtheit erregt.

Die Erscheinung, dass die Gesichtsmuskulatur so selten bei den convulsivischen Zuständen betheiligt ist, erklärt sich unschwer: der motorische Trigeminus liegt oberhalb dieser rückläufig angeordneten sensiblen Bahn, kann also keinen Antheil an den tiefer gelegenen Krampferscheinungen haben, der Facialis dagegen muss, wenn wir den gewundenen Verlauf seiner Wurzelbündel fast durch die ganze Länge der Brücke berücksichtigen, in der Mehrzahl der Versuche durchschnitten werden und ist schon durch diese Abtrennung des motorischen Schenkels des Reflexbogens vom Krampf ausgeschaltet. Ausserdem fällt wahrscheinlich auch für einen Theil desselben der Vorthheil der Verknüpfung mit dem absteigenden centripetalen Antheil des Reflexbogens weg.

Es lassen sich somit die motorischen Reizerscheinungen bei den Durchschneidungs- und Reizversuchen mit der Annahme einer reflectorischen Entstehung derselben ungezwungen und beweiskräftig in Einklang bringen. Die letzte Frage, die dann noch der Lösung entgegenstrebt, ist diejenige nach dem Sitze dieser Reflexmechanismen. Im Allgemeinen wird die Frage dahin zu beantworten sein, dass dieselben in der dorsalen Brückenhälfte gelegen sein müssen. Ich darf in dieser Hinsicht auf das oben Gesagte über das Fehlen jeglichen Antheils der Pedunculusbahn an diesen Erscheinungen verweisen, eine genauere Bestimmung würde nur einen unbestimmten und hypothetischen Werth haben, man wird mit Wernicke in erster Linie an das seitliche motorische Feld der *Formatio reticularis* denken. Die absteigenden motorischen Leitungen werden aber nicht, wie Nothnagel nach den Deiters'schen Untersuchungen anzunehmen geneigt ist, mit Vorderstrangresten, welche in den medialen motorischen Feldern

ihre erste Endigung haben, zusammenfallen, sondern eher werden Faserzüge, welche im seitlichen motorischen Felde gelegen sind, in Anspruch genommen werden müssen. Ihr weiterer Verlauf im Rückenmark ist unbekannt.

Welche Beziehungen besitzen diese Versuchsergebnisse zum epileptischen Anfall? Ich kann an dieser Stelle nur die directen Schlussfolgerungen einschalten, welche der Vergleich dieser Krampfanfälle mit den epileptischen Insulten darbietet. Da muss vor Allem hervorgehoben werden, dass weder die Reiz- noch die Durchschneidungsversuche Bilder zeitigen, welche dem vollentwickelten Krampfanfalle des Kaninchens bei Rindenreizung, geschweige der Epilepsie des Menschen entsprechen. Der wichtigste Factor, die Bewusstlosigkeit fehlt. Ich traue mir natürlich auch kein Urtheil über die Bewusstseinsvorgänge des Kaninchens zu, aber eine tiefe Bewusstseinsstörung, im Sinne der Aufhebung aller Willenserregungen, wie bei narcotisirten Thieren, fehlt sicherlich. Sodann ist aber auch der Charakter der Krampferscheinungen selbst ein ganz anderer. Der einleitende Strecktetanus wird häufiger beobachtet, die anderweitigen motorischen Reizerscheinungen bieten aber ein ganz abweichendes Bild. Die scheinbar regellosen Krampfzustände lösen sich, wie oft hervorgehoben wurde, in eine stürmische Aufeinanderfolge krampfartig erregter, anscheinend zweckmässiger coordinirter Bewegungsformen des ganzen Gliedes auf: Lauf-, Tret- und Strampelbewegungen, wie man dieselben nach ihrer Erscheinungsweise benennen kann. Die mehrfach hervorgehobenen tonisch-clonischen Bewegungen besitzen keine Aehnlichkeit mit jenen einfachen clonischen Zuckungen, welche die Rindenreizung darbietet. Es sind, wie ich auch gelegentlich hervorgehoben habe, rhythmisch unterbrochene tetanische Erregungen und stossweises Anziehen und Abstrecken der Glieder und des Rumpfes zum Theil sicher Theilerscheinungen der associirten Bewegungsformen. Der Unterschied der intermittirenden tetanischen Erregung vom Rindenclonus besteht in dem Fehlen jener kurzdauernden Bewegungen, die in den Extremitäten an den kleinen Pfortengelenken einsetzen und oft den Charakter feinsten zweckmässiger Muskelactionen der Finger resp. Zehen, dann des Fusses, Unterschenkels und Oberschenkels darbieten; eine tonische Spannung des Gliedes ist beim uncomplicirten Rindenclonus nicht vorhanden, während die genannten Bewegungsarten von solchen begleitet sind.

Endlich tritt im Rindenclonus zwischen den einzelnen Contractionen ein völliges Erlöschen der Bewegungsvorgänge auf, während

der rhythmisch intermittirende tetanische Krampf nur eine geringe periodische Verminderung der tonischen Spannung vorstellt.

Die zweite Phase des epileptischen Anfalls, die clonischen Zuckungen, fehlen also in dem medullär erregten Krampfbilde. Eine Einschränkung dieses Satzes ist für einzelne Versuche geboten, bei welchen länger fortgesetzte elektrische Reizung mitten im beschriebenen Krampfbilde Zuckungen der nicht tetanisch gespannten Glieder auslösten, die wohl kaum vom Rindenclonus unterschieden werden können. Man wird kaum fehlgehen, diese Erscheinungen auf eine Mit-erregung des Grosshirns zu beziehen, nicht im Sinne einer Wirkung durch Stromschleifen, sondern als eine Weiterverbreitung des Erregungszustandes auf höhere Nervencentren mittelst Reizung centripetaler Nervenbahnen. Dass intensive locale Reizzustände in dieser Weise bei längerer Dauer und öfterer Wiederholung des Reizes Fernwirkungen, die nicht genauer bestimmbar sind, hervorrufen können, lehren die mannigfachsten Erfahrungen der menschlichen Pathologie. Es würde sich also hier um secundäre Vorgänge handeln, die mit der Wirkung des örtlichen Reizes nicht nothwendig verknüpft zu sein brauchen und die wenigstens in unseren Versuchen keine verallgemeinerten Schlussfolgerungen gestatten.

In letzter Linie ist aber von massgebender Bedeutung, dass bei der elektrischen Reizung es niemals gelungen ist, die Krampferscheinungen über die Zeitdauer der Reizung hinaus fortwirken zu lassen. Bekanntlich ist der Erfolg der Rindenreizung gerade durch diese der Reizung nachfolgende Entwicklung des Krampfanfalles auch bezüglich seiner motorischen Componenten ausgezeichnet.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Im Boden der Rautengrube liegen in den lateralen Abschnitten von den medialen Abhängen der Clava bis zum vorderen seitlichen Begrenzungswinkel des Ventrikels reichend, eine Reihe elektrisch und zum Theil mechanisch erregbarer Punkte, welche auf Reizung mit tonischen Krampfzuständen des Rumpfes, Kopfes und der Extremitäten und complicirteren Erscheinungen associirter Bewegungsformen der Extremitäten (Lauf-, Tret-, Stoss-, Schlag-, Strampelbewegungen) antworten. Die erregbarsten Stellen, von welchen aus die heftigsten allgemeinen Krampferscheinungen ausgelöst werden können, liegen in den vorderen Theilen dieses Gebietes.

2. Diese motorischen Reizerscheinungen sind reflectorischer Art.

Die Reizstelle bilden die sensiblen Trigeminiwurzeln, vornehmlich die aufsteigende, vielleicht ist auch eine im seitlichen Felde der *Formatio reticularis* gelegene sensible Hauptbahn Vermittlerin des Reizes.

3. Die Reflexcentren sind vorzugsweise in der dorsalen Brückenhälfte (Haubenthail des Pons) gelegen. Die ventrale basale Brückenhälfte ist an dem Zustandekommen dieser Reflexvorgänge der *Fovea anterior* nicht theilhaft. Die obere Grenze dieser Reflexcentren ist basalwärts nahe dem vorderen dorsalen Rande des Pons.

4. Durchschneidungen der Brücke rufen, ausser für *Oculomotorius* und *Trochlearis*, die stürmischsten Reflexactionen hervor, vornehmlich, wenn durch den Schnittreiz die erregbarsten Stellen getroffen werden.

5. Elektrische Reizung der Schnittfläche bedingt allgemeine Krampfbewegungen, wenn die Haubenregion der Brücke gereizt wird, der mechanische Reiz der Berührung ist unwirksam.

6. Diese Reflexcentren der Brücke besitzen die Bedeutung einer Sammelstation der Niveaueentren des Rückenmarks, sie dienen der Vermittelung umfassender associirter Bewegungen. Die Bezeichnung „Krampfcentren“ entspricht sicherlich nicht der physiologischen Stellung derselben.

7. Es ist damit nicht ausgeschlossen, dass unter bestimmten Voraussetzungen beim Vorhandensein einer pathologisch gesteigerten Erregbarkeit oder durch abnorme Reize die Erregung dieser Centren zu ausgebreiteten Krampfbewegungen führt. Nur in letzterem Sinne kann die Bezeichnung „Krampfcentrum“ beibehalten werden.

8. Die Form des Krampfes ist diejenige der tetanischen Erregung und krampfhafter Steigerung der associirten Muskelbewegungen des ganzen Gliedes.

9. Es gelingt niemals, weder durch elektrische, noch mechanische Reizung von der Brücke aus wahre epileptische Anfälle auszulösen.