

XVIII.

Aus dem Laboratorium der psychiatrischen Klinik
in Tübingen (Prof. Siemerling).

Experimentaluntersuchungen über den Verlauf der den Pupillarreflex vermittelnden Fasern.

Von

Dr. H. Massaut,

früher Assistent an der psychiatrischen Klinik der Universität in Lüttich.

(Hierzu Tafel VI. und VII.)

Trotz sehr zahlreicher Untersuchungen und Experimente kennt man die Nervenbahnen, welche dem Pupillenreflex unter der Einwirkung des Lichts dienen, noch nicht mit Sicherheit und man weiss nicht, wo sich das Centrum dieser wichtigen Function befindet. Die Ansichten über diese Frage sind so zahlreich und so verschieden, dass es mir nicht unnütz erscheint, sie hier kurz zusammenzufassen. Die nächste Frage ist, ob es in den Sehnerven besondere Fasern giebt, welche den Zweck haben, den Lichtreiz auf den bewegenden Kern der Iris zu übertragen. Key und Retzius*) hatten solche Fasern schon bei dem Menschen beschrieben, bevor Gudden**) durch seine berühmten Experimente ihre Existenz bei der Katze und Kaninchen nachwies.

v. Monakow***) bestätigt die Ansicht der genannten Autoren. In Uebereinstimmung damit stehen die Beobachtungen von Lesser†) und

*) Key und Retzius, Erste Hälfte, 74. Fig. 2, erwähnt bei Gudden.

**) Gudden, Ueber die Sehnerven, den Sehtractus, das Verhältniss ihrer gekreuzten und ungekreuzten Bündel, ihre Seh- und Pupillarfasern und die Centren der letzteren. Gesammelte Abhandlungen. S. 199.

***) v. Monakow, Experimentelle und pathologische Untersuchungen über die optischen Centren und Bahnen. Dieses Archiv Bd. 20. S. 780.

†) Lesser, Die Pupillenbewegung. Halle 1881. S. 16.

Heddaeus*), welche bei vollständiger Amaurose in Folge einer genau constatirten Affection des Sehnerven keine reflectorische Pupillenstarre fanden. Redlich**) hält das Vorhandensein besonderer Pupillenfasern in dem Sehnerv für zweifelhaft. Nach dem Urtheil der meisten Autoren***) erleiden die fraglichen Fasern in dem Chiasma je nach der Art der Thiere eine vollständige oder theilweise Kreuzung und erreichen durch den Tractus die vorderen Vierhügel. Die Verbindung zwischen den Fasern des Sehnerven und dem Kern des Oculomotorius wird nach Meynert†) durch die Vermittlung der feinen Fasern zwischen der grauen Schicht der vorderen Vierhügel und dem centralen Höhlengrau hergestellt. Es ist dieses derselbe Zug, welchen James Ross††) und Magnus†††) annehmen. Forel*†) hat diese Ansicht bekämpft, während Hans Held**†) sie neuerdings unterstützt. Schütz***†) Siemer

*) Heddaeus erwähnt bei Moeli. Ueber die Pupillenstarre bei progressiver Paralyse. Dieses Archiv Bd. 18. S. 25.

**) Redlich, Zur Charakteristik der reflectorischen Pupillenstarre bei progressiver Paralyse. Neurol. Centralbl. 1892. S. 307.

***) Gudden l. c.

Magnus, Schema für die topische Diagnostik der Störungen der reflectorischen Bewegungen. Klin. Monatsbl. f. Augenheilkunde. 1888.

Fuchs, Lehrbuch der Augenheilkunde.

Redlich l. c.

Steinbach, Ueber Irisbewegungen bei den Wirbelthieren und über die Beziehung der Pupillenreaction zur Sehnervenkreuzung im Chiasma. Pflüger's Archiv Bd. XXVII. Referat im Neurol. Centralbl. 1891. S. 216.

Wernicke, Ueber hemiopische Pupillenreaction. Fortschr. der Med. Bd. 1 und 2. Leyden, Ueber die hemiopische Pupillenreaction. — Wernicke. Deutsche med. Wochenschr. 1892. No. 1.

v. Monakow l. c.

Magnus, Die Entstehung der reflectorischen Bewegung. 1889. S. 7, erw. bei Mendel.

†) Meynert, Gehirn der Säugethiere. S. 749.

††) James Ross, On a case of locomotor ataxia with laryngeal crises and one of primary sclerosis of the columns of Goll, complicated with ophthalmoplegia externa. Brain 1886. Referat in Neurol. Centralbl. 1886. S. 321.

†††) Magnus l. c.

*†) Forel, Untersuchungen über die Haubenregion. Dieses Archiv Bd. VII. S. 457.

**†) Hans Held erw. bei van Gehuchten, Le system nerveux de l'homme. p. 437 et 482.

***†) Schütz, Anatomische Untersuchungen über das centrale Höhlengrau. Dieses Archiv Bd 22.

ling*), Moeli**) sind geneigt, den Durchzug der Pupillenfasern durch das centrale Höhlengrau zuzugeben. Allgemein***) wird angenommen, dass der vordere Theil des Oculomotoriuskerns Centrum für die Irisbewegung ist. Als Reflexcentrum betrachtet man gewöhnlich die vorderen Vierhügel, so in erster Linie Flourens†) und Budge††). Gudden†††) verlegt es in den äusseren Kniehöcker. Auf dem Wege des Experiments sind noch eine Anzahl Autoren zu anderen Resultaten gelangt. Bechterew*†) behauptet an der Hand zahlreicher Experimente an Hunden und Vögeln, dass die fraglichen Fasern beim Hund den Tractus kurz nach ihrer Kreuzung im Chiasma, bei den Vögeln vor dem Eintritt des Tractus in die Zweihügel verlassen, in das centrale Höhlengrau des III. Ventrikels eindringen und sich rückwärts richten gegen den Kern des Oculomotorius, wo sich sehr wahrscheinlich ihr Centrum

*) Siemerling, Chronische progressive Lähmung der Augenmuskeln. Dieses Archiv Bd. 22. Suppl.

**) Moeli, Ueber Pupillenstarre bei progressiver Paralyse. Dieses Archiv Bd. 18. S. 25.

***) Hensen und Völkers, Ueber die Ursprünge der Accommodationsnerven. Archiv f. Ophthalmol. Bd. 24. 1878, cité par.

Siemerling l. c.

Kahler und Pick, Weitere Beiträge zur Pathologie und pathologischen Anatomie des centralen Nervensystems. Dieses Archiv Bd. X. H. 2. V. Abh. und Zeitschr. f. Heilkunde Bd. II. S. 311.

Edinger, Zwölf Vorlesungen. 1893.

de Watteville, Neurol. Centralbl. 1887. No. 10.

Allen Starr, The journal of nervous and mental diseases. Mai 1888.

Westphal, Dieses Archiv Bd. XVIII. S. 846.

Darkschewitsch, Des fibres pupillaires de la Bandelette optique.

Kostenitsch, Ueber einen Fall von motorischer Aphasie etc. Deutsche Zeitschr. für Nervenheilkunde. 1893. 4. Heft.

C. Jacob, Ueber einen Fall von Hemiplegie und Hemianästhesie mit gekreuzter Ocularlähmung etc. Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde. 1894. S. 188.

Paccetti, Sulle Lesioni del Tronco dell' Encefalo nella Tab. Rivista Sperimentale di Freniatria. 1894. p. 518.

†) Flourens, Recherches experimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les animaux vertébrés. p. 48.

††) Budge, Ueber reflectorische Pupillenstarre. Deutsche med. Wochenschrift 1889. No. 17.

†††) l. c.

*†) Bechterew, Ueber den Verlauf der die Pupille verengenden Nervenfasern und über die Localisation eines Centrums für die Iris. — Pflüg. Archiv

befindet. Bechterew stützt seine Ansicht auch auf die Experimente von Hensen und Völkers (s. o.), welche das Centrum der Irisbewegung in den Boden des III. Ventrikels verlegten. Heddaeus*) schliesst sich dieser Ansicht an; Schütz (s. o.) und Obersteiner**) verlangen einen anatomischen Nachweis der Fasern. Pribitkoff***) endlich, der bei verschiedenen Thieren Bulbi exstirpiert hatte, kommt zu dem Resultat, dass die Existenz des von dem Chiasma direct in die graue Substanz gehenden Bündels mehr als zweifelhaft sei, und dass kein Bündel besteht, wie Bechterew es angenommen hat, welches direct zum Kern des Oculomotorius zieht.

Nach Darkschewitsch†) würden die Pupillenfasern die Innenseite des Tractus in der Umgebung des äusseren Kniehöckers verlassen, sich gegen das Ganglion habenulae wenden, von da durch den Thalamus und den Pedunculus conarii gegen die Basis der Zirbeldrüse und durch den ventralen Theil der Commissur ziehen, dann zu dem oberen Kern des Oculomotorius; Pribitkoff (l. c.) stellt ausdrücklich die Existenz des durch Darkschewitsch angenommenen Bündels in Abrede.

Vor Kurzem hat Hensen††) nach Untersuchung von 39 Fällen hemiopischer Pupillenreaction, worunter 15 eigene Fälle und 24 mit nachfolgender Autopsie folgende Ansicht geäußert: Die Fasern verlassen den Tractus nicht in Höhe des Chiasma, um in die Seitenwand des dritten Ventrikels einzutreten, wie es Bechterew will, sie dringen auch nicht in den äusseren Kniehöcker ein, sondern wahrscheinlich

1883. Referat in Neurol. Centralbl. 1883. S. 320. — Idem Archives de Psychologie. 1894 und Ueber pupillenverengende Fasern. Neurol. Centralbl. 1894. S. 802.

*) Heddaeus, Die centripetalen Pupillenfasern und ihre Function. Festschrift der Aerzte des Reg.-Bez. Düsseldorf. 1894. Referat in Centralbl. für Nervenheilkunde und Psychiatrie. 1895. S. 35.

**) Obersteiner, Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane. 1892. S. 367.

***) Pribitkoff, Société des neuropathologistes et alienistes de l'Université de Moscou. Séance du 20. Mars 1892. Ref. in Annales psychologiques. 1895. No. 1. p. 131.

†) Darkschewitsch, Ueber die hintere Commissur des Gehirns. Neur. Centralbl. 1885. — Idem. Archiv für Anat. und Physiol. Referat in Neurol. Centralbl. 1886. S. 528. — Idem. Ueber die Pupillenfasern des Tractus opticus. Wratsch 1886. No. 42. Referat in Neurol. Centralbl. 1887. S. 36.

††) Hensen, Ueber die hemianopische Pupillenreaction. Klinische und anatomische Beiträge zur Pathologie des Gehirns. 1894. Referat in Neurol. Centralbl. 1895. No. 11. S. 511.

wenden sie sich zwischen dem frontalen Theil des Pedunculus und dem äusseren Kniehöcker gegen die Mittellinie. Diese zahlreichen Fasern dringen durch den hinteren Theil des Pedunculus in einer Ausdehnung von einigen Millimetern. Sie stellen den grössten Theil der mittleren Wurzel dar; eine gewisse Anzahl geht um den hinteren Rand des Pedunculus herum und wendet sich hierauf, an seinem Mittelrand bleibend, nach vorn gegen den Luys'schen Körper, während der Haupttheil, der in ein oberes und unteres Bündel getheilt ist, den äusseren Kniehöcker umfasst oder in dieses Ganglion eindringt. Die Pupillenfasern hören sehr wahrscheinlich in den vorderen Vierhügeln auf. In dem Chiasma würde eine theilweise Kreuzung stattfinden.

Ein anderes Resultat haben die bekannten Experimente Mendel's*) geliefert. Dieser Autor iridectomirte eine Anzahl junger Thiere möglichst ausgiebig, tödtete sie nach mehreren Monaten. Er fand bei denjenigen Thieren, deren Bulbus durch Eiterung zerstört worden war, ausser den sonstigen Veränderungen eine Atrophie des Ganglion Habenulae der operirten Seite. In den Fällen, in welchen durch die Operation keine andere Verletzung erzeugt worden war als eben nur die Iridectomie, constatirte er die Atrophie lediglich im Ganglion Habenulae. Ausserdem sah er in dem unteren Theil der hinteren Commissur einen Faserschwund, welcher sich mehr oder weniger weit erkennen liess und in zwei Fällen beobachtete er eine deutliche Entartung des Gudden'schen Ganglions, eine Anhäufung von Zellen ventral vom hintern, Längsbündel, deren Beziehung mit den Fasern des Oculomotorius nach Mendel's Anschauung nicht zweifelhaft erscheint. Im Kern des Oculomotorius fand er keine Veränderung. Es stimmt dieses nach seiner Meinung mit der Thatsache überein, dass man Veränderungen dieses Kerns bei Störungen der Pupillenbewegung bisher nicht hat nachweisen können. Fussend auf diese Resultate nimmt Mendel für die Pupillenfasern folgenden Verlauf an: Sehnerv, Tractus derselben Seite (also keine Kreuzung in dem Chiasma) bis zum Ganglion Habenulae, wo sich das Reflexcentrum befindet, von da durch den unteren Abschnitt der hinteren Commissur zum Gudden'schen Kern und dem Oculomotorius. Er glaubt in den Experimenten von Gudden, Bechterew, Hensen und Völkers, Christiani u. A. eine Bestätigung seiner Meinung zu finden. Verschiedene Autoren halten diese Ansicht Mendel's nicht genügend klargestellt. Eine directe Widerlegung erfuhr sie durch die Experimente von Mona-

*) Mendel, Ueber reflectorische Pupillenstarre. Deutsche med. Wochenschrift 1889. No. 47.

kow's*), welcher bei Thieren, denen er theils einen Bulbus, theils beide Bulbi entfernt hatte, das Ganglion Habenulae unversehrt fand. Er spricht diesem jegliche Mitwirkung am Pupillenreflex ab und glaubt die Mendel'schen Resultate als eine „Verschiebungserscheinung“ erklären zu sollen. Die Anschauung Mendel's über den Verlauf der Pupillenfasern fordert nach mancher Richtung den Widerspruch heraus. Sie steht zunächst im Widerspruch mit der allgemeinen Annahme (s. w. u.) einer Kreuzung der Pupillenfasern in dem Chiasma. Mendel meint zwar, dass durch die Vermittelung der hintern Commissur ein Ganglion Habenulae eine gleichzeitige Einwirkung auf beide Pupillen haben könne. v. Gudden (s. o.) hat ohne Zweifel bei seinen Thieren die Kreuzung in dem Chiasma constatirt. Ausserdem giebt es anatomisch-klinische Thatsachen (s. o.), welche beweisen, dass bei dem Menschen sich deutlich eine theilweise Kreuzung in dem Chiasma vollzieht. So z. B. eine Beobachtung von Leyden (s. o.). Es handelt sich hier um eine Frau mit linksseitiger Hemiplegie und homonymer Hemianopsie. Es wurde keine Pupillenreaction erzeugt, wenn man mit Hilfe einer Convexlinse die rechte Hälfte jeder Netzhaut erleuchtete, eine sehr deutliche Reaction dagegen, wenn man die linke Seite erhellte. Bei der Autopsie fand man in dem rechten Linsenkern einen spindelförmigen Erweichungsherd, welcher sich in den Pedunculus erstreckte und einen Theil des Tractus opticus erreichte.

Um die Pupillenfasern bis zum Ganglion Habenulae hinzuführen, beruft sich Mendel auf das durch Darkschewitsch beschriebene Bündel, dessen Existenz mindestens noch unsicher ist (s. o. Pribitkoff). Die beiden Ganglia Habenulae, die Reflexcentren nach Mendel, sind nicht einfach durch die hintere Commissur unter sich in Verbindung, wie meist angenommen und besonders nicht durch den unteren Theil dieser, sondern noch durch eine besondere Commissur (Commissura Thalami), die sich vorne oben an der hinteren Commissur befindet (s. Edinger). Dasselbe konnte ich genau bei Kaninchen feststellen.

Gudden (s. S. 188) berichtet, dass, wenn man bei einem Thier den „Buckel“, der vor den vorderen Vierhügeln liege, wegnehme, eine starke Mydriasis mit Pupillenstarre entsteht, während wenn man einfach die Vierhügel entfernt ohne Mitnahme des Buckels, die Pupillenreaction nicht betroffen werde. Gudden spricht sich nicht näher über diesen „Buckel“

*) v. Monakow, Experimentelle und pathologische Untersuchungen über optische Centren und Bahnen, nebst klinische Beiträge zur corticalen Hemianopsie und Alexie. Dieses Archiv Bd. 24. 1892. S. 258. — Id. Experimentelle und pathologische Untersuchungen über die Haubenregion. Dieses Archiv Bd. 27. Heft 1. S. 4.

aus. Wenn Mendel aus der Beschreibung und den Zeichnungen Gudden's sich den Schluss ableitet, dass dieser „Buckel“ dem Ganglion Habenulae entspreche, so kann ich dem nicht zustimmen. Es genügt um sich von dem Irrthum zu überzeugen, ein Blick auf die Zeichnungen Gudden's, wo man den „Buckel“ und das „Ganglion Habenulae“ wohl unterschieden und getrennt durch die hintere Commissur sieht. Ueberdies steht der „Buckel“ in Verbindung mit der Pupille der entgegengesetzten Seite, während das Ganglion Habenulae mit der der gleichen Seite im Zusammenhang stehen soll.

Ohne die Verbindungen des „Gudden'schen Kerns“ mit dem Oculomotorius in Abrede zu stellen, erlaube ich mir, darauf aufmerksam zu machen, dass der Autor, welcher dem Kern seinen Namen gegeben hat, so viel mir bekannt, keinen derartigen Verbindungsweg beschreibt. Ausserdem erscheint diese angenommene Theilnahme des Gudden'schen Kerns an der Reflexbewegung der Pupille mindestens auffallend, da derselbe weit hinter dem Kern des Oculomotorius liegt. Alle Forschungen und Experimente sprechen aber wenigstens bisher dafür, dass das Centrum der Irisbewegung mit seinen Fasern in den vorderen Theilen des Oculomotorius seinen Sitz hat. Ob die bisher vorliegenden Befunde im Oculomotoriuskern bei Pupillenstarre (Westphal, Siemerling, Pacetti, Kostenitsch, Boedeker u. A.) dafür sprechen, dass dieser Kern, wenigstens ein Theil desselben, als Reflexcentrum anzusehen ist, mag dahingestellt bleiben.

Auf Anregung des Herrn Professor Siemerling habe ich die Mendel'schen Experimente mit einiger Modification wiederholt. Herr Dr. K. Grunert, 1. Assistent an der ophthalmologischen Klinik der Universität Tübingen, war so liebenswürdig, die langwierige Operation der vollständigen Iridectomy auszuführen und stattete ich ihm meinen ergebensten Dank ab.

Eigene Experimente: Die Operationen wurden an 15 Kaninchen ausgeführt, von denen einige wenige Tage, die anderen ca. 10 Wochen alt, einige ausgewachsen waren. Da 4 dieser Thiere zu ungelegener Zeit gestorben waren, konnten nur 11 Gehirne untersucht werden. Unter diesen befand sich das Gehirn eines Kaninchens, dem ein Bulbus vollständig exstirpirt war.

Verfahren bei der vollständigen Iridectomy. Zur Erzielung einer vollständigen Iridectomy sind mehrere Operationen (4—6) erforderlich. Zwischen den einzelnen muss ein Zeitraum von mehreren Tagen, bei Complicationen ein noch grösserer Zwischenraum liegen. Die Thiere wurden auf ein Brettchen befestigt und ätherisirt, die ganz

jugendlichen wurden von einem Gehilfen gehalten und cocainisirt. Die Operationen wurden mit allen antiseptischen Vorsichtsmaassregeln ausgeführt. Der Einschnitt wurde mit der Lanzette in der Peripherie der Hornhaut gemacht, die Iris mit gebogener Pincette ergriffen und schnell durch die Hornhautwunde gezogen, dann mit der Scheere durchtrennt. Man kann jedesmal nur einen beschränkten Theil der Iris herausnehmen, denn wenn man einen zu grossen Theil davon entfernen will, kommt es leicht zu verschiedenen Complicationen (Iridocyclitis, Keratitis). Nach der Operation wurden einige Tropfen einer 1proc. Eserinlösung in das Auge geträufelt. Verbände wurden nicht angelegt. Der Verschluss der Augenlider mit Naht hat keinen weiteren Nutzen geboten. Nicht ein einziges Mal haben wir eine Eiterung des Bulbus wahrgenommen, aber es ist bei mehreren Thieren Keratitis, Kataract, Vorfall des Glaskörpers durch die Hornhautwunde aufgetreten. Der Ablauf dieser Störungen wurde abgewartet, bevor die neue Operation ausgeführt wurde. Die Thiere wurden in verschiedenen Zeiträumen von 10 Tagen und 3 Monaten nach dem Beginn der Iridectomie und 7—67 Tagen nach der Beendigung der Gesamtoperation getödtet. Die Gehirne von 7, unter ihnen das mit Enucleation des Bulbus, sind nach der Marchi'schen Methode, die 4 anderen nach der Methode von Nissl untersucht worden.

Ich habe die Marchi'sche Methode hauptsächlich angewendet, da sie meiner Ansicht nach jeder anderen überlegen, wenn es gilt, verhältnissmässig geringe Veränderungen an den Nervenfasern zu eruiren. Sie erfordert nicht Untersuchung an ganz jungen Thieren und bewahrt vor Irrthümern, da man die schwarzgefärbten Theile inmitten der anderen hellbraunen Theile leicht sehen kann. Ihre Deutung erfordert jedoch eine gewisse Vorsicht, und man kann nicht, worauf besonders Singer und Münzer*) hingewiesen haben, überall, wo man schwarze Punkte sieht, auf eine Degeneration schliessen, denn im normalen Zustand findet man eine gewisse Anzahl derselben und diese wechselt mit den verschiedenen Gehirnregionen. Daher habe ich mich erst mit der Anwendung dieser Methode bei gesunden Kaninchen vertraut gemacht. Es wurde das ganze Mittelhirn, soweit es vom Ganglion habenulae eingenommen wird, nach hinten die Vierhügel eingeschlossen, in fortlaufende Frontalschnitte zerlegt. Jeder vierte kam zur Untersuchung. Die Sehnerven mit dem Chiasma wurden getrennt vom Gehirn untersucht.

Normale Gehirne: Sie zeigen schwarze Punkte, die in Beziehung auf Zahl, Volumen und Anordnung in den verschiedenen untersuchten

*) Singer und Münzer, Beiträge zur Kenntniss der Sehnervenkreuzung. Denkschrift der Wiener Akademie Bd. 35. 1888.

Theilen abwechseln. Sie sind sehr wenig zahlreich in den Sehnerven und dem Chiasma, zahl- und umfangreicher im Tractus, klein und wenig zahlreich in den Fasern der hinteren Commissur (Fig. 4, Taf. VI.), den Fasern, welche von dieser letzteren ausgehen (Fig. 6, Taf. VI.) und der tiefen weissen Schicht der vorderen Vierhügel. Die obere weisse Schicht der Vierhügel hat nur einige schwarze Punkte. Der Tractus peduncularis transversus ist ebenso wenig verändert, auch die fontainenartige Meynert'sche Kreuzung. Forel's centrale Haubenkreuzung führt deren eine ziemlich grosse Menge. Das hintere Längsbündel hat im proximalen Theil wenig Punkte, ist hingegen mehr verändert in dem distalen. Die Wurzeln des Oculomotorius und des Trochlearis enthalten viele schwarze Punkte. Das Ganglion habenulae hat sehr wenige. Das centrale Höhlengrau ist vollständig frei davon. In den von Faserbündeln freieren Theilen, z. B. dem Thalamus opticus, dem knieförmigen Körper, den grauen Lagen der Vierhügel, bemerkt man einige kleine, ohne Ordnung verstreute schwarze Punkte.

Die anderen Fasersysteme, die kein Interesse für uns bieten, lasse ich ausser Acht. Ausser den eben angeführten Eigenthümlichkeiten bemerkt man an gewissen Punkten der Peripherie Anhäufungen schwarzer, umfangreicherer Massen, die von einer Quetschung herrühren und leicht kennbar sind. Der Anblick beider Seiten ist der gleiche.

Ausserdem zog ich zur Controle das Gehirn eines einseitig enucleirten Kaninchens heran.

1. Beobachtung.

Ausgewachsenes Kaninchen. Enucleation des linken Auges.

Die Operation fand am 13. März 1895 statt. Das Thier wurde am 17. April 1895, also 35 Tage nach der Operation getödtet. Bei der makroskopischen Untersuchung zeigen die Gehirnlappen keinen Unterschied auf beiden Seiten. Der linke Sehnerv ist dünn und ein wenig grauer als der rechte. Der rechte vordere Vierhügel ist flacher als der linke. Das Gehirn wurde in die Marchi'sche Mischung gelegt. Die Sättigung war leider nicht genügend, so dass an gewissen Stellen die tiefgelegenen Theile nicht gut durchdrungen sind. Das centrale Höhlengrau ist indessen überall gut tingirt.

Die mikroskopische Untersuchung ergab sehr deutliche Veränderungen in dem linken Sehnerv, dem Chiasma, dem rechten und linken Tractus opticus, der oberen weissen Schicht der vorderen Vierhügel, dem rechten Tractus peduncularis transversus. Das von Perlia*) beschriebene Bündel, das den Tractus peduncularis transversus nahe bei den Wurzeln des Oculomotorius

*) Perlia, Die Anatomie des Oculomotoriuscentrum beim Menschen. Graefe's Archiv 35. Bd. 4. Abth. 305;

verlässt, um sich gegen den Kern dieses Nerven zu richten, habe ich nicht gesehen, aber ich möchte seine Existenz nicht nach diesem Befunde in Abrede stellen. Das centrale Höhlengrau des III. Ventrikels und des Aquaeducts zeigt nicht die geringste Spur von Degeneration.

Die Präparate zeigen auch kein Bündel, das, wie Darkschewitsch behauptet, den Tractus vor seinem Eintritt in den äusseren Kniehöcker verlässt, aber man sieht nicht in Bündel gruppierte, sondern zerstreute Fasern in das Innere des Thalamus eindringen und sich gegen die Mittellinie richten und zwar einzig von der rechten Seite.

Die Ganglion habenulae zeigen keine Veränderung.

Die hintere Commissur führt viele schwarze Punkte, die im unteren Theil zahlreicher sind, als in den anderen Theilen der Commissur und bedeutend zahlreicher als auf den normalen Präparaten.

Die tiefliegende weisse Schicht der vorderen Vierhügel zeigt zahlreiche schwarze Punkte und ist dieses besonders an den innersten Fasern deutlich.

2. Beobachtung.

Ein zur Zeit des Operationsbeginns 8–10 Wochen altes Kaninchen. Nahezu vollständige Iridectomie links, angefangen am 15. Januar 1895, beendet am 8. Februar nach 5 Operationen.

Complication: Leichter Vorfall des Glaskörpers.

Das Thier wurde getödtet am 2. April, d. h. $2\frac{1}{2}$ Monate nach dem Anfang der Operation, 53 Tage nach ihrer Beendigung.

Bei der makroskopischen Untersuchung zeigt das Gehirn nichts Anormales. Das Auge weist nach der Härtung in Formol keine andere Veränderung auf als die Iridectomie.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt nach der Färbung folgende Einzelheiten:

Der linke Sehnerv hat zahlreiche Punkte und kleine schwarze Massen auf der ganzen Schnittfläche zerstreut, nie in Gruppen, an der Peripherie zahlreicher.

Der rechte Sehnerv unterscheidet sich nicht von dem normalen. In dem Chiasma liegen die Punkte zahlreich in der Kreuzung. Sie lassen sich verfolgen im rechten Tractus opticus in seiner ganzen Ausdehnung bis zum Stratum zonale. Man sieht sie an den Fasern, die den äusseren Kniehöcker umgeben und ferner auf der oberen weissen Schicht des rechten vorderen Vierhügels.

Die hintere Commissur in ihrem mittleren und besonders unteren Theil ist schwärzer als im normalen Zustand. Dasselbe ist auf allen Schnitten der Commissur wahrzunehmen. Die Fasern, welche von dieser ausgehen und sich um den Aquaeduct herumbiegen, wie auch die innersten Fasern der tiefen weissen Schicht der vorderen Vierhügel sind auf jeder Seite deutlich verändert. Auf gewissen Schnitten sind die Punkte der linken Seite zahlreicher, zuweilen ist auch ein Unterschied in der Anordnung der Punkte von der einen

Seite zur andern deutlich. Zur linken liegen sie immer in einer bestimmten Richtung, die derjenigen der obenerwähnten Fasern parallel läuft, zur rechten sieht man sie mehr zerstreut, nicht diese Richtung innehaltend. In den distalen Theilen der vorderen Vierhügel erhalten die Fasern wieder normales Aussehen.

Der rechte Tractus peduncularis transversus hat in dem Theil, welcher nach seiner Drehung um den Pedunculus aufwärts zieht, ein wenig mehr schwarze Punkte als der linke. Die beiden Ganglion habenulae und ihre Commissur sowie auch das centrale Höhlengrau sind vollständig normal. Die Wurzeln des Oculomotorius haben zahlreiche schwarze Punkte (wie bei dem normalen Nerven).

3. Beobachtung.

Kaninchen, zur Zeit des Operationsbeginns zehn Wochen alt. Nahezu totale Iridectomie, ausgeführt am linken Auge in fünf Sitzungen, die eine Dauer von 27 Tagen hatten.

Complication: Vorfall des Glaskörpers.

Das Thier wurde getödtet am 2. April 1895, d. h. 73 Tage nach dem Anfang, 48 Tage nach der Beendigung der Operation.

Bei der makroskopischen Untersuchung zeigt das Gehirn nichts Anormales. Das linke Auge präsentiert nach Härtung in Formol keine andere Veränderung als den Mangel der Iris.

Mikroskopisch zeigt der linke Sehnerv schwarze Punkte und zwar zahlreicher als normal und als rechts. Der Unterschied ist weniger beträchtlich als bei der vorhergehenden Beobachtung. Diese Punkte sind zerstreut, im Centrum weniger zahlreich als auf der Peripherie, sie scheinen hauptsächlich auf der Aussenseite ein wenig mehr. Man findet sie in der Kreuzung im Chiasma wieder und im rechten Tractus opticus in seiner ganzen Ausdehnung. Der untere Theil der hinteren Commissur ist mehr verändert als der obere und als normal. Dasselbe ist der Fall bei den Fasern, welche aus ihm hervorgehen. Man bemerkt keinen deutlichen Unterschied in der Anordnung der Punkte einer Seite zur andern. Die obere weisse Schicht der vorderen Vierhügel zeigt in der Zahl der Punkte einen Unterschied zu Gunsten der rechten Seite. Die tiefe weisse Schicht ist an gewissen Punkten besonders in dem unteren (ventralen) Theil schwärzer als normal. Links ist die Veränderung etwas mehr als rechts. Der Tractus peduncularis transversus lässt keinen Unterschied zwischen beiden Seiten erkennen: die Ganglion habenulae und ihre Commissur, das centrale Höhlengrau sind vollständig normal. An den anderen Theilen nichts Besonderes.

4. Beobachtung.

Kaninchen zur Zeit des Operationsbeginns 8—10 Wochen alt. Iridectomie nahezu vollständig am rechten Auge, ausgeführt in fünf Operationen in einer Zeitdauer von 20 Tagen.

Complicationen: Vorfall des Glaskörpers, Keratitis, Hämorrhagie.

Das Thier wurde 65 Tage nach dem Beginn, 43 Tage nach dem Ende der Operation getödtet.

Bei der makroskopischen Untersuchung zeigt das Gehirn nichts Anormales. Die Hornhaut war nahezu wieder in ihren gewöhnlichen Zustand zurückgekehrt.

Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigt der rechte Sehnerv ziemlich zahlreiche, zerstreute Punkte, in grösserer Anzahl auf der Peripherie als im Centrum, was ihn deutlich vom linken normalen Nerv unterscheidet. Im Chiasma sieht man die Kreuzung der Punkte. Sie sind sehr zahlreich in dem linken Tractus opticus in der ganzen Ausdehnung desselben, während der rechte Tractus sich nicht von einem normalen unterscheidet. Der linke Tractus peduncularis transversus weicht in dem Theil, der gegen die Vierhügel aufsteigt, nicht viel von dem ab, was man bei den normalen Thieren sieht, aber er ist ein wenig schwärzer als der rechte.

In der Gegend der vorderen Vierhügel ist das Centrum der Schnitte sehr schlecht gefärbt, so dass man nur über die obere weisse Schicht ein Urtheil abgeben kann. Diese zeigt links schwarze Punkte und kleine Massen, die nicht besonders zahlreich sind, aber einen sehr deutlichen Unterschied von der anderen Seite ergeben.

Hintere Commissur: Die Punkte sind hier zahlreicher als bei den früheren, etwas weniger an den Fasern des unteren Abschnittes. Die Fasern, welche von der Commissur ausgehen, und zwar die innersten sind viel schwärzer als in normalen Verhältnissen.

Die Ganglion habenulae und ihre Commissur ebenso wie das centrale Höhlengrau in dem gut gefärbten Theil sind vollständig intact.

5. Beobachtung.

Erwachsenes Kaninchen. Vollständige Iridectomy am linken Auge in fünf Operationen, die (wegen der Complicationen) eine Dauer von 50 Tagen beansprucht haben.

Complicationen: Keratitis, Vorfall des Glaskörpers, traumatischer grauer Staar, Luxation der Linse. Das Thier wurde am 4. April 1895 getödtet, 74 Tage nach dem Beginn, 26 Tage nach dem Ende der Operationen.

Bei der makroskopischen Untersuchung zeigt das Gehirn nichts Abnormes. Der in Formol erhärtete Bulbus zeigt die angegebenen Veränderungen. Das Gehirn wird in Alkohol gelegt, um nach der Nissl'schen Methode behandelt zu werden, die Sehnerven und das Chiasma allein sind nach der Methode von Marchi gefärbt worden.

Bei der mikroskopischen Untersuchung unterscheidet sich der rechte Sehnerv nicht von dem Aussehen eines normalen. Der linke Sehnerv führt zahlreiche schwarze Punkte, die auf der ganzen Ausdehnung des Schnitts zerstreut sind, weniger zahlreich im Centrum und in der Peripherie als in der mittleren kreisförmigen Zone. Sie sind auf der inneren Seite ein wenig zahl-

reicher, als auf der äusseren. Im Chiasma sieht man schwarze Punkte in den sich kreuzenden Fasern.

6. Beobachtung.

Kaninchen, zur Zeit des Operationsbeginns 2—3 Wochen alt. Vollständige Iridectomie am rechten Auge, ausgeführt in 5 Operationen, die eine Zeit von 27 Tagen in Anspruch nahmen.

Complicationen: Vorfall des Glaskörpers, grauer Staar. Das Thier wurde am 18. April 1895 getödtet, d. h. 3 Monate nach dem Beginn, 64 Tage nach der Beendigung der Operationen.

Bei der makroskopischen Untersuchung erscheint der rechte Sehnerv ein ganz klein wenig dünner als der linke, alles andere ist normal. Das rechte in Formol erhärtete Auge zeigt die erwähnten Veränderungen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung lässt der rechte Sehnerv eine viel grössere Anzahl von schwarzen Punkten als der linke erkennen (s. Fig. 1, Taf. VI.). Sie sind zahlreicher an der Peripherie und an dem Chiasma naheliegenden Schnitten. In diesen sieht man deutlich die Punkte an den sich kreuzenden rechtsseitigen Fasern. Der linke Tractus opticus hat eine bedeutende Zahl von Punkten und kleinen, unregelmässigen schwarzen Massen, die auf allen seinen Theilen verbreitet sind. In der Umgebung der hinteren Commissur scheinen sie sich gegen diese hinzuwenden. Der rechte Tractus sieht ein wenig schwärzer aus als normal. Der linke Tractus peduncularis transversus zeigt einige schwarze Punkte, wenig zahlreich besonders in der Umgebung der Vierhügel. Der rechte unterscheidet sich nicht von dem normalen. Die obere weisse Schicht der linken vorderen Vierhügel hat zahlreiche Punkte (Fig. 8, Taf. VII.). Auf der rechten Seite sind sie ein wenig zahlreicher als normal.

Hintere Commissur (s. Fig. 5, Taf. VI.): Zahlreiche schwarze Punkte im unteren Theil. An den Fasern, welche von der Commissur (Fig. 7, Taf. VII.), der tiefen weissen Schicht der vorderen Vierhügel ausgehen, sind beiderseits, besonders an den Innenfasern, zahlreiche schwarze Punkte, links mehr als rechts. Die Ganglion habenulae und ihre Commissur sowie das centrale Höhlengrau sind normal. Die anderen Theile zeigen nichts Bemerkenswerthes (s. Fig. 3, Taf. VI.).

7. Beobachtung.

Kaninchen, zur Zeit des Operationsanfangs 2—3 Wochen alt. Vollständige Iridectomie am linken Auge, ausgeführt in 4 Operationen, die 24 Tage dauerten. Complicationen: Keratitis, bedeutender Vorfall des Glaskörpers, grauer Staar.

Das Thier wurde am 18. April 1895, d. h. 3 Monate nach dem Beginn, 64 Tage nach dem Ende der Operationen getödtet.

Bei der makroskopischen Untersuchung scheint der linke Sehnerv ein ganz klein wenig dünner als der rechte. Die Hornhaut des linken Auges ist gut aufgeheilt.

Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigt der rechte Sehnerv auf seinem ganzen Schnitt ein wenig mehr feine schwarze Punkte als die normalen Vergleichspräparate. Auf der Peripherie sind sie zahlreicher. Der linke Nerv führt eine sehr beträchtliche Zahl schwarzer Punkte. Sie sind besonders zahlreich an der inneren Peripherie in der Umgebung des Chiasma (s. Fig. 2, Taf. VI.). Das Gehirn war in den Brütöfen in Müller'sche Flüssigkeit gelegt worden, bevor es in die Marchi'sche Mischung kam. Vielleicht war dadurch die Härtung nicht gut gelungen, denn alle Marktheile sind mit einer dichten Lage kleiner schwarzer Punkte und Blättchen bedeckt, so dass man die feinen Unterschiede schwer feststellen kann. Man kann indess sehen:

1. Im rechten Tractus finden sich ausser den erwähnten Punkten und Blättchen kleine schwarze Massen, während sie im linken Tractus nicht oder nur in sehr kleiner Menge vorkommen.

2. Die obere weisse Schicht der vordern Vierhügel zeigt denselben Unterschied zwischen den beiden Seiten wie die beiden Tractus, aber weniger bedeutend.

3. Die Wände des III. Ventrikels sind in ihrem proximalen Theil vollständig rein, weiter nach hinten zeigen sie einzelne schwarze Punkte.

S. Beobachtung.

Kaninchen, zur Zeit des Operationsbeginns 3 Wochen alt. Vollständige Iridectomy am rechten Auge, vollendet in 4 Operationen, die 18 Tage dauerten.

Complicationen: Leichter Vorfall des Glaskörpers. Das Thier wurde 50 Tage nach dem Anfang, 32 Tage nach dem Ende der Operationen getödtet.

Bei der makroskopischen Untersuchung zeigt das Gehirn keinen auffallenden Unterschied zwischen beiden Seiten. Das rechte Auge weist nach der Härtung in Formol eine bedeutende Loslösung der Netzhaut auf.

Mikroskopische Untersuchung: Die Sehnerven und das Chiasma waren abhanden gekommen und konnten nicht untersucht werden. Das Gehirn wurde wie das vorhergehende in den Brütöfen gelegt. Leider zeigte die Härtung dieselben Mängel wie im vorigen Falle. Er gestattete indess, einige wichtige Dinge zu constatiren.

Der linke Tractus ist mit einer grossen Menge schwarzer Punkte und Massen bedeckt, welche ihm eine viel stärkere Färbung geben als dieses sonst bei den iridectomirten Kaninchen der Fall ist, indessen viel weniger intensiv als bei dem Fall mit vollständiger Enucleation.

Der rechte Tractus ist gleichfalls sehr schwarz, aber nicht so erheblich, als der linke. Der Tractus peduncularis transversus zeigt sich ebenso in allen seinen Theilen sehr deutlich degenerirt. Die graue Substanz, die den III. Ventrikel umgiebt, ist namentlich in ihrem vorderen Theil intact.

Methode von Nissl.

Vier andere Gehirne iridectomirter Kaninchen, die nach Zeiträumen von 7—26 Tagen nach dem Ende der Operation und 10—74 nach dem Beginn der-

selben getödtet wurden, wurden mit Methylenblau gefärbt nach der durch Nissl*) im Jahre 1894 auf dem Congress zu Baden-Baden vorgeführten Methode. Diese Untersuchungen haben ein negatives Resultat ergeben. Immer waren die Ganglion habenulae und der Gudden'sche Kern vollkommen unversehrt, namentlich im Gehirn des Kaninchens der 5. Beobachtung, dessen nach der Marchi'schen Methode untersuchte Sehnerven deutliche Veränderungen gezeigt hatten.

Wenn wir nun das Resultat der Experimente prüfen, finden wir zunächst die Veränderung der Sehnerven (Fig. 1). Normale Nerven sind, wie ich es in Uebereinstimmung mit Singer und Münzer constatiren konnte, beinahe frei von schwarzen Punkten. Wir können daraus schliessen, dass sie überall in den iridectomirte Fällen, wo sie stets in derselben Art und Weise vorkommen, und wo sich ohne Schwierigkeit der gesunde Nerv von dem der operirten Seite unterscheidet, mit Faserdegeneration in Zusammenhang stehen.

Was sind diese entarteten Fasern? Sind es sensorielle optische Fasern? Wohl kaum. In der That führt eine vollständige, ohne Complicationen gelungene Iridectomie nicht nothwendig Veränderungen in den eigentlichen Sehfasern herbei. Sind aber die unerwartet eingetretenen Complicationen nicht vielleicht Ursache der beobachteten Degenerationen? Alles muss uns zur Vermuthung bringen, dass diese, wenn sie einen Einfluss gehabt hätten, eine an einen bestimmten umschriebenen Ort der Netzhaut gebundene Aenderung verursacht hätten. Alle unsere Kenntnisse aber über die Anordnung der optischen Fasern in dem Nerven und über die Art ihrer Vertheilung in der Netzhaut, auch die anatomisch-klinischen Beobachtungen, namentlich diejenigen von Bunge**), Uhthoff***), Siemerling†) etc. weisen darauf hin, dass auch mit Hülfe der Marchi'schen Methode die Veränderung an den Fasern an ganz bestimmten abgegrenzten Stellen der Schnitte durch

*) Nissl, Ueber eine neue Untersuchungsmethode des Centralorgans, speciell zur Feststellung der Localisation der Nervenzellen. Dieses Archiv. 1894. S. 607.

**) Bunge, Ueber Gesichtsfeld und Faserverlauf im optischen Leitungsapparat.

***) Uhthoff, Untersuchungen über den Einfluss des chronischen Alkoholismus auf das menschliche Sehorgan. Archiv f. Ophthalmol. Bd. XXXII. 4. cités par.

†) Siemerling, Ein Fall von gummöser Erkrankung der Hirnbasis mit Betheiligung des Chiasma nervorum opticorum. Dieses Archiv Bd. 19. S. 434.

das Auftreten schwarzer Punkte sich kundgeben würde. Ausserdem musste die häufigste unserer Complicationen, der Vorfall des Glaskörpers, dann mit einer Loslösung der Netzhaut einhergehen. In einem Falle ist diese Loslösung beobachtet. Diese war bei der makroskopischen Untersuchung des gehärteten Auges nachzuweisen, während die Augen anderer Kaninchen durchaus nichts Aehnliches erkennen liessen. In dem Tractus hat diese Loslösung eine sehr bedeutende Degeneration erzeugt, die sich sofort erkennen liess und sich wesentlich von derjenigen unterschied, die, unbeschädigt dieser Complication, in anderen Fällen beobachtet worden ist.

Ich glaube also sagen zu können, dass die degenerirten Fasern Pupillenfasern sind, die diejenige Lichterregung übertragen, durch welche die Zusammenziehung der Iris erzeugt wird. Da sie nach Verhinderung dieser einfachen Function entarten, ist der Schluss gerechtfertigt, dass sie nicht der Leitung der Seheindrücke nach dem Hirn hin dienen.

Das wäre also ein neuer experimenteller Beweis für die Ansicht von Key und Retzius und von Gudden. Ich habe mich nicht vergewissern können, ob, wie die Autoren behaupten, die Pupillenfasern eine beträchtlichere Stärke haben als die anderen. Sehr bemerkenswerth ist es, dass Fasern des Sehnerven sogar beim erwachsenen Thier infolge einer Verletzung, welche die Thätigkeit der Iris aufhebt, entarten, ohne dass eine directe Verletzung der Sehnerven stattfindet. Es handelt sich hier ohne allen Zweifel um eine Functionsstörung in der Leitung; die Enden der Pupillenfasern nehmen ja noch fortwährend den Lichteindruck auf. Diese Experimente zeigen, wie gross der Werth der Methode von Marchi und Alghieri ist, welche uns nach Verlauf einer sehr kurzen Zeit und auf eine deutliche und leichte Art wichtige Verletzungen erkennen lässt.

2. Diese Pupillenfasern kreuzen sich, das ist unleugbar. Man sieht es in dem Chiasma (Fig. 2) und man findet die gekreuzten wieder in dem Tractus opticus der entgegengesetzten Seite (Fig. 3).

Diese Thatsache stimmt mit der fast allgemeinen Ansicht, von welcher Mendel allein eine Ausnahme macht, überein. Ob die Kreuzung (bei dem Kaninchen) eine vollständige oder theilweise ist, diese Frage kann ich auf Grund meiner Präparate nicht mit Sicherheit beantworten.

3. Die Pupillenfasern verlassen den Tractus nicht hinter dem Chiasma, um in das centrale Höhlengrau des III. Ventrikels weiterzuziehen, wie Bechterew annimmt. Ich habe diese Gegend immer unversehrt gefunden. Sie setzen, vermischt mit den Sehfasern ihren Weg im Tractus opticus fort, verlassen denselben auch nicht in der

Höhe des äusseren Kniehöckers, wie Darkschewitsch glaubt, um sich in Bündeln durch den Thalamus hindurch gegen die Zirbeldrüse und die hintere Commissur zu richten, ziehen vielmehr mit den anderen Fasern des Sehnerven zum inneren Theil des Stratum zonale und zu der oberen weissen Schicht der vorderen Vierhügel. Diese Verlaufsweise liess sich in derselben Deutlichkeit in allen Beobachtungen verfolgen. Sie steht auch vollständig im Einklang mit unseren anatomischen Kenntnissen und experimentellen Erfahrungen.

Der weitere Weg der Pupillenfasern tritt nicht mit derselben Deutlichkeit zu Tage, sondern ist schwieriger zu eruiren.

4. Wir finden entartete Fasern zuerst wieder in dem unteren Theil der hinteren Commissur (Fig. 4 und 5). In allen Fällen sehen wir einen deutlichen Unterschied zwischen dem unteren und oberen Theil dieser Commissur zwischen den Schnitten, die von normalen Gehirnen und von den degenerirten stammen. Sehen wir, wie anatomisch die Deutungen sind. Meynert giebt zu, dass die Fasern der hinteren Commissur aus den hinteren Theilen des Thalamus kommen, in der Mittellinie sich kreuzen, sich um das centrale Höhlengrau des Aqueducts winden und sich distal nach unten und rückwärts richten. In der That stimmt dieser Verlauf mit meinen Beobachtungen ganz überein. Dass die Commissurenfasern ihren Ursprung im Thalamus haben, wird zwar durch Forel*) bestritten, durch Darkschewitsch**) aber bei dem Kaninchen und durch Spitzka***) bei der Katze nachgewiesen. Nach letzterem sind die Fasern, die aus beiden Seiten hervorgehen, auf's innigste in der Commissur gemischt, während Darkschewitsch beweisen konnte, dass man den unteren vom oberen Abschnitt trennen muss. Diese Annahme wird auch von Edinger†) bestätigt. Nach Darkschewitsch steht der untere Abschnitt, in welchem wir die entarteten Fasern constatiren konnten, in directem Zusammenhang mit dem Kern des Oculomotorius. Es fragt sich aber, ob diese Fasern wirklich in Beziehung zu dem Tractus stehen. v. Monakow††), welcher einem zwei Tage alten Hunde die beiden Augen vollständig herausgenommen

*) Forel, Untersuchungen über die Haubenregion. Dieses Archiv Bd. 7.

**) Darkschewitsch, Ueber die hintere Commissur des Gehirns, Neurol. Centralbl. 1885. S. 100.

***) Spitzka, Vorläufige Mittheilung über einige durch die Atrophie-Methode erzielte Resultate, hauptsächlich die Commissura betreffend. Neurol. Centralbl. 1885. S. 246.

†) Edinger, Zwölf Vorlesungen. 1893.

††) v. Monakow, Op. cit. Dieses Archiv Bd. XX.

und das Thier im Alter von 6 Monaten getödtet hatte, fand die hintere Commissur schwach entwickelt. Forel zeigte, dass diese beim Maulwurf, wo der ganze Sehapparat wenig entwickelt ist, schwächer ausgebildet ist, als bei verwandten Thieren. Ich fand sie bei völliger Enucleation des Bulbus (Kaninchen, Beob. 1) deutlich verändert. Perlia*) hat zwar bei einem Kaninchen mit derselben Operation die Commissur unversehrt gefunden, er berichtet aber nur von einem Experiment. Und wahrscheinlich wird er den Unterschied zwischen dem normalen und pathologischen Präparat für zu wenig beträchtlich gefunden haben. Die normalen Präparate dieser Region haben, wie ich weiter oben erwähnt, eine gewisse Anzahl schwarzer Punkte, doch ist ihre Anzahl bei den operirten Fällen eine viel erheblichere. Weiter lassen sich degenerirte Fasern dort nachweisen, wo Fasern aus der hinteren Commissur nach unten strahlen. Diese Degeneration ist stärker an den inneren Fasern (Fig. 6 und 7). Es sind dies aber gerade diejenigen, welche aus dem inneren Theil der Commissur hervorgehen.

Ich glaube also sicher sagen zu können, dass die Pupillenfasern nach ihrer Ankunft im Stratum zonale durch den unteren Abschnitt der hinteren Commissur und durch den inneren Theil der ventral ausstrahlenden Fasern ihren Weg nehmen, um sich in den Kern des Oculomotorius zu begeben.

Alle Fasern aber nehmen nicht diesen Verlauf. Man kann sich davon schon überzeugen, wenn man die Zahl der degenerirten Fasern in der Commissur mit der Zahl derselben Fasern im Tractus opticus vergleicht. Ausserdem müssten wir im anderen Falle einen deutlichen Unterschied zwischen den Fasern finden, die das centrale Höhlengrau von beiden Seiten umgeben. Wir haben zwar gesehen, dass dieser Unterschied in gewissen Fällen existirt, aber nicht erheblich und constant ist. Endlich wäre es vielleicht schwierig zu erklären, wie sich in der hinteren Commissur der Durchzug der Fasern vollziehen würde, die in der oberen weissen Schicht der vorderen Vierhügel liegen (Fig. 8). Aber Meynert, nach ihm Edinger, kürzlich Hans Held mit Hülfe der Methode von Golgi haben nachgewiesen, dass es feine Fäserchen giebt, die von den oberen Theilen der vorderen Vierhügel in die Region des Oculomotoriuskerns ziehen, zur Bildung der tiefen weissen Schicht der Vierhügel beitragen und sich mit den Fasern, die aus der hinteren Commissur hervorkommen, mischen und kreuzen. Edinger hat sie deutlich in die Region dieses Kerns eindringen sehen. Forel (s. o.),

*) Perlia, Die Anatomie des Oculomotoriuscentrum beim Menschen. Graefe's Archiv 35. Bd. 4. Abth. S. 305.

welcher sich auf rein anatomische Betrachtungen stützt, stellt ihren Zusammenhang mit den Zellen der Vierhügel und mit dem Oculomotoriuskern in Abrede. Aber Hans Held hat mit Hilfe einer viel genaueren Methode als derjenigen, über die Forel verfügte, diese Verbindungen unzweifelhaft constatirt. In mehreren meiner Beobachtungen (II., III. VI.) beweist die Anordnung der schwarzen Punkte, dass diese Fäserchen deutlich entartet sind auf der Seite, wo solches in gleicher Weise bei der oberen weissen Schicht der vorderen Vierhügel der Fall ist.

Ausserdem hat von Monakow (l. c. Bd. 20 d. Archivs) diese tiefe Lage bei Enucleation des Bulbus degenerirt gesehen; ich habe es in gleicher Weise constatiren können. Für die Bedenken Perlia's (s. o.) treffen dieselben Bemerkungen zu, die ich bei seinem Befund in der hinteren Commissur gemacht habe. Ich glaube demnach sagen zu können, dass die Fasern der tiefen weissen Schicht der vorderen Vierhügel besonders in dem vorderen Theil derselben Pupillenfasern enthalten, namentlich diejenigen von der oberen weissen Schicht der Vierhügel. Diese Annahme bestätigt also bis zu einem gewissen Punkt die frühere allgemein acceptirte Ansicht Meynert's, aber ich glaube auf Grund der angestellten Experimente nicht, dass diese Fasern allein der Reflexleitung dienen, sie erfüllen diese Function nur zum Theil.

Es ist an den Präparaten leicht zu bemerken, dass die Punkte, welche die hintere Commissur und die Meynert'schen Fasern schwärzen, geringer sind als in den Tractus. In mehreren Präparaten (Beob. II., VI., VI.) ist zu sehen, dass der Tractus peduncularis transversus mehr schwarze Punkte auf der Seite zeigte, auf welcher der Tractus degenerirt war. Es wird sich fragen, ob dieses Nervenbündel auch Pupillenfasern enthält. Es bestehen Beziehungen des Tractus peduncularis zu dem Auge der entgegengesetzten Seite. v. Gudden, welcher zuerst diesen Faserzug beschrieb, hatte es schon constatirt, andere Autoren, namentlich Perlia, Pribitkoff haben es bestätigt. Nach dem vorliegenden Befund muss ich dieser Annahme beipflichten, dass gekreuzte Verbindungen zwischen Tractus peduncularis und Tractus opticus bestehen. Leider ist der Zusammenhang mit dem Kern des Oculomotorius nicht klar gestellt. Perlia hat zwar ein Bündel, das sich gegen diesen Kern hin wendet, beschrieben, aber die Stelle, an der ich Degenerationen gefunden, stimmt mit der Beschreibung Perlia's nicht überein. Ich kann nicht direct erweisen, dass der Tractus peduncularis Pupillenfasern enthält, halte es aber für sehr wahrscheinlich.

7. Nach meinen Beobachtungen vermag ich nicht genau anzugeben, in welchen Theil des Oculomotoriuskerns die Pupillenfasern sich begeben. Angenommen, die consensuelle Reaction der Pupille existire beim Kaninchen nicht, wie es Steinbach gesehen und wovon ich mich überzeugen konnte, so muss man annehmen, dass alle Pupillenfasern, die in der Netzhaut eines Auges ihren Ursprung haben, mit den Fasern des Oculomotorius, der sich in die Iris desselben Auges biegt, im Zusammenhange stehen. Die zahlreichen Verbindungen, die zwischen den Kernen des rechten und linken Oculomotorius bestehen, wie auch die Fasern, die sich von Vierhügel der einen Seite zum Kern des Oculomotorius der anderen Seite (Hans Held) begeben, gestatten leicht einen solchen Zusammenhang. Ausserdem befinden sich die Fasern, welche nach der Kreuzung in dem Chiasma durch die hintere Commissur ihren Weg genommen haben, wieder auf der Seite des Auges, von welcher sie ausgegangen sind. Die Untersuchung der Wurzeln des Oculomotorius sowie des peripherischen Nerven hat mir nichts Positives ergeben. Es ist dieses nicht wunderbar, denn, wie schon Singer und Münzer (s. o.) constatirt hatten, färben sich Wurzeln und peripherischer Theil des Oculomotorius durch die Marchi'sche Methode im normalen Zustand sehr ungleichmässig und bieten eine sehr wechselnde Menge schwarzer Punkte dar.

8. Bei allen meinen Beobachtungen, sowohl mit der Marchi'schen Methode als auch mit der von Nissl, habe ich in Uebereinstimmung mit v. Monakow die Integrität des Ganglion habenulae constatirt. Ich darf mit Recht schliessen, dass dieses nicht das Centrum der Irisbewegungen darstellt.

9. In allen Beobachtungen, die ich mit der Nissl'schen Methode angestellt habe, habe ich den Gudden'schen Kern unverletzt gefunden. In den Präparaten nach Marchi'scher Methode habe ich nichts constatirt, was den Durchzug der Pupillenfasern durch diese Region vermuthen lassen könnte. Dieses Ganglion hat nichts mit dem Pupillenreflex zu thun.

10. Wo haben wir das Reflexcentrum eventuell anzunehmen? Wenn wir die Anordnung der auf einer grossen Fläche verbreiteten und mehrere verschiedene Gehirnregionen passirenden Pupillenfasern in Betracht ziehen ist es wohl möglich, dass es kein eigentliches Centrum, d. h. keine Anhäufung von Zellen, die für diese Funktion bestimmt sind, giebt und dass dieses durch die zwischen den Fasern zerstreut liegenden Zellen dargestellt wird. Freilich bleibt diese Annahme nur eine Hypothese, denn an den Präparaten habe ich sie nicht erweisen können. Vergleichen wir im Hinblick auf diesen Punkt die Resultate der vorliegenden Unter-

suchungen mit den Experimenten einiger anderer Autoren. Was die Resultate von Bechterew*) anlangt, so will ich zu dem Gesagten noch hinzufügen, dass auch von Monakow infolge Enucleation des Bulbus keine Degeneration in dem centralen Höhlengrau des dritten Ventrikels constatirt hat und sogar die Existenz des Bündels von Stilling bestritten. Perlia hat auch nichts darüber bemerkt; in meinen Experimenten sowohl bei der Enucleation als auch bei den Iridectomien konnte ich immer die Integrität dieser Region constatiren. Bechterew erkennt indessen selbst an, dass die Verbindungen der beschriebenen Fasern in dieser Region mit dem Kern des Oculomotorius nicht sicher erwiesen sind.

Wenn einige Autoren Knoll**), Gudden***), Moeli (s. o.) die Integrität der Pupillenbewegungen trotz der Verletzungen der vorderen Vierhügel constatirt haben, so haben andere namentlich Flourens (s. o.) den Einfluss dieser Verletzungen auf die genannte Function wahrgenommen. Diese Unterschiede ergeben sich, wie Flourens schon constatirte, deutlich aus dem Grad der Verletzung und der Tiefe, in welche der Experimentirende in den Vierhügel gelangt. Diese Feststellungen stimmen mit unseren Beobachtungen überein. Gudden sagt, dass man, um ein Thier blenden zu können, indem man ihm die Function der Pupille erhält, die oberen Schichten der vorderen Vierhügel wegnehmen muss, ohne die tieferliegenden Theile zu verletzen. Unter diesen Bedingungen hat er wahrscheinlich die Pupillenfasern, welche wir in der oberen weissen Schicht gesehen haben, vernichtet, aber diejenigen, welche nicht bis dahin gelangen und ihren Weg durch die hintere Commissur, durch die tiefe weisse Schicht und vielleicht durch den Tractus peduncularis transversus nehmen, genügen zur Sicherstellung der Irisfunction. Auch die von Moeli gemachten einfachen Einschnitte in die Vierhügel lassen eine genügende Anzahl von Fasern intact zur Bewegung der Iris. Wenn man aber, [wie Gudden es gethan, ausser den vorderen Vierhügeln den unmittelbar vor diesen liegenden „Buckel“ wegnimmt, so verletzt man zugleich alle Pupillenfasern, ebensowohl die, welche die obere weisse Schicht der vorderen Vierhügel durchdringen als auch diejenigen, welche ihren Weg durch die hintere Commissur und eventuell durch den Tractus peduncularis transversus nehmen. Kein Wunder also, dass die Pupille auf's höchste erweitert und völlig unbeweglich ist. Alles dies spricht

*) Bechterew, Op. cit. Neurol. Centralbl. 1894. S. 801.

**) Knoll, Eckhardt's Beiträge zur Physiologie. 1869.

***) Gudden, Ueber die verschiedenen Nervenfasersysteme in der Retina und im Nervus opticus. Gesammelte und hinterlassene Abhandlungen.

für die Richtigkeit der Bemerkung von Flourens*), wenn er sagt: „Fortnahme der Vierhügel hebt die Zusammenziehbarkeit der Iris nur dann auf, wenn sie vollständig genug ist, um alle Wurzeln des Sehnervs zu zerstören“. Eine zutreffendere Bestätigung meiner Experimente wäre kaum zu finden. Es ist weiter daran zu erinnern, dass Darkschewitsch durch physiologische Experimente an Kaninchen die Wichtigkeit der hinteren Commissur für die Reflexfunctionen constatirt hat. Was die Beobachtungen von Christiani**) und die von Hensen und Völkers (s. o.) anlangt, welche die Verengung der Pupille durch elektrische Erregungen des hinteren Theils der Wand des dritten Ventrikels bewirkt haben, erklären sich diese Resultate wohl durch die Nachbarschaft der Spitze des Kerns des Oculomotorius.

Ausserdem verbreitet sich die elektrische Erregung eines Theils der Nervencentren leicht auf die benachbarten Theile und es ist schwer zu sagen, wie weit sie reicht.

Mit dem grössten Theil der bereits vorliegenden Beobachtungen stimmen also unsere Ergebnisse über den Verlauf der Pupillenfasern überein. Ist aber der Verlauf beim Menschen derselbe wie beim Kaninchen? Ich will es hier nicht unternehmen, die zahlreichen Berichte brauchbarer Autopsien zu prüfen. Es sei mir gestattet, darauf hinzuweisen, dass Hensen infolge seiner Beobachtungen zu der Annahme kommt, dass der für die Pupillenfasern bestimmte Zug sich trennt und in verschiedenen Richtungen weiterzieht. Die sehr differenten Resultate der Autopsien und der mikroskopischen Untersuchung scheinen dafür zu sprechen, dass der Zug der Fasern auch beim Menschen nicht einfach ist, sondern mehrere Verzweigungen enthält.

Viele dieser Untersuchungen sind an Gehirnen von Fällen mit progressiver Paralyse und Tabes gemacht worden.

Wenn man einen gewissen Faserschwund in einer Region constatirt hatte, welche als Mittelglied zwischen dem Sehnerv und dem Kern des Oculomotorius dienen konnte, so war man versucht, daraus auf einen Zusammenhang mit der Pupillenstarre zu schliessen. Nun ist aber dieser Schluss mehreren Irrthümern unterworfen. Vor allem ist die Pupillenstarre bei den Kranken sehr oft mit Myosis verbunden. In diesen Fällen kann wohl die Lähmung der Pupille nicht allein von der Lähmung des Kerns des Oculomotorius herkommen, worauf schon Oebeke***)) hinge-

*) Flourens, Op. cit. p. 48. note.

**) Christiani, Physiologie des Gehirns. S. 5, cité par Moeli.

***)) Oebeke, Ueber die Pupillenreaction und einige andere Erscheinungen bei der allgemeinen progressiven Paralyse mit Berücksichtigung der Syphilisfrage. Allgem. Zeitschr. f. Psych. Bd. 50. 1894. S. 168.

wiesen hatte, noch von der Vernichtung der zwischen dem Sehnerven und dem bewegenden Kern der Iris liegenden Fasern, denn in beiden Fällen müsste infolge der Aufhebung des Lichtreflexes die Pupille dank der Thätigkeit des Sympathicus mydriatisch erweitert sein. Mag man also hier in solchen Fällen mit Heddaeus*) einen Zustand der Erregung der Gudden'schen Pupillenfasern in dem Sehnerven oder mit Guillery**) einen vasomotorischen Einfluss oder mit Oebeke eine tonische Innervation der Iris mittels des Oculomotorius zugeben, man darf nicht erwarten, bedeutsame Veränderungen in dem Gehirn zu finden. Gewisse Beobachtungen, von denen einige den Einfluss des bei der allgemeinen Lähmung vorkommenden Hydrocephalus auf die Pupillarscheinungen zeigen, bestätigen diese Ansicht. Batty Tuke***) berichtet von einem Fall allgemeiner Lähmung mit zusammengezogenen (besonders die linke) und fast unbeweglichen Pupillen. Man machte nach der Trepanation auf beiden Seiten einen Einschnitt in die Meningen und liess Flüssigkeit ab. Infolge der Operation wurden die Pupillen gleich, nach einer Reihe von Tagen wurden sie wieder enge. Von demselben Autor†) wird noch ein Fall allgemeiner Paralyse mit Pupillendifferenz und Pupillenstarre berichtet. Nach Trepanation auf beiden Seiten werden die Pupillen am folgenden Tag gleich und reagiren besser auf Licht. Eine anderweitige Beobachtung an einem anderen Reflex sei erlaubt zu citiren. Baickline††) theilt eine Beobachtung mit, wo bei einem Tabiker ohne Kniephänomene nach consecutiver Hemiplegie das Kniephänomen zurückkehrte. Diese Thatsachen scheinen zu beweisen, dass die wahrgenommenen Störungen nicht allein von Lähmungen oder wirklichen Unterbrechungen des Reflexbogens herrühren. Ausserdem ist zu bedenken, dass die allgemeine Paralyse und die Tabes Krankheiten sind, welche im ganzen Centralnervensystem Vernichtungen von Nervenfasern herbeiführen. Man muss also sehr vorsichtig mit der Deutung eines atrophischen oder degenerirten Faserbündels sein. Auch kann man nicht behaupten, dass Fasern, die in einem Fall von Pupillenstarre intact befunden wurden, nichts mit dem fraglichen Reflex zu thun haben.

*) Heddaeus, Klinische Mittheilungen für Augenheilkunde. 1893. S. 98.

**) Guillery, Ueber die topische Diagnostik der Pupillarscheinungen bei der Tabes dorsalis. Deutsche medic. Wochenschr. 1892. No. 52. S. 1187.

***) Batty Tuke, British Medical Journal 1892. Sur la Chirurgie cérébrale dans les maladies mentales. Ann. Méd. Psychol. H. 3. 1895. p. 405.

†) Batty Tuke, cité par le même l. c. p. 398.

††) Baickline, Communication à la Société de Biologie de Paris. Séance du 29. Juin 1895. Rapporté dans le Progrès Médical du 6. Juillet. 1895.

Guillery (s. o.) weist bereits darauf hin und bemerkt: „Es braucht ja aber diese (dem Reflex dienende) Bahn nur an irgend einem Punkt unterbrochen zu sein, und man hat daher gar nicht nöthig, etwa nach grob anatomischen Veränderungen dieser ganzen Faserzüge zu suchen. Wie wenig dazu nöthig ist, um den empfindlichen Mechanismus einer solchen Reflexbahn in Unordnung zu bringen, beweisen die Kniesehnenreflexe, welche ja schon bei dem ersten Beginn der tabischen Veränderungen aufhören. Andererseits, wenn man bei der Autopsie ein zerstörtes Fasersystem findet, während intra vitam die Pupillenreaction erhalten war, so folgt durchaus nicht nothwendig, dass das System keine Pupillenfasern enthalte, denn andere, die durch einen entfernten Punkt des Gehirns ziehen, können der Reflexfunction genügen, wie dieses aus den an Thieren vollzogenen Experimenten von Flourens und Gudden hervorgeht“.

Es sei mir gestattet, an diesem Ort Herrn Prof. Dr. Siemerling, Director der psychiatrischen Klinik der Universität in Tübingen, welcher mir die Anregung zu dieser Arbeit gegeben und alles Erforderliche zur Verfügung stellte, meinen herzlichsten Dank abzustatten; ferner fühle ich mich verpflichtet Herrn Dr. K. Grunert, Assistent an der ophthalmologischen Klinik derselben Universität, welcher die zahlreichen nöthig gewordenen Operationen mit grosser Sorgfalt ausgeführt hat und Herrn Dr. H. Gudden, Assistent an der psychiatrischen Klinik, welcher mir bei der Anfertigung meiner Präparate hilfreich zur Seite gestanden hat.

Erklärung der Abbildungen (Taf. VI. und VII.).

Fig. 1. Querschnitt der Optici des Kaninchens der 6. Beobachtung.

A. linker Sehnerv.

B. rechter Sehnerv (iridectomirte Seite).

Fig. 2. Querschnitt durch das Chiasma vom Kaninchen der 7. Beobachtung (gleichfalls am rechten Auge iridectomirt).

Diese beiden Figuren sind mit dem Mikroskop Hartnack Ocul. I. Object. 4 gezeichnet.

Fig. 3. Frontalschnitt in der Höhe der hinteren Commissur vom Kaninchen der 6. Beobachtung (rechtes Auge iridectomirt). Die Umrisse wurden mit dem Edinger'schen Zeichenapparat gezogen und die Zeichnung mit Hilfe des Mikroskops vervollständigt.

A. Ende des linken Tractus.

B. Hintere Commissur.

C. Tractus peduncularis transversus.

D. Peduncularis corporis mammill. (nach Gudden), rechts und links schwarze Punkte enthaltend, wie im normalen Zustande.

E. Pedunculus cerebelli ad cerebrum, schwarze Punkte enthaltend, wie im normalen Zustande.

Fig. 4. Frontalschnitt in der Höhe der hinteren Commissur eines normalen Kaninchens. Hartnack Ocul. I. Obj. 4.

A. Aquaeductus Sylvii, künstlich erweitert.

B. Künstliche Risse des Präparats.

Fig. 5. Querschnitt der hinteren Commissur bei dem Kaninchen der 6. Beobachtung.

Commissur des Ganglion habenulae dieselbe Vergrößerung wie in Fig. 4.

Fig. 6. Fasern, die von der hinteren Commissur ausgehen und sich um den Aquaeduct gegen den Kern des Oculomotorius biegen.

Rechte Seite eines normalen Schnittes.

Dieselbe Vergrößerung wie für Fig. 4.

A. Das der hinteren Commissur naheliegende Ende.

B. Dem Kern des Oculomotorius naheliegendes Ende.

C. Innere Seite (Aquaeduct).

D. Aeussere Seite.

Fig. 7. Die gleichen Fasern wie in Fig. 6 vom Kaninchen der 6. Beobachtung.

Dieselbe Vergrößerung wie in Fig. 6. Gleiche Bezeichnung.

Fig. 8. Querschnitt durch das hintere Ende des Oculomotoriuskerns vom Kaninchen der 6. Beobachtung (rechtes Auge iridectomirt). Zeichnung wurde mit dem Edinger'schen Apparat gemacht, mit dem Mikroskop vervollständigt.

A. Obere weisse Schicht der vorderen Vierhügel (linke Seite).

B. Tiefliegende weisse Schicht.

C. Aquaeductus Sylvii.

D. Kern des Oculomotorius.

E. Ventrale Haubenkreuzung, schwarze Punkte zeigend, wie im normalen Zustande.