

(Aus dem Institute für Pädiologie und Neuropathologie des Säuglingsalters [Vorstand: der neurologischen Abteilung: Dr. E. L. Wenderowic, Vorstand des Instituts: Prof. N. M. Stschelowanoff] und der Entwicklungsbteilung des reflexologischen Bechterew-Instituts für Gehirnforschung [Vorstand: Prof. N. M. Stschelowanoff] in Leningrad.)

Über die intratraktalen Fasern und die Leistungssysteme des Bodens des 3. Ventrikels.

Von

Boris Klossowsky, Assistent der Klinik.

Mit 19 Textabbildungen.

(Eingegangen am 14. April 1930.)

Wohl eine der verwickelsten und unaufgeklärtesten Fragen der Leitungsbahnennanatomie ist das Problem des Fasergehaltes der Tracti optici und des Chiasma mit den neben ihnen gelegenen, sog. commissuralen Systemen des Bodens des 3. Ventrikels, den Commissuren von Meynert und Ganser. Die große Menge von Arbeiten auf diesem Gebiet, deren Ziffer, laut Edinger, die Anzahl von Arbeiten auf irgendeinem anderen Gebiet des zentralen Nervensystems bedeutend übersteigt, weist einerseits auf das ausschließlich große Interesse, und andererseits auf einen außerordentlich verwickelten Fasergehalt der genannten Bildungen hin.

Als ganz feststehend wird bis jetzt nur angenommen, daß die Sehnerven und Trakten aus zentripetalen Fasern der Ganglienzellen der Netzhaut, welche im äußeren Kniehöcker und dem vorderen Vierhügelgebiet enden, bestehen *.

Alle anderen Behauptungen über das Vorhandensein von Leitungen in den Sehnerven, dem Chiasma und den Trakten, die anderen Ursprungs sind und einen anderen, zentripetalen Verlauf nehmen, sind nur von den meisten Autoren verneinte und von vielen Forschern skeptisch aufgenommene Vermutungen.

So wurde die Existenz (Müller, Hannover) besonderer, durch die Abfaserungsmethode ausgeschiedener commissuraler Fasern (commissura

* Frühere Verfasser meinten, daß ein Teil der zentripetalen Sehfasern auch im Pulvinar endigt, jedoch haben die letzten, auf den verschiedenen Tieren, und vorzugsweise auf Affen, vorgenommenen Untersuchungen von B. Brouwer und W. Zee-mann (Brain 49, 1, 1926) zu Resultaten geführt, welche diese Forscher zwangen kategorisch die Zugehörigkeit des Pulvinars zu den Endpunkten der Netzhautaxone zu verneinen.

ansata anterior), welche von einem Auge zum anderen gehen und durch den oralen Teil des Chiasma hindurchziehen, vorausgesetzt. So ist auch gegenwärtig die Existenz dieser Commissur durch die Methode der sekundären Degeneration noch nicht bestätigt. Dessen ungeachtet finden wir in den neuesten Arbeiten, z. B. von *Marburg* * nicht nur eine Erwähnung, sondern auch eine Abbildung derselben, vor.

Ferner gibt es auch keine übereinstimmenden positiven Daten über die zentrifugalen Fasern, die zur Netzhaut ziehend, laut *Monakow* ** und *Edinger* ***, in den großen Zellen (oberflächliches Grau) des vorderen Zweihügels beginnen. Die durch diese Fasern ins Auge kommenden Impulse können, nach *Monakow* regulierende oder hemmende sein. Ebensowenig ist die Frage positiv entschieden, ob die Sehnervfasern, wenigstens bei den höheren Tieren, im Tuber cinereum enden. Auf den *Weigertschen* Präparaten kann man deutlich sehen, daß bei den Nagern ein Teil der Fasern aus dem Chiasma ins Tuber cinereum übergeht. Auch *Bechterew* bringt auf der Seite 350 seiner „Leitungsbahnen des Gehirns und Rückenmarks“, I. Teil, 1926, die Abbildung eines Chiasmaschnittes der N. opticorum eines Kaninchens, auf welcher aus dem Chiasma ins Graugebiet des 3. Ventrikels ziehende Fasern zu sehen sind. Mittels der Osmiummethode fand *Edinger* †, indem er bei einer Maus oder einem Eichhörnchen ein Auge entfernte, eine Degeneration im Tuber cinereum. Sich auf die eben erwähnten Untersuchungen *Edingers* stützend und auf Grund von Präparaten des menschlichen Gehirns, die mit Silber nach *Schultze* imprägniert worden waren, hielt *Greving* ‡ es für möglich zu behaupten, daß eine besondere außerhalb des Traktus ziehende Sehbahn existiert. Diese besondere Sehbahn, welche den N. opticus direkt mit dem Sehhügel verbinden sollte, wurde von *Greving* „Tractus supraopticothalamicus“ genannt, und kommt, seiner Meinung nach, aus dem dorsalen Teil des Chiasma heraus, durchdringt den Nucleus supraopticus und zieht durch den unteren Thalamusstiel zu den Nuclei anterior und medius thalami hinauf. Solcher Art schreibt *Greving* wiederum dem Thalamus Gesichtsfunktionen zu, welche ihm die früheren Forscher schon einmal geraubt haben.

Außer den positiv vorhandenen und den mutmaßlichen efferenten Sehfasern, welche zur Netzhaut ziehen, wird von einigen Autoren der Bestand des Traktus noch vervollständigt durch commissurale Fasern, d. h. durch solche, die durch das Chiasma aus einem Traktus in den anderen übergehen.

* *Marburg*: Mikroskopisch-topographischer Atlas des menschlichen Zentralnervensystems. 3.

** *Monakow*: Die Lokalisation im Großhirn. 1914, 339.

*** *Edinger*: Bau der nervösen Zentralorgane. 8. Aufl.

† 1. c. Abb. 253 u. 254.

‡ Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Nervensystem. Bd. 4, S. 1014. 1928.

Zu Anfang der siebziger Jahre beschrieb *Bernhard von Gudden* ein Fasernbündel, das, wie ihm schien, in den Trakti und im Chiasma sich befand und welches beim Kaninchen nach Enukleation eines Auges * nicht degeneriert zurückbleibt; die späteren Verfasser nannten es „die *Guddensche Commissur*“. Mehr auf makroskopischer, als auf mikroskopischer Erforschung des nicht degeneriert verbliebenen Bündels fußend, sprach *Gudden* die Vermutung aus, daß diese auch nach Enukleation beider Augen nicht degenerierenden Fasern eine Commissur vorstellen, die durch das Chiasma die beiden inneren Kniehöcker verbindet.

Seit der Zeit hält man es für seine Pflicht, fast in allen Handbüchern und auch in einzelnen Werken, welche die Sehtrakte und das Chiasma behandeln, den Bestand der Trakti und des Chiasma durch die *Gudden-sche Commissur* zu vervollständigen. Bis heute jedoch erscheint die Existenz der intratraktalen commissuralen Fasern nicht als unumstößlich erwiesen, und eine Reihe namhafter Neurologen, wie z. B. *Lewandowsky*, sprechen ihre Zweifel über das Vorhandensein derselben aus.

Im Jahre 1895 schreibt *Déjerine* in seiner „Anatomie des centres nerveux“, S. 314, indem er sich bei dem Bestand der Sehtrakte aufhält, daß dieselben aus 3 Systemen bestehen: 2 Systeme — aus gekreuzten und ungekreuzten zentripetalen Fasern bestehend und ein 3. System, welches, seiner Meinung nach, aus commissuralen Fasern gebildet wird, die die beiden inneren Kniehöcker miteinander verbinden und zu der Gehörfunktion in Beziehung stehen. Schon im Jahre 1901 verneint derselbe *Déjerine* ** die Existenz dieser Commissur beim Menschen, indem er auf Grund jenes pathologisch-anatomischen Materials, über welches er verfügte und das, leider, in der genannten Schrift nicht angeführt worden ist, versichert, daß bei vollständiger Atrophie der Sehnerven, auch eine völlige Atrophie der Sehtrakte stattfindet. Zu einem ähnlichen negativen Schluß hinsichtlich der Existenz commissuraler Fasern in den Sehtrakten kamen auch *Herzog*, *Probst*, *Marie* und *Levi*, obgleich die beiden letzteren Autoren, sowie auch *Moeli*, in verschiedenen Fällen von Sehnervenatrophie ein kleines nicht degeneriertes Fasernbündel fanden, welches sich am äußeren Rande des Sehtraktes lagerte. Dieses Bündel, von *Marie* und *Levi* „faisceau résiduaire“ und von *Moeli* „faisceau angulaire“ genannt, wurde von diesen Verfassern zum *Nucleus supraopticus* in Verbindung gebracht.

Lewandowsky ***, der vorzugsweise mit der Marchi-Methode an Hunden und teilweise an Katzen experimentierte, sagt, daß er sich nicht von der Existenz der intratraktalen *Guddenschen Commissur* bei diesen Tieren überzeugen konnte und findet, daß es möglich ist auf

* Zit. nach *Edinger*: I. c. S. 346.

** *Déjerine*: Anatomie des centres nerveux. 1901, S. 432.

*** *Lewandowsky*: Leitungsbahnen des *Truncus cerebri*. 1904, S. 119—121.

Grund einer Prüfung der von *Gudden* vorgelegten Zeichnungen und Beschreibungen vorauszusetzen, daß *Gudden* als „meine Commissur“ die „*Meynertsche Commissur*“ bezeichnete und die Benennung „*Meynertsche Commissur*“ der „*Ganserschen Commissur*“ gab.

Es ist kaum 2 Jahre her, daß sich *Marburg**, ein erstklassiger Kenner der Leitungsbahnen, über die „*Guddensche Commissur*“, wie über eine in Frage stehende Bildung, „eine fragliche *Guddensche Commissur*“ in der 3. Auflage seines „Atlas“, S. 143, geäußert hat. Jedoch eine Reihe von Autoren, besonders solche, die auf dem Gebiet der vergleichenden Anatomie arbeiteten, hielten die *Guddensche Commissur* in ihrer Eigenchaft als intratraktale Bildung für eine unwiederlegliche Tatsache. Zu ihnen gehören *Bechterew*, *Edinger*, *Flechsig*, *Monakow*, *Ariens Kappers*, *Wallenberg* und *Pribytkow*, welch letzterer im Jahre 1896 seine große Arbeit, den Commissuren des Bodens des 3. Ventrikels gewidmet, herausgegeben hat. Wenn aber bei den Forschern über die eigentliche Existenz der „*Guddenschen Commissur*“, als einer intratraktalen Bildung, bis jetzt keine einheitliche Meinung herrscht, so haben wir um so mehr, sowohl hinsichtlich ihres Entstehungsorts, als auch über ihre Endstätten die allerbuntesten Widersprüche. Es ist wohl kein einziger in der Nähe des äußeren Kniehöckers gelegener Kern vorhanden, welcher nicht, ebenso wie das *Corpus genicul. lat.*, bald als Anfangs-, bald als Endpunkt der Fasern dieser Commissur angesehen wurde. Auch gegenwärtig muß man immerhin als dominierende die von *Gudden* selbst herührende Meinungsvariation annehmen, welche voraussetzt, daß mittels dieser Commissur die beiden inneren Kniehöcker verbunden werden. Außer der *Guddenschen* Ansicht scheint es uns angemessen zu sein, hier auch noch die Meinungen anderer Verfasser anzuführen, da wir sie bei der Besprechung der von uns gewonnenen Resultate unbedingt berühren müssen.

Auf Grund der Atrophiemethode sprachen *Darkschewitsch* und *Pribytkow* die Meinung aus, daß die *Guddensche Commissur* eine Verbindung des inneren Kniehöckers auf der einen Seite mit dem Linsenkern der entgegengesetzten vorstellt. Dieselbe Ansicht wurde auch von *Bechterew* vertreten, obgleich er, augenscheinlich, wenig überzeugt von ihrer Richtigkeit war, was man daraus sieht, daß er in der 2. Auflage seiner „Leitungsbahnen“ sich über eine ähnliche Verbindung in bestimmt positiver Form äußert, in der 3. Auflage derselben Schrift jedoch nur mutmaßlich. Hier schreibt er schon, wie folgt: „Was die Verbindung des *Globus pallidus* mit dem inneren *Corpus geniculatum* angeht, so ist es möglich, daß dieselbe mit Hilfe von gekreuzten Fasern der *Guddenschen Commissur* entsteht.“

Ferner weist *Bechterew*, anderen Verfassern folgend, auf die Teilung des *Tractus opticus* in 2 Ströme an seinem Endpunkt hin: den inneren

* *Marburg*: l. c.

und den äußeren, und pflichtet derjenigen Ansicht bei, welche findet, daß der näher medialer gelegene Strom hauptsächlich aus Fasern der *Guddenschen Commissur* besteht *.

Auf Grund einer Untersuchung des Gehirns eines Iltis mittels der Osmiummethode, spricht *Wallenberg* ** die Vermutung aus, daß die *Guddensche Commissur* im Corpus parabigeminum endet. *Flechsig* *** äußert in seiner Schrift „Meine myelogenetische Hirnlehre“ die Voraussetzung, daß die spät sich myelinisierenden Fasern, welche in die vorderen Zweihügel hineingehen, gerade die *Guddensche Commissur* vorstellen, welche sich beim Menschen erst nach der Geburt zu myelinisieren beginnt.

Schon im Jahre 1904 schrieb *Monakow* ****, daß beim Menschen die *Guddensche Commissur* spät sich myelinisierende Teile des Sehtraktus einnimmt und, wie ein Fasernbündel aussehend, bestimmt die medialen, kann sein aber auch die lateralen Kniehöcker miteinander verbindet. Später fand *Monakow* †, auf Grund histologischer Untersuchungen eines Gehirns mit Anophthalmie, bei vollständiger Degeneration der Sehnerven, im Chiasma und den Trakten nicht degenerierte Fasern, welche er der *Guddenschen Commissur* zuschrieb. Beim Studium dieses Hirns kommt er, hinsichtlich ihres Ganges und Endes, zum Schluß, daß die Commissura inferior, seu *Guddensche Commissur*, sich fest am degenerierten Traktus anlegt und daß sie, aller Wahrscheinlichkeit nach, teilweise im äußeren Corpus geniculatum, in den Hilus dieser Bildung hineingehend, endet, teilweise auf dem Gebiet, das zwischen den äußeren und inneren Kniehöckern liegt.

Noch weniger Klarheit herrscht in bezug auf die Commissuren des Bodens des 3. Ventrikels: Der Commissuren von *Meynert* und *Ganser* (von *Forel* — nach *Monakow*). Es ist außerordentlich schwierig sich auf Grund der vorhandenen Literatur eine mehr oder weniger deutliche Vorstellung über diese Commissuren zu bilden, da es keine übereinstimmende Meinung unter den Gelehrten, die auf diesem Gebiet arbeiten und die diese Frage in ihren Schriften behandelt haben, gibt. Diese Meinungsverschiedenheiten erstrecken sich auf das Kaliber der Fasern, aus denen sich diese Commissuren zusammensetzen. So finden *Edinger* ‡‡, *Bechterew* ‡‡‡ und *Marburg* ‡‡‡‡, daß die Fasern der *Meynertschen Commissur* von dickem und die der *Ganserschen* — von dünnerem Kaliber

* *Bechterew*: l. c. S. 334.

** *Wallenberg*: Z. Anat. 79, H. 3.

*** *Flechsig*: Meine myelogenetische Hirnlehre. Leipzig 1927, S. 94.

**** *Monakow*: Gehirnpathologie. Wien 1905, 711.

† v. *Monakow*: Die Lokalisation im Großhirn. 1914. Siehe den Text zu den Abb. 68, 69, 70, 71 und 71a. S. 349.

‡‡ *Edinger*: P. c.

‡‡‡ *Bechterew*: l. c.

‡‡‡‡ *Marburg*: l. c.

sind. *Lewandowsky** dagegen behauptet das Gegenteil, d. h., daß die *Gansersche Commissur* aus dicken, die *Meynertsche* hingegen aus so dünnen Fasern besteht, daß die Degeneration der letzteren, wegen der Feinkörnigkeit ihres Zerfalles, zu verfolgen außerordentlich schwierig ist.

Was den Gang der letzten Commissuren und ihre Anfangs- und Endstätten anbetrifft, so hat darüber fast jeder Verfasser seine besonderen Vermutungen. Die *Meynertsche Commissur* teilt sich, nach *Economio* und *Karplus*** beim roten Kern von der Hauptschleife ab, wendet sich darauf lateralwärts, so daß sie sogar die Fasern des Hirnschenkels durchdringt, und lagert sich dann zwischen dem letzteren und dem *Tractus opticus*; ferner lagert sie sich, auf die andere Seite hinübergehend, dorsal vom *Chiasma* und endet in einem linsenförmigen Hirngrau, welches am lateralen Rande des Hirnschenkels liegt und von den Autoren „*Ganglion commissurae Meynerti*“ genannt worden ist.

Die *Gansersche Commissur*, die ebenfalls im Hirnstamm entsteht, wurde von diesen Autoren bis zum *Globus pallidus* verfolgt.

Auf Grund seines Studiums myelogenetischer Serien betreffend die *Meynertsche Commissur*, sprach *Bechterew* die Voraussetzung aus, daß mittels derselben der *Globus pallidus* der einen Seite mit dem *Corpus Luysi* der anderen verbunden werden. Was die *Gansersche Commissur* anbetrifft, so findet er, daß „die Verbindung der Schleife mit dem gegenüberliegenden Linsenkern mittels Bündel dünnerer (? K.) Fasern geschieht, welche bei starker Vergrößerung oberhalb der *Meynertschen Commissur* zu sehen sind und gewöhnlich die hypothalamische oder *Gansersche Commissur* genannt werden“.

Edinger† unterscheidet unter dem Boden des 3. Ventrikels 2 Decussationen und 1 Commissur. Beim Känguruh (*Macropus rufus*), siehe Abb. 257, verteilen sich diese Systeme, wie folgt: dicht am *Chiasma* und den *Tractus optici* anliegend — die *Guddensche Commissur* oder besser, seiner Meinung nach, die *Guddendecussation*, deren dünne Fasern, aus dem *Corpus geniculatum mediale* und womöglich außerdem auch aus dem hinteren Zweihügel kommend, zusammentreten; daran lagert sich dorsal — die *Meynertsche Commissur* und noch dorsaler — die *Decussatio supraoptica dorsalis*, augenscheinlich gleichbedeutend mit der *Ganserschen Commissur* anderer Autoren.

Mit Hilfe der Marchimethode konnte *Lewandowsky* †† die *Gansersche Commissur* von dem *Pons Varolii* aus verfolgen. Von hier aus zieht sie lateral vom *Nucleus ruber* in oraler Richtung zum *Forelschen Felde H*, ventral von der *Lamella externa thalami*, dann wendet sie sich, den

* *Lewandowsky*: l. c., S. 120. Auf Grund eigener Untersuchungen bestätigen wir die Ansicht von *Lewandowsky*.

** *Economio* u. *Karplus*: l. c.

† *Edinger*: l. c., S. 346.

†† *Lewandowsky*: l. c.

Fornix durchdringend und sich teilweise dorsal demselben lagernd, scharf ventral zum Boden des 3. Ventrikels, wo der Übergang ihrer Fasern auf die gegenüberliegende Seite stattfindet. Nach dem Übergang auf die andere Seite steigen ihre Fasern parallel dem Sehtraktus, durchbohren die Capsula interna und enden in der Strecke der Zona reticularis thalami, welche nicht nur ventral, sondern auch lateral vom äußeren Kniehöcker gelagert ist. In vollem Einverständnis mit *Probst*, welcher als erster den Gang der *Ganserschen Commissur* auf Osmiumpräparaten studierte, findet also *Lewandowsky*, daß die *Gansersche Commissur* (*Tractus decussationis Ganseri*) ein System zu sein scheint, welches den Tegmentum pontis mit dem dorsalen Abschnitt der Zona reticularis thalami verbindet. Im Gegensatz zu *Bechterew* meint *Lewandowsky*, daß diese Fasern auf keinen Fall die Fortsetzung der Fasern Lemnisci principalis bilden. Auf den Osmiumpräparaten konnte er die *Meynertsche Commissur* nur bis zum ventralen vom Hirnschenkel gelegenen Gebiet, dem sich hier befindenden *Stratum supraopticum* von *C.* und *O. Vogt*, verfolgen. Ungeachtet der Behauptungen anderer Autoren, konnte er keine Verbindung der Fasern dieser Commissur mit dem *Corpus Luysi* oder dem *Nucleus lentiformis* feststellen.

Besondere Bedenken rufen in mir die Bezeichnungen einiger Abbildungen im *Marburgschen* * Atlas, die sich auf die Commissuren des Bodens des 3. Ventrikels beziehen, hervor. So besagt die Erklärung zur Abb. 62, welche einen sagittalen Durchschnitt in der Chiasmagegend zeigt, daß die *Commissura hypothalamica anterior* (seu *Ganseri*) sich in der *Lamina terminalis* (!) lagert. Auf der Abb. 42 — ein Frontalschnitt durch die *Lamina terminalis*, oral vom Chiasma gelegen, — ist wiederum, in der ersten eingelagert, eine längs derselben sich hinziehende *Gansersche Commissur* abgebildet. Solch eine Auffassung der Dinge steht in schroffem Widerspruch zu den Ergebnissen aller anderen Forscher.

Ohne jeden Grund betrachtet *Marburg* die *Meynertsche Commissur* als ein gekreuztes pallido-subthalamisches System, wobei er den *Nucleus commissurae Meynerti* als ihre Anfangsstätte ansieht und infolgedessen die Zellen des *Nucleus commissurae Meynerti* mit den Zellen des *Globi pallidi* identifiziert. Diese Meinung widerspricht den Ansichten anderer Autoren, nach denen die *Meynertsche Commissur* im *Nucleus commissurae Meynerti* nicht anfängt, sondern endigt.

Ebenso schwer verständlich ist, warum *Greving*, der selbst in bezug auf die Commissuren des Bodens des 3. Ventrikels schreibt, daß er sich der Terminologie *Edingers* (d. h. daß die *Gansersche Commissur* seu *decussatio supraoptica dorsalis* dorsaler der *Meynertschen Commissur* liegt) bedient, dessen ungeachtet auf der Abb. 62—63 von den sagittalen

* *Marburg*: I. c.

Chiasmaschnitten ein dorsal gelegenes Fasernbündel als *Meynertsche Commissur* bezeichnet, anstatt eines anderen, ventraler gelegenen, welches er *Decussatio supraoptica dorsalis* nennt.

Material und Methodik.

Wie aus der angeführten Literatur ersichtlich, haben sich die Ansichten der Autoren über den Leitungsbahnengehalt der Sehnerven, der Trakti und der Commissuren des Bodens des 3. Ventrikels, teils auf Grund einzelner, mit der *Weigertschen* Methode untersuchter pathologischer Fälle aufgebaut, teils auf Grund von Experimenten, die obzwar mit der *Marchimethode* geprüft, doch zu anderen Zwecken ausgeführt worden waren und bei denen die Zerstörung der Sehtrakte eine rein zufällige und unvollständige war. Die *Gudden'sche Commissur* wurde dank der *Atrophiemethode* entdeckt (Enucleation des Auges).

Es hat noch niemand einen Vergleich aufgestellt zwischen den abgerissenen Ergebnissen, die hinsichtlich der Existenz von commissuralen Fasern im Chiasma und den Sehtrakten, bei Anwendung verschiedener histologischer Untersuchungsmethoden, in einem Fall zu positiven, im anderen zu negativen Behauptungen führten. Betreffs der Commissur des Bodens des 3. Ventrikels ist ebenfalls bei heute keine Zusammenstellung der existierenden widersprechenden Resultate erzielt worden. Die erwähnten Verhältnisse, welche die schwachen Punkte der Untersuchung dieser Objekte darstellen, bewogen uns einerseits die einschlägige Literatur genauer zu studieren und andererseits die möglichst größte Anzahl von Arbeitsverfahren bei unserer Untersuchung anzuwenden.

Wir bedienten uns der folgenden Methoden: Der *Atrophiemethode*, sodann der *myelogenetischen*, der Verbindung der beiden genannten Methoden, der Methode der sekundären Degeneration, mit nachfolgender Bearbeitung nach der *Marchimethode* und auch mit Färbung nach *Weigert-Kultschitzky*.

Vor allem stellten wir uns die Aufgabe, sowohl die Versuche von *Gudden* selbst, als auch die seiner Nachfolger, welche nach Entfernung der Augen bei neugeborenen Tieren, bei vollständiger Atrophie der Sehnerven, in den Sehtrakten und im Chiasma ein nicht degenerierendes Fasernbündel feststellten, zu wiederholen.

Zu diesem Zwecke entfernten wir die Augen bei jungen Hunden und Katzen am ersten Tage nach der Geburt *. Außerdem entfernten wir beide Augen bei zwei 3 Monate alten Kätzchen, von denen das eine im Alter von 11 Monaten, d. h. 7 Monate nach Enucleation der Augen, getötet wurde; das andere ebenfalls 11 Monate alte Kätzchen wurde zum zweiten Male operiert: wir durchschnitten auf der einen Seite das nicht degenerierende Fasernbündel der Sehtrakte und des Chiasma

* Bei einem der neugeborenen Hunden wurde nur ein Auge entfernt.

nebst den anderen anliegenden Commissuren des Bodens des 3. Ventrikels und bearbeiteten alles nach der Marchimethode. Desgleichen wurden auch bei einem 2 monatlichen Kaninchen und bei einer erwachsenen Ratte die Augen enucleiert.

Die Augäpfel wurden bei all diesen Tieren vollständig entfernt und dabei auch die Sehnerven durchschnitten. 3—4 Wochen nach der Operation wurden die auf diese Art enucleierten Tiere getötet.

Nach einer Fixierung in Formalin wurden die Gehirne dieser Tiere zuerst einem makroskopischen Vergleichsstudium mit normalen Gehirnen desselben Alters unterworfen, sodann aus ihnen ununterbrochene Serien angefertigt, welche nach *Weigert-Kultschitzky* gefärbt wurden. Es standen uns ebenfalls noch *Weigertsche* Kätzchenserien zur Verfügung, wo auch den Tieren bei der Geburt die Augen entfernt worden waren und die Kätzchen kurze Zeit nach der Operation getötet wurden.

Auch myelogenetische Katzenserien, die wir zusammen mit Dr. A. M. Lewikowa verfertigten, konnten wir für unsere Zwecke verwerten. Da wir jedoch über keine genügende Anzahl derselben verfügten, konnten wir keine ausgiebigen Beobachtungen über die Myelinisation in den Sehtraktien und im Chiasma anstellen.

Die wichtigsten Resultate erhielten wir aber beim Studium der Osmiumserien von Katzen und Hunden, indem wir in einer Reihe von Versuchen in der einen Hemisphäre den Sehtraktus und die Commissuren des Bodens des 3. Ventrikels zerstörten, in einer zweiten den äußeren Kniehöcker und in der dritten den Pes pedunculis in der Nähe der ventralen Oberfläche des inneren Kniehöckers lädierten.

Natürlich benutzten wir auch die gewöhnlichen Osmiumserien nach Enucleation des einen oder auch beider Augen bei erwachsenen Tieren.

Eigene Untersuchungen.

Wenn wir die ventrale Oberfläche der Gehirne von 3—4 Monate alten Katzen und Hunden, bei denen gleich nach der Geburt die Augen entfernt worden waren, makroskopisch betrachten und sie mit normalen Gehirnen desselben Alters vergleichen (Abb. 1 u. 2, sowie auch 4), so können wir einerseits ein plötzliches Abnehmen des Umfanges, Atrophie der Sehnerven und Grauwerden ihrer Substanz konstatieren. Ihre Dicke ist geringer als die Dicke der Wurzel des Nervus oculomotorius. In dem Territorium der atrophierten Sehtraktien und des Chiasma zieht sich ein Streifchen myelinisierter, nicht degenerierter Fasern hin, das an der Linea mediana schmal ist und in den seitlichen Gebieten immer breiter wird. Dieses, längs dem Gebiet der beiden Trakti und des Chiasma hindurchziehende Fasernstreifchen bildet ein Hufeisen, dessen Wölbung nach der oroorientalen Richtung gekehrt ist; die mittleren Abschnitte dieses Hufeisens sind teilweise in die graue Substanz Tuberis cinerei getaucht, während die Seiten der Oberfläche des Pes pedunculi ganz fest

anliegen, von wo aus die oberflächlicher gelegenen Fasern occipital bis zum äußeren Kniehöcker verfolgt werden können; die tiefer und mehr caudal gelegenen Fasern, welche sich bis zum ventralen Abschnitt des inneren Kniehöckers hinziehen, wenden sich scharf caudal unter seiner

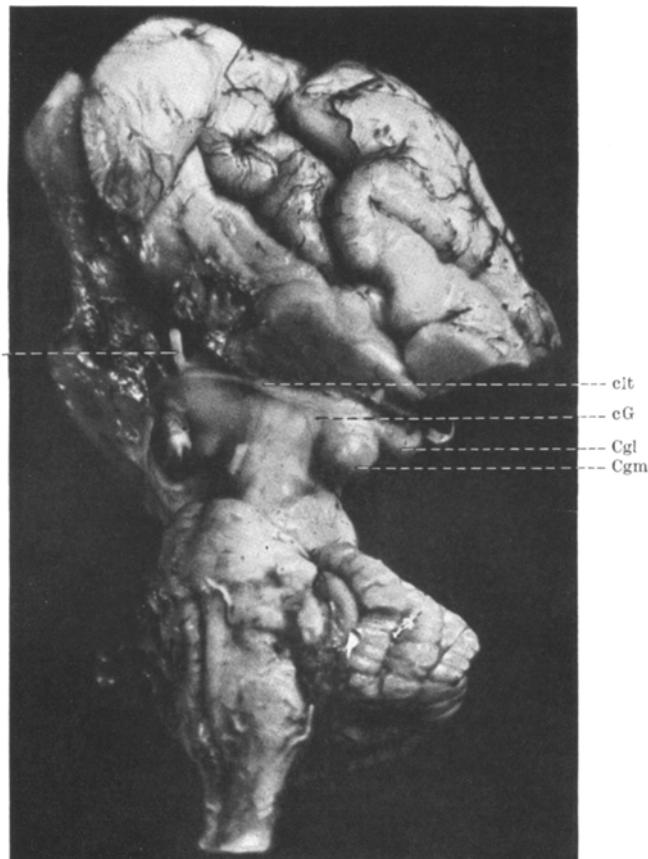


Abb. 1. Gehirn eines 4 Monate alten Hundes, dem bei der Geburt die Augen entfernt worden waren. an. atrophierter Nerv; clt Comm. intratralis; cG Guddensche Commissur; Cgl Corpus geniculatum lat.; Cgm Corpus geniculatum med.

ventralen Oberfläche und man kann, sogar mit unbewaffnetem Auge, verfolgen, wie sie allmählich dünner werdend, ins Innere desselben eindringen. Jedoch ein Teil der Fasern dieses letzten Bündels, das sich über den Pes pedunculi in transversaler Messung, ein wenig lateraler, als seine Mitte hinzieht, durchbohrt denselben und dringt in sein Inneres ein. Solcher Art gestattet schon die makroskopische Betrachtung der Gehirne von Hunden und Katzen, bei denen in den ersten Lebenstagen

die Augen entfernt worden waren, klar und deutlich 3 Fasernsysteme zu unterscheiden: 1. ein oberflächliches Bündel, welches an Stelle der atrophierten und unentwickelten Sehtrakte zurückbleibt, und das sich bis zum äußeren Kniehöcker verfolgen lässt; 2. ein tiefliegendes Fasernbündel, welches zum inneren Kniehöcker zieht und bei demselben an-

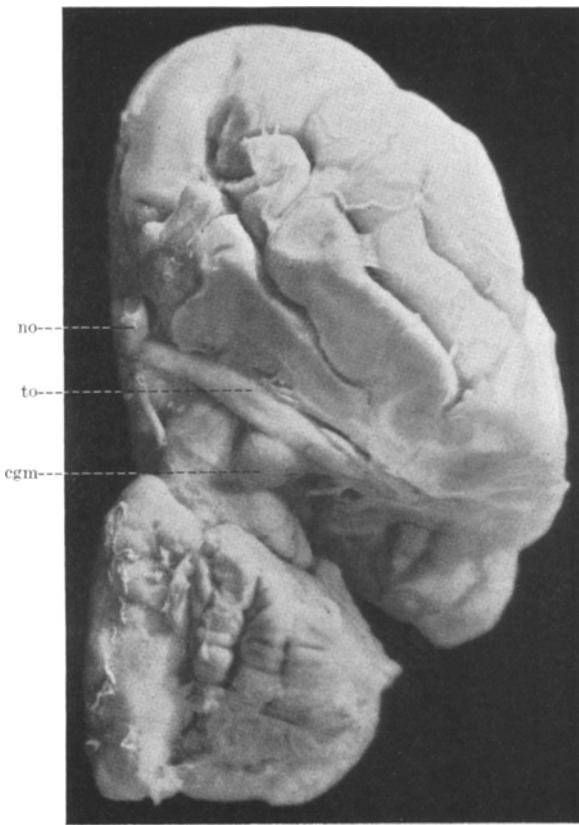


Abb. 2. Gehirn eines 4 Monate alten normalen Hundes. no Nervus opticus; to Tractus opticus; egm Corpus geniculatum med.

gelangt, unter seiner oroventralen Oberfläche verschwindet; und 3. ein Fasernbündel, welches mit dem obengenannten eng verwachsen ist, dasselbe jedoch auf der Mitte des Pes pedunculi verlässt, um in das Innere desselben einzudringen. Als nichtdegenerierende Fasern der Sehtrakte müssen eigentlich nur die oberflächlichen Fasern, welche in der Richtung zum äußeren Kniehöcker gehen, angesehen werden, während die tiefergelegenen Fasern, sowohl diejenigen, die den Pes pedunculi von der ventralen Oberfläche aus durchdringen, als auch diejenigen, welche,

im normalen Tiergehirn, besonders von Katzen und Hunden, unter die oroventrale Oberfläche des inneren Kniehöckers abbiegen, nur lose mit dem Sehtrakte verbunden sind und leicht genug von demselben abgetrennt werden können, indem man ihn etwas emporhebt und mit einer Pinzette zur Seite schiebt *. Es ist uns nicht gelungen im Gehirn normaler Tiere das Vorhandensein irgendeines Bündels, welches dem oberflächlichen Bündel, das bei enucleierten Hunden und Katzen zum äußeren Kniehöcker zieht, festzustellen, aus welchem Grunde man annehmen kann, daß es sich im Innern des Traktus befindet. Jetzt wollen wir uns *Gudden* zuwenden. Auf *Guddens* klassischer Zeichnung, die in Abb. 243 der *Bechterew'schen „Leitungsbahnen“* wiedergegeben ist (siehe unsere Abb. 3) und die ventrale Oberfläche eines Kaninchenhirns mit einem entfernten Auge darstellt, sind die *Gudden'sche* und die *Meynertsche* Commissuren abgebildet; die *Meynertsche* Commissur wird dargestellt durch ein Fasernbündel, welches unter dem Sehtraktus liegt und in einem Gebiet des Pes pedunculi, das in einer bedeutenden Entfernung vom inneren Kniehöcker liegt, verschwindet, während das andere, mit den Überresten der Sehfasern eng verwachsene Bündel, das bis zum inneren Kniehöcker sich hinziehend, in der Nähe desselben verschwindet als *Gudden'sche* Commissur bezeichnet ist. Wenn wir diese Zeichnung mit der unsrigen vergleichen und die von *Gudden* den Fasern gegebenen Benennungen auf unsere Abb. 4, die ein Detail der Abb. 1 wiedergibt, übertragen, so gelangen wir hinsichtlich der Signifikation der von uns ausgeschiedenen Fasern, zum folgenden Schluß: das tiefgelegene, zum inneren Kniehöcker ziehende Fasernbündel stellt die *Gudden'sche* Commissur dar, das unter demselben gelegen, welches den Pes pedunculi in der Mitte durchbohrt und in ihn hineindringt, — die *Meynertsche*, während das an der Oberfläche gelegene Bündel, welches auf der Stelle der Sehtrakte liegt und zum äußeren Kniehöcker geht, ein besonderes System vorstellt, für welches wir die Bezeichnung Commissurae intratralis in Vorschlag bringen. Die letzte, von mir ausgeschiedene Commissur hat nichts mit der *Gudden'schen* gemein, was nicht nur aus den Vergleichsresultaten hervorgeht, sondern auch daraus, daß das oberflächlich gelegene Bündel Commissurae intratralis auch makroskopisch nur nach Entfernung beider Augen bei neugeborenen Tieren unterschieden werden kann, und zwar in einer Periode, wenn die Sehnerven und Trakten ganz amyelinisiert sind, oder auf den Anfangsetappen der Myelinisation sich befinden (monileformes Stadium). Das Entfernen der nichtmyelinisierten oder der kaum myelinisierten Sehfasern, welche durch die Operation von den Zellen der Netzhaut getrennt worden waren,

* Beim Kaninchen erhält man in dieser Hinsicht ein anderes Bild: das tiefgelegene Bündel, welches zum inneren Kniehöcker zieht, ist mit der caudalen Oberfläche des Sehtraktes eng verbunden. Bei diesen Tieren kann man das tiefgelegene Bündel schon nach Enucleation des einen Auges beobachten.

geschieht restlos und wird auch von keiner Wucherung der Glia begleitet, wodurch die Möglichkeit geschaffen wird die intratraktale Commissur

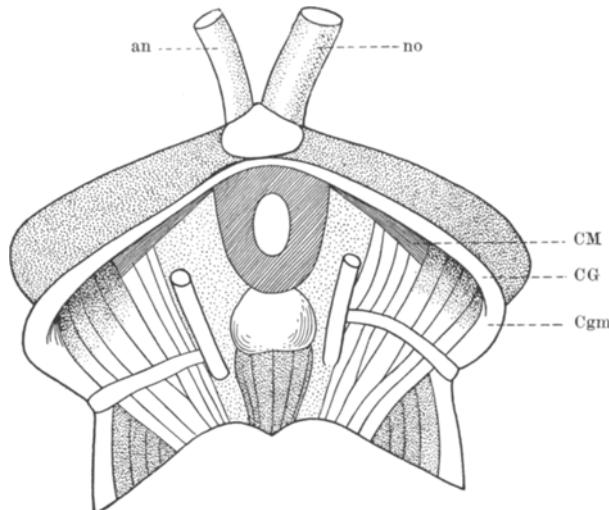


Abb. 3. Gehirn eines Kaninchens, dem das linke Auge bald nach der Geburt entfernt wurde. an atrophierter Nerv; no normaler Nerv; CM Meynertsche Commissur; CG Guddensche Commissur; Cgm Corpus geniculatum med. (Nach Gudden.)

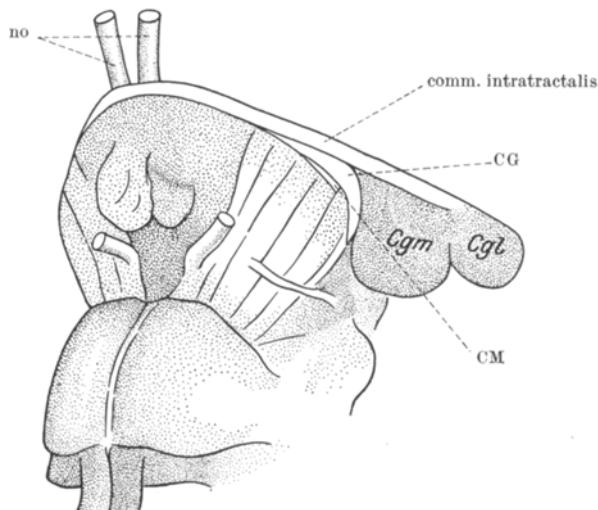


Abb. 4. Detaillierte Kopie abgezeichnet von der Abb. 1, zum Vergleich mit der Abb. 3.

zu sehen. Wie wir es in 2 von unseren Fällen beobachten konnten, wo die Augen bei 3 Monate alten Kätzchen entfernt worden waren, führte die Entfernung der Augen nach vollständig eingetretener Myelinisation,

auf der Stelle des Verfalls der Sehfasern, zu solch einer reaktiven Wucherung der Glia und der Gefäße, daß das äußere Aussehen der Sehtrakte und des Chiasma sogar nach Verlauf von 7 Monaten fast unverändert blieb. Auch die Sehnerven blieben in der Nähe des Chiasma bei makroskopischer Betrachtung gleich unverändert, nur ihre dem Chiasma anliegenden Abschnitte waren reduziert worden. Natürlich war es unmöglich auf solchen Gehirnen die intratraktale Commissur abzusondern.

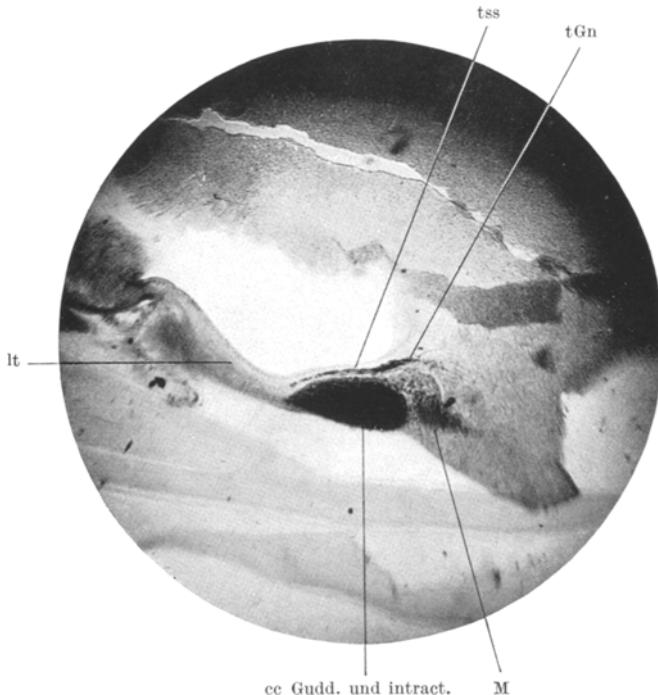


Abb. 5. Ein sagittaler Schnitt, geführt längs der Medianlinie durch das Chiasma eines jungen Hundes, dem bei der Geburt beide Augen entfernt worden waren. Färbung nach *Weigert-Kultschitzky*. Vergr. Obj. 1 Leitz. lt Lamina terminalis; cc Gudd. und intract. *Guddensche Commissur* und *Comm. intratractalis*; M *Meynertsche Commissur*; tGn *Tractus decessus Ganseri*; tss *Tractus suprachiasmaticus sagittalis*.

Gudden entdeckte die von ihm beschriebene Commissur nachdem er *ein* Auge entfernt hatte. Es ist ein Ding der Unmöglichkeit bei einem solchen Experiment die intratraktale Commissur festzustellen, weil in dem einen Trakte gekreuzte, im anderen ungekreuzte, zentripetale, vom unverletzten Auge kommende Fasern vorhanden sind. Das Entfernen des einen Auges zieht das Ausscheiden eines tiefen Fasernbündels, welches zum inneren Kniehöcker geht, nach sich; diesem Bündel gab *Gudden* die Benennung „meine Commissur“, wobei er es versehentlich in den Traktus selbst einfügte.

Dieses sind die Ergebnisse unserer makroskopischen Untersuchungen, und jetzt wollen wir uns auf der Erörterung der Resultate, die wir beim Studium von nach *Weigert-Kultschitzki* gefärbten Serien erhielten, konzentrieren. Wir benutzten horizontale, frontale und sagittale Serien. Die wichtigste Aufgabe dieses Studiums war für uns die Lösung folgender Fragen: Was stellt bei mikroskopischer Untersuchung dieses oberflächliche, nichtdegenerierende Bündel der Sehtrakte und des Chiasma, vor;

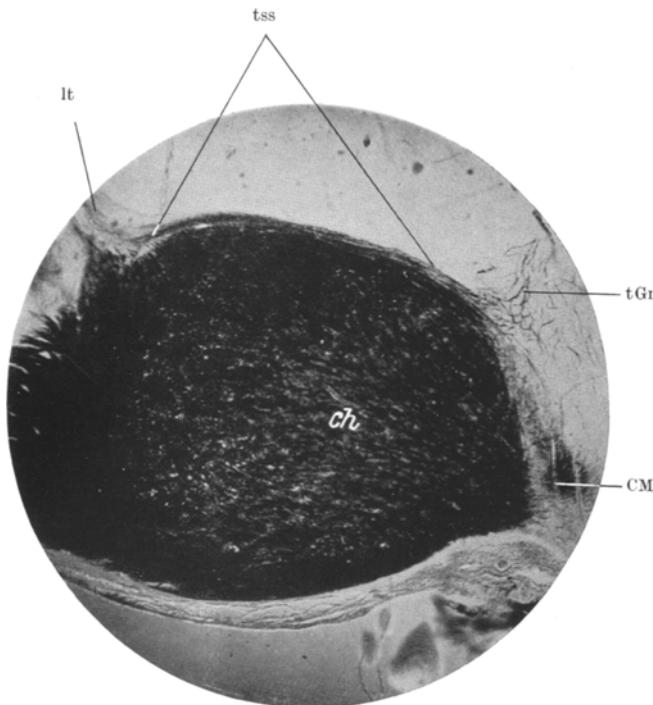


Abb. 6. Ein sagittaler Schnitt, geführt längs der Medianlinie durch das Chiasma eines 4 Monate alten normalen Hundes. Vergr. Obj. 1 Leitz. ch Chiasma; lt Lamina terminalis; tss Tractus suprachiasmaticus sagittalis; CM Meynertsche Commissur; tGn Tractus decussationis Ganseri.

welcher Teil des ganzen Traktes und des Chiasma ist es in quantitativer Hinsicht; in welcher Beziehung steht es zur *Guddenschen* und zu den anderen Commissuren des Bodens des 3. Ventrikels.

Wir sehen beim Vergleich des durch das Chiasmagebiet eines Gehirns mit enucleierten Augen durchgeführten Sagittalschnittes mit einem anderen, durch ein normales Gehirn gelegten, ebenfalls sagittalen Schnitt (Abb. 5 u. 6), daß auf der Abb. 5 die Konfiguration der *Meynertschen* Commissur sich ein wenig verändert hat, sie ist — kompakter geworden — und auch, daß die nicht degenerierenden Fasern des Chiasmas, die das

Aussehen eines länglichen Ovals angenommen haben, in quantitativer Hinsicht ungefähr den $1/25$ Teil eines normalen Chiasma ausmachen. Es ist zweifellos, daß hier die Fasern der Commissurae intratrkatalis hindurchziehen. Was die Guddensche Commissur anbetrifft, so ist es sehr schwierig auf den sagittalen Weigertschen Präparaten die Lage ihrer Fasern festzustellen, aller Wahrscheinlichkeit nach sind sie mit den Fasern der Commissurae intratrkatalis vermischt. Ferner lenkt auf den normalen Gehirnpräparaten die Aufmerksamkeit auf sich ein longitudinal, dorsaler als das Chiasma sich hinstreckendes Bündel myelinisierter Fasern. Auf etwas mehr lateral von der Linea mediana entfernten Schnitten scheint sich ein Teil der Fasern dieses Bündels mit den Fasern des Chiasmas zu vermischen. Man kann bei starker Vergrößerung sehen, daß dieses Bündel nicht nur aus Fasern von grobem Kaliber besteht, die, von der Ganserschen Commissur kommend, nicht weiter als bis zum Anfang der Lamina terminalis gehen, sondern auch aus Fasern von äußerst feinem Kaliber, welche zur Lamina terminalis hinziehend in dieselbe übergehen. Einerseits muß man dieses Bündel, welches sich über dem Chiasma lagert, mit dem Greving'schen Bündel — seinem Tractus supraopticothalamicus, — identifizieren, welches, nach Greving, aus dem dorsalen Teil des Chiasma herauskommt, weiterhin den Nucleus supraopticus durchbohrt und dann in den vorderen Thalamusstiel sich ergießt um in den Thalamikernen zu enden; andererseits ist dieses Bündel mit dem durch Staderini * auf Weigertschen Präparaten beschriebenen Fasernbündel identisch. Laut dem letzteren sieht man bei Betrachtung sagittaler Schnitte, welche in der Nähe der Linea mediana gelegen sind, ein Fasernbündel, das aus der hypothalamischen Commissur (seu Commissur Ganseri) kommt und sich auf dem vorderen, oberen Teil des Chiasma lagert. Dieses Bündel biegt im oralen Teil des Chiasma in die Lamina terminalis ein und steigt bis zu ihrem höchsten Punkt.

Jedoch überzeugt uns die Betrachtung sagittaler Schnitte von enucleierten Tieren (Abb. 5 u. 7) davon, daß sowohl die dicken, als auch die feinen Fasern des longitudinalen Bündels, das sich dorsaler als das Chiasma lagert, nach Entfernen der Augen und völliger Atrophie der Sehnerven, nicht degenerieren. Natürlich widerlegt diese Tatsache kategorisch die Voraussetzung Greving's, welcher die Leitungsanatomie auf einer so unvollkommenen Methode, wie die ausschließliche Betrachtung von nach Schultze mit Silber bearbeiteten Präparaten aufzubauen versucht, und der diesem Bündel ohne jeglichen Grund Sehfunktionen zuschreibt. Greving versucht diese seine Ansicht durch einen Hinweis auf Edingers experimentelle Ergebnisse zu bekräftigen, welch letzterer, indem er bei einem Eichhörnchen oder Igel ein Auge entfernte, eine Degeneration sah, die durch Osmium im Tuber cinereum verfolgt wurde. Bei Edinger gibt es jedoch keine Hinweise auf irgendeine, auf dem

* Staderini, R.: Bull. Soc. ital. biol. sper. 3 (1928).

von *Greving* gebahnten Wege in den Thalamus nach Enucleation gehende Degeneration, und ist es deshalb vollkommen unverständlich, warum *Greving* bei *Edinger* Stützpunkte für seine fälschlichen Behauptungen sucht. Die Betrachtung entsprechender *Weigertscher* Gehirnpräparate der Nager, z. B. der Ratte, überzeugte uns auch wirklich von der Existenz besonderer, aus dem Tuber cinereum kommender Fasern, die

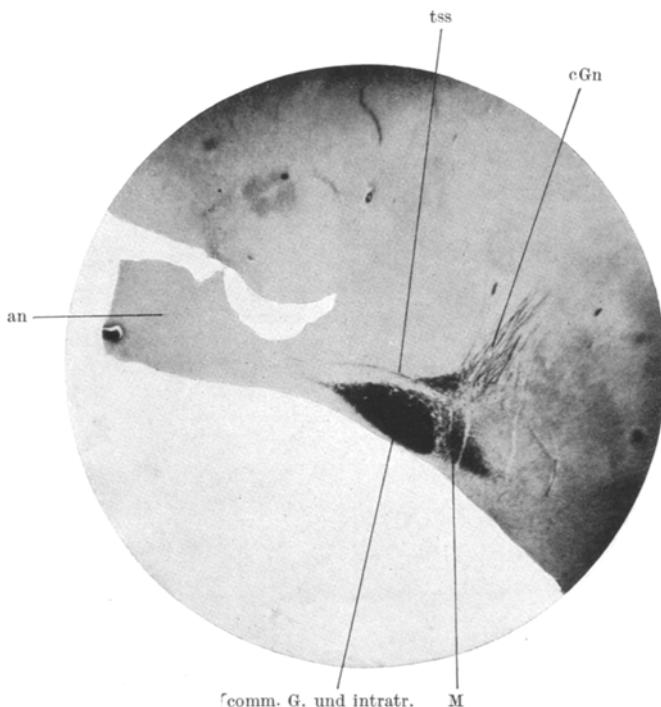


Abb. 7. Ein sagittaler Schnitt, geführt etwas lateral von der Medianfläche, durch das Chiasma eines 4 Monate alten Hundes, dem bei der Geburt beide Augen entfernt worden waren. Vergr. Obj. 1 Leitz. tss Tractus suprachiasmaticus sagittalis; cGn Tractus decussationis Ganseri; an atrophierter Nerv; M Meynert'sche Commissur comm.; G. und intratr. Guddeusche Commissur und Comm. intratracutalis.

jedoch nicht vom dorsalen Teil des Chiasma, sondern vom ventralen Rande desselben herauskommen.

Es gelang uns jedoch nicht, auf *Weigertschen* Präparaten von Tieren anderer Klassen, das Abgehen irgendwelcher Fasern aus dem Chiasma ins Tuber cinereum festzustellen, so daß, augenscheinlich die Existenz derselben eine Besonderheit der Nager vorstellt.

Was die Ansicht *Staderinis* über den Verlauf und die Funktionen dieses Bündels anbetrifft, so hat er sie auf Grund einer Durchsicht nur einzig *Weigertscher* normaler Gehirnpräparate gebildet; ähnlich wie *Greving* begibt er dieses longitudinale Bündel mit Sehfunktionen, nur

mit dem Unterschiede, daß es nach *Greving* optische Impulse aus dem Chiasma in die Thalamikerne hindurchführt, und nach *Staderini* daselbe, gleich der zentralen optischen Bahn, die von äußeren Kniehöcker zur Area striata zieht, die Sehimpulse aus dem diencephalen zu den vorderen Abteilungen der Rinde der großen Hemisphären leitet. Ohne diese phantastische und unbegründete Voraussetzung einer genauen Kritik zu unterwerfen, könnte man jedoch *Staderini* fragen, aus welchem Grunde er aus den *Weigertschen* Präparaten den Schluß gezogen hat,



Abb. 8. Frontaler Schnitt durch das Chiasma eines 4 Monate alten normalen Hundes.
Vergr. Obj. 1 Leitz.

daß das von ihm ausgeschiedene Bündel ein aus dem Thalamus herauskommendes System und nicht, wie *Greving* behauptet, ein in denselben hineinziehendes ist.

Auf der Abb. 8 haben wir einen frontalen Schnitt durch das Chiasma, auf der Abb. 9 — einen gleichen nach Entfernen der Augäpfel. Wenn wir beide Zeichnungen miteinander vergleichen, so können wir eine ungefähre Vorstellung davon erhalten, welcher Teil eines normalen Chiasma auf den frontalen Schnitten von nach der Enucleation nicht degenerierenden Fasern gebildet wird. Unter anderem, kann man auf der Abb. 9 mit großer Deutlichkeit die commissuralen Systeme des Bodens des 3. Ventrikels sehen: Teile der *Meynertschen* und der *Ganserschen* Commissuren, die in den Schnitt hineingekommen waren. Die *Meynertsche Commissur* besteht vorzugsweise aus dünnen Fasern, doch

finden sich in ihrem Gehalt Fasern von größerem Kaliber. Diese Commissur lagert sich unmittelbar dorsaler, als die bei Enucleation nicht-degenerierenden Fasern des Chiasma. Die *Gansersche Commissur*, welche nur aus Fasern von grobem Kaliber besteht, lagert sich dorsaler der *Meynertschen Commissur* unmittelbar am Boden und den Wänden des 3. Ventrikels. Der große Zwischenraum zwischen der *Meynertschen* und der *Ganserschen Commissur* wird mit dicken, von der Decussation

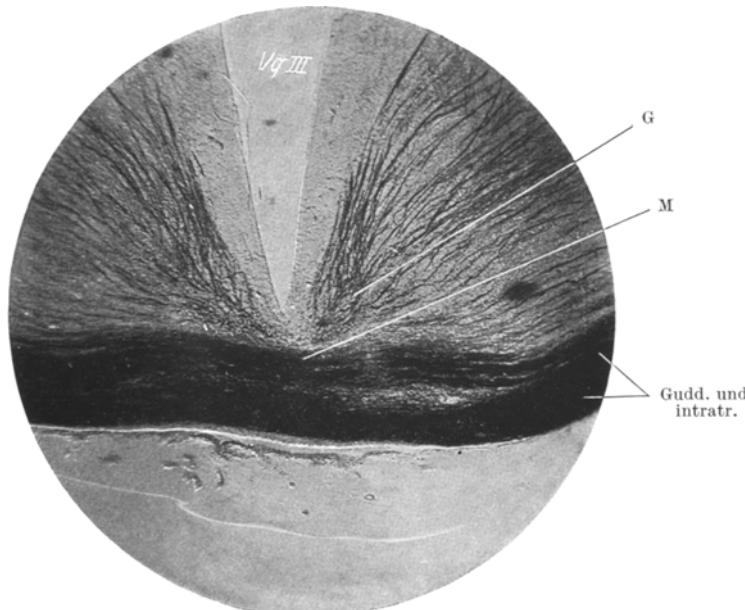


Abb. 9. Frontaler Schnitt durch das Chiasma eines 4 Monate alten Hundes, dem bei der Geburt beide Augen entfernt worden waren. Vergr. Obj. 1 Leitz. G Tractus decussationis Ganseri; M Meynertsche Commissur; Gudd und intratr. Guddensche Commissur und Comm. intratralis.

der letzteren in dorsallateraler Richtung fächerförmig sich ausbreitenden Fasern ausgefüllt, welche jedenfalls ein besonderes System bilden, ob jedoch ein commissurales, das können wir nicht behaupten, unbedingt aber ein solches, welches aus dem Bestand sowohl der einen, als auch der anderen Commissur ausgeschlossen bleiben muß.

Auf der Abb. 9 ist der absteigende Teil der *Ganserschen Commissur* und die Stelle ihres Eintrittes in die Kreuzungsstelle abgebildet; ihr aufsteigender Teil und das Kreuzungsareal selbst sind nicht auf ihr zu sehen, da sie oraler gelegen sind.

Die von uns in der Literaturübersicht angeführten zwischen den verschiedenen Autoren herrschenden, das Kaliber der Fasern der *Meynertschen* und der *Ganserschen Commissur* betreffenden Widersprüche,

welche sich darin äußern, daß nach den einen die *Meynertsche Commissur* nur Fasern von dickem, die *Gansersche* nur — von dünnem Kaliber hat, nach anderen — gerade umgekehrt, — kann ich mir dadurch erklären, daß die verschiedenen Autoren verschiedenes Material benutzt haben. Der größte Teil der Autoren, die mit Tieren gearbeitet haben, hält an der Meinung fest, daß die *Meynertsche Commissur* aus dünnen, die *Gansersche* aus dicken Fasern besteht; die Verfasser jedoch, welche die

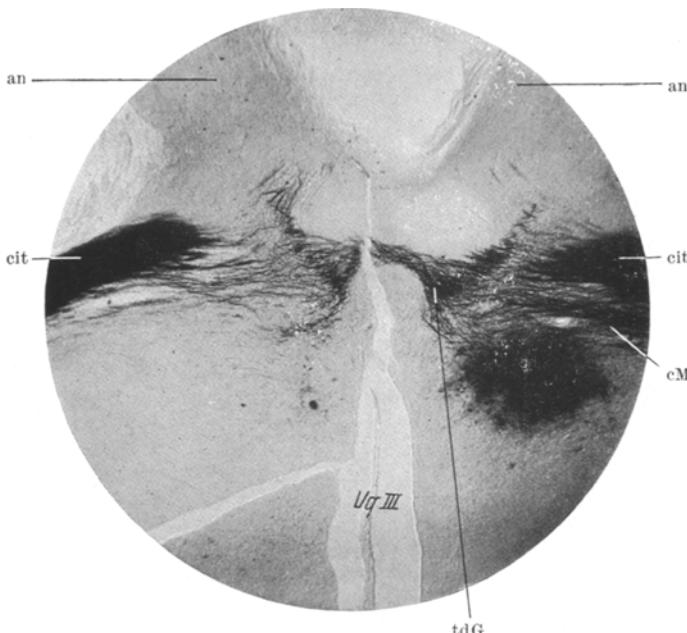


Abb. 10. Horizontaler Schnitt durch das Chiasma eines 4 Monate alten Hundes, dem bei der Geburt beide Augen entfernt worden waren (näheres im Text). Vergr. 1 Obj. Leitz. an atrophierter Nerv; cit Comm. intratracitalis; cM Meynertsche Commissur; tdG Tractus decussationis Ganseri.

Histologie dieser Gebilde auf menschlichen Embryonen studiert haben, behaupten, daß die Fasern der *Ganserschen Commissur* dünner sind, als die der *Meynertschen*. Meiner Ansicht nach, läßt sich dieser Meinungsunterschied dadurch erklären, daß die Fasern der *Meynertschen Commissur* in einem gewissen Stadium der embryonalen Entwicklung dicker, als die der *Ganserschen* erscheinen können, was durch den Umstand, daß die Fasern der ersteren früher als die der letzteren myelinisiert werden, bedingt werden kann, wodurch die Illusion eines Prävalierens des Kalibers der Fasern der *Meynertschen Commissur* über dasjenige der Fasern der *Ganserschen* hervorgerufen wird, um so mehr, als in den Bestand der *Meynertschen*, wie schon erwähnt, eine, wenn auch geringe, Anzahl Fasern von dickem Kaliber eingeht.

Die Abb. 10 u. 11 weisen horizontale Schnitte durch das Gehirn eines Welpen auf, dem auch bei der Geburt die Augen enucleiert worden waren. Abb. 10 zeigt atrophierte, marklose Fasern der Sehnerven, lateralwärts von denen nach beiden Seiten nichtdegenerierte Fasern der Sehtrakte auseinandergehen; caudalwärts von diesen Bündeln zieht sich die *Meynertsche Commissur* hin, deren einer Teil, augenscheinlich, im anliegenden Tuber cinereum endigt.

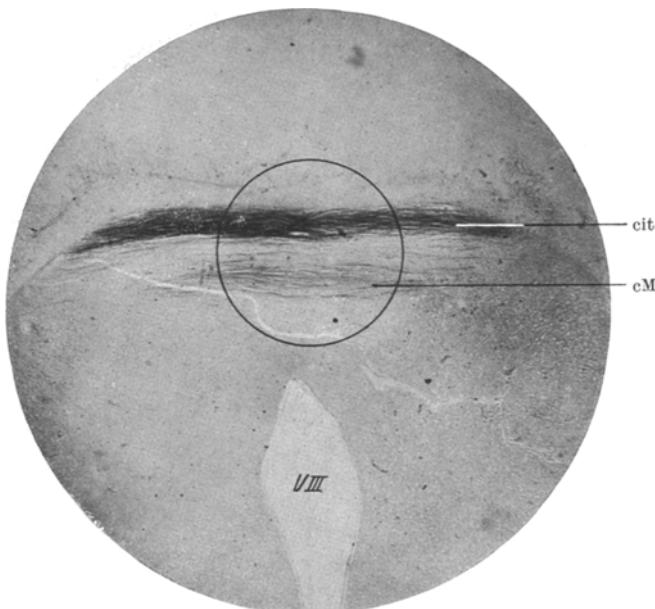


Abb. 11. Horizontaler Schnitt, geführt durch den ventralen Abteil der Chiasmagegend. Schnitt aus demselben Gehirn wie auf der Abb. 10. Vergr. Obj. 1 Leitz. cM *Meynertsche Commissur*; cit *Comm. intratractalis*.

Diese Endigung kann man auf der Photographie auf der rechten Seite des Tuberis cinerei sehen. Weiter zur Mitte hin ist die Decussation der *Ganserschen Commissur*, die aus Fasern von dickem Kaliber besteht, dargestellt.

Auf der Abb. 11 ist ein mehr ventral gelegener Schnitt, als der eben beschriebene, abgebildet, auf dem bei der Enucleation nichtdegenerierte Fasern und die *Meynertsche Commissur* dargestellt sind.

Die Abb. 12, welche eine Vergrößerung des mittleren Teiles der vorhergehenden Abbildung wiedergibt, zeigt, daß während bei der *Meynertschen Commissur* die Fasern, ohne eine Decussation zu bilden, aus einer Hemisphäre in die andere übergehen, die meisten Fasern des bei der Enucleation nichtdegenerierten Bündels längs der Linea mediana eine Kreuzung bildet und nur im caudalen Teil desselben sich ungekreuzte

Fasern finden. Wir sehen, mithin, daß im Fasernbestand des nicht-degenerierenden Bündels nicht nur commissurale, sondern auch eine Decussation bildende Fasern vertreten sind (es ist möglich, daß es projektionelle zentrifugale Fasern sind, die zum Auge hinziehen).

Wenn wir auf den Weigertschen Schnitten (frontalen, sagittalen und horizontalen) den weiteren Verlauf bei der Enucleation nichtdegenerierter Fasern verfolgen, so können wir konstatieren, daß auf einer

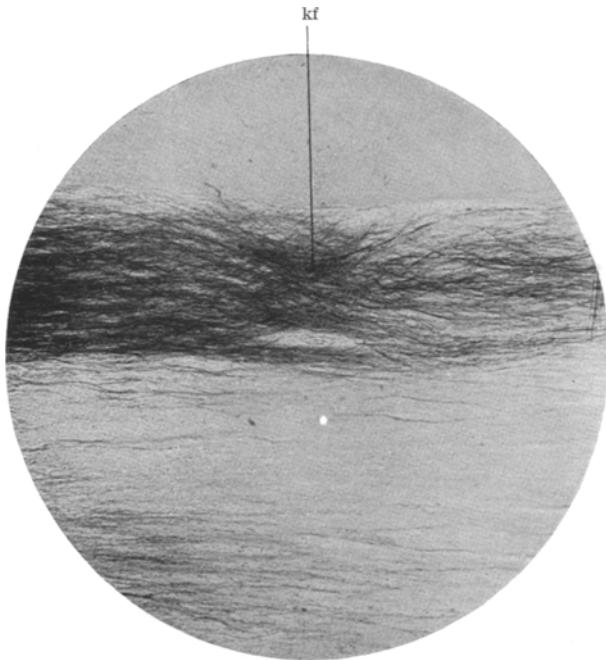


Abb. 12. Vergrößerung des durch einen Kreis auf der vorhergehenden Abb. 11 begrenzten Teiles. Vergr. Obj. 4 Leitz. kf sich kreuzende Fasern in der Comm. intratralis.

gewissen nicht großen Entfernung vom Chiasma, unter der ventralen Oberfläche des Pes pedunculi diese Fasern mit den Fasern der Meynertschen Commissur zusammenfließen, so daß es zweifellos ist, daß an dieser Stelle alle 3 Commissuren — die Commissura intratralis, Commissura Guddeni und Commissura Meynerti aufs engste einander anliegen. Aber schon etwas weiter hinauf, als die Mitte des Pes pedunculi, kann man auf den frontalen Schnitten sehen, daß ein Teil der Fasern die Substanz desselben in ventrodorsaler Richtung durchbohrt, augenscheinlich zum Corpus Luysi gehend (die Meynertsche Commissur). Der größte Teil der Fasern fährt jedoch fort, sich weiter längs dem Pes pedunculi hinzuziehen, an dessen lateralem Rande unter dem inneren Kniehöcker einbiegend (die Guddensche Commissur) und nur ein kleiner, in der eigentlichen

Substanz des Sehtraktes gelegener Teil der Fasern, von recht dickem Kaliber, kann bis zum äußeren Kniehöcker, in welchen diese Fasern mit dem Ramus *medialis* des Sehtraktes hineingehen, verfolgt werden.

Solch eine Einteilung in 3 Commissuren (die *Meynertsche*, die *Gudden-sche* und die *Commissur intratractalis*) wird auch durch die myelogenetische Methode bestätigt. Bei einem neugeborenen Kätzchen ist die *Meynertsche Commissur* mehr oder weniger myelinisiert. Man sieht auch, daß vereinzelte Faserschen der *Meynertchen Commissur* im vollständig marklosen *Pes pedunculi* vorhanden sind, die durch seinen mittleren Teil in ventrodorsaler Richtung sich hindurcharbeitend beim *Corpus Luysi* verschwinden. Bei neugeborenen Kätzchen ist die *Gudden-sche Commissur* noch nicht mit Mark umgeben, wie man aus der Abwesenheit myelinisierter, zur ventralen Oberfläche des inneren Kniehöckers gehender Fasern schließen kann. Der Sehtraktus selbst weist amyelinisierte Gebiete auf; der Ramus *medialis* des Sehtraktes entbehrt, besonders in seinem oralen Teil, vollständig der markhaltigen Fasern, welche vorzugsweise längs dem Ramus *lateralis* ziehen. Man muß annehmen, daß diese amyelinisierten Gebiete des Sehtraktes späterhin durch Fasern der *Commissura intratractalis* ausgefüllt werden.

Wir bedienten uns auch noch *Weigertscher Serien* aus unseren anderen Arbeiten, außer diesen *Weigertschen Grundserien* von Hunden und Katzen, denen nach der Geburt (während der ersten 24 Stunden) die Augen enucleiert worden waren und die darauf im Alter von 3 bis 4 Monaten getötet wurden. So sahen wir auch Katzenserien mit Enucleation durch, wo die Tiere in einer bedeutend kürzeren Frist nach der Operation am 6., 10., 20., 25. Tage getötet wurden.

Wir überzeugten uns, bei der Ansicht der Gehirne dieser Kategorie, von der außerordentlichen Schnelligkeit des Myelinzerfalls und einer ebensolchen Schnelligkeit seiner Resorption, ohne daß dabei eine bedeutende reaktive Wucherung der *Glia* stattfand. Bei der Durchsicht von Gehirnserien von Kätzchen, getötet am 6. und 10. Tage nach der Geburt und der Operation, bemerkten wir an Stelle der Trakte eine Menge kleiner Klümpchen von zerfallenem Myelin. Diese Klümpchen sind dicker, als das Kaliber der gewöhnlichen Sehfasern in diesem Alter, sind kurz und haben unregelmäßige, gleichsam zerrissene Ränder; sie lassen sich nach *Weigert-Kultschitzki* intensivschwarz färben und unterscheiden sich, schon bei einer geringen Vergrößerung, nur ihrer Färbung nach, stark von den benachbarten Fasern der *Commissura intratractalis*, deren Myelinisierung eben beginnt. 20 Tage darauf bleibt von den zentripetalen Sehfasern keine Spur mehr übrig. Bei einem 20 Tage alten Kätzchen lagert sich an Stelle des *Chiasma* und der Sehtrakte ein während dieser Zeit schon beträchtlich myelinisiertes, bei der Enucleation nicht degeneriertes Bündel. Es gelingt nicht, wenigstens nicht mit der *Weigertschen Methode*, bei einem solchen Kätzchen ein, an

Stelle der vernichteten Sehfasern zurückgebliebenes, isoliertes materielles Substrat zu entdecken.

Ganz anders verhält sich die Sache, wenn die Augen in einer späteren Periode, bei vollständiger Vollendung der Myelinisation der Sehtrakte, entfernt werden. Zu unserer Verfügung standen zwei 11 Monate alte Kätzchen, denen im Alter von 3 Monaten die Augen entfernt worden waren. Makroskopisch betrachtet, wurde auf diesen Gehirnen der Umfang des Chiasma und der Sehtrakte wenig verändert gefunden, eine bemerkbare Reduktion ließ sich an den Sehnerven feststellen, und auch

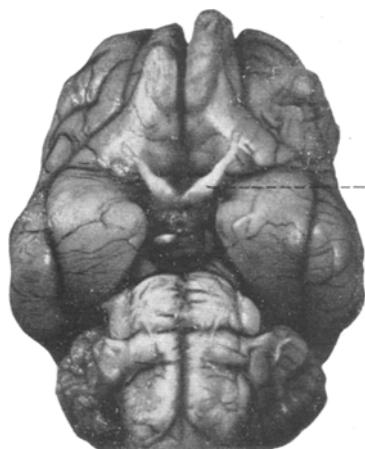


Abb. 13. Gehirn einer 11 Monate alten Katze, bei welcher im Alter von 3 Monaten beide Augen entfernt worden waren. an Nur in den vorderen Abschnitten atrophierte Sehnerven.

hier nur auf einer gewissen Entfernung (3—4 mm), vom Chiasma. (Dieser Unterschied ist besonders deutlich sichtbar beim Vergleich der Abb. 13 u. 14, welche die ventrale Oberfläche des Gehirns eines Kätzchens aufweisen, dem bei der Geburt die Augen entfernt worden sind). Wahr ists, auf den Gehirnen mit späterer Enucleation tritt das Fasernbündel, welches unter den Sehtrakten liegt und unter die ventrale Oberfläche des inneren Kniehöckers abbiegt, ergo — die *Guddensche Commissur*, deutlicher hervor. Mikroskopisch betrachtet, entbehren die Sehnerven dieser Gehirne gleichfalls der myelinisierten Fasern, wenn man nicht einige dünne Fäserchen mitzählt, die sich nach *Weigert-Kultschitzki*

färben lassen und in die Sehnerven aus den sie umgebenden Hüllen treten. An der Stelle der zerfallenen zentripetalen, von der Netzhaut durch die Enucleation getrennten, Sehfasern, zieht sich ein besonderes Gebilde, welches nach *Weigert-Kultschitzki* gelb gefärbt, ein kompaktes Bündel myelinisierter Fasern (nichtdegenerierte Fasern des Chiasma und der Trakte), sowie auch einzelne diffus zerstreute myelinisierte Fasern sehen lässt. Wenn man bei neugeborenen Tieren die Augen entfernt, so sind die letzteren natürlich nicht zu sehen, da sie während der Wachstumsperiode des zentralen Nervensystems mit dem kompakten Bündel verschmolzen sind.

Also haben wir, bei Anwendung der Methode eines makroskopischen Vergleichs der Gehirne von Kätzchen mit enucleierten Augen mit solchen von normalen Tieren desselben Alters, sowie beim mikroskopischen Studium *Weigertscher Schnittserien* experimenteller Gehirne, die folgenden positiven Ergebnisse erhalten: einerseits wird das Vorhanden-

sein zerstreuter Fasern in der Substanz der Sehtrakte und des Chiasma bestätigt und, andererseits, eines im dorsal-caudalen Teil des Chiasma und in den dorsomedialen Abteilungen der Sehtrakte gelegenen kompakten Fasernbündels — „nicht degenerierende Fasern des Chiasma und des Traktus“ (Commissura intratractalis). Diese Fasern lassen sich, sowohl makroskopisch, als auch mikroskopisch, bis zu den äußeren Kniehöcker verfolgen. — Die *Guddensche Commissur* bis zu den inneren Kniehöckern. Was jedoch die *Meynertsche Commissur* anbelangt, so bietet die *Weigertsche Methode* keine Möglichkeit, ihren Gang auf einer bedeutsamen Strecke zu verfolgen, die myelogenetischen Resultate sprechen augenscheinlich doch zugunsten ihrer Endigung in dem Gebiet des Corpus Luysi.

Das Fasernbündel, welches sich dorsal vom Chiasma lagert und teilweise mit ihm in Berührung kommt, — „Tractus supra-optico-thalamicus“ (wir haben die Absicht es „Tractus suprachiasmaticus sagittalis“ nennen) erscheint als eine komplizierte Bildung, die, einerseits, aus Fasern der *Ganserschen Decussation* (dicke Fasern) besteht, in dessen Substanz, andererseits, auch dünne Fasern hineingehen, welche in die Lamina terminalis ziehen und, soweit es uns möglich war festzustellen, im caudalen Teile des Tuber cinereum beginnen.

Es ist nicht möglich auf myelogenetischen Katzenserien die Frage über die Existenz eines besonderen Bündels — der Commissurae ansatae anterioris — zu lösen, welches, nach einigen Autoren, eine Commissur zwischen den Augäpfeln darstellt und, aus dem einen Sehnerv kommend und durch den oralen Teil des Chiasma hindurchgehend, in den anderen Sehnerv eintritt.

Da wir in den meisten Fällen für die Leitungsbahnennanatomie die *Weigertsche Methode* nebst ihren Modifikationen nur als rekognoszierende ansehen können, die wohl auf die Existenz der einen oder anderen Bahn

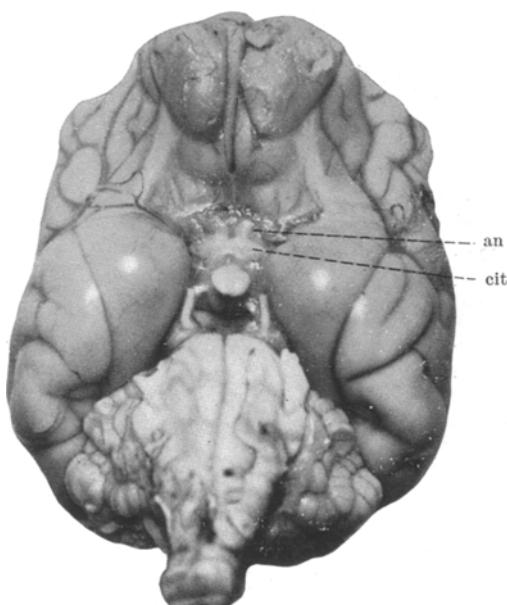


Abb. 14. Gehirn eines 11 Monate alten Hundes, dem bei der Geburt beide Augen entfernt worden waren.
an Atrophierte Sehnerven; cit Comm. intratractalis.

hinweist, jedoch nicht selbständige mit vollster Genauigkeit die Fragen über die Ausbreitung vom Anfang bis zum Ende dieser Bahn, nach welcher Richtung sie die Impulse leitet, entscheiden kann, und es auch nicht ermöglicht eine Bahn von den umliegenden anderen Systemen abzudifferenzieren und auszuscheiden, so wandten wir uns der, eine größere Orientierungsmöglichkeit in der Lage der Dinge bietenden, Marchimethode zu.

Hinsichtlich der Systeme, die wir studieren wollten, nahmen wir uns in erster Linie vor, die folgenden Fragen zu lösen: ob die Commissur intratralis tatsächlich in den Trakten und im Chiasma liegt, ob sie im äußeren Kniehöcker endigt und, endlich, wo die Fasern der *Gudden*-schen Commissur durch das subventrikulare Gebiet ziehen — im Bündel der *Meynertschen* Commissur oder im Chiasma? Um diese Fragen zu lösen und auch um die früher mit der *Weigertschen* Methode erhaltenen Ergebnisse zu bestätigen, — operierten wir sowohl Hunde, als auch Katzen. Wir haben die folgenden Operationen ausgeführt:

1. Durchtrennen des Sehtraktus auf der einen Seite.
2. Durchtrennen des Sehtraktus bei einer 11 Monate alten Katze, bei welcher im Alter von 3 Monaten die Augen enucleiert worden waren.
3. Zerstörung des äußeren Kniehöckers.
4. Durchschneiden des lateralen Teils des Pes pedunculi, einschließlich Brach. conj. corp. bigem. post., direkt caudalwärts vom inneren Kniehöcker.

Anfangs wurde die Operation mit dem Durchschneiden des Sehtraktus an Hunden ausgeführt, weiterhin jedoch auf Katzen übertragen. Es bot sich keine Möglichkeit beim Durchschneiden des Traktus eine Zerstörung des Lobi pyriformis zu vermeiden, dessen starke Entwicklung die Exaktheit dieser Operation an den Hunden stark beeinträchtigte. Die Zerstörung des Lobi pyriformis rief fast immer eine bedeutende Blutung auf der Hirnbasis hervor.

An den Katzen wurde das Durchtrennen des Sehtraktus auf folgende Art vorgenommen: nachdem die Haut und das Platsma in der Mittellinie durchschnitten und auf der einen Seite der Schläfenmuskel zusammen mit der Knochenhaut vom Knochen abgetrennt worden waren, wurde durch Trepanation eine große Öffnung geschaffen. Die Blutung aus der Diploe wurde mit heißem Wachs gestillt. Nach dem Durchschneiden der Dura mater wurde die Katze umgedreht, d. h. vom Bauch auf den Rücken gelegt. Dieses führte dazu, daß die Hirnbasis dank ihrer Schwere * sich vom Boden des Schädelns loslöste und in der dadurch entstandenen und durch Abpressen des Schläfenlappens, ergo des Lobi pyriformis, mittels eines Spadels noch vergrößerten Spalte, bei der Beleuchtung mit einer Stirnlampe — der Sehnerv, ein Teil des Chiasmas,

* *Karplus u. Kreidl*: Operationen am hängenden Kopfe. *Abderhaldens Handbuch* Lief. 104. *Trendelenburg*.

der Hypophysistiel und die Hypophysis selbst deutlich sichtbar wurden. In der Bifurkation der Arteria carotis interna wurde der mit der Pia bekleidete Sehtraktus sichtbar. Die Pia wurde hier durchgerissen und die herausfließende cerebrale Flüssigkeit mit einigen langen Marlystreifen ausgezogen. In der Bifurkation der Arteria carotis interna wurde auch das Durchtrennen des Sehtraktus mit einem speziell für diesen Zweck zurechtgemachten Messer ausgeführt, dessen Klinge zum Messergriff im rechten Winkel aufgehoben worden war.

Nach dieser Methodik ausgeführte Operationen ergaben letzten Endes keinerlei Blutungen. Das Zerstören des Pes pedunculi wurde nach Abheben des Nackenlappens, mit demselben speziellen Messer, wie das Durchschneiden des Sehtraktus ausgeführt. Der Schnitt ging durch den lateralen Abschnitt des Pes pedunculi und war 3—4 mm tief. Dorsal vom Pes pedunculi ging der Schnitt durch den Stiel des hinteren Zweihügels zum inneren Kniehöcker (Brachium quadrigeminum inferius). Das Zerstören des äußeren Kniehöckers durch einen Schnitt, welcher in der Hemisphärensubstanz, an der Stelle der Prozierung des äußeren Kniehöckers auf die Hemisphäre, bis zur Höhle des 3. Ventrikels gemacht wurde, bewirkt. Durch die dank dem Schnitt entstandenen Spalte wurde dann mit einem langen Messerchen der äußere Kniehöcker selbst vernichtet.

Wir vollführten die Untersuchungen nach der Marchimethode vorzugsweise mit Katzen. Wir haben 12 Tiere studiert. Nicht alle Untersuchungen sind gut gelungen. Wir enthalten uns einer Aufzählung aller bei diesen Untersuchungen erhaltenen Resultate und wollen hier nur das Material von 5 Versuchen anführen. Auch die Besprechung der mit Hunden ausgeführten Untersuchungen wollen wir unterlassen.

Katze A.: Auf operativem Wege wurde der linke Sehtrakt durchschnitten. Am 14. Tage nach der Operation wurde die Katze getötet.

Der Zerstörungsherd ergriff den linken Sehtraktus in einer beträchtlichen Entfernung vom Chiasma. Indem der zum Sehtrakt senkrecht geführte Schnitt denselben durchtrennte, zog er sich 2—3 mm caudalwärts von demselben; dorsaler vom Sehtraktus, ging der Schnitt, medialwärts abbiegend, bis zur Basis der Commissurae mollis thalami. Jedenfalls waren durch diesen Schnitt die *Meynertsche Commissur* und ein Teil der vom Fornix zum Boden des 3. Ventrikels ziehenden *Ganserschen Commissur* durchtrennt worden. Außerdem wurde in lateraler Richtung durch den Bluterguß der größte Teil des Nucl. basalis und das ventrale Gebiet der Capsulae internae vernichtet.

Unsere histologischen Ergebnisse auf frontalen Schnitten:

Der zentrale Abschnitt des linken Sehtraktus, vom Zerstörungsherd bis zum Kniehöcker, sowie auch der letztere, wurden mit Osmiumklümpchen angefüllt. Im peripheren Abschnitt, in der Richtung zum Chiasma, wurde eine diffuse Degeneration, welche auch ins Chiasma, und von da aus in beide Sehnerven, überging, beobachtet (ob dies nicht zentrifugale, zur Netzhaut ziehende Fasern sind?). Die Degeneration ist im dorsomedialen Teil des peripheren Abschnittes des durchschnittenen Sehtraktus kompakter und grobkörniger. Diese kompakte und grobkörnige Degeneration kann man bis in den dorsocaudalen Teil des Chiasma hinein

verfolgen, von wo aus sie sich im dorsomedialen Teil des kontrolateralen (rechten) Traktus fortsetzt (Abb. 15). Eine nicht geringe Anzahl solcher isolierter Degenerationsketten ist auch über den ganzen kontrolateralen Traktus verstreut. Diese grobkörnige, quantitativ sich nicht verringende, Degeneration tritt durch die Substanz des Ramus medialis Tracti optici in den äußeren Kniehöcker ein (Abb. 16). Gewissermassen im äußeren Kniehöcker endigend, nimmt die Degeneration im Ramus medialis allmählich in dorsomedialer Richtung ab, es ist jedoch kein unmittelbarer Übergang der Degeneration aus dem Ramus medialis in das Parenchym des äußeren Kniehöckers zu sehen, was, augenscheinlich, dafür zeugt, daß diese degenerierten Fasern schon an ihrer Übergangsstelle aus dem Ramus medialis in den äußeren

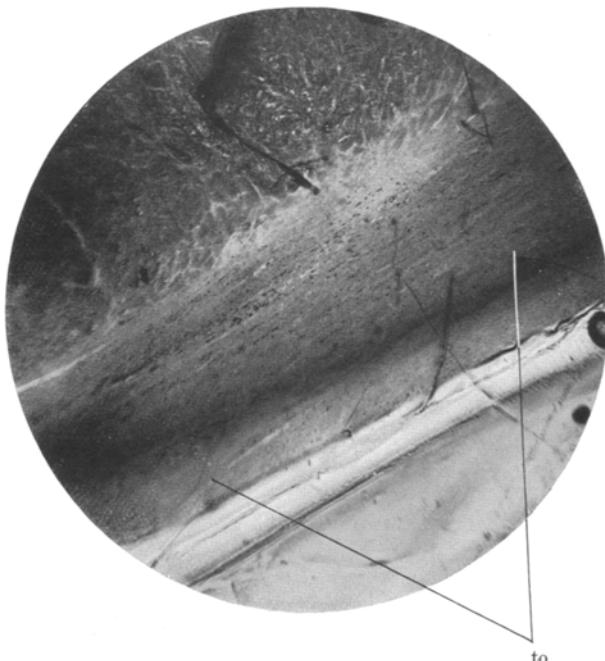


Abb. 15. Rechter Sehtraktus einer Katze mit durchschnittenem linken Traktus. Zug der Degenerationsketten der Comm. intratractalis. *Marchi-Busch.* Vergr. Obj. 2 Leitz.

to Tractus opticus.

Kniehöcker ihre Markscheide verloren haben. Ein kleinerer Teil dieser Degeneration endigt nicht im äußeren Kniehöcker, sondern zieht caudalwärts weiter und tritt in die vorderen Zweihügel ein. In den Sehtrakten und dem Chiasma beginnt von der Einschnittsstelle außer dieser Degeneration, noch eine andere, feinkörnige. Sie wendet sich zum Boden des 3. Ventrikels, zwischen der medialen Oberfläche des Sehtraktes und der ventralen des Pes pedunculi sich lagernd. An die Mittellinie (unter dem Boden des 3. Ventrikels) herantretend, zieht ein Teil dieser feinkörnigen Degeneration in ein Fasernbündel, welches auf den Weigertschen Präparaten als *Meynertsche Commissur* bezeichnet ist, ein anderer jedoch geht in die caudalen Teile des Chiasma über. Auf die gegenüberliegende Seite hinübergehend, fließen diese beiden Degenerationsströme sehr bald in ein gemeinsames Bündel zusammen, welches sich dorsal vom Sehtraktus zwischen demselben und der ventralen Oberfläche des Pes pedunculi lagert. Ein Teil der Degenerationsketten dieses Bündels dringt etwas

weiter als die Mitte des Pes pedunculi in ventrodorsaler Richtung durch denselben augenscheinlich in den Corpus Luysi, ein anderer zieht bis zum lateralen Rande des Pes pedunculi, von wo aus er in caudaler Richtung unter die ventrale Oberfläche des inneren Kniehöckers abbiegt. An dieser Stelle erscheint auf den frontalen Schnitten der Degenerationsstrom nicht longitudinal, sondern transversal durchschnitten und darum für weitere genaue Untersuchung unzugänglich.

Wir sind geneigt diese feinkörnige Degeneration als ein Erzeugnis des Zerfalls der Fasern der *Meynertschen* und *Guddenschen* Commissuren zu halten, welche, laut unseren Beobachtungen an den *Weigertschen* Präparaten dem Kaliber nach

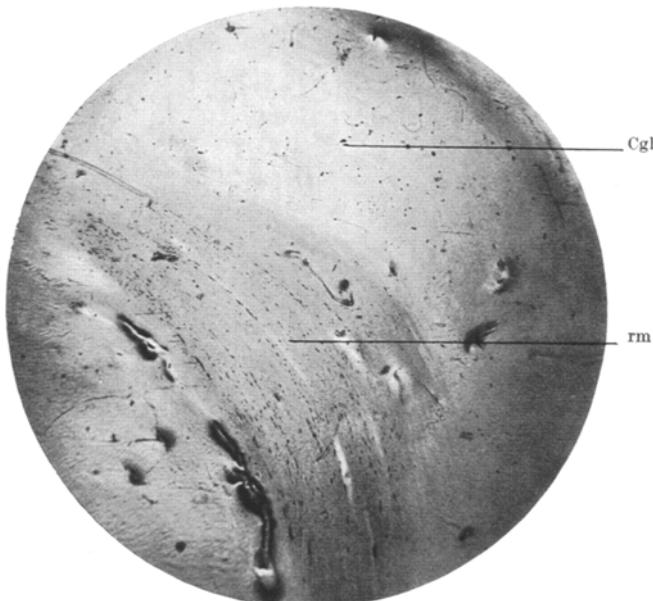


Abb. 16. Eintritt von Degenerationsketten in den Ramus medialis des rechten Traktus bei durchschnittenem linken Traktus. *Marchi-Busch.* Vergr. Obj. 2 Leitz. Cgl Corpus geniculatum lat.; rm Ramus medialis tracti optici.

fast gleiche Fasern haben. Auch hat ja *Gudden* selbst, als auf ein charakteristisches Merkmal, auf die Feinheit der seine Commissur bildenden Fasern hingewiesen.

Der Verlauf einer Degeneration der *Guddenschen* Commissur mit grobkörnigem Zerfall, ist mit genügender Klarheit durch frühere Forscher, besonders durch *Lewandowsky*, beschrieben worden, welcher auch eine exakte Photographie, die Lage dieser Degeneration an der Kreuzungsstelle illustrierend, bringt. Wir pflichten *Lewandowsky* vollkommen bei, wollen nur hinzufügen, daß der größte Teil der Degeneration dieser Commissur nicht ventral, sondern lateral vom äußeren Kniehöcker endigt; 2-3 Ketten bemerkten wir sogar im äußeren Kniehöcker.

Katze B. Enucleation im Alter von 3 Monaten; im Alter von 11 Monaten (d. h. 7 Monate nach der ersten Operation) wurde der linke Sehtraktus durchschnitten. Getötet am 14. Tage nach der zweiten Operation. Was die operativen Details dieses Falles anbetrifft, so muß hier noch bemerkt werden, daß dank reaktiver Gliawucherung der Sehtraktus sklerosiert wurde und dem schneidenden Instrument einen starken Widerstand entgegensezte, wodurch sich die große Zerstörung in der linken Hemisphäre erklären läßt.

Der Zerstörungsherd: Der linke Sehtraktus ist auf einer beträchtlichen Entfernung vom Chiasma durchgeschnitten. Die Verletzung des medialen Teils des *Pes pedunculi* hat dorsal vom Sehtraktus eine bedeutende Ausdehnung.

Unsere histologischen Ergebnisse nach frontalen Schnitten. In den Sehnerven und Sehtrakten wurde eine große Anzahl von Gefäßen mit perivaskulärem Stand der Körnchenzellen vermerkt. Solche Körnchenzellen liegen überall im Parenchym der beiden Trakten, außer in ihren medialen Teilen, wo sich eine *frische, kompakte, grobkörnige* Degeneration in Form instruktivster Kettchen hindurchzieht. Man

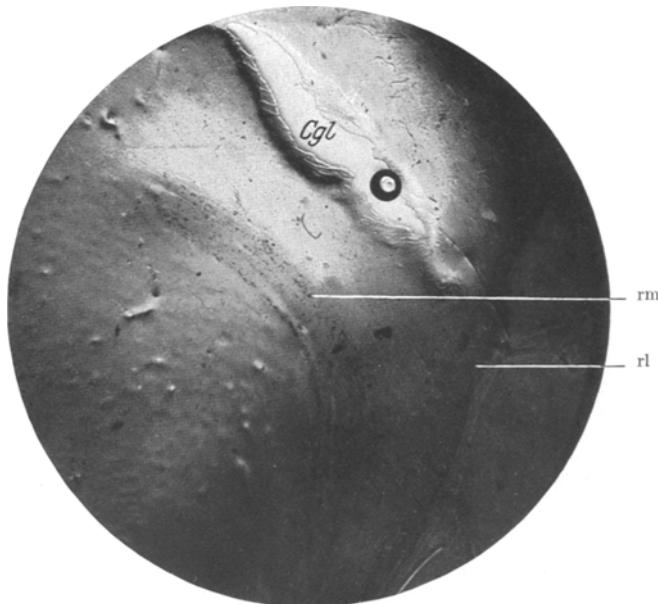


Abb. 17. Eintritt von Degenerationsketten in den Ramus *medialis* des *rechten* Sehtraktus, genommen von einer Katze, welcher im Alter von 3 Monaten beide Augen entfernt worden waren und im Alter von 11 Monaten der linke Traktus durchgeschnitten wurde. *Marchi-Busch.* Vergr. Obj. 2 Leitz. Cgl Corpus geniculatum lat.; rm Ramus *medialis* tractus optici; rl Ramus *lateralis* t. opt.

kann diese Degeneration von der Zerstörungsart des linken Traktus an verfolgen, wie sie sich in den dorsomedialen Teil seines peripheren Abschnittes hinzieht, weiterhin in den dorsocaudalen Teil des Chiasma und von da aus in den dorsomedialen Rand des kontrollateralen rechten Traktus hinübergreift. Diese Degeneration tritt in den äußeren Kniehöcker mit dem Ramus *medialis* des Sehtraktus (Abb. 17). Ein kleiner Teil dieser Degeneration lässt sich bis in die vorderen Zwei Hügel hinein verfolgen. Im zentralen Abschnitt des linken Traktus zieht sich die Degeneration ebenfalls vom Zerstörungsort längs dem dorsomedialen Rande, tritt im Ramus *medialis* des Sehtraktus in den äußeren Kniehöcker und auch in den vorderen Zwei Hügel. Was jedoch die *Meynertsche* und *Guddensche* Commissur anbetrifft, so kann man rechts vom Zerstörungsherd eine teilweise Degeneration der ersten sehen; es ist feinkörniger Zerfall, der sich in einem, direkt dorsal vom Chiasma gelegenen Bündel lagert. Sich der Mittellinie nähern, geht die feinkörnige Degeneration der *Guddenschen* Commissur in die caudalen Teile des Chiasma über, wo sie sich mit der grobkörnigen Degeneration der Commissura *intratralis*

vermischt. Nachdem beide Commissuren auf der kontrolateralen Seite eine gewisse Strecke vom Chiasma in mehr oder weniger isolierten Bündeln zurückgelegt haben, vereinigen sie sich beide in einen gemeinsamen Degenerationsstrom, welcher zwischen der ventralen Oberfläche des Pes pedunculi und einer frischen grobkörnigen Degeneration im Sehtraktus eingelagert ist. Gleich wie auf dem vorhergehenden Gehirn dringt ein Teil der feinkörnigen Degeneration, sich dorsalwärts wendend, durch den Pes pedunculi, während ein anderer Teil, bis zum lateralen Ende des Pes pedunculi gekommen, in caudaler Richtung unter die ventrale Oberfläche des inneren Kniehöckers abbiegt.

Katze C. Durch die Operation wurde der linke äußere Kniehöcker vernichtet. Lebte nach der Operation 10 Tage.



Abb. 18. Caudaler Teil des Chiasma einer Katze mit vernichtetem äußeren Kniehöcker auf der linken Seite. Durch die Linea mediana ziehen Degenerationsketten in den linken Sehtraktus ein. Vergr. Obj. 2 Leitz.

Von der lateralen Seite ist der äußere Kniehöcker mit Fasern des Sehtraktus bedeckt, weshalb, notwendigerweise, bei Zerstörung des ersteren auch die an der Peripherie gelegenen Fasern des Sehtraktus zerstört werden. Der Zerstörungsherd begnügt sich nicht mit dem äußeren Kniehöcker allein, sondern dringt medialer in die Zona reticularis thalami ein. Vom Zerstörungsherd am linken äußeren Kniehöcker kommt gleichfalls eine intensive Degeneration in den gleichnamigen Traktus, welche, wenngleich sie sich über seine ganze Masse verbreitet, sich doch vorzugsweise in seinem dorsomedialen Teile konzentriert. Nachdem die Degeneration durch das Chiasma gedrungen ist, kann man einen Teil derselben in den beiden Sehnerven beobachten (zentrifugale Fasern zur Netzhaut beider Augen?), während ein anderer Teil durch die dorsocaudalen Teile des Chiasma in den kontrolateralen Traktus übergeht (Abb. 18), wo die Degenerationskettchen sich längs der dorsalen und ventralen Ränder des Traktus hinziehen. Auch in Ramus medialis des Sehtraktus, welcher von der medialen Seite aus in den äußeren Kniehöcker eintritt, lässt

sich die Degeneration verfolgen. In den Commissuren des Bodens des 3. Ventrikels fanden sich keine Degenerationsprodukte.

Katze D. Zerstört — der rechte äußere Kniehöcker. Die Katze blieb nur 9 Tage nach der Operation am Leben.

Sowohl von der lateralen, als auch von der medialen Seite werden die den äußeren Kniehöcker umgebenden Fasern des Sehtraktus vom Zerstörungsherd ergriffen. In der kurzen Zeit von der Operation bis zum Tode konnte nur eine unbedeutende Anzahl von Fasern degenerieren. So kann man auf den frontalen Schnitten im Chiasma und dem kontrolateralen Traktus große, lange, mittels Osmium dunkelbraun gefärbte Degenerationsketten sehen, welche bis zum äußeren Kniehöcker verfolgt werden können. Beide Trakti sowohl als auch das Chiasma, sind außer mit diesen deutlich sichtbaren, instruktiven Kettchen, noch mit kleinen Osmiumklümpchen angefüllt. Die anderen Commissuren sind frei von Zerfallprodukten.

Katze E. Operation im Mittelhirn. Die Schnittlinie geht sofort ventraler und caudaler vom inneren Kniehöcker durch den lateralen Rand des Pes pedunculi und durch das Brachium quadrig. infer. Der Schnitt ist 3—4 mm tief. Auf den horizontalen Schnitten ist zu sehen, daß die feinkörnige Degeneration am Einschnitt beginnende in einem schmalen Strom ventraler vom inneren Kniehöcker hinzieht, weiterhin auf die ventrale Oberfläche des Pes pedunculi abbiegt und sich zwischen dem Pes pedunculi und dem Sektraktus lagert. Bei der Mittellinie tritt die Degeneration ins Chiasma, seine dorsocaudalen Teile einnehmend. Sich auf der anderen Seite fortsetzend, tritt die Degeneration sehr bald aus dem Chiasma heraus und läuft zwischen der ventralen Oberfläche des Pes pedunculi und den Traktus hin. Am lateralen Rande des Pes pedunculi wendet sich die Degeneration unter den inneren Kniehöcker, irgendwo in diesem Gebiet endigend. Auf diese Weise wird das Kniehöckergebiet der einen Seite mit dem Kniehöcker der anderen durch die Degeneration mittels des Chiasma verbunden.

In diesem Gehirn weist die Degeneration augenfällig auf die Existenz der *Gudden*-schen Commissur, als eines selbständigen Systemgebildes hin, welches augenscheinlich, wie *Gudden* und seine Nachfolger voraussetzen, sowohl die beiden inneren Kniehöcker, als auch die hinteren Zweihügel miteinander verbindet. Es ist möglich, daß die *Guddensche Commissur*, wie *Wallenberg* bemerkt hat, in Verbindung zum Corpus parageminum steht.

Zu welchen Resultaten hat uns das Studium unserer Osmiumserien geführt? Bestätigt es die Sätze, welche wir sowohl bei der vergleichenden makroskopischen Untersuchung enucleierter Tiere, als auch bei der Untersuchung *Weigertscher* Schnittserien dieser Gehirne aufgestellt haben? Hat die Marchimethode neue Ergebnisse geliefert? Dank den Degenerationen nach der Marchimethode erhalten wir eine volle Bestätigung der von uns beantragten Teilung der Fasern in einzelne Systeme: in Fasern des Bodens des 3. Ventrikels und Fasern, die in den Sehtrakten und im Chiasma sich befinden und nicht zu den zentripetalen Fasern der Sehnerven gehören. So erhalten wir:

1. Die *Gansersche Commissur*, welche aus dicken Fasern bestehend, laut den Untersuchungen nach der Marchimethode von *Probst* und *Lewandowsky* und meinen eigenen, aus der Brückengegend zum Boden des 3. Ventrikels geht, wo sie nach der Kreuzigung auf die gegenüberliegende Seite hinübergieht und in der Zona reticularis thalami, die den äußeren Kniehöcker von der ventralen und lateralen Seite umgibt,

endet. Die existierende Vorstellung, daß dieses System ein commissurales ist, entspricht nicht der Wirklichkeit. Dieses System, als eine verschiedene Etagen des Gehirns miteinander verbindende Bildung, muß als proktionelle angesehen werden. Sehr richtig weigert sich *Probst* sie als Commissur anzuerkennen und bezeichnet sie als *Tractus decussationis Ganseri*.

2. Die feinfaserige *Meynertsche Commissur*, welche für uns von der ventralen Oberfläche des *Pes pedunculi* auf der einen Seite der Beobachtung zugänglich ist, geht durch ein *dorsal* vom *Chiasma* gelegenes, abgesondertes Bündel auf die andere Seite hinüber, wo sie sich gleichfalls ventral vom *Pes pedunculi* lagert, dann etwas lateral von der Mitte desselben in sein Inneres in *ventrodorsaler* Richtung eintritt und im *Corpus Luysi* oder in seiner Nähe endet. Es gelang uns nicht die Anfangs- etappen dieses Systems zu beobachten, doch soll es nach *Economio* und *Karplus* in der Gegend des *Pontis Varolii* seinen Ursprung haben.

3. Die *Guddensche Commissur*, deren feines Fasernkaliber nicht vom Kaliber der *Meynertschen Commissur* zu unterscheiden ist. Der Gang dieses Systems läßt sich leicht verfolgen: es zieht aus dem ventral vom inneren Kniehöcker der einen Seite gelegenen Gebiet des *Pes pedunculi* durch das *dorsocaudale* Gebiet des *Chiasma* zur ventralen Oberfläche des inneren Kniehöckers auf der anderen Seite.

4. Die *Commissura intratractalis**, das von uns ausgeschiedene System, mit Fasern von recht groben Kaliber, kommt aus dem Innern des einen Trakts durch die dorsalen Teile des *Chiasma* in den anderen Traktus und nimmt ihr Ende im äußeren Kniehöcker und dem vorderen Zwei Hügelgebiet.

Dieses System beginnt, augenscheinlich, auch im äußeren Kniehöcker. Die Fasern dieses Systems können identisch sein mit den von *Monakow* in einem Falle von *Anophthalmie* (beim Menschen) bemerkten Fasern bei vollständiger Atrophie der Sehnerven konstatierte er auf *Weigert-Präparaten* in den Sehtraktus und im *Chiasma* die Existenz erhaltener Fasern, die zu den beiden äußeren Kniehöckern zogen und von ihm der *Guddenschen Commissur* zugeschrieben wurden. Andererseits kam die

* Natürlich kann hier der Gedanke aufkommen, ob nicht die Degeneration in dem, dem beschädigten gegenüberliegenden Traktus, als Folge einer zufälligen Verletzung bei Operation der Sehnerven oder der Fasern des *Chiasma* auftritt. Diesen zufälligen Verletzungen wurde die von uns ausgearbeitete Methodik des Durchschneidens der Sehtraktus vorgebeugt. Außerdem haben wir beim Durchschneiden des Sehtraktus (siehe Protokoll der Katze B) bei einer 11 Monate alten Katze, welcher im Alter von 3 Monaten die Augen enucleiert worden waren, und bei welcher im Verlauf von 7 Monaten, d. h. in der Zeit zwischen der ersten und zweiten Operation, die zentripetalen Fasern vollkommen resorbiert worden waren, eine frische Degeneration gefunden, die aus dem einen Sehtraktus kommend, durch das *Chiasma* in den anderen hinübergehend, im äußeren Kniehöcker und dem vorderen Zwei Hügel endigte.

Commissura intratráctalis mit den von *Flechsig* beschriebenen, erst spät sich myelinisierenden Fasern der Sehtraktus, welche in die vorderen Zweihügel eintreten, identifiziert werden. Auch er schreibt diesen spät sich myelinisierenden Teil der Sehtraktus der *Guddenschen Commissur*, freilich mit einem Fragezeichen, zu. Wie aus meinen Untersuchungen hervorgeht, waren seine Zweifel begründet.

Unsere Untersuchungen haben uns auch fest davon überzeugt, daß sowohl die *Guddensche*, als auch die *Meynertsche Commissur*, zwei in sich abgeschlossene Systeme bilden, so daß der Skeptizismus von *Lewandowsky*, hinsichtlich der Existenz der *Guddenschen Commissur* und seine Auffassung, daß *Gudden* der *Meynertschen Commissur* den Namen „meine Commissur“ gab, sich wohl nur dadurch erklären läßt, daß beide Commissuren von gleichem Kaliber sind und beide ihren Verlauf unter der ventralen Oberfläche des *Pes pedunculi* nehmen.

In seinen „Leitungsbahnen des *Truncus cerebri*“ sagt *Lewandowsky*, daß „schon die Wortbildung der Leitungsbahn die Verschmelzung anatomischen und physiologischen Interesses bekundet“; es lassen sich jedoch irgendwelche anatomischen Befunde nur in dem Falle ins Physiologische übertragen, wenn der Gang des betreffenden Systems genau bekannt ist, sowie die physiologische Bedeutung (wenn auch manchmal nur mutmaßlich) jener Kernbildung, in welchen es Anfang und Ende hat.

Was die von uns untersuchten Commissuren anbelangt, so verfügen wir über mehr oder weniger volle Kenntnisse den Gang der *Ganserschen Commissur* (*Tractus decussationis Ganseri*) betreffend. Aber wir wissen nichts über die Ursprungsstätte dieses Systems und ebensowenig ist uns etwas über die Funktionen der Zellen der *Zonae reticularis thalami*, in denen dieses System sein Ende haben soll, bekannt. Obgleich uns der Fund einiger, vom *Tractus decussationis Ganseri* in den oralen Teil des äußeren Kniehöckers ziehender, Ketten dazu verleitet, dieses System als ein zu den subcorticalen Sehzentren in Beziehung stehendes anzusehen, so müssen wir doch bestimmtere Behauptungen hinsichtlich dieser Verbindung bis zur Ausführung detaillierter Untersuchungen verschieben.

Über die Funktionen der *Meynertschen Commissur* läßt sich nichts sagen, da bis jetzt weder ihr Ursprung noch ihr Ende festgestellt worden sind.

Was die *Guddensche Commissur* anbelangt, so hat die von *Gudden* selbst ausgesprochene Voraussetzung, daß mittels ihrer Fasern die beiden inneren Kniehöcker und die hinteren Zweihügel verbunden werden, doch einige Wahrscheinlichkeit für sich. Folglich hat sie irgendwelche Beziehung zu der Gehörfunktion. Im Prinzip wäre solch eine Verbindung wohl möglich, soweit durch die von uns ausgeschiedene intratraktale Commissur die beiden äußeren Kniehöcker und vorderen Zwei-

hügel verbunden werden, welche Bildungen bis zu einem gewissen Grade analog den inneren Kniehöckern und hinteren Zweihügeln sind. Welches sind nun die Funktionen der Commissura intratractalis? Ihr Gang, ihr Ende im äußeren Kniehöcker und im vorderen Zweihügel ist uns genau bekannt und, augenscheinlich, spricht auch alles zugunsten ihres Ursprunges in den gleichen Kernbildungen.

Alle diese Tatsachen geben uns das Recht die Commissura intratractalis als ein commissurales System, welches in irgendeiner Beziehung zu der Sehfunktion steht, vorzustellen.

Lenken wir unsere Aufmerksamkeit auf den Unterschied zwischen der bei Zerstörung des Schtraktus oder des äußeren Kniehöckers entstehenden Hemianopsie und derjenigen, welche von Verletzungen des vom äußeren Kniehöcker zur Area striata ziehenden Neurons abhängt, so haben wir, wie uns bekannt, im ersten Falle eine senkrechte, die hemianoptische Skotome begrenzende Linie, die eine streng durchgeholtene Gerade bildet, im zweiten Falle jedoch weist diese Linie eine Ausbuchtung auf, welche auf Intaktheit des Maculasehens schließen lässt.

Es sind nicht wenig Theorien zur Erklärung des Vorhandenseins der Maculaaussparung bei den zentralen Herden vorgeschlagen worden. Sie lassen sich im allgemeinen in 4 Gruppen einteilen. Bei zentralen Verletzungen lässt sich die Maculaaussparung wie folgt erklären:

1. Wenn eine jede Maculazelle (Retinalzapfen der Fovea) 2 Axone besitzt, von denen der eine in den linken Schtraktus, der andere in den rechten zieht;

2. wenn der Axon der Maculazelle eine Bifurkation in das Chiasma gibt;

3. wenn in der Aquaeductus Sylvii-Gegend, über oder vor den vorderen Zweihügeln eine Commissur vorhanden ist, oder eine durch die Regio hypothalamica ziehende Commissur;

4. wenn Kollaterale vorhanden sind, die sich von der zentralen Sehbahn abzweigen und durch das Corpus callosum in die andere Hemisphäre ziehen.

Gegenwärtig wird diese vierte Voraussetzung als die der Wahrheit am nächsten kommende angesehen (*Heine, Heuschen, Flechsig, Pfeiffer u. a.*).

Eigentlich beruht jedoch diese Kollateralentheorie lediglich auf den Beobachtungen von *Déjerine*, welcher bei einem Herde im Cuneus degenerierte Fasern, welche durch den Forceps major in die andere Hemisphäre ziehen, gesehen hat. Dieser Fall ist schon deshalb nicht beweiskräftig, weil bei einem Cuneusherd auch die commissuralen Verbindungen zwischen den corticalen Gebieten der beiden Hemisphären gelitten haben können.

Eine weitaus größere Bedeutung für die Lösung dieser Fragen haben die Untersuchungen von *E. L. Wenderowicz* *, welche sich auf einen Fall

* *Wenderowicz, E. L.: Arch. f. Psychiatr. 1915.*

von Bluterguß in den Thalamus bei einem Menschen beziehen, der auf einer ununterbrochenen Serie von Osmiumschnitten durch die ganze Hemisphäre studiert wurde und wo eine Degeneration der zentralen Sehbahn gefunden wurde. Diese Untersuchung protestiert heftig gegen eine

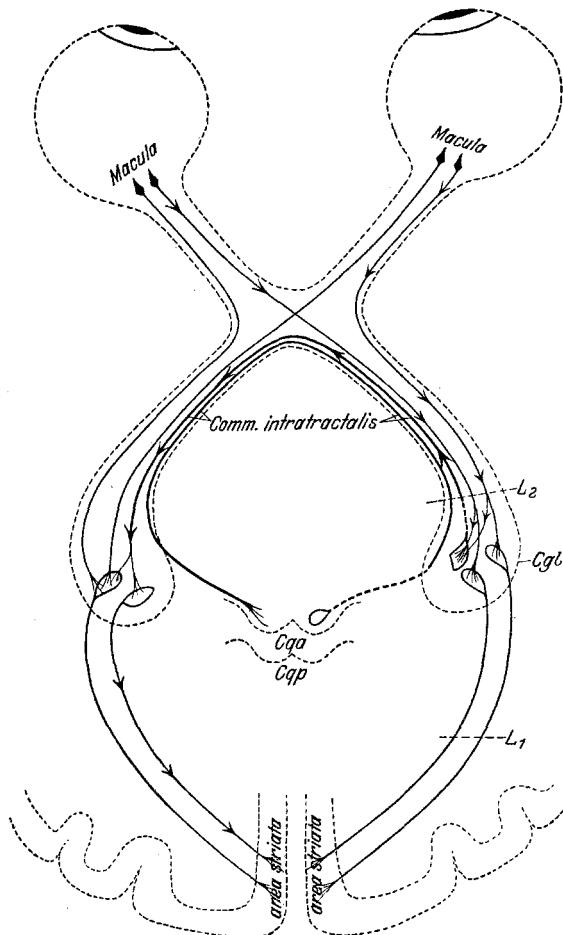


Abb. 19. Schematische Zeichnung, welche das Eindringen von Seherregungen in die Area striata der linken Hemisphäre von den macularen Abteilungen der anästhesierten rechten Retinahälften bei Haemianopsia homonyma sinistra mit der Maculaaussparung durch die Comm. intratentorialis darstellt.

Bei Verletzung der zentralen Sehbahn (Herd L) bleibt der Visus macularis intakt, weil die von den rechten Hälften bei der Maculae kommenden Impulse in die linke Hemisphäre mittels der Comm. intratentorialis hindübergehen können durch Kollaterale, welche von den Fasern des rechten Tractus abgegeben werden, oder auch auf irgendeine andere Art, z. B. durch wiederkehrende Kollaterale, welche von den Fasern der zentralen Sehbahn abgegeben werden, oder durch die sich im Corp. genicul. lat. befindenden Schaltzellen. Weg und Richtung der Leitung der Maculaerregungen sind durch Pfeilfedern angegeben. Bei der Läsion des rechten Tractus (L₂) ist der Visus macularis von den rechten Hälften der Schefelder der beiden Augen ausgeschlossen, weil die Bahn für die Leitung der entsprechenden Impulse vollständig unterbrochen ist.

solche Annahme, soweit sich keine Existenz von ins Splenium ziehenden Kollateralen von der zentralen Sehbahn nachweisen ließ. Auf diese Weise muß die Tatsache einer Existenz solcher Kollateralen kategorisch verneint werden. Auch *Flechsig*, welcher sich wohl der Meinung über die Erklärung einer Maculaaussparung bei Zerstörung der zentralen Sehbahn dank den Kollateralen, anschloß, konnte sich nicht auf myelogenetischem Wege von ihrer Existenz überzeugen. Wenn man jedoch von diesen hypothetischen Kollateralen absieht, und mit der realen Existenz einer beide äußere Kniehöcker verbindenden Commissura intratractalis rechnet (die dritte theoretische Möglichkeit), so wird die Existenz der Maculaaussparung bei den zentralen Herden vollkommen aufgeklärt. Wir bieten hier (Abb. 19) ein Schema, welches unseren Standpunkt illustrieren soll.

Unsere Ergebnisse hinsichtlich der Existenz einer Commissurae intratractalis beziehen sich nur auf Tiere (Hunde und Katzen). Ob es wohl ähnliche Fasern im Chiasma und den Sehtrakten des Menschen gibt? Wir haben in dieser Hinsicht keine eigenen Beobachtungen angestellt, setzen jedoch voraus, daß eine Zusammenstellung der in der Literatur vorhandenen Ergebnisse (*Monakow, Flechsig*) zugunsten des Vorhandenseins ähnlicher Fasern auch beim Menschen sprechen.

Diejenigen Forscher, welche auf das Faktum hinweisen, daß beim Tabes dorsalis, bei Atrophie der Sehnerven auch alle Fasern des Chiasma zugrunde gehen (*Déjerine, Blumenau*) und voraussetzen, daß diese Tatsache die Existenz intratraktaler commissuraler Fasern widerlegt, stützen sich auf eine äußerst schwankende Basis, soweit bei Erkrankungen des Sehnerven bei dieser Krankheit die Möglichkeit einer totalen Verletzung der Chiasmafasern durch einen von der Pia mater kommenden Entzündungsprozeß nicht ausgeschlossen ist. Ein solcher Prozeß würde sich wohl kaum auf eine elektive Verletzung beschränken lassen.

Zum Schluß rechne ich es mir zur angenehmen Pflicht sowohl dem Leiter der Neurologischen Abteilung des Instituts für Pädiologie und Neurologie des Säuglingsalters, Herrn Dr. *E. L. Wenderowic*, unter dessen persönlicher Leitung die Arbeit ausgeführt wurde, als auch Herrn Prof. *N. M. Stschelowanoff*, Chef des Instituts und Leiter der Entwickelungsabteilung des Instituts für Gehirnforschung, für bereitwillig zur Verfügung gestellte Möglichkeiten diese Untersuchungen zu verwirklichen — meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

- ¹ *Ariens Kappers*: Vergleichende Anatomie des Nervensystems. Bd. 2. Haarlem. 1921. — ² *Bechterew, W. M.*: Grundlagen zur Lehre über die Funktionen des Gehirns. 5. Aufl. St. Petersburg 1905. — ³ *Bechterew, W. M.*: Die Leitungsbahnen. I. Teil. Moskau-Leningrad 1926. — ⁴ *Blumenau, L.*: Das Gehirn des Menschen. 2. Aufl. Leningrad 1925. — ⁵ *Brouwer, B. a. W. P. C. Zeeman*: Projektion of the

retina in the optic neuron in monkeys. *Brain* **49**. — ⁶ *Brouwer, B.*: Experimentell-anatomische Untersuchungen über die Projektion der Retina auf die primären Opticuszentren. *Schweiz. Arch. Neur.* **13**. — ⁷ *Gudden*: Gesammelte und hinterlassene Abhandlungen. Wiesbaden 1889. — ⁸ *Haberland, H. F. O.*: Die operative Technik der Tierexperimente. Berlin 1926. — ⁹ *Henschen*: Zentrale Sehstörungen. *Handbuch der Neurologie* 1910. — ¹⁰ *Kuhlenbeck, H.*: Vorlesungen über das Zentralnervensystem der Wirbeltiere. Jena 1927. — ¹¹ *Lentz*: Die hirnlokalisatorische Bedeutung der Maculaaussparung im hemianoptischen Gesichtsfelde. *Klin. Mbl. Augenheilk.* **1914**. — ¹² *Lea-Glase, H. u. C. Espildora Luque*: Über peripherie und zentrale Hemianopsien. *Rev. méd. Chile* **56** (1928) (span.) (Ref.) — ¹³ *Meyers*: Beiträge zur Kenntnis des Chiasma und der Commissuren am Boden des dritten Ventrikels. *Arch. f. Anat.* **1902**. — ¹⁴ *Prybitkow*: Über den Gang der Fasern der Sehnerven. *Diss. Moskau* 1895. — ¹⁵ *Probst*: Über die Commissur von *Meynert, Gudden* und *Ganser*. *Mscr. f. Psychiatr.* **17**. — ¹⁶ *Pfeifer*: Myelogenetisch-anatomische Untersuchungen über den zentralen Abschnitt der Sehleitung. Berlin 1925. — ¹⁷ *Schpielmayer, W.*: Histopathologie des Nervensystems. Bd. 1. Berlin 1922. — ¹⁸ *Schröder*: Einführung in die Histologie und Histopathologie des Nervensystems. 2. Aufl. Jena 1920. — ¹⁹ *Spatz, H.*: Beiträge zur normalen Histologie des Rückenmarkes des neugeborenen Kaninchens. *Diss. Jena* 1917. — ²⁰ *Treudenburg, W.*: Methodik der Physiologie des Zentralnervensystems von Wirbeltieren. 1923. — ²¹ *Thuma*: Studies on the diencephalon of the cat. The cyti-archirecture of the corpus geniculatum laterale. *The journal of comp. neurology*. August 15. 1928. — ²² *Tilney a. Kiley*: The forman functions of the central nervous system. Second edition. London 1923. — ²³ *Tsai, Chiao*: The optic tracts and centre of the opossum. *J. comp. Neur.* **39**, No 21 (1923). — ²⁴ *van Gechuchtew, A.*: Anatomie du Système nerveux de l'homme. Edition 3 (1900).

Ein Teil der Literatur ist in den Anmerkungen unter dem Text, oder auch im Text selbst angeführt.