

## XXIV.

# Zur Lehre von der Kreuzung der Nervenfasern im Chiasma nervorum opticorum \*).

Von

**Dr. Anton Delbrück,**

Assistenzarzt an der Irrenanstalt Friedrichsberg bei Hamburg.

(Hierzu Taf. XIV.)

Das von mir untersuchte Präparat stammt von einer Leiche, welche am 1. September 1887 in der Provinzial-Irren-Anstalt Alt-Scherbitz zur Section kam. Der Patient F. St., Polizeisergeant, 70 Jahre alt, wurde einen Monat vor seinem Tode in die Anstalt aufgenommen, bot damals die Erscheinungen vorgeschrittener Demenz und starb an Pleuritis. Hinsichtlich des Gesichtssinnes wurde in vita nichts Auffälliges wahrgenommen. Zu ophthalmoskopischer Untersuchung und genauer Prüfung des Sehvermögens lag keine Veranlassung vor. Der Kranke konnte sich jedenfalls noch gut orientiren: er trat erst etwa drei Monate vor der Aufnahme aus seiner Stellung zurück; während seines Aufenthaltes in der Anstalt drängte er häufig aus dem Bett und lief nach der Thür; in der Krankengeschichte findet sich ferner verzeichnet, er habe die Parquettwichse für Menschenfett gehalten u. dergl. m.

Die Kopfsection ergab: Schädel von normaler Kapazität. Dach dicker als normal, sonst ohne Auffälligkeiten.

Dura an der Innenfläche mit kleineren frischeren hämorrhagischen Exsudaten besprengt. Zarte Meningen mässig verdickt, nur an der Basis getrübt, aber allenthalben durch wässerige Flüssigkeit von der Hirnoberfläche

---

\*) Mit Bewilligung der medicinischen Facultät zu Leipzig als Inaugural-Dissertation gedruckt.

in geringem Grade abgehoben und stark durchfeuchtet. In Folge dessen lassen sich die zarten Meningen mit Leichtigkeit und in grossen Fetzen von der Hirnoberfläche abziehen. Consistenz des Gehirns dem Alter der Leiche entsprechend. In den der Marksubstanz näher gelegenen Schichten der grauen Rinde röthliche Verfärbung. Die Rinde im Ganzen unbedeutend verschmälert; die weisse Substanz, namentlich des Occipitalhirns, zeigt ausgesprochene État criblé. Die grösseren Blutgefässe sind vorzüglich an der Basis auffällig atheromatös gefleckt. Von Erweichungen und secundären Degenerationen am ganzen Gehirn nichts zu sehen, abgesehen von einer beträchtlichen, vorzugsweise auf den medialen Abschnitt der Nervi und Tractus optici beschränkten grauen Entartung, an der in sehr beträchtlicher Masse auch die beiden lateralen Kniehöcker sich theiligen.

Beide Sehnerven wurden von der Eintrittsstelle in den Bulbus bis zum Austritt aus dem Chiasma in Serien von Querschnitten und das Chiasma in eine Serie von Frontalschnitten zerlegt. Ferner wurden durch beide Tractus optici Schnitte in senkrechter Richtung zum Faserverlauf gemacht, und zwar an drei verschiedenen Stellen des Tractus: 1—2 Mm. hinter dem Chiasma, 1—2 Mm. vor dem Eintritt in das Corpus geniculatum externum und an einer Stelle, welche etwa in der Mitte zwischen den beiden erstgenannten gelegen ist. Sämmtliche Schnittewurden nach Weigert'scher Methode gefärbt.

Der linke Sehnerv ist nahezu vollständig degenerirt. Sein Querschnitt erscheint bedeutend kleiner als in der Norm, die Scheide ist verdickt, ebenso sind die gröberen Bindegewebssepten im Innern des Nerven verbreitert, hell- bis dunkelbraun gefärbt; zwischen denselben findet sich eine feine krümelige hellgelb gefärbte Masse; die Gefässe sind sklerosirt und zum Theil obliterirt. Nur in dem oberen äusseren und noch etwas zahlreicher in dem unteren äusseren Quadranten finden sich hier und da spärliche zarte blau gefärbte Nervenfasern. Sie behalten im ganzen Verlauf des Nerven im Wesentlichen dieselbe Lage und sind am deutlichsten in den Frontalschnitten des Chiasmapräparates zu sehen (s. Fig. 3), weil sie hier im Schrägschnitt getroffen sind. Verfolgt man die Fasern im Chiasma weiter caudalwärts, so erscheinen sie wieder mehr und mehr im Querschnitt und sind daher wieder schlechter zu verfolgen. So weit dies möglich, behalten sie auch im Chiasma ihre laterale Lage bei und gehen schliesslich in den linken Tractus über.

Der rechte Sehnerv ist nur etwa zur Hälfte degenerirt. Sein Querschnitt ist erheblich grösser als der des linken, aber auch kleiner als in der Norm. Die erhaltenen Nervenfasern sind tief dunkelblau gefärbt, in dicken Bündeln mit einander vereinigt, die von gröberen Bindegewebscheiden umschlossen sind. Die degenerirten Partien erscheinen wie links. Die normalen Nervenbündel sind dicht hinter dem Bulbus im Wesentlichen in zwei Gruppen angeordnet (s. Fig. 1): Die kleinere entspricht etwa der peripheren Partie des unteren äusseren Quadranten, dessen obere Grenzlinie aber nicht erreichend; die etwa doppelt so grosse zweite Gruppe normaler Fasern entspricht ungefähr dem oberen äusseren Quadranten, greift aber mit einer sich medianwärts vorschiebenden Zunge ziemlich weit in den inneren oberen Quadranten über.

Die degenerirte Partie schiebt sich somit gleichsam wie ein Keil von der medialen Seite des Querschnittes zwischen die normalen Partien hinein mit der nach oben verbreiterten Basis die grössere Gruppe normaler Fasern sichelförmig umspannend, mit der abgestumpften Spitze den lateralen Saum des Querschnittes erreichend. Immerhin findet sich auch hier gleichsam eine Verbindungsbrücke zwischen den beiden normalen Nervenpartien. Die letzteren schneiden nach der Nervenscheide zu scharf ab, während sich an den Grenzen nach der degenerirten Partie hin eine, wenn auch schmale, Uebergangszone findet, in welcher normale und degenerirte Fasern mit einander vermischt sind. Verfolgt man nun die Schnittreihe nach dem Chiasma zu, so nähern sich in der Gegend des Eintrittes der Arteria centralis retinae die beiden Gruppen normaler Fasern mehr und mehr und vereinigen sich schliesslich zu einer einzigen, so dass die degenerirte Partie den lateralen Rand des Nerven nicht mehr erreicht (s. Fig. 2). — In den Frontalschnitten des Nerven, kurz vor dem Chiasma (s. Fig. 3) nehmen die normalen Fasern ziemlich genau die laterale Hälfte des Schnittes ein. Die Grenze zwischen der normalen und degenerirten Hälfte ist allerdings nicht genau vertical, sondern geht etwas von aussen oben nach innen unten. Ferner weist der äusserste laterale Saum des Nerven hier eine schmale zum Theil degenerirte Zone auf, die aber in den vordersten Chiasmatischen Schnitten rasch verschwindet\*).

Verfolgt man nun dieses Feld normaler Nervenfasern weiter im Chiasma, so lösen sich die in den vorderen Chiasmatischen Schnitten noch scharf markirten dicken Nervenbündel in immer feinere und feinste Bündelchen auf. Am ersten geschieht dies in den ventralen Partien des Schnittes, am spätesten in den dorsalen. Gleichzeitig erscheinen die Nervenbündel, je weiter caudalwärts, desto mehr im Querschnitt statt im Schrägschnitt, wie in den vorderen Chiasmatischen Schnitten und scheinen deshalb an Menge abzunehmen. Auch dies Verhältniss wird am ersten in den ventralen Partien der Schnitte sichtbar. Mit diesen Veränderungen Hand in Hand geht nun ferner die Vertheilung der Nervenfasern über die ganze rechte Chiasmahälfte, während sie in den vorderen Chiasmatischen Schnitten auf die laterale Partie der rechten Chiasmahälfte beschränkt waren. Natürlich ist diese Ausbreitung der Nervenfasern über eine grössere Fläche nur dadurch möglich, dass die immer feineren Bündel allmählig mehr und mehr mit degenerirtem Gewebe durchsetzt erscheinen. Völlig von normalen Fasern frei bleibt indessen zunächst der innere untere Quadrant der rechten Chiasmahälfte (s. Fig. 4 = Schnitt 27 durch das Chiasma). Die Fasern des oberen inneren Quadranten, welche, wie überhaupt die Fasern der oberen Partien am längsten im Schrägschnitt sichtbar sind, wenngleich sie

---

\*) Der erste Frontalschnitt des Chiasmapräparates entspricht ungefähr der Figur 3. Der letzte Querschnitt des Nervenapparates noch annähernd der Figur 2. Zwischen diesen beiden Schnitten ist nun eine durch die Präparationsmethode bedingte kleine Lücke in der fortlaufenden Schnittreihe, so dass ich über die Entstehung des zum Theil degenerirten lateralen Saumes nichts Näheres ermitteln konnte.

sich zeitiger aus den compacten Bündeln herauslösen als die äusseren oberen Fasern, verlaufen, so lange sie sich im Schrägschnitt präsentiren, von aussen oben nach innen unten und sind in etwa 20 Schnitten nicht zu trennen von den die Mittellinie überschreitenden Fasern, welche sogleich näher besprochen werden sollen (s. Fig. 5 = Schnitt 48). Verfolgen wir zunächst die Fasern der rechten Chiasmahälfte weiter caudalwärts, so füllt sich allmählig auch der bisher degenerirte innere untere Quadrant der rechten Chiasmahälfte beziehungsweise des rechten Tractus mehr und mehr mit feinsten dunkelblau gefärbten Nervenfasern, während sich gleichzeitig am ganzen freien Rande desselben ein allmählig sich verbreiternder Saum ausbildet, welcher völlig degenerirt erscheint (s. Fig. 6 = Schnitt 60). Dicht hinter dem Chiasma weist der Querschnitt des Tractus in seiner Hauptmasse gleichmässig vertheilt, feinste dunkelblau gefärbte Nervenfasern auf, welche sich jetzt wieder ein wenig im Schrägschnitt präsentiren und allenthalben von degenerirtem Gewebe durchsetzt sind. Nur am ganzen freien Rande des Tractus findet sich eine völlig degenerirte Zone, welche dem inneren unteren Quadranten entsprechend am breitesten (s. Fig. 7 = Schnitt 80).

Diese Verhältnisse bleiben zwar im weiteren Verlaufe des Tractus bis zum Corp. gen. ext. im Wesentlichen dieselben, doch ist hervorzuheben, dass die völlig degenerirte Zone am freien Rande des Querschnittes sich allmählig wieder verschmälert und namentlich am inneren unteren Quadranten schliesslich nicht mehr breiter erscheint als anderwärts. Im Ganzen ist auch der Querschnitt des rechten Tractus kleiner als in der Norm (s. Fig. 8).

Wenden wir uns nunmehr zu der medialen Partie des Chiasmas, so bleibt dieselbe in den ersten 30 Schnitten vollständig von normalen Fasern frei (s. Fig. 4 = Schnitt 27). Von da ab erscheinen zunächst an dem unteren Saum des Chiasmas feine Fasern, die in leichtem nach unten offenem Bogen von einer Seite zur anderen ziehen. Dieses normale Fasern aufweisende Feld nimmt dann rasch an Höhe zu, bleibt jedoch immer beträchtlich vom Boden des III. Ventrikels entfernt. Die Verlaufsrichtung entspricht nur zum geringsten Theile der oben beschriebenen. Weit mehr Fasern verlaufen rein horizontal von rechts nach links, und wohl die Mehrzahl von rechts oben nach links unten. Gerade diese Fasern gehen ohne Grenze in die am weitesten medianwärts liegenden Fasern der rechten Chiasmahälfte über (s. Fig. 5 = 48), jedoch nur in etwa 20 Schnitten.

Von da an, das heisst ungefähr vom 50. Chiasmascnitte an überwiegt in der beschriebenen Fasergruppe mehr und mehr die Richtung von rechts oben nach links unten; gleichzeitig verändert die Fasergruppe der Art ihre Lage, dass sie sich von der Mittellinie weiter nach links schiebt. Auf diese Weise sammelt sich aus der eben beschriebenen Fasergruppe im unteren inneren Quadranten der bisher vollständig degenerirten\*) linken Chiasma-

---

\*) Abgesehen von den wenigen aus dem linken Nerven stammenden Fasern, welche bereits oben Erwähnung fanden.

hälfte eine Gruppe von Fasern, die im Wesentlichen von innen oben nach aussen unten und später gerade nach aussen verlaufen. Diese Gruppe ist medianwärts am schärfsten begrenzt, während sich die Fasern lateralwärts derartig in die degenerierten Partien verlieren, dass von einer scharfen Grenze nicht mehr die Rede sein kann (s. Fig. 6 = 60).

Die eben beschriebenen Faserbündel sind ziemlich fein und allenthalben durch degenerirtes Gewebe von einander getrennt. In der Mittellinie erscheinen sie im Ganzen auf etwa 30 Schnitten, also etwa bis zum 60. Chiasmatschnitte.

Mit Sicherheit von den oben beschriebenen Fasern zu trennen sind die Bündel der Meynert'schen Commissur. Dieselben finden sich in der Mittellinie ungefähr im 56.—66. Schnitte. Sie sind etwas stärker als die eben beschrieben und liegen nahe am Boden des III. Ventrikels (s. Fig. 6 = 60). Deutlich von der Meynert'schen Commissur wieder zu trennen und noch weiter caudalwärts gelegen sind die von v. Gudden als „Bündel im Tuber cinereum (= b. t. c.)“ bezeichneten Fasern, welche in nach oben offenem Bogen den Boden des III. Ventrikels umspannen. Vergleiche Fig. 7, welche zugleich die Meynert'sche Commissur jederseits oben innen vom Tractus, aber deutlich von demselben getrennt aufweist.

Je weiter man die Chiasmatschnittreihe von vorn nach hinten verfolgt, desto mehr schwinden die im Nerven noch deutlich sichtbaren gröberen Bindegewebsspta. Das ganze Chiasma dagegen weist wie der linke Sehnerv stark sklerosirte Gefässe auf. Der bereits im Einzelnen beschriebenen Vertheilung der Degeneration entsprechend, ist die äussere Form der Chiasmatschnitte: die vorderen sind am rechten Ende kolbig angeschwollen. Weiter caudalwärts fällt nur der Grössenunterschied zwischen der rechten und linken Hälfte auf. Den quantitativen Unterschied zwischen den normalen Fasern im rechten und linken Tractus lehrt ein Blick auf die Figuren 6 und 7.

Im weiteren Verlauf des linken Tractus vertheilen sich die normalen Fasern zwar auch allmählig über einen grösseren Theil des Tractusschnittes, behalten aber doch im Wesentlichen ihre Lage innen unten bei.

Was nun die Deutung dieses Befundes anbelangt, so lehrt ein Blick auf die Figur 3, welche, wie wir nochmals hervorheben wollen, die normalen Fasern des linken Sehnerven bei weitem am deutlichsten und schärfsten von allen Schnitten zeigt, dass wir für die Beurtheilung der übrigen Fasern den linken Sehnerven füglich als vollständig degenerirt ansprechen können. Die Fasern der Meynert'schen Commissur sowie die Bündel im Tuber cinereum liessen sich mit Sicherheit von den anderen Gruppen abgrenzen. Somit können die übrigen die Mittellinie überschreitenden Fasern nur sein: Commissura inferior oder gekreuzte Fasern aus dem rechten Sehnerven. Gegen die Annahme von Commissurenfasern spricht erstens die vorwiegende Verlaufsrichtung der fraglichen Fasern von rechts oben nach links unten und zweitens der Umstand, dass die Fasern im linken Tractus zuerst ausschliesslich an einer Stelle auftreten, welche rechts am längsten von normalen Fasern völlig frei bleibt. ein Unterschied, welcher auch im weiteren Verlauf beider Tractus

mehr weniger deutlich zum Ausdruck kommt. Bei der hochgradigen Degeneration des ganzen Chiasmus und der Tractus könnten hier aber erhebliche Verschiebungen im ursprünglichen Faserverlauf stattgefunden haben. Die directe Beobachtung ermöglicht daher die sichere Entscheidung der Frage nicht. Auch die quantitative Schätzung der Fasern im Nerven einer-, in den Tractus andererseits, ist recht schwierig — wegen der sehr verschiedenen Anordnung der Fasern zu dicken Bündeln im Nerven, zu feinen in den Tractus — spricht aber im Ganzen doch gegen die Annahme der Commissurenfasern, indem die Summe der Fasern in den Tractus wohl derjenigen im Nerven ziemlich gleich kommt. Wenn wir nun aber annehmen, die Fasern des linken Tractus sind ausschliesslich gekreuzte, so können diejenigen des rechten nur ungekreuzte sein, deren Menge ist aber so gross, dass bei der wohl allgemeinen Annahme\*), dass die gekreuzten Fasern an Menge über die ungekreuzten überwiegen, der Schluss gerechtfertigt erscheint, dass sämtliche oder doch nahezu sämtliche ungekreuzte Fasern im rechten Tractus erhalten blieben. Die entgegengesetzte Annahme: nur Commissurenfasern ergäbe übrigens dasselbe Resultat für den Nerven; denn bei dieser Annahme müssten sämtliche Fasern im rechten Nerven ungekreuzte sein, was bei der verhältnissmässig geringen Degeneration desselben unwahrscheinlich ist.

Somit liefert das Präparat jedenfalls einen neuen Beweis gegen die Theorie der Totaldecussation der Sehnerven im Chiasma. Wir müssen annehmen, dass das linke ungekreuzte Bündel, sowie nahezu sämtliche gekreuzten und Commissurenfasern degenerirten und fast einzig und allein das rechte ungekreuzte Bündel sich normal erhielt. Daher ermöglicht das Präparat ferner in seltener Weise einen Einblick in das Lageverhältniss von gekreuzten und ungekreuzten Fasern zu einander im Nerv und Tractus.

Allerdings nahmen wir an, dass im rechten Nerven auch ein geringer Theil der gekreuzten Fasern sich normal erhielt und man ist versucht dieselben in denjenigen Bündeln zu vermuthen, welche im inneren oberen Quadranten des Nervenquerschnittes verliefen. Immerhin wird man sich auf die Vermuthung beschränken müssen und ein sicheres Urtheil über diese Frage nicht fällen können. Mit Sicherheit aber wird man Folgendes sagen können: Die ungekreuzten Fasern sind im Nerven zu dicken Bündeln vereinigt und verlaufen als geschlossene Gruppe im Wesentlichen auf der lateralen Seite des Nerven. Im Chiasma aber und noch mehr im Tractus vermischen sie sich allmählig mehr und mehr mit den gekreuzten Fasern, doch so, dass sie sich nicht über den Gesamtquerschnitt des Tractus vertheilen, sondern zunächst den inneren unteren Quadranten und später eine sich allerdings allmählig verschmälernde Zone am ganzen freien Rande des Tractus freilassen. Träfe die oben aufgestellte Vermuthung über die gekreuzten Fasern im Nerven zu, so wären wir noch zu folgendem Schluss berechtigt: Das im Nerven lateral verlaufende ungekreuzte Bündel theilt sich in der Gegend des Eintritts der Arteria

---

\*) Nach Ganser<sup>1)</sup> schliesst Mauthner: Gehirn und Auge S. 427 ein Verhältniss des gekreuzten zum ungekreuzten Bündel = 3 : 2.

centralis retinae in 2, welche zwar im Wesentlichen ihre laterale Lage beibehalten, aber etwas nach oben und unten auseinander weichen und so zum Bulbus gelangen. Auch auf dies Verhältniss ist Gewicht gelegt worden.

Ehe ich nun aber näher auf die Frage des Faserverlaufs im Chiasma eingebe, möchte ich zunächst eine Frage von ganz allgemeiner Bedeutung etwas ausführlicher besprechen.

In unserem Falle liess sich über die Ursache und das Zustandekommen der Degeneration geradezu nichts ermitteln. Diesen Umstand könnte man benutzen, um die Beweiskraft des ganzen Falles in Frage zu ziehen. Ein Vertreter der Totaldecussation könnte einwenden: „Vielleicht handelt es sich um eine aufsteigende Degeneration im linken Sehnerven, deren Intensität sich im gekreuzten Tractus bedeutend geringer als im Nerven erweist, und um eine absteigende Degeneration im linken Tractus, welche sich notorisch langsamer vollzieht, als die aufsteigende und somit sehr wohl im Nerven in sehr viel geringerem Grade zum Ausdruck kommen konnte, als im Tractus“.

Dem könnte ich allerdings entgegen halten, dass unser Patient noch bis zu seinem Tode thatsächlich sehen konnte, mithin die einzig normalen Nervenfasern des rechten Nerven bis zu den Centren leitungsfähig sein mussten. Aber auch wenn uns über das Sehvermögen des Patienten gar nichts bekannt wäre, so würde ich jenen Einwand unbedingt zurückweisen; denn ich bin der Ansicht, dass die secundäre Degeneration eine Nervenfaser immer in ihrer ganzen Länge gleichzeitig befällt. Centrale Nervenzüge degeneriren nach einer Läsion von der Unterbrechungsstelle an bis zum nächsten Endapparat, und zwar stets nach einer Richtung, welche immer mit der Leitungsrichtung zusammenfällt. Periphere Nervenbahnen können dagegen nach beiden Richtungen degeneriren, und zwar vollzieht sich dann die Degeneration im Sinne der Leitungsrichtung sehr viel rascher, als im entgegengesetzten Sinne. Mag es sich nun aber um periphere oder centrale Nervenbahnen handeln, mag der Nervenabschnitt von der Läsionsstelle bis zu dem einen Centrum rasch oder langsam degeneriren, immer wird der bezeichnete Nervenabschnitt in allen seinen Theilen zu einer bestimmten Zeit den gleich hohen Grad der Degeneration aufweisen.

Obwohl ich überzeugt bin, dass diese Behauptung in ihrer Allgemeinheit kaum erheblich bezweifelt werden wird und deshalb der Nachdruck, mit dem ich sie aufstellte, überflüssig erscheinen dürfte, so hielt ich diese nachdrückliche Betonung doch für nothwendig. Gerade die eigenthümlichen Verhältnisse des Faserverlaufs im Chiasma

können nämlich zu einer entgegengesetzten Annahme verleiten, und eine derartige Annahme wird selbstverständlich wieder eine sehr schädliche Rückwirkung auf die Theorie des Faserverlaufs ausüben, insofern eine solche aus der Beobachtung secundärer Degenerationen erschlossen werden soll. Bei der Durchsicht der Literatur habe ich nun in der That den Eindruck gewonnen, als ob über die in Rede stehende Frage keine völlige Klarheit herrsche und in einem Falle ein Irrthum in dieser Richtung die wesentlichste Ursache dafür sei, dass überhaupt heutigen Tages immer wieder Stimmen laut werden, die sich für Totaldecussation der Sehnerven aussprechen.

Die Sachlage ist kurz die:

Seit Morgagni\*) findet sich sehr häufig die Thatsache verzeichnet, dass sich die Degeneration eines Sehnerven nur bis zum Chiasma, nicht aber über dieses hinaus in den Tractus verfolgen liess. Auch Louget\*\*) bezeichnet diese Beobachtung als die häufigste. Heutigen Tages erklärt man sich dieselbe durch die Semidecussation der Sehnerven. Früher aber, als man allgemein eine Totaldecussation derselben annahm, musste die Beobachtung in der That zu der Annahme verleiten, dass der Process der Degeneration am Chiasma Halt mache und so erklärt es sich, dass Michel<sup>4)</sup> es als genügend bekannte Thatsache bezeichnete, dass das Chiasma dem Fortschreiten der Degeneration einen Widerstand in den Weg lege, eine Annahme, die selbstverständlich der von uns aufgestellten Behauptung gerade entgegenläuft.

Aber auch mit der Entdeckung der Semidecussation war das Räthsel noch nicht völlig gelöst. Auffällig bleibt nämlich noch immer die Thatsache, dass häufig genug bei Degeneration eines Sehnerven auch bei mikroskopischer Untersuchung selbst eine partielle Degeneration in den Tractus gar nicht oder doch nur eine Strecke weit nachweisbar ist. Es bleibt also die Frage bestehen: Machte die Degeneration im Chiasma oder kurz hinter dem Chiasma Halt? In diesem Sinne scheinen sich in der That einige Autoren zu äussern. Nieden l. c. nimmt in seinem Falle an, die Degeneration des Sehnerven habe das Chiasma nicht überschritten, führt ihn aber als Beweis für Halbkreuzung der Sehnerven an. Aehnlich äussert sich Deutschmann<sup>5)</sup>. Auch Marchand<sup>6)</sup> meint, man könne annehmen,

\*) Morgagni de sedibus et causis morborum. Ebroduni 1779, Epist. XIII. Obs. 7, 8 und 9, p. 202—204. Nach Portscher<sup>2)</sup>.

\*\*) Anat. et physiol. du système nerv. de l'homme etc. Tome II. p. 71. Nach Nieden<sup>3)</sup>.



dass sich die Atrophie „bei einigermaßen langem Bestehen“ auf beide Tractus fortsetze. Auch bei Richter<sup>7)</sup> scheint folgender Satz auf eine ähnliche Anschauung hinzudeuten: Er kommt zu der Ueberzeugung, „dass es die Zeit allein nicht sein könne, welche die Intensität der Atrophie oder die Schnelligkeit ihres Fortschreitens bedinge“. Immerhin wird bei diesen Autoren die in Rede stehende Frage nur nebenbei berührt und der Einzige, bei dem sie eine wesentliche Rolle spielt, und welcher sich über sie klar und bestimmt ausspricht, ist, so viel ich sehe, Michel. Aus seinen früheren, wie namentlich wieder aus seiner neuesten Arbeit<sup>8)</sup> geht nämlich Folgendes hervor: Die Ausdrücke „aufsteigende“ und „absteigende“ Degeneration, die doch zunächst jedenfalls nur andeuten sollen, ob der periphere oder der centrale Abschnitt einer in ihrer Continuität unterbrochenen Nervenfasern degenerirt, gebraucht Michel immer in dem Sinne, dass z. B. die aufsteigende Degeneration sich von der verletzten Stelle des Fasersystems allmähig, Schritt für Schritt nach dem Centrum zu fortpflanze. Z. B. findet Michel in einem Falle von über 60 Jahre bestehender Phthisis bulbi den betreffenden Sehnerven vollständig, den gekreuzten Tractus aber nur in geringem Grade degenerirt. Da er die Totaldecussation der Sehnerven bewiesen zu haben glaubt, so folgert er aus diesem Befunde, die „aufsteigende“ Degeneration habe im Verlaufe der 60 Jahre zwar den Sehnerven vollständig zum Schwunde gebracht, dann aber das Chiasma nur in geringem Grade zu überschreiten vermocht, so dass sich ein grosser Theil der im Nerven völlig zerstörten Fasern im Tractus ganz normal erhalten habe. Für diese Theorie würde allerdings sprechen, dass Michel behauptet, die Erscheinungen der Degeneration nähmen, sowohl im Nerven als im Tractus, je weiter centralwärts man dieselben untersuche, an Intensität ab. Davon sieht man freilich in den Michel'schen Zeichnungen nichts. Seine Nerven sind vollständig degenerirt, und für die Tractus kommt in Betracht, dass sich den optischen Fasern weiter centralwärts diejenigen der Gudden'schen Commissur und schliesslich, sobald sie dem Thalamus opticus aufliegen, die Gudden'schen Hemisphärenbündel beigesellen, woraus sich ein Mehr von normalen Fasern leicht erklärt. Ausserdem kommt hier noch ein Umstand in Betracht, auf den ich weiter unten zurückkomme. In der Hauptsache ist es nach Michel jedenfalls immer die Kreuzung im Chiasma, welche dem Fortschreiten der Degeneration Einhalt thut; und dass dies so sei, kann Michel aus dem oben angezogenen Befunde beweisen, nur unter der Voraussetzung der Totaldecussation der Sehnerven im Chiasma. Die letztere aber beweist er wieder, in-

dem er seine Theorie von der secundären Degeneration als bewiesen voraussetzt. Er bewegt sich bei seiner Beweisführung also im Zirkel und nimmt sich zu viel vor, wenn er in der Einleitung seiner Arbeit sagt: „Die von mir angestellten experimentell-anatomischen Untersuchungen bezweckten zunächst die Verhältnisse festzustellen, welche Sehnerv, Chiasma und Tractus darstellen, nachdem ein verschieden langer Zeitraum nach Herausnahme eines oder beider Augen, beziehungsweise nach Sehnervendurchschneidung unmittelbar hinter dem Auge verflossen ist. Zugleich erschien damit die Möglichkeit eines klaren Einblicks in die Art und Weise des Faserverlaufs im Chiasma gegeben“. Dieses „zugleich“ ist meines Erachtens nicht möglich. Entweder man nimmt gewisse Erscheinungen der secundären Degeneration als bewiesen an und versucht nun von dieser Voraussetzung ausgehend, an der Hand der secundären Degenerationen Klarheit über die Verlaufsweise dieses oder jenes Nervenbündels zu gewinnen, oder man setzt die Verlaufsweise einer Nervenbahn als bewiesen voraus, und sucht nun, gestützt auf diese Voraussetzung, neue Aufschlüsse über die Art und Weise der secundären Degenerationen zu gewinnen.

Einen selbstständigen Beweis für seine Theorie über „die absteigende“ Degeneration erbringt Michel, soviel ich sehe, nicht und setzt die diesbezüglichen „Resultate“ als gleichberechtigt neben diejenigen über den Faserverlauf, statt sie in den Mittelpunkt seiner ganzen Beweisführung für die Totaldecussation zu stellen, was er meines Erachtens hätte thun müssen.

Michel's Theorien möchte ich zunächst entgegenhalten, was Ziegler in seiner Speciellen pathologischen Anatomie, 4. Aufl. 1886, S. 563, von den secundären Degenerationen im Centralnervensystem sagt: Dieselben „beginnen gleichzeitig im ganzen Gebiete der betreffenden Nervenbahnen, sie sind schon in der zweiten Woche nach der Leitungsunterbrechung für die mikroskopische Untersuchung kenntlich, indem in dieser Zeit der Zerfall der Markscheiden und der Axencylinder bereits begonnen hat“.

Ziegler, der doch sonst in seinem Werke gegentheilige Ansichten, sofern solche nur irgend ausgesprochen sind, erwähnt, schränkt den Satz, so viel ich sehe, in keiner einzigen Anmerkung ein. Derselbe sagt von den peripheren Bahnen l. c. S. 623: „ . . . Doch ist bei allen Degenerationsprocessen ein Moment von der massgebendsten Bedeutung, nämlich dass die Degeneration einer Nervenfaser so bald sie an irgend einer Stelle zu einer Aufhebung der Function des Axencylinders fuhr, sich über das ganze peripher von der Leitungsunter-

brechung gelegene Stück gleichzeitig verbreitet“. Ferner hat Ranvier\*) nach Forel\*) „wohl bewiesen, dass Axencylinder und Mark des peripheren Stumpfes des durchschnittenen motorischen Nerven beide und in ihrer ganzen Länge nach zugleich, dem Zerfall anheimfallen“. Dass aber auch der centrale Stumpf einer in ihrer Continuität unterbrochenen Nervenfasern, wenn überhaupt, in seiner ganzen Länge gleichzeitig dem Zerfall anheimfällt, hat neuerdings Forel l. c. beim Facialis nachgewiesen. Er riss bei einem erwachsenen Meerschweinchen die Facialiswurzel aus dem Canalis Falloppiae heraus und tötete dasselbe 141 Tage nach der Operation. Er findet Zerfallsproducte der Fasern im Kern, im Abschnitt vor dem Austritt des Nerven aus der Oblongata und im Knie; die Zerfallsproducte fehlen aber in dem Theil der Wurzel zwischen Knie und Austritt sowie in dem ganzen Abschnitt der plexusartig entbündelten Wurzel zwischen Knie und Kern. Forel sagt im Anschluss an diesen Befund l. c. S. 179: „Ich bin nun fest überzeugt, dass der Tod und der Zerfall der Ganglienzellen und ihrer Fasern auf der ganzen Linie zugleich und zwar sehr bald nach der Operation erfolgt. Ueberall scheinen die Zerfallsproducte gleich alt, nie und nirgends sieht man Zeichen dafür, dass der Process an einer Stelle angefangen und an einer anderen geendigt hätte. Diese hochwichtige Thatsache spricht auch ganz gegen die Annahme langsamer Entzündungsprocesse“. Nun könnte man allerdings noch einwenden, dass es nicht gerechtfertigt sei, den sensorischen Opticus mit den motorischen Nerven in Parallele zu stellen. Es ist indessen doch höchst unwahrscheinlich, dass der centrale Stumpf sensibler Nerven in diesem scheinbar allgemein gültigen Gesetz eine Ausnahmestellung einnähme. Ausserdem spricht für ein gleiches Verhältniss der optischen Nervenfasern bei der Degeneration die Thatsache, dass bei beiderseitiger Sehnervenatrophie immer beide Tractus vollständig atrophisch erscheinen. So findet z. B. Purtscher l. c. nach 13 Monate bestehender doppelseitiger Opticusatrophie beide Tractus vollständig degenerirt, nur viel geringere Volumsabnahme und mehr Fettkörnchenzellen als bei länger bestehender Atrophie\*\*).

---

\*) Ranvier, Leçons sur l'histologie du système nerveux.

\*\*) Auch auf folgenden Fall möchte ich verweisen: Kellermann<sup>10)</sup> findet in einem klinisch wie anatomisch recht genau beobachteten und beschriebenen Fall in beiden Sehnerven je einen sklerotischen Herd, der sich über den Gesamtquerschnitt des Nerven in ziemlich gleicher Weise ausdehnt und nahezu sämtliche Markscheiden zerstört hat, wohingegen eine grosse Anzahl

Diese ganze Frage ist in dem Streite zwischen Michel und v. Gudden über Semi- und Totaldecussation bereits mehrfach zur Sprache gekommen. Da es mir aber schien, als ob Michel gerade auch seine Ansichten über die Degeneration habe den Gudden'schen neuerdings entgegensetzen wollen, bin ich auf die Frage ausführlicher eingegangen und mir will scheinen, dass man Michel nicht nur als „Specialvertreter der fast aufgegebenen Theorie der Totaldecussation der Sehnerven“, sondern auch als Specialvertreter seiner Theorie von der „aufsteigenden“ Degeneration bezeichnen dürfte.

Halten wir nun aber an der Theorie von dem gleichzeitigen Zerfall der Nervenfasern in ihrer ganzen Länge fest, so kommen wir nunmehr auf die bereits oben gestellte Frage zurück: wie kommt es, dass die Degeneration eines Sehnerven auch bei sorgfältiger mikroskopischer Untersuchung so oft in den Tractus gar nicht oder nur in unverhältnissmässig geringem Grade zum Ausdruck kommt?

Gerade auf diese Frage wirft nun jener Forel'sche Facialis ein höchst interessantes Licht. Forel deutet den oben citirten Befund dahin, dass er sagt: da, wo die degenerirenden Fasern allenthalben von einer reichlichen Menge normalen Gewebes umgeben und durch solches von einander getrennt sind — im Abschnitt der Wurzel zwischen Knie und Austritt aus der Oblongata, sowie zwischen Knie und Kern — sind die Bedingungen für die Resorption der Degenerationsproducte sehr günstig, wir finden in Folge dessen keine Residuen der zu Grunde gegangenen Nervenfasern. An der Stelle aber, wo die Wurzel als compactes Bündel verläuft — im Austritt des Nerven aus der Oblongata und im Knie sowie im Kern — sind die genannten

---

Axencylinder leitungsfähig geblieben waren. Diese Herde sind in der Längsrichtung der Nerven ziemlich genau begrenzt, und haben wir nur der Ausdehnung dieser Herde entsprechend einen primär entzündlichen Vorgang anzunehmen, welcher beiderseits das Chiasma nicht erreicht. Ferner aber findet Kellermann in dem gesammten optischen Leitungsapparat die Erscheinungen secundärer Degeneration. Diese sind in den central vom Herd gelegenen Partien zwar stärker ausgeprägt, als in den peripheren, zeigen aber auf dem ganzen Verlauf in einer Richtung den gleich hohen Grad. speciell zeigen die Tractus, soweit sie untersucht wurden (bis 23 Mm. hinter dem Chiasma) ganz denselben Grad von Atrophie wie die Nervenstücke zwischen Chiasma und dem bezüglichen Herd. Die Schilderung ist zum Theil allerdings reconstruirt und nicht völlig einwurfsfrei, immerhin ist der Fall doch für die Art der secundären Degeneration im optischen Leitungsapparat recht beachtenswerth. — Die Dauer des Processes beträgt 5—6 Jahre. Patient starb 33 Jahre alt.

Bedingungen ungünstiger und die Residuen der Degeneration werden nicht resorbirt. Hinsichtlich dieser Verhältnisse wird man den Opticus austauschlos mit dem Facialis vergleichen können. Ganz in demselben Sinne spricht sich übrigens neuerdings v. Monakow<sup>1)</sup> aus in Bezug auf secundäre Degenerationen, welche er im Hemisphärenmark nach Exstirpation der Occipitalhirnrinde fand. Wäre nun der Faserverlauf im optischen Leitungsapparat ein derartiger, wie wir ihn auf Grund unseres Präparates annehmen zu müssen glaubten, dass nämlich die ungekreuzten Fasern im Nerven zwar als compactes Bündel, im Tractus dagegen mit den gekreuzten Fasern vermischt verlaufen, so wäre es im Hinblick auf den Forel'schen Facialis sehr erklärlich, wenn bei Degeneration eines Sehnerven die betreffenden Fasern in den Tractus nach ihrer Degeneration ganz oder theilweise resorbirt würden, die Tractus mithin ein mehr weniger normales Aussehen darböten.

Aus diesen gesammten Erwägungen ergeben sich nun folgende für das Studium des Faserverlaufes im optischen Leitungsapparat höchst wichtige practische Regeln:

1. Finden sich in einem theilweise degenerirten optischen Leitungsapparat noch gut erhaltene normale Nervenfasern im Nerven, so müssen wir deren Fortsetzungen nothwendiger Weise auch als gut erhaltene normale Nervenfasern in den Tractus wiederfinden, und umgekehrt: die Fortsetzungen der in dem Tractus vorhandenen Nervenfasern müssen wir nothwendigerweise auch in den Nerven wiederfinden.

2. Finden wir in den Sehnerven degenerirte Faserstränge, so müssen wir nothwendiger Weise annehmen, dass deren Fortsetzungen in den Tractus gleichfalls degenerirt sind, wir dürfen aber durchaus nicht verlangen, dass wir unbedingt noch Residuen der Degeneration in den Tractus finden, müssen vielmehr darauf gefasst sein, dass die Residuen vollständig resorbirt sind.

Michel befolgt gerade die entgegengesetzten Regeln: er hält es sehr wohl für möglich, dass die Nervenfasern, welche im Nerven vollständig degenerirt sind, sich in den Tractus verhältnissmässig normal erhalten haben — oder besser gesagt im entgegengesetzten Tractus, denn er macht diese Annahme vorzüglich bei den gekreuzten Fasern — andererseits aber verlangt er von den degenerirten eventuellen ungekreuzten Fasern, dass sie nothwendiger Weise im Tractus Degenerationsproducte aufweisen müssten. Denn seine Beweisführung der Totaldecussation läuft im Wesentlichen immer auf den Satz hinaus: der dem atrophischen Sehnerven gleichseitige Tractus weist

keine Spur von Degeneration auf, folglich hat sich die Degeneration nur in den entgegengesetzten Tractus fortgepflanzt. Dass Michel im entgegengesetzten Tractus theilweise Degenerationsproducte findet, würde sich nach unserer Theorie von der Resorption der Degenerationsproducte natürlich dadurch erklären, dass im entgegengesetzten Tractus die Menge der degenerirenden — gekreuzten — Fasern über die Menge der normalen — ungekreuzten — überwog, die Bedingungen für die Resorption mithin ungünstigere waren, als im gleichseitigen, wo gerade das entgegengesetzte Verhältniss statt hat, selbstverständlich unter der Voraussetzung, dass sich im Chiasma die Mehrzahl der Fasern kreuzt.

Natürlich kommen unsere Erwägungen nicht allein für die Beurtheilung der Michel'schen, sondern überhaupt für diejenigen aller Beobachtungen über den Faserverlauf im optischen Leitungsapparat, namentlich über das Lageverhältniss von gekreuzten und ungekreuzten Fasern zu einander in Betracht.

Obleich das Gesagte im Wesentlichen genügen dürfte, so möchte ich doch noch auf einige Punkte hinweisen, welche sich aus unseren Erwägungen ergeben:

1. Es ist im höchsten Grade gewagt, wenn nicht geradezu ungerechtfertigt, hinsichtlich des ursprünglichen quantitativen Verhältnisses zweier Fasergattungen, deren eine degenerirt, die degenerirten mit den normalen Fasern zu vergleichen. Denn ein ursprünglich mächtiger Faserzug kann bei günstigen Bedingungen nach der Degeneration bald in geringerem, bald in stärkerem Grade resorbirt werden.

2. Finden wir bei Degeneration eines Sehnerven beide Tractus fast oder vollständig normal, so dürfen wir mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die gekreuzten und ungekreuzten Fasern, nicht als in sich geschlossene Stränge, sondern mit einander vermischt verliefen. Dieser Schluss folgt aber nicht mit unbedingter Nothwendigkeit. Denn der Faserverlauf ist nicht der einzige Umstand, welcher die Resorption der degenerirten Nervenfasern bedingt. Namentlich haben wir im Auge zu behalten, dass bei Degenerationen, welche im frühesten Kindesalter eintreten, auch compacte Faserstränge vollständig schwinden und sich so der Beobachtung entziehen können, woran Michel gar nicht denkt. Ferner hängt die Resorption natürlich von der Dauer der Degeneration ab. v. Monakow l. c. fand bei einigen operirten Hunden, dass die Intensität der secundären Veränderungen, d. h. der Umfang des Zerfalls der Nervenfasern und derjenige der damit verknüpften Gliawucherung im

geraden Verhältniss zur Zeitdauer nach der Operation stand. Wir haben also das Alter, in welchem das betreffende Individuum die Degeneration acquirirt, sowie ferner deren Dauer in Betracht zu ziehen.

3. Lässt sich in einem Falle ein gekreuztes oder ungekreuztes Bündel als compacter degenerirter Strang hinter dem Chiasma in den Tractus nur eine Strecke weit, nicht aber bis zu den Centren verfolgen, so haben wir an die Möglichkeit zu denken, dass eine Vermischung der gekreuzten und ungekreuzten Fasern noch im weiteren Verlaufe des Tractus eintrat.

---

Sehen wir nun zu, welches Resultat sich aus den bisher veröffentlichten Beobachtungen über den Faserverlauf im Chiasma ergibt, wenn man dieselben von den soeben erörterten allgemeinen Gesichtspunkten aus betrachtet, so müssen wir zunächst noch einmal auf Michel zurückkommen, welcher von Baumgarten<sup>12)</sup> bereits als „der Specialvertreter der fast aufgegebenen Theorie der vollständigen Durchkreuzung der Sehnervenfasern im Chiasma“ bezeichnet wurde.

Michel spricht in seiner neuesten bereits mehrfach angezogenen Arbeit die Hoffnung aus, das in der genannten Arbeit niedergelegte Resultat werde auch andere von der Thatsache — nicht bloss von der Theorie — der vollständigen Kreuzung im Chiasma überzeugen.

Das von Michel niedergelegte Resultat ist nun folgendes: Chiasmen der Sperlingseule, solche von Kaninchen und Meerschweinchen, denen eines oder beide Augen enucleirt waren. Die Operationen und deren Resultate sind im Wesentlichen dieselben, wie sie bereits früher von Gudden mitgetheilt wurden, und bringen somit nichts Neues: im Besonderen beweisen sie nichts gegen die Behauptungen, welche Gudden entgegen seinen früheren mit Michel übereinstimmenden Ansichten auf Grund späterer und anderer Experimente aufstellte. Ich meine Gudden's Zerstörung des einen Tractus — des einen Tractus, des gleichseitigen Nerven und der zugehörigen Chiasmahälfte — Experimente, durch welche Gudden beim Kaninchen die Existenz eines, wenn auch kleinen ungekreuzten Bündels nachwies<sup>13)\*)</sup>.

Michel untersuchte ferner fünf Chiasmen von Katzen, denen gleich nach der Geburt ein Auge enucleirt war. Die Resultate waren völlig übereinstimmend: Makroskopisch ist der eine Sehnerv hochgradig atrophisch, der andere, das Chiasma und die Tractus erscheinen

---

\*) In ähnlicher Weise wies Ganser l. c. das ungekreuzte Bündel bei der Katze nach.

normal. Mikroskopisch zeigt sich der eine Sehnerv vollständig oder doch nahezu vollständig degenerirt, der andere Sehnerv und der diesem entgegengesetzte Tractus normal; der dem enucleirten Auge entgegengesetzte Tractus aber weist neben degenerirten eine grosse Anzahl normaler, nicht degenerirter Nervenfasern auf. Dieser Befund beweist meines Erachtens die Existenz des ungekreuzten Bündels bei der Katze. Michel sagt allerdings im Anschluss an diesen Befund: „Jedenfalls ist aus den von mir mitgetheilten Thatsachen der Schluss zu ziehen, dass das Verhalten des Chiasma und des entgegengesetzten Tractus nach Enucleation eines Auges beim neugeborenen Thierte nicht zur Entscheidung der Frage verwerthet werden kann, ob im Chiasma eine vollständige oder unvollständige Kreuzung stattfindet. — — —“. Die einzige Veranlassung, die Michel zu dieser Schlussfolgerung hatte, war offenbar der Umstand, dass die fünf genannten Chiasmen mit solcher Klarheit für die Semidecussation sprechen, dass es selbst Michel nicht möglich war, aus diesen Befunden die Totaldecussation zu beweisen. Die Begründung, die Michel für seine „Schlussfolgerung“ giebt, ist so unklar, und seine Erklärungsversuche für den für ihn so auffälligen Befund so abenteuerlich, dass es zu weit führen würde, auf diese Punkte hier näher einzugehen\*).

---

\*) Michel meint, die normalen Fasern im gekreuzten Tractus könnten keine ungekreuzten sein, weil es bei der Annahme ungekreuzter Fasern unverständlich sein würde, dass sich in dem dem degenerirten Nerven gleichseitigen Tractus keine degenerirten Fasern vorfinden, — als ob das, zumal bei neugeborenen Thieren etwas Auffälliges wäre! — Michel will deshalb die fraglichen Fasern als Gudden'sche Hemisphärenbündel ansprechen. Diese verlaufen in dem Theil des Tractus, welcher dem Thalamus opticus aufliegt und schliessen sich dann den äussersten Fasern des Hirnschenkelfusses an, um mit diesen zur Hirnrinde zu gehen. — Diese Fasern sucht Michel in demjenigen Theil des Tractus, welcher dem Tuber cinereum aufliegt! — Schliesslich schliesst Michel „auf Grund der von ihm beobachteten Thatsachen“, dass nach Enucleation eines Auges bei neugeborenen Thieren „der Vorgang der Markscheidenbildung in absteigender Weise vom Centrum nach der Peripherie in dem entgegengesetzten Tractus bis in das Chiasma hinein ungehindert sich vollzieht“. Im Widerspruch mit dieser Behauptung steht die auch von Michel beobachtete Thatsache, dass bei doppelseitiger Enucleation bei neugeborenen Thieren immer beide Tractus vollständig degeneriren.

Zur Erklärung dieses Widerspruchs weist Michel auf die Analogie mit den Riechcentren hin. Gudden<sup>14)</sup> fand nämlich bei einseitiger Zerstörung des Tractus olfactorius bei Kaninchen geringere Atrophie des Lobus olfactorius als bei doppelseitiger und schliesst daraus auf Innervation des Lobus olfactorius von demjenigen der anderen Seite auf dem Wege der Commissura



Den fünf Katzenschiasmen schliesst sich dasjenige eines Mädchens mit congenitalem einseitigen Anophthalmus mit gleichem Befund an.

Michel beschreibt ferner das Chiasma eines 15jährigen Mädchens, in welchem ein Sehnerv vollständig, der andere und die Tractus aber sämtlich zum Theil degenerirt sind. Hier findet also nicht einmal Michel's Deduction Anwendung, dass keine Spur von Degeneration sich in dem dem atrophischen Nerven gleichseitigen Tractus finde. Der Fall ist also im Michel'schen Sinne sicher gar nicht zu verwerthen.

So bleiben denn noch übrig in Summa 4 Chiasmen, 2 von Katzen, denen, als sie erwachsen waren, ein Auge enucleirt war, 2 von erwachsenen Menschen, bei denen längere Zeit vor dem Tode ein Bulbus phthisisch geworden. Von diesen 4 Chiasmen weisen 2, je eines von der Katze und vom Menschen, im Wesentlichen dieselben Verhältnisse auf, wie die Katzen, welche gleich nach der Geburt operirt waren, das heisst, sie liefern den Beweis der Semidecussation beim Menschen. Auf diese Chiasmen gründet Michel seine Theorie über secundäre Degeneration. Die zwei anderen Chiasmen zeigen allerdings Verhältnisse, die für die Michel'sche Theorie sprächen: Ein Sehnerv vollständig, der entgegengesetzte Tractus nahezu vollständig degenerirt, der andere Nerv und Tractus anscheinend normal. Zu meinem grossen Bedauern giebt Michel gerade von diesen einzig und allein für seine Theorie sprechenden Chiasmen keine Zeichnungen und in der Beschreibung ist auch verzeichnet, dass der Tractus nicht einen so hohen Grad von Atrophie aufweise, wie der entgegengesetzte Nerv. Mögen die Verhältnisse aber sein, wie sie wollen, wenn man Michel sehr weit entgegen kommen will, so sprechen zwei Fälle für, zwei gegen die vollständige Durchkreuzung. Wie man sich unter diesen Umständen aber von der Thatsache der vollständigen Durchkreuzung überzeugen soll, ist unerfindlich. Denn selbst wenn Michel's sämtliche Befunde für die Totaldecussation sprächen, so hätte er dieselbe immer noch nicht bewiesen, nicht eher, als es ihm gelungen wäre, die zahlreichen entgegenstehenden Resultate anderer Autoren in seinem Sinne zu deuten; was Michel, der diese Resultate sämtlich registriert, gar nicht versucht.

Doch genug von der Totaldecussation, an die ausser Michel heutigen Tages ohnehin Niemand mehr glaubt. Kommen wir zur

---

anterior. Wenn diese Analogie Sinn haben sollte, müsste Michel ein zwischen Nervus und Tractus opticus eingeschaltetes, etwa im Chiasma liegendes optisches Centrum annehmen!

Frage der Lage von gekreuztem und ungekreuztem Bündel zu einander.

Ueber den Faserverlauf im Nerven liegen zunächst folgende Angaben vor.

Gudden\*) stellte durch Zerstörung eines Tractus bei zwei neugeborenen Kaninchen das ungekreuzte Bündel isolirt dar. Section nach 6 Monaten. Die mikroskopische Untersuchung ergab, „dass ausser der mehr compact und lateral verlaufenden Hauptmasse des ungekreuzten Bündels auch noch zu demselben gehörende vereinzelte Nervenfasern durch den atrophischen Nerven hindurchsetzten“.

Mandelstamm<sup>15)</sup> zerstörte bei einem 1—2 Tage alten Kaninchen den rechten Thalamus opticus und vorderen Vierhügel (beide nur theilweise). Er findet sowohl bei ophthalmoskopischer Untersuchung, als bei der nach 7 Wochen vorgenommenen Section fast totale Atrophie des linken Nerven. „Bloss bei Lupenvergrösserung ist noch an der äusseren Seite des Sehnerven ein dünner Nervenstreifen vorhanden, der als weisse Linie von dahin bis zum rechten Vierhügel sich erstreckt“. [Die Deutung dieses Befundes ist allerdings zweifelhaft\*\*)].

Demnach verliefen die ungekreuzten Fasern beim Kaninchen als mehr oder weniger geschlossenes Bündel im lateralen Theil des Nerven.

Ganser l. c. enucleirt bei einer 3 Tage alten Katze einen Bulbus und zerstört durch das Foramen opticum mit der Pineette eingehend den gleichseitigen Tractus. Nach 9 Monaten findet er in dem

---

\*) Die Seite 760 citirten Fälle Gudden's. Nach Bumm (bei Gudden ebenda) strahlt das ungekreuzte Bündel beim Kaninchen in das laterale Bündel der Retina aus, woran aber auch das gekreuzte participirt. Bei drei bereits S. 760 citirten Fällen Gudden's von Zerstörung einer Chiasmahälfte beim Kaninchen fehlen Angaben über die Lage des ungekreuzten Bündels. Nach Fortnahme eines vorderen Hügels des Corp. quadrigem. beim Kaninchen ergab die Section „einen mehr oder weniger in der Entwicklung zurückgebliebenen Nervus opticus“.

\*\*) Mandelstamm ist Anhänger der Theorie der Totaldecussation und deutet den Nervenstreifen als, bei der Operation nicht zerstörte, gekreuzte Fasern. Im Hinblick auf Gudden's Angabe über die Lage des ungekreuzten Bündels und die citirte Angabe Bumm's einerseits, den ophthalmoskopischen Befund Mandelstamm's andererseits, liegt es nahe, den bezüglichen Nervenstreifen im Nerven als ungekreuztes Bündel, seine scheinbare Fortsetzung im Tractus aber, als Gudden'sche Commissur und (?) Hemisphärenbündel anzusprechen, welche Mandelstamm beide nicht kannte.

anderen Nerven das gekreuzte Bündel als schmale Sichel bindegewebiger Substanz an der medialen Seite des Nerven.

Gudden<sup>16)</sup> demonstrierte in Strassburg eine Reihe von Präparaten, nach denen gekreuzte und ungekreuzte Fasern im Nerven der Katze jedenfalls isolirt verliefen; in welchem Lageverhältniss zu einander ist nach dem Referat unklar\*).

Demnach hätten wir auch bei der Katze einen isolirten Verlauf des ungekreuzten Bündels im Nerven anzunehmen; nach Ganser auf der lateralen, nach Gudden auf der medialen (?) Seite.

Grashey<sup>17)</sup> zerstörte bei einem neugeborenen Hunde einen Tractus; später finden sich beide Nerven erhalten, beide kleiner als normal, der gekreuzte kleiner als der gleichseitige. Obwohl die Nerven mikroskopisch untersucht wurden, ist von einer umschriebenen Degeneration nicht die Rede\*\*). Dies spricht, wie angedeutet, nicht unbedingt gegen isolirten Verlauf, weil es sich um Operationen bei neugeborenen Thieren handelt. Weitere Angaben über Hunde finden sich in der Literatur nicht

v. Monakow<sup>18)</sup> findet bei einem 70jährigen Manne apoplectische Herde im Occipitalhirn, den rechten Tractus nahezu vollständig atrophisch und in den Nerven das ungekreuzte Bündel dorsal-lateral,

---

\*) Die Querschnitte des gekreuzten und ungekreuzten Bündels wurden photographirt ausgeschnitten und die Gewichtsverhältnisse entsprechend grosser Stücke von Zinnfolie mit einander verglichen. Die Trennung der Bündel war also offenbar eine scharfe. Ferner aber wird in dem Referat gesagt: „dass die Kreuzung des gekreuzten und ungekreuzten Bündels sich bei Katzen im ganzen Querschnitte des aus dem Chiasma austretenden Nerven vollzieht, und dass die Fasern dieser Bündel sich erst nach und nach im Verlaufe des Nerven sondern, um zu ihren bezüglichen Retinahälften zu gelangen. Wenn sich gekreuztes und ungekreuztes Bündel im Nerven kreuzen sollen, müsste das gekreuzte Bündel an der lateralen Seite liegen. Dies wird im Referat nicht hervorgehoben, entspräche dem unten angezogenen Befunde beim Hunde, widerspräche aber dem Ganser'schen Befunde.“

\*\*) Den gleichen Befund giebt Gudden an, in einem Falle von Atrophie eines Tractus nach Hirnrindenexstirpation; die mikroskopische Beschreibung fehlt aber. — Schliesslich giebt Gudden l. c. <sup>13)</sup> an, er habe in Folge einer zufälligen, besonders günstigen (nahezu horizontalen) Schnittrichtung das ungekreuzte Bündel bei einem normalen Hundechiasma in den 7 untersten Schnitten direct verfolgen können. Jenes „kommt vom oberen Rande des Tractus, kreuzt das gekreuzte Bündel vom entgegengesetzten Tractus und tritt an die mediale Seite des gleichseitigen Nerven“. Gudden fügt hinzu, beim Wiesel trete das ungekreuzte Bündel frei zu Tage, entspräche sonst in seinem Verlaufe ganz dem beim Hunde. (Nach Untersuchungen Bumm's.)

das gekreuzte mehr medial. Die Grenzen zwischen degenerirten und nicht degenerirten Partien scheinen ziemlich scharf\*).

Jatzow<sup>19)</sup> beschreibt einen Fall, in welchem ein Chorioideal-sarcom vom rechten Bulbus aus centralwärts wucherte, den rechten Nerven, den grössten Theil des Chiasma (die rechte Hälfte vollständig) und auch zum Theil den linken Nerven zerstörte. Das in letzterem erhaltene Nervenbündel setzte sich direct in den linken Tractus fort. Der genau aufgenommene Befund des Gesichtsfelddefectes bewies, dass die bezüglichen Fasern die temporale Retinahälfte versorgten. Die zu dicken Bündeln vereinigten normalen Fasern findet Jatzow im Nervenabschnitt zwischen Bulbus und Gefässeintritt in zwei Gruppen angeordnet, welche oben und unten, aber mehr aussen als innen liegen. Centralwärts vom Gefässeintritt vereinigen sich beide Bündel zu einem, lateral gelegenen, welches sich direct in den gleichseitigen Tractus fortsetzt\*\*).

---

\*) Das Präparat ist offenbar dasselbe, welches v. Monakow in der Discussion erwähnte, welche sich an die Demonstrationen Gudden's in Strassburg anschloss<sup>16)</sup>.

\*\*) Soweit stimmt der Befund mit dem von uns beobachteten genau überein. Jatzow entwickelt ein sehr complicirtes Schema für den Faserverlauf im optischen Leitungsapparat und spricht sich, was gleich hier erwähnt sei, auch für isolirten Verlauf des ungekreuzten Bündels im Tractus aus. Meines Erachtens ist diese Annahme nach seinem Präparat ungerechtfertigt. Bei der Beschreibung desselben sagt er von dem linken Tractus weiter nichts als: l. c. S. 220: „Viel weniger“ (als im rechten Tractus, welcher noch viele erhaltene Nervenfasern mit deutlichen Axencylindern zeigte) „aber trat die Atrophie in dem fast normalen linken Tractus hervor, doch war hier die mediale Kante besonders an der ventralen Seite auf eine Strecke von etwa 1 Mm. von Sarcomzellen occupirt, zwischen denen von nervösen Elementen nichts mehr zu erkennen war“. Ferner erklärt er bei Besprechung des Falles die Annahme, dass das „erhaltene Nervenbündel sämtliche Fasern des rechten gekreuzten und linken ungekreuzten Bündels enthielte“ S. 242 für „im höchsten Grade unwahrscheinlich“ „wegen der sich ziemlich gleichbleibenden geringen Dicke des erhaltenen Nervenbündels — dasselbe müsste nach hinten mit dem Hinzutreten der gekreuzten Fasern an Dicke zunehmen, was sicher nicht der Fall“. Somit vermuthet Jatzow in dem „fast normalen“ linken Tractus offenbar nur ungekreuzte Fasern, man erfährt aber nicht, wo er die degenerirten gekreuzten Fasern vermuthet. Dass er diese nicht als compactes Bündel nachweisen konnte, geht erstens daraus hervor, dass er von diesem Befunde bei Beschreibung des Präparates keine Silbe erwähnt und zweitens aus dem Umstande, dass er bei Besprechung des Falles die Möglichkeit eines gemischten

Siemerling<sup>20)</sup> beschreibt einen Fall, in welchem eine gummöse Neubildung, im linken Tractus beginnend, zunächst linkes ungekreuztes und rechtes gekreuztes Bündel der Nerven, dann aber in das Chiasma weiter wuchernd auch das andere gekreuzte Bündel zur Degeneration brachte und somit nur das rechte ungekreuzte Bündel verschonte. Er findet (S. 429) „die Fasern, welche den lateralen Theil der Retina versorgen, also wesentlich Fasern des ungekreuzten Bündels verlaufen im Opticusstamm lateralwärts, mit dem grössten Theil des Umfanges die Peripherie erreichend, und zwar liegen sie im intraorbitalen Theil mehr unten, weiter centralwärts rücken sie mehr nach aussen“.

Uhthoff<sup>21)</sup> beschreibt eine partielle Atrophie eines Sehnerven in Folge von Tabes: Gesichtsfeld- und Augenspiegelbefund. Er findet die atrophischen Fasern, die er als ungekreuzte anspricht, im unteren äusseren Quadranten der Papille und ferner in einer fortlaufenden Querschnittreihe als scharf abgegrenztes Feld, welches seine Gestalt allmählig ändert und sich von unten aussen allmählig mehr nach unten innen verschiebt.

Neuerdings berichtet Richter l. c. über eine Atrophie im Tractus opt. dext. in Folge von Erweichung der Centren. Er findet ferner Atrophie in beiden Sehnerven, namentlich in dem rechten, und in beiden namentlich auf der rechten Hälfte. Diese Atrophien waren bereits für das blosse Auge als Schwund sofort kenntlich.

Nach diesen fünf Fällen zu schliessen verlief das ungekreuzte Bündel im Nerven beim Menschen als isolirtes Bündel und zwar auf der lateralen Seite.

---

Faserverlaufes im Sinne Kellermann's mit sehr complicirten Auseinandersetzungen zurückweist, statt einfach zu sagen, dass er das compacte degenerirte Bündel da und da gefunden habe. — Ich neige zu folgender Deutung des Falles: Gekreuzte und ungekreuzte Fasern vermischen sich innig miteinander, zwar nicht im Chiasma, wie bei Kellermann, aber dicht hinter demselben; 6 Jahre vor dem Tode erblindete Patient auf dem rechten Auge total. Um diese Zeit beginnt die secundäre Degeneration des rechten ungekreuzten und des linken gekreuzten Bündels der Tractus. Die Degenerationsproducte werden im Verlaufe der 6 Jahre resorbirt, wenn auch nicht ganz vollständig. Deshalb erscheint der linke nur „fast normal“, nicht vollständig normal. Später verfällt auch das andere gekreuzte Bündel durch Hineinwachsen des Tumors in das Chiasma der secundären Degeneration; einige Fasern haben sich im rechten Tractus aber noch erhalten, die Residuen der anderen sind nicht resorbirt; deshalb zeigt der rechte Tractus „noch viele erhaltene Nervenfasern mit deutlichen Axencylindern“.

Für medialen Verlauf spricht eine, aber unvollständige und deshalb nicht beweisende Atrophie Gudden's l. c.<sup>10)</sup>: weit vorgeschrittene Atrophie des linksseitigen Tractus in Folge einer vor 13 Jahren erfolgten Apoplexie der Centren. Im gleichnamigen Nerven, der mit Ueberosmiumsäure gefärbt war, fand sich Verkleinerung der centralen und medialen Bündel, im anderen war nichts Aehnliches nachzuweisen\*).

Neuerdings beschreibt Schmidt-Rimpler<sup>22)</sup> einen Fall, in welchem Amaurose des linken Auges durch Trauma des Auges im 9. Lebensjahre — nasale Hemianopsie des rechten Auges durch Trauma des Occipitalhirnes im Mannesalter eintrat. Er findet degenerirte Fasern im rechten Nervus opticus, die er auf Grund der Gesichtsfeldaufnahme als ungekreuzte, die temporale Netzhauthälfte versorgende anspricht, und zwar in wechselnder Lage: in der Nähe des Foramen opticum eine periphere schmale Sichel, deren Mitte nach innen unten liegt. Durch einen in derselben Richtung sich vorschiebenden Keil normalen Gewebes wird diese Partie später in zwei schmale Sichelu gespalten, die oben und unten im Querschnitt, aber mehr innen als aussen liegen. Dieser Fall spräche also auch für mediale Lage des ungekreuzten Bündels im Nerven. Meines Erachtens ist die Deutung des Befundes aber nicht so unzweifelhaft, wie sie Schmidt-Rimpler hinstellt\*\*).

---

\*) Bei totaler Atrophie eines Sehnerven will Gudden ferner das normale ungekreuzte Bündel vom Tractus aus direct bis zur medialen Seite des Nerven verfolgt haben, vergl. unten S. 772.

Ueber eine andere Deutung dieses Befundes vergleiche Jatzow l. c. S. 230.

\*\*) Eine derartige „tertiäre“ Degeneration des Sehnerven in Folge von Zerstörungen der Hirnrinde hat bisher mit scheinbarer Sicherheit nur v. Monakow in dem oben erwähnten Falle beobachtet. In seiner neuesten Arbeit l. c.<sup>11)</sup> berichtet v. Monakow allerdings über ähnliche Beobachtungen bei Hunden. Immerhin muss man wohl vor der Hand derartige Deutungen mit der grössten Vorsicht aufnehmen. In dem Schmidt-Rimpler'schen Falle waren vor Verletzung des Occipitalhirns jedenfalls das gekreuzte Bündel des rechten Tractus und das ungekreuzte Bündel des linken vollständig degenerirt — in Folge des Traumas des linken Auges — demnach müsste der rechte Tractus kleiner als der linke sein. Wenn später auch das ungekreuzte Bündel des rechten Tractus degenerirt wäre, müsste erst recht der rechte Tractus kleiner als der linke sein. Schmidt-Rimpler berichtet aber gerade das Gegentheil. Ferner nimmt die degenerirte Partie des rechten Nerven nur einen kleinen Theil des Querschnittes ein, so dass sie zu klein erscheint, um das ganze ungekreuzte Bündel zu repräsentiren. Schliesslich ist

Für gemischten Verlauf im Nerven spräche schliesslich, wenn die Notiz von Gowers<sup>23)</sup> nicht all zu knapp wäre: totale Atrophie eines Tractus bis zum Chiasma in Folge Drucks durch Tumor: „die beiden Sehnerven hatten normales Aussehen“.

Sehr viel zahlreicher sind die Angaben über den Faserverlauf im Tractus als über denjenigen im Nerven. Zunächst wurden häufig Enucleationen des Bulbus bei neugeborenen Thieren vorgenommen, so von Gudden bei Kaninchen l. c.<sup>14)</sup>, ferner <sup>24)</sup>, wobei die mikroskopische Untersuchung theilweise nicht vorgenommen wurde, von demselben bei Hunden und Katzen, bei denen die mikroskopische Untersuchung zum Theil jedenfalls vorgenommen wurde, ferner von Reich<sup>25)</sup> bei l. c.<sup>18)</sup> und <sup>24)</sup> Hunden, von welchen das Resultat der mikroskopischen Untersuchung nicht mitgetheilt ist. Schliesslich wurde dasselbe Experiment gemacht von Michel bei Hunden l. c.<sup>4\*)</sup> und Katzen l. c.<sup>8)</sup>. Dazu kommt die Beschreibung einer einseitigen congenitalen Missbildung bei einem Hunde, die Michel beschreibt<sup>26\*\*)</sup>.

Bei keinem einzigen dieser Fälle ist von einem compacten degenerirten Bündel im Tractus die Rede. Daraus folgt, wie S. 759 er-

---

die Degeneration keine absolute, sondern es finden sich „mattblau gefärbte Ringe“. Es wäre also möglich, dass die Hemianopsie zwar durch die Läsion der Hirnrinde bedingt war, diese beginnende Degeneration im rechten Sehnerven hingegen eine spätere, von der Hirnrindenläsion nicht direct abhängige Complication war, welche die Leitungsfähigkeit der bezüglichlichen Axencylinder noch gar nicht völlig aufgehoben hatte nach Analogie des S. 756 Anmerkung citirten Kellermann'schen Falles. Dann wäre es aber möglich, dass sich diese Degeneration gar nicht in den gleichseitigen, sondern in den entgegengesetzten Tractus fortsetzt, welcher offenbar noch gar nicht mikroskopisch untersucht ist.

\*) Das Resultat entspricht im Wesentlichen dem späteren bei Michel's oben besprochenen Katzen, dürfte also ebenso zu deuten sein. Gudden glaubt allerdings, die normalen Fasern im gleichseitigen Tractus als seine Commissur ansprechen zu müssen, die Michel nicht gekannt habe, warum nicht auch zum Theil als gekreuzte Fasern aus dem normalen Sehnerven, ist nicht zu ersehen. Für letztere Deutung spricht der Umstand, dass Michel später, als er die Gudden'sche Commissur kannte, bei seinen Katzen zu demselben Resultat kam.

\*\*) Michel sagt: „Der entgegengesetzte Tractus opticus in toto ist auf eine ziemlich grosse Strecke weit nur aus atrophischen Nervenfasern zusammengesetzt und zeigt ganz die gleiche intensive Färbung mit Carmin wie der rechte Nervus opticus“. — Das Chiasma ist horizontal geschnitten und die Beschreibung ungenau. Die Fasern der Gudden'schen Commissur müssten doch jedenfalls erhalten gewesen sein.

wähnt, nicht nothwendig die Annahme gemischten Verlaufes, die Fälle sprechen aber jedenfalls nicht gegen diese Annahme; für sie spricht aber die eine der beiden S. 762 erwähnten Katzen Michel's, die, als sie erwachsen waren, operirt wurden.

Für gemischten Verlauf sprechen ferner die Präparate von Chiasmen von Kaninchen, Hund und Katze, welche Finger und Münzer in Prag anfertigten und auf dem VII. periodischen internationalen Ophthalmologencongress in Heidelberg demonstirten<sup>27)</sup>: Der ungekreuzte Tractusantheil sei nicht ein geschlossenes, im Tractus eine bestimmte Lage einnehmendes Bündel, sondern in unregelmässiger Weise über den ganzen Querschnitt des Tractus verbreitet.

Wir kommen nunmehr zu der letzten Gruppe der Angaben, nämlich der Angaben über den Tractus beim Menschen.

Für gemischten Verlauf sprechen folgende Fälle:

Kellermann l. c. untersucht und beschreibt sehr genau mikroskopisch einen Fall von totaler Atrophie eines Sehnerven in Folge von Phthisis bulbi nach Trauma im 3. Jahre (Tod im 40. Jahre). Er findet, dass die ungekreuzten Fasern in den vorderen Schnitten des Chiasma in gesonderten Gruppen oben und unten in der betreffenden Chiasmahälfte verlaufen, sich dann aber über den Gesamtquerschnitt des Tractus gleichmässig vertheilen. Dem entsprechend findet er die gekreuzten Fasern in den vorderen Chiasm Schnitten in gesonderten Bündeln innen und aussen in der bezüglichen Chiasmahälfte, wohingegen sie sich weiter centralwärts natürlich gleichfalls über den Gesamtquerschnitt des Tractus vertheilen. In den Tractus „ist die Schattirung der Querschnitte höchstens eine noch gleichmässiger, die atrophischen und normalen Fasern daher noch inniger mit einander gemengt“.

Gowers l. c. beobachtete zwei Fälle totaler Atrophie eines Sehnerven. Die mikroskopische Untersuchung ergab, „dass in beiden Tractus ein wenig mehr Bindegewebe als normal vorhanden war, aber beide waren von normalen Nervenfasern zusammengesetzt.

Nieden l. c. beschreibt einen Fall von in frühester Kindheit eingetretener Phthisis bulbi. Section nach 40 Jahren. Die mikroskopische Untersuchung ergibt Atrophie des Nerven —: „in den Tractus indessen liess sich mikroskopisch keine Atrophie der nervösen Elemente constatiren. Nur war das Bindegewebsgerüst des linken Tractus im stärkeren Grade entwickelt wie rechts.

Richter l. c. findet bei einer einäugigen Paralytischen: „Atrophie des gekreuzten Tractus und beider Corp. gen.“. Wenn beide Centren atrophisch waren, wird wohl der gleichseitige, scheinbar



normale Tractus auch kleiner als normal gewesen sein. Die Atrophie im Tractus in circumscripiten Bündeln nachzuweisen, gelang ihm nicht\*).

Gudden l. c.<sup>13)</sup> berichtet über eine Phthisis bulbi sinistri bei einem 30jährigen Manne. Von den Tractus sagt er nur, dass beide verkleinert waren, und berichtet nichts von umschriebenen partiellen Atrophien. Dass solche nicht vorhanden waren, glaube ich mit Bestimmtheit annehmen zu müssen, da Gudden die Tractus genau mikroskopisch untersuchte und eine derartige wichtige Beobachtung sicher nicht unerwähnt gelassen hätte.

Bei seinem oben S. 766 erwähnten Falle von partieller tabischer Sehnervenatrophie sagt Uhthoff hinsichtlich der Tractus: „Im vordersten Theile der rechten Chiasmahälfte findet man nach unten aussen noch die degenerirte Partie in verkleinertem Massstabe wieder, durchsetzt von gesunden Nervenfaserbündeln, von da ab jedoch weiter nach hinten, im Chiasma sowohl als im Tractus opticus lässt sich eine Degeneration nicht mehr nachweisen“.

Eventuell hierher zu rechnen wäre vielleicht die allerdings sehr kurze Mittheilung Adamück's<sup>29)</sup>, welcher allerdings nicht mikroskopisch untersuchte, über zwei Fälle von einseitiger Phthisis bulbi, in welchen sich „die Degeneration auf beide Tractus vertheilt“.

Schliesslich reiht sich an diese Angaben, wenn meine Vermuthungen richtig, der oben S. 765 besprochene Fall Jatzow's, sowie der S. 762 erwähnte Fall Michel's.

Folgende zwei Fälle sprechen für Vermischung der gekreuzten und ungekreuzten Fasern kurz hinter dem Chiasma.

Baumgarten<sup>30)</sup> untersuchte den optischen Leitungsapparat eines Menschen, dem 7 Jahre vor dem Tode ein Auge enucleirt war. Er findet den Opticusstamm total grau degenerirt. Bei der Besichtigung in situ schien die Degeneration den hinteren Chiasmawinkel nicht zu erreichen. Die mikroskopische Untersuchung ergab: „dass sich die

---

\*) Richter stellt ferner<sup>28)</sup> auf Grund zahlreicher Beobachtungen die Behauptung auf: „Eine einseitige oder doppelseitige Sehnervenatrophie, welche das Gehirn eines Erwachsenen betraf, braucht sich makroskopisch über die Sehstreifen hinaus selbst nach 10 Jahren noch nicht zur Geltung zu bringen“. Hinsichtlich der einseitigen Sehnervenatrophie reihte sich diese Angabe den anderen oben angezogenen an, hinsichtlich der doppelseitigen aber widerspräche sie vollständig den oben entwickelten Voraussetzungen über secundäre Degenerationen im Allgemeinen. In der bezüglichen Arbeit fehlt aber jede detaillirte Angabe über die Befunde,

durch absoluten Markschwund evident gekennzeichnete Entartung mehrere Millimeter weit in beide Tractus hinein erstreckte und zwar zeigten Querschnitte durch den (der Enucleation) gleichseitigen Tractus einen schmalen marklosen Streifen längs der oberen Peripherie, sowie eine markarme Zone im oberen äusseren Quadranten, Querschnitte durch den linken“ (entgegengesetzten) „Tractus einen marklosen Sector im unteren inneren Quadranten“\*).

In einem Falle Burdach's<sup>31)</sup> war ein Auge vor mehreren Jahren enucleirt. Der eine Sehnerv war ganz normal, der andere total atrophisch. Im Chiasma findet sich die Atrophie in der unteren Partie der entgegengesetzten und in der oberen der gleichen Seite vielfach von normalen Fasern durchsetzt, in den Tractus in der unteren Partie des gekreuzten aber mehr medial, sowie in der lateralen Partie des gleichseitigen aber mehr oben. Burdach bezeichnet zwar die Grenzen zwischen normalen und degenerirten Partien als ziemlich scharf, doch sagt er S. 141: „Deutlich nachweisbar erstreckt sich die Atrophie nur noch mehrere Millimeter weit“ (vom letzten Chiasmaschnitt an gerechnet) „in die Tractus hinein.“

Schliesslich spricht für allmälige Vermischung auf dem ganzen Verlaufe des Tractus ein Fall Deutschmann's l. c.<sup>3)</sup>, Atrophie eines Sehnerven in Folge von 40 Jahre lang bestehender Phthisis bulbi. Er findet im gekreuzten Tractus eine grössere degenerirte Partie innen unten, eine kleinere innen oben, und im gleichseitigen Tractus kleinere degenerirte Partien innen oben und innen unten. Im weiteren Verlaufe des Tractus verschwindet letztere Partie am ersten, die anderen verschwinden gleichfalls allmähig: „In der Höhe der Corp. gen. ext. hörte jede nachweisbare Atrophie auf, nachdem die allerletzten Schnitte nur noch schmalste atrophische Streifchen mit Mühe erkennen liessen\*\*).

---

\*) Das Präparat wurde bei der Ophthalmologenversammlung in Heidelberg vorgelegt, seine Beweiskraft ausser von Michel anerkannt. — Vergl. Baumgarten l. c. 12.

\*\*) Der Fall ist allerdings in mancher Hinsicht unklar. — Deutschmann findet den Nerv bis zum Foramen opticum total atrophisch, in den weiter centralwärts gelegenen Partien hier und da Reste von Nervenfasern. Man könnte annehmen, dass auch in dem scheinbar total atrophischen intra-orbitalen Nervenabschnitt einige der Beobachtung entgangene functionirende Axencylinder sich befunden hätten, nach Analogie des S. 756 citirten Kellermann'schen Falles, da der Bulbus nicht fehlt, sondern nur phthisisch war. Nun findet Deutschmann aber, „dicht vor dem Chiasma in dem sonst atrophischen Nerven einen nicht unbeträchtliche normale Partie“. Ist Deutsch-

Als Beweis für isolirten Verlauf des ungekreuzten und gekreuzten Bündels in den Tractus werden folgende Fälle angeführt, in denen bei einigen aber die Tractus nachweisbar nur in den peripheren Abschnitten untersucht wurden. Diese Fälle wären also vielleicht noch den vorigen zuzuzählen.

Marchand l. c. verfolgte eine totale Opticusatrophie in den beiden Tractus. Er machte durch das Chiasma 100, durch die Tractus etwa 23 (!) Schnitte, färbte mit Carmin. Er findet das ungekreuzte Bündel mehr oben innen, das gekreuzte unten innen. Die Grenzen zwischen normalen und atrophischen Partien sind nicht scharf. Nach der Skizze Taf. III, Fig. 5 werden die roten Zonen je weiter centralwärts, desto verwaschener und kleiner.

Siemerling sagt über den S. 766 citirten Fall, in welchem nur das ungekreuzte Bündel erhalten war: „Im Chiasma liegt das ungekreuzte Bündel lateralwärts, im vorderen Theile an der ventralen Fläche, um von dort allmähig in die dorsale Lage, welche es im hinteren Theile einnimmt, emporzurücken. Im Tractus hat das ungekreuzte Bündel eine centrale Lage, erreicht nirgends die Peripherie.“ Da, wo der Tractus sich um den Hirnschenkelfuss herumschlingt, sind die Verhältnisse durch frische Blutungen complieirt. Uebrigens sagt Siemerling noch: „Nach keiner Seite hin ist das Bündel scharf gegen die degenerirte Umgebung abgeschlossen, sondern überall findet ein allmähiger Uebergang statt.“

Gudden<sup>33)</sup> fand eine totale Atrophie eines Sehnerven in Folge eines 4 Jahre ante mortem eingetretenen glaucomatösen Processes bei einer 73jährigen Frau. Am entgegengesetzten Tractus war das erhaltene ungekreuzte Bündel am lateralen Rande sichtbar und schliesst sich der medialen Partie des Nerven an\*). Durch die Tractus wurden Frontalschnitte gemacht etwas hinter dem Chiasma. Gudden findet, dass das ungekreuzte Bündel mehr dem oberen, das gekreuzte mehr dem unteren Rande des Tractus entsprechend verläuft: „Scharf geschieden und in sich abgeschlossen sind indessen gekreuztes und un-

---

mann's Annahme richtig, dass die Atrophie des Nerven von dieser Stelle an nicht mehr vollständig war, so widerspräche das unserer Annahme über die secundäre Degeneration, andererseits wäre das Präparat dann aber unbrauchbar zur Verfolgung des Faserverlaufs. Es wäre indessen auch möglich, die genannte normale Partie durch die von Michel oft beschriebene Schleifenbildung von gekreuzten Fasern des normalen Nerven zu erklären.

\*) Das Chiasma wurde geschnitten wie das des S. 764 Anmerkung citirten Hundes; auf den angeblichen Verlauf des ungekreuzten Bündels im Nerven wurde S. 767 Anmerkung hingewiesen.

gekreuztes Bündel nicht. In der Zone des atrophischen ungekreuzten Bündels erkennt man mit etwas stärkeren Linsensystemen immer noch eine grössere Anzahl mehr vereinzelter, zum gekreuzten Bündel gehöriger Nervenfasern“ u. s. w.

Purtscher l. c. untersuchte 6 Fälle von einseitiger Opticus-atrophie. Nur von Einem Tractus ist gesagt, dass er die betreffenden Erscheinungen in seiner ganzen Länge aufwies. Uebrigens fehlt jede diesbezügliche Angabe. Die mikroskopischen Details waren übereinstimmend. Es fand sich eine degenerirte Partie in den centralen Theilen des gleichseitigen und in den peripheren des entgegengesetzten Tractus: „Eine scharfe Trennungslinie zwischen dem atrophischen und dem normal gebliebenen Gebiet ist nicht zu constatiren. Wir finden im atrophischen Gebiete noch vereinzelte normale Fibrillenquerschnitte oder auch Gruppen von solchen, die an Häufigkeit gegen die normalen Partien zunehmen.“

Schliesslich sei noch auf einen Fall verwiesen, der insofern interessant ist, als er sich einerseits den letzten Fällen anreihet, andererseits zweifellos als Varietät bezeichnet werden muss. (Ganser l. c.) beobachtete bei einem Epileptiker ein isolirtes ungekreuztes Bündel auf einer Seite, welches „wenig vor dem lateralen Kniehöcker sich von dem übrigen Tractus loslöst und als dünnes Band, nur durch ein Blatt der weichen Hirnhaut mit jenem verbunden, ventral über den hinteren Rand desselben zieht, am Chiasma sich an die laterale Seite des Sehnerven biegt, um 43 mm vom Bulbus entfernt in die Opticus-scheide einzutreten.“

Nachzutragen wäre noch die Angabe Bernheimer's<sup>32)</sup>, welcher „zufolge seiner Untersuchungen“ zu dem Resultat kommt, die Fasern des ungekreuzten Bündels wären spärlich, vielleicht gar nicht vorhanden, im unteren basalen Drittel bis zur unteren Hälfte des Chiamas. Erst in der oberen Hälfte wären sicher ungekreuzte Fasern in überaus zahlreicher Menge anzutreffen. Angaben über die Tractus fehlen.

Aus dieser Zusammenstellung der bis jetzt mitgetheilten Beobachtungen geht hervor, dass sich ein abschliessendes Urtheil über das Lageverhältniss von gekreuzten und ungekreuzten Fasern zu einander zur Zeit noch nicht fällen lässt. Nur darin stimmen ziemlich alle Angaben überein, dass die ungekreuzten Fasern im Nerven als mehr weniger geschlossenes Bündel verlaufen. Ob aber die laterale Lage desselben, wie wir sie in der Mehrzahl der unzweideutigen Fälle antrafen, die Regel bildet, oder ob die Lage des ungekreuzten Bündels im Nerven variabel ist, das muss vor der Hand dahingestellt bleiben. Dass die Spaltungen des ungekreuzten Bündels in zwei,

wie sie in Jatzow's und wahrscheinlich auch in unserem Falle stattfindet, mit der Umlagerung der Maculafasern in der Gegend des Eintrittes der Arteria centralis retinae zusammenhängen soll, sei hier nur angedeutet.

Sehr widersprechend sind die Angaben über den Faserverlauf im Tractus. Bei Weitem die Mehrzahl der Autoren, welche sich eingehend mit der Frage beschäftigen, sprechen sich für mehr weniger isolirten Verlauf des ungekreuzten Bündels auch im Tractus aus. Die Beobachtungen, welche als Beweise für diese Theorie mitgetheilt werden, lassen im Wesentlichen keinen Zweifel hinsichtlich ihrer Deutung zu. Die Angaben über die Lage dieses isolirten ungekreuzten Bündels sind recht verschieden, doch kann man im Ganzen wohl sagen, die gekreuzten Fasern verlaufen mehr dem freien Rande des Tractus entsprechend, die ungekreuzten mehr im Innern desselben. Scharf ist die Grenze zwischen gekreuztem und ungekreuztem Bündel im Tractus nach dem übereinstimmenden Urtheil aller Autoren nicht. Nur in einem einzigen Falle ist ein isolirter degenerirter Strang sicher bis zum Corp. gen. ext. verfolgt.

Im Gegensatz zu der Mehrzahl der Autoren spricht sich für gemischten Verlauf mit Nachdruck wohl allein Kellermann aus. Die von ihm als Beweis mitgetheilte Beobachtung steht aber meines Erachtens durchaus nicht vereinzelt dar. Vielmehr sprechen für die Kellermann'sche Theorie alle diejenigen Fälle, in denen sich bei Degeneration eines Sehnerven keine umschriebene Degeneration in den Tractus nachweisen lässt, und das ist wohl bei Weitem das häufigste. Es liegt die Vermuthung nahe, dass gerade die seltenen Fälle, wo ein degenerirter Faserzug im Tractus nachweisbar war, häufiger beschrieben wurden, weil die Untersuchung ein positives Resultat versprach, während die anderen, wie wir sahen, viele Schwierigkeiten hinsichtlich der Deutung bieten können.

Nun wird aber der Gegensatz zwischen der Theorie des isolirten Verlaufs und derjenigen Kellermanns's meines Erachtens meist zu scharf betont. Letzterer beruft sich hinsichtlich seiner Theorie auf Schoen und sagt l. c. S. 40: „In neuer Zeit hat Schoen auf eine Form beiderseitiger congruenter Gesichtsfelddefecte aufmerksam gemacht, woselbst in beiden Augen nur ein Theil der Seitenhälfte des Gesichtsfeldes fehlt und daraus den Schluss gezogen, dass die einzelnen, identische Netzhautstellen in beiden Augen versorgenden Fasern an einem Punkte ihres Verlaufes direct nebeneinander liegen. Auch dieses Postulat scheint sich mir nach dem anatomischen Präparat ebenfalls schon im Chiasma resp. in beiden Tractus zu erfüllen.“

Sehen wir zunächst von Kellermann's anatomischem Präparat ab, so würde dem Schoen'schen „Postulat“ schon Genüge geleistet werden, wenn nur die centralen Ursprünge der identische Netzhautstellen versorgenden Fasern neben einander lägen. Vom pathologischen und namentlich vom physiologischen Gesichtspunkte aus würde es gleichgültig sein, ob sich die Sonderung der gekreuzten und ungekreuzten Fasern bereits im centralen Anfangstheil des Tractus oder erst kurz vor dem Chiasma, oder allmählig im ganzen Verlaufe des Tractus vollzöge, und es wäre möglich, dass in dieser Hinsicht grosse individuelle Verschiedenheiten vorkämen. Nur mit dieser Annahme scheint es mir möglich, die widersprechenden Angaben über den Faserverlauf im Tractus unter einem Gesichtspunkte zu vereinigen. Wir würden anzunehmen haben, die Trennung vollzöge sich bereits im centralen Theil des Tractus, in denjenigen Fällen, in denen sich ein isolirter degenerirter Strang bis kurz vor das Corp. gen. ext. verfolgen liess, sie vollzöge sich kurz vor dem Chiasma, in den Fällen, in denen sich die Atrophie eines Sehnerven eine Strecke weit bis in die Tractus hinein verfolgen liess, und vollzöge sich erst im Chiasma in den Fällen, in denen die Atrophie nur bis zum Chiasma nachweisbar war. In den Fällen, in denen partielle congruente Gesichtsfelddefecte beobachtet wurden, bei denen die Congruenz nicht genau war, würden wir anzunehmen haben, dass die Läsion eine Stelle des Tractus getroffen habe, an welcher die Sonderung der gekreuzten und ungekreuzten Fasern eben begonnen hatte. An dieser Stelle müssten wir nothwendig annehmen, dass die identische Netzhautstellen versorgenden Fasern zwar in der Hauptsache noch nebeneinander lägen, aber doch die zu den verschiedenen Augen gehenden Fasern eben anfangen, sich zu grösseren Bündeln zu ordnen. Wir würden hier also entschieden ein „Bischen Regelmässigkeit und ein Bischen Unregelmässigkeit“ erwarten müssen, was Jatzow l. c. nach unseren jetzigen anatomischen Anschauungen entschieden perhorresciren zu müssen glaubt. Damit würde auch der Einwand widerlegt sein, den Marchand l. c. gegen die Schoen'sche Theorie erhebt, indem er darauf hinweist, dass die Congruenz der Gesichtsfelddefecte selten eine vollständige sei. Gerade der eine Fall Marchand's würde für die Schoen'sche Theorie sprechen: Jener findet eine durch Gliom entstandene partielle Erweichung eines Tractus am unteren lateralen Theil desselben kurz vor dem Corp. gen. ext. Kurz vor dem Tode war eine doppelseitige homonyme Hemianopsie im oberen Quadranten auf der entgegengesetzten Seite genau nach-

gewiesen worden. Beiläufig fehlten Erscheinungen der secundären Degeneration.

Für allmälige Vermischung der gekreuzten und ungekreuzten Fasern im Tractus spricht offenbar unser Präparat, indem die völlig degenerirte Randzone nachweislich im Verlaufe des Tractus an Ausdehnung abnimmt.

Am Schlusse dieser Zeilen möchte ich noch meinen besten Dank aussprechen Herrn Director Dr. Paetz in Alt-Scherbitz für die gefällige Ueberlassung der Krankengeschichte und des Sectionsprotokolles und Herrn Director Dr. Mayser in Hildburghausen nicht nur für die freundliche Ueberlassung des Präparates, sondern vor Allem auch für den Rath, den er mir in freundlichster Weise bei Abfassung der kleinen Arbeit ertheilte, so oft ich ihn darum anging.

Die Zeichnung der Präparate hat in dankenswerthester Weise Herr Dr. H. Krukenberg, Assistenzarzt am Neuen Allgemeinen Krankenhause in Eppendorf bei Hamburg, übernommen.

---

### Literaturangaben.

- 1) Ganser, Dieses Archiv XIII S. 352.
- 2) Purtscher, v. Graefe's Archiv f. Ophth. XXVI. 2. S. 191.
- 3) Niden, Centralbl. f. Augenheilkunde. 1879. Mai.
- 4) Michel, v. Graefe's Archiv f. Ophth. XXIII. 2. S. 227.
- 5) Deutschmann, Dasselbe Archiv XXIX. 1. S. 323.
- 6) Marchand, Dasselbe Archiv XVIII. 2. S. 63.
- 7) Richter, Dieses Archiv XX. 2. S. 509.
- 8) Michel, Ueber Sehnervendegeneration und Sehnervenkreuzung. Festschrift u. s. w. Würzburg, 6. Juli 1887.
- 9) Forel, Dieses Archiv XVIII. S. 162.
- 10) Kellermann, Monatsbl. f. Augenheilk. 1879. XVII. Beilageheft.
- 11) v. Monakow, Dieses Archiv XX. S. 714.
- 12) Baumgarten, v. Graefe's Archiv f. Ophth. XXVII. 1. S. 342.
- 13) v. Gudden, Dasselbe Archiv XXV. 1. S. 1.
- 14) v. Gudden, Dieses Archiv II. 693.
- 15) Mandelstamm, v. Graefe's Archiv f. Ophth. XIX. 2. S. 39.
- 16) Tageblatt der 58. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte. 1885. S. 136.
- 17) v. Gudden, v. Graefe's Archiv f. Ophth. XXI. 3. S. 199.
- 18) v. Monakow, Dieses Archiv XVI. S. 151.
- 19) Jatzow, v. Graefe's Archiv f. Ophth. XXXI. 2. S. 205.
- 20) Siemerling, Dieses Archiv XIX. S. 401.
- 21) Uhthoff, v. Graefe's Archiv f. Ophth. XXXII. 4. S. 95.
- 22) Schmidt-Rimpler, Archiv f. Augenheilkunde XIX. 3.

- 23) Gowers, Centralbl. f. die med. Wissensch. 1878. No. 31. S. 562.
- 24) v. Gudden, v. Graefe's Archiv f. Ophth. XX. 2. S. 299.
- 25) Reich, Referat im Centralbl. für die medicin. Wissenschaften. 1875. No. 29. S. 480.
- 26) Michel, v. Graefe's Archiv f. Ophth. XIX. 2. S. 59.
- 27) Referat v. Dr. Rhein-Würzburg, Münchener medicin. Wochenschrift. XXXVI. 1889. No. 5.
- 28) Richter, Allg. Zeitschr. f. Psych. 41. S. 636.
- 29) Adamück, v. Graefe's. Archiv f. Ophth. XXV. 2. S. 187.
- 30) Baumgarten. Centralbl. für die medic. Wissensch. 1878. No. XXXI. S. 561.
- 31) Burdach, v. Graefe's Archiv f. Ophth. XXIX. 3. S. 135.
- 32) Referat des Dr. Rhein-Würzburg, Münchener med. Wocharift. XXXVI. 1889. No. 6.
- 33) v. Gudden, v. Graefe's Archiv f. Ophth. XXV. 4. S. 237.

### Erklärung der Abbildungen (Taf. XIV.).

- Fig. 1. Querschnitt durch den rechten Sehnerven kurz hinter dem Bulbus.
- Fig. 2. Querschnitt durch den rechten Sehnerven in der Mitte zwischen Chiasma und Bulbus
- Fig. 3. Frontalschnitte durch beide Sehnerven kurz vor dem Chiasma.
- Fig. 4—7. Frontalschnitte durch das Chiasma 4. = 27.; 5. = 48.; 6. = 60.; 7. = 81. Schnitt der Serie vom ersten Schnitt durch das Chiasma an gerechnet.
- Fig. 8. Querschnitt durch den rechten Tractus, kurz vor seinem Eintritt in das Corp. gen. ext.
- Fig. 1—5. 6fache Vergrößerung.
- Fig. 6—8.  $4\frac{1}{2}$ fache Vergrößerung.
- l. = lateral.
- m. = medial.
- r. = rechts.
- × = Normale Fasern aus dem linken Sehnerven.
- cm. = Meynert'sche Commissur.
- b. t. c. = Bündel im Tuber cinereum.



