



Beiträge  
zur  
**Physiologie der Pupillarbewegung.**

Inaugural-Dissertation

zur

**Erlangung der Doctorwürde**

in der

Medicin und Chirurgie,

welche

nebst den beigefügten Thesen

mit Genehmigung der hohen medicinischen Facultät

der

vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

Sonnabend, den 2. April 1881, Mittags 12 $\frac{1}{2}$  Uhr

öffentlich vertheidigen wird

**Jacob Leaser,**

pract. Arzt aus Lübbecke.

Opponenten:

Leopold Münzberger, pract. Arzt und-Drd. med.

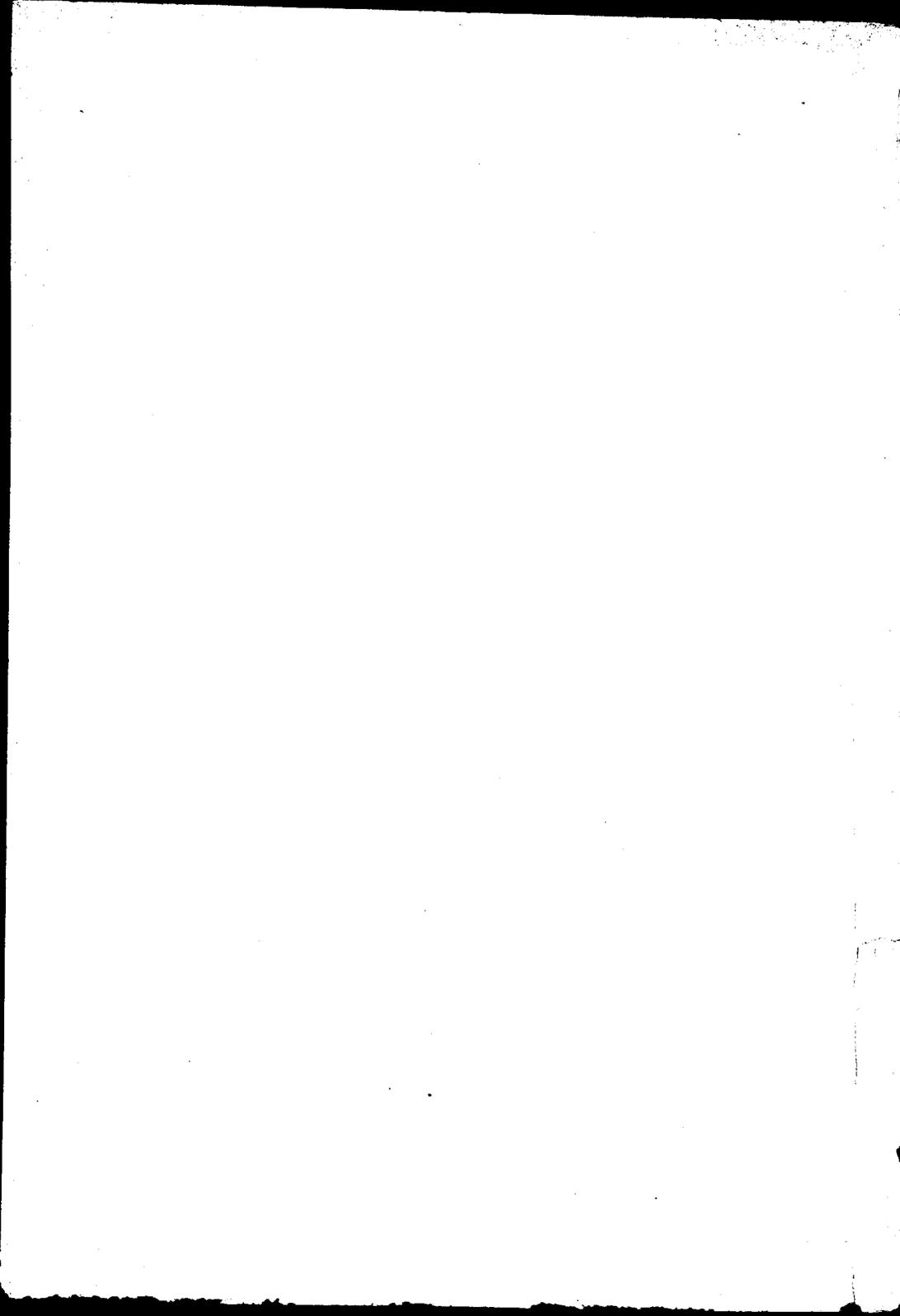
Hermann Zabel, cand. med.



Halle a. S.

Plötz'sche Buchdruckerei, R. Nietschmann.

1881.



**Seinen theuren Eltern**

in Liebe und Dankbarkeit.

**Der Verfasser.**

Nachstehende Arbeit ist ein Theil der von der hohen medicinischen Facultät der hiesigen Universität am 22. März a. c. gekrönten Preisschrift des Verfassers. Die Aufgabe lautete: „Ueber die Art und Bedeutung der Pupillarbewegung und Pupillargrösse des menschlichen Auges, und zwar sowohl in physiologischer und pathologischer Beziehung überhaupt, als mit besonderer Berücksichtigung der zu functionellen und degenerativen Störungen des Sehorgans führenden, theils ausserhalb, theils in dem Auge selbst verlaufenden Erkrankungen.“

---

Die beiden antagonistisch wirkenden Muskeln der Iris, der Sphincter und der Dilatator pupillae\*) erhalten ihre nervösen Elemente aus zwei verschiedenen Nervenbahnen zugeführt: die pupillenverengernden Nervenfasern, welche nur für den Sphincter pupillae bestimmt und cerebralen Ursprungs sind, verlaufen in der Bahn des Oculomotorius, während die pupillenerweiternden, ebenfalls aus dem Gehirn resp. der Medulla oblongata stammend, durch das Rückenmark, den Hals- und Kopftheil des Sympathicus und zum Theil wenigstens durch den ersten Ast des Trigemini zum Auge gelangen, welcher letzterer ausserdem noch sensible Nerven zur Iris sendet. Die pupillenerweiternden Fasern sind höchstwahrscheinlich zweifacher Natur: ausser den muskulomotorischen für den M. dilatator pupillae giebt es noch vasomotorische Fasern für die Irisgefässe, welche, wie wir später sehen werden, ebenfalls einen Einfluss auf die Erweiterung der Pupille haben. Zur Regenbogenhaut gelangen die genannten Nervenfasern zum grössten Theil — ob alle, weiss man noch nicht bestimmt — durch die N. ciliares, welche zur hinteren Peripherie des Bulbus ziehen, um die Sclerotica zu durchbohren und sodann zwischen ihr und Choroidea zum M. ciliaris zu verlaufen. In diesem Muskel bilden sie ein Geflecht, aus dem ausser den erwähnten Irisnerven noch die für die Hornhaut und den M. ciliaris entspringen. Die N. ciliares

---

\*) Nach den zahlreichen, namentlich in neuerer Zeit über den Dilatator pupillae gelieferten, Arbeiten von Koelliker, Henle, Luschka, Merkel, v. Hüttenbrenner, Faber, Hulke, Wagener, Dogiel, Jero-pheeff und Iwanoff, auf die wir hier nicht näher eingehen können, kann es wohl keinem Zweifel mehr unterliegen, dass der Dilatator pupillae entgegen den Behauptungen Grünhagen's, Hampeln's u. A. auch beim Menschen als Muskel anatomisch nachgewiesen ist.

kommen theils als *N. ciliares longi* direkt aus dem *N. nasociliaris* vom ersten Trigeminasast, theils als *N. ciliares breves* aus dem im hintern Theile der Orbita zwischen *M. rectus externus* und *N. opticus* gelegenen Ganglion ciliare, welches von dem zum *M. obliquus inferior* gehenden Ast des *N. oculomotorius*, vom *N. nasociliaris* und von dem die *Carotis interna* umgebenden *Plexus caroticus* des *Sympathicus* je eine Wurzel erhält. Ueber den genaueren Verlauf der einzelnen zur Iris tretenden Nervenfasern im Innern des Auges wissen wir ebenso wenig Sicheres, wie über den ausserhalb desselben. Fast unsere gesammten Kenntnisse über die Irisnerven stützen sich bisher leider nur auf physiologische Versuche und einzelne, nicht einmal sehr genaue, Krankenbeobachtungen und harren erst noch der endgültigen Bestätigung durch das anatomische Messer und das Mikroskop.

Beginnen wir mit der Betrachtung der verhältnissmässig noch am besten gekannten pupillenerengernden Fasern. Soviel man aus den gleich zu erwähnenden physiologischen Experimenten schliessen kann, treten diese Fasern für gewöhnlich sämmtlich aus dem zum *M. obliquus inferior* gehenden *Oculomotoriuszweige* durch die *Radix brevis s. motoria* in das *Ciliarganglion* ein und ziehen von dort durch die *N. ciliares breves*, deren es 10—16 gibt, zum *Sphincter pupillae* und zwar in der Art, dass die in jedem *Ciliarnerven* verlaufenden Fasern einen der Lage des Nerven entsprechenden Theil des *Sphincter* versorgen. Weiter central verlaufen die pupillenerengernden Fasern im Stamme des *Oculomotorius*, welcher dicht vor dem *Pons Varoli* aus der vorderen und medialen Seite des *Grosshirnschenkels* heraustretend zwischen *Arteria profunda cerebri* und *Arteria cerebelli superior* hindurch an der Basis des Gehirns schief nach vorn und aussen sich be gibt und an der oberen äusseren Wand des *Sinus cavernosus* vorbeizieht, wo er sich durch 1—2 Fäden mit dem *Plexus cavernosus N. sympathici* verbindet, um dann durch die *Fissura orbitalis superior* in die Augenhöhle zu gelangen. Hier theilt er sich in zwei Aeste, von denen der untere für die *Mm. Rectus internus, Rectus inferior* und *Obliquus inferior*,

sowie für das Ganglion ciliare bestimmt ist. Ueber seinen Faserverlauf im Gehirn gibt Merkel (Graefe u. Saemisch, Handbuch der ges. Augenheilkunde Bd. I, p. 135) nun folgende Beschreibung: „Gleich nachdem seine Bündel in die Substanz des Grosshirnschenkels eingetreten sind, weichen sie auseinander, die medialst gelegenen Bündel bis nahe an die Raphe herantretend, die lateralsten weit seitlich ausweichend. Während die Fasern so durch die Hirnsubstanz aufsteigen, durchsetzen sie zu unterst die Basis des Grosshirnschenkels, verlaufen dann durch die Substantia nigra und den Kern des Tegmentum durch. Ober ihm, an der Stelle, an welcher der in die Tiefe getretene Vierhügelschenkel liegt, biegen die äussersten Fasern beiderseits plötzlich stark aus und umgreifen diesen Nervenstrang, während die in der Mitte liegenden Nervenfasern ihn einfach durchsetzen. Ober dem Vierhügelschenkel sammeln sich ebenso rasch, als sie sich getrennt hatten, die Bündel wieder und treten nahe aneinander liegend in den Kern ein. Derselbe liegt dicht neben der Mittellinie, zeigt eine birnförmige Gestalt, die Spitze nach unten gewandt, und ist auf dem Frontalschnitt schief auf- und lateralwärts gelagert. Er reicht nach vorn bis fast an die Lamina quadrigemina heran und geht nach hinten ohne Unterbrechung in den Trochleariskern über. Man kann sein Ende ungefähr mit dem Ende des vorderen Vierhügelpaars in einer Frontalebene gelegen annehmen. Die Kerne beider Seiten sind nur durch die Fasern der Raphe von einander getrennt. Diese Fasern bilden auch den Abschluss gegen die freie Substanz des Aquaeductes, indem sich die lateralsten umbiegen und so den Kern umziehen. Ganz vorn aber wird die Raphe von den sich mehrenden Zellen des Oculomotoriuskernes verdrängt und es fliessen die letzteren zu einer einzigen median gelegenen Ganglienmasse zusammen, welche nun eine auf dem Durchschnitt dreieckige Gestalt, die Basis nach oben, die Spitze nach unten gekehrt, annimmt. Eine Kreuzung der Fasern des N. oculomotorius in der Mittellinie ist bis jetzt nicht mit Sicherheit nachzuweisen gewesen. Meine Präparate machen es mir jedoch wahrscheinlich, dass die erwähnten,

den Kern umziehenden Bündelchen und auch noch andere aus der Mitte des Kernes in die Raphe eintretenden Fasern, welche in grosser Menge zu beobachten sind, auf die entgegengesetzte Seite übertreten.“ So weit Merkel und die anatomische Untersuchung am Menschen. Das Uebrige, was wir über den Verlauf speciell der pupillenverengernden Fasern wissen, ist das Ergebniss physiologischer Untersuchungen, deren an Thieren gewonnenen Resultate man nur mit gewisser Reserve auf den Menschen übertragen kann.

Voelkers und Hensen (Experimentaluntersuchungen über den Mechanismus der Accommodation. Kiel 1868, p. 16) konnten bei Hunden durch isolirte Reizung einerseits des Ganglion ciliare und andererseits der N. ciliares breves Pupillarverengerung hervorrufen; sie waren ferner im Stande, eine partielle Contraction des Sphincter pupillae auf der Seite zu beobachten, wo sie nur einen einzelnen kurzen Ciliarnerven reizten, und umgekehrt nahm nach Lähmung eines einzelnen dieser Nerven die Pupille eine birnförmige Gestalt an. Adamük (Zur Physiologie des N. oculomotorius. Centralblatt für die med. Wissensch. 1870, Nr. 12, p. 177—180.) fand ausserdem, dass nach Ausschneidung des Ganglion ciliare auf Oculomotoriusreizung keine Pupillenverengerung mehr auftrat. Hierdurch ist wenigstens experimentell der Beweis erbracht, dass die pupillenverengernden Fasern des Ganglion ciliare passirend durch die N. ciliares breves zum Bulbus gelangen. Bei jeder Erregung des Oculomotoriusstammes in der Schädelhöhle tritt Verengerung des Pupillenumens bis über die Hälfte ein, wie Budge (Ueber die Bewegungen der Iris. 1855, p. 83), v. Trautvetter (Ueber den Nerv der Accommodation. Archiv für Ophthalmologie Bd. XII, 1, p. 120) u. A. an Hunden, Katzen und Kaninchen nachgewiesen haben. Ferner glaubt Schiff (Sui movimenti dell' iride etc. Giornale di scienze naturali ed economiche. Palermo IV. 1868) sich zu der Annahme berechtigt, dass bei Katzen die pupillenverengernden Fasern an der inneren Seite des Oculomotoriusstammes verlaufen, aus dem Umstande, dass er, wenn er durch besondere Führung des Neurotoms den Nerven nur an seiner inneren Seite ange-

schnitten hatte, Lähmung der Irisbewegungen beobachtete bei Erhaltensein der Beweglichkeit des Bulbus und des Accommodationsapparates. Adamük (l. c.) sah sodann auf Reizung des Oculomotoriuskernes am Boden des Aquaeductus Sylvii Sphinctercontraction eintreten, sowie nach Reizung einer mehr nach hinten von diesem Orte gelegenen Stelle, welche er für den Anfang der pupillenverengernden Nervenfasern anspricht. Er sagt: „Was den Ursprung (des Oculomotorius) betrifft, so kann ich vollkommen bestätigen, dass der erste oder vielleicht besser letzte Anfang desselben sich findet am Boden des Aquaeductus Sylvii. Dies kann man daraus schliessen, dass die Reizung dieses Theils des Gehirns dieselben Erscheinungen hervorruft wie die des Oculomotorius selbst. Zwischen den Ursprüngen beider Oculomotorii muss eine anatomische Verbindung existiren, weil die möglichst begrenzte Reizung der genannten Ursprungsorte dieser Nerven sogar an todten Thieren immer die Wirkung beider Nerven zusammen, aber schon ohne Verengung der Pupille hervorruft. Was den Ursprung der die Pupille verengernden Nervenfasern betrifft, so muss dieser abgesondert vom Anfang des N. oculomotorii stattfinden, und, wie ich beobachtet habe, mehr nach hinten vom ersteren gelegen sein. Wenn dieser Ursprung so viel nach hinten verschoben wird, dass er näher zum Anfang der anderen Nerven sich findet, dann gehen die die Pupille verengenden Fasern nicht im Stamme des Oculomotorius. In solchem Falle können sie vielleicht im N. trigeminus liegen, welcher aber gewöhnlich keine die Pupille direkt verengenden Fasern zu führen pflegt. In 3 Fällen aus 42 habe ich die genannten Nervenfasern im Abducensstamme gefunden.“ Hensen und Voelkers (Ueber den Ursprung der Accommodationsnerven, nebst Bemerkungen über die Function der Wurzeln des N. oculomotorius. Archiv für Ophth. XXIV, 1, p. 25.) weichen auf Grund ihrer an Hunden angestellten Versuche von den Angaben Adamüks insofern ab, als sie den Ursprung der pupillenverengernden Fasern vorn annehmen; „es erklärt sich die Aeusserung (Adamüks) wahrscheinlich daraus, dass die reflectorischen, auf jenes Centrum wirkenden Fasern in den

Vierhügeln von den Corpora geniculata aus nach rückwärts laufen und dann erst ziemlich nahe der Mittellinie nach vorn und in die Tiefe gehen, wie wir das wenigstens einige Male gefunden haben.“ So viel scheint demnach mindestens festzustehen, dass die pupillenverengernden Fasern ein besonderes, von dem des Oculomotorius getrenntes Centrum besitzen.

Die pupillenverengernden Fasern können sowohl direkt als indirekt erregt werden, direkt durch mechanische oder elektrische Reizung ihres Verlaufes vom Centrum bis zu ihren Endigungen im Sphincter, indirekt dagegen auf dem Wege des Reflexes oder der Mitbewegung. Unter normalen Verhältnissen kommt eine Contraction des Sphincter in Folge directer Reizung der pupillenverengernden Fasern nicht vor. Von den dagegen physiologischer Weise vorkommenden indirekten Reizungen dieser Fasern haben wir in erster Linie ihrer zuerst von Herbert Mayo experimentell nachgewiesenen reflectorischen Erregung vom N. opticus aus zu gedenken. Flourens (*Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux. Paris 1824*) bezeichnete die Vierhügel als den Ort, wo die Reflexübertragung stattfindet, welcher Ansicht Hertwig, Longet und Budge beitraten. Letzterer (l. c.) begrenzte das Centrum für die reflectorische Irisbewegung auf die innere Hälfte der vorderen Vierhügel. Knoll (*Beiträge zur Physiologie der Vierhügel. Dissert. pro venia legendi. Giessen 1869, p. 21*) widerlegte experimentell diese Ansicht, indem er zeigte, dass man den ganzen vorderen Vierhügel zerstören könne, ohne dass sich ein Einfluss auf die Pupillenverengung durch Lichtreiz geltend mache, wenn man nur den makroskopisch sichtbaren Sehnerven schone. Meynert hat es durch anatomische Untersuchungen sodann höchst wahrscheinlich gemacht, dass zwischen dem Oculomotoriuskern in der Rautengrube und demjenigen Theile des N. opticus, welcher durch das Corpus geniculatum mediale und das Brachium conjunctivum anticum zu dem Gangliengrau der Vierhügel gelangt, Faserverbindungen bestehen. In der medulla oblongata wäre demnach die Uebertragungsstelle für die reflectorische Pupillarbewegung zu suchen, eine Ansicht,

welche durch die Untersuchungen Stilling's gestützt wird, der (Monatsblätter für Augenheilkunde, Bd. XVII, Beilageheft, p. 203—207) Fasern aus dem Tractus opticus direct bis in den Grosshirnschenkel und nach den Angaben Raehlmann's (Sammlung klin. Vorträge No. 185. Ueber die neuropathologische Bedeutung der Pupillenweite, p. 7) sogar bis in die Pyramidenkreuzung verfolgen konnte. Der andere Theil des Tractus opticus geht durch das Corpus geniculatum laterale in die Rindensubstanz des Hinterhauptlappens über, wo nach Munk die Lichtperception stattfindet. Die erstgenannten das Corpus geniculatum mediale durchsetzenden Opticus-Fasern scheinen vorzugsweise, wenn nicht allein zur Reflexübertragung auf den Oculomotoriuskern oder speciell auf die in diesem enthaltenen pupillenverengernden Fasern zu dienen. Diese Pupillarfasern des Opticus werden bei jedem Lichteinfall ins Auge gleichzeitig mit den die Sehfunction vermittelnden Fasern in Erregung versetzt, sie sind sogar, wie Heddaeus (Klinische Studien über die Beziehungen zwischen Pupillarreaction und Sehvermögen. Inaug.-Dissert. Halle 1880, p. 24) wahrscheinlich gemacht hat, noch empfindlicher gegen Lichteindrücke als diese. Dass der reflexauslösende Reiz übrigens kein specifischer ist, hat Munk gezeigt, welcher auch auf mechanischen Reiz des Opticusstammes die Pupille sich verengen sah. Der Zweck dieser reflectorischen Pupillar-Verengung leuchtet ohne Weiteres ein: wir haben hier einen Regulationsmechanismus vor uns, mittelst dessen die Retina sich selbst vor Blendung schützt. Je stärker nämlich die Netzhaut erregt wird, je intensiver und zahlreicher also einerseits die Lichtstrahlen sind, und je direkter andererseits die Stelle des deutlichsten Sehens getroffen wird, um so energischer erfolgt die Contraction der Pupille. Für gewöhnlich ist daher die ins Auge fallende Lichtmenge immer gleich gross, da in Folge der Abblendungsvorrichtung von den intensiven Lichtstrahlen entsprechend weniger, von den schwachen entsprechend mehr durch die Pupille zur Netzhaut gelangen, indem die Pupillen-Verengung resp. Erweiterung der Netzhauterregung genau

adaequat ist. Lambert (Photometria 1760, p. 379 ff.) fand bereits die Pupillenverengerung mit der Grösse der getroffenen Netzhautfläche zunehmen, E. H. Weber (De motu iridis Lipsiae 1851, p. 87) sagte, dass sie um so stärker sei, je näher der Macula lutea die vom Licht getroffenen Netzhautpartien liegen, und am stärksten bei Fixirung des leuchtenden Objectes. Neuerdings hat nun Heddaeus (l. c. p. 46) an der Hand eines Krankheitsfalles den Nachweis zu führen gesucht, dass nur bei Erregung der Macula lutea und „einer vielleicht noch näher zu limitirenden Netzhautpartie im Umkreis derselben“ Pupillenverengerung eintritt, und dass ein Lichtreiz, welcher nur periphere Netzhautabschnitte trifft, keine Pupillarreaction auszulösen vermag. Den Widerspruch mit der erwähnten Weber'schen Anschauung erklärt er dadurch, dass Erregung der Macula lutea bei Beleuchtung jeder noch so excentrisch gelegenen Stelle des Augenhintergrundes unvermeidlich sei in Folge der durch die verschiedenen Brechungsindices der brechenden Medien bewirkten Lichtdiffusion.

Ausser dieser directen Reaction der Pupille auf Licht, d. h. der Verengerung der Pupille des vom Lichte getroffenen Auges gibt es noch eine sogenannte consensuelle, indem sich auch zu gleicher Zeit und in gleichem Masse die Pupille des zweiten, nicht beleuchteten Auges zusammenzieht. Dass indess trotz der für gewöhnlich gleichen Weite beider Pupillen, die bereits Baco bekannt war, doch die Pupille auf den direkten Lichtreiz energischer reagirt, als auf den consensuellen, scheint schon daraus hervorzugehen, dass bei einseitiger Erblindung in Folge von peripher vom Chiasma ablaufenden Sehnervenprocessen die Pupille des afficirten Auges gegenüber der der anderen Seite erweitert ist (Heddaeus, l. c. p. 13). Wahrscheinlich verlaufen auch die die direkte Pupillarreaction auslösenden Fasern im N. opticus in anderen Bahnen als die für die consensuelle. Die consensuelle Reaction können wir uns nur durch gleichzeitige Erregung der pupillenverengenden Fasern beider Seiten resp. beider Oculomotoriuskerne von einer Netzhaut aus erklären. Dieselbe

kann auf doppelte Weise zu Stande kommen: einmal dadurch, dass jede Netzhaut und zweitens dadurch, dass jeder Tractus opticus mit beiden Oculomotoriuscentren in Verbindung steht. Nach den Versuchen Guddens (Archiv für Ophth. XX, 2, 249—268, XXI, 3, 109—205, XXV, 1, 1—56 und XXV, 4, 237—246) und den neuesten Untersuchungen Stillings — derselbe trug auf der letzten Naturforscher-Versammlung zu Baden-Baden die Resultate unter Demonstration der Präparate vor — kann man an einer Semidecussation der Sehnerven im Chiasma wohl kaum noch zweifeln; auch sprechen für dieselbe ganz schlagend die Sectionsbefunde bei typischen homonymen Hemianopsien, von denen Heddaeus (l. c. p. 8—10) zehn einschlägige Fälle aus der Literatur zusammengestellt hat. Die Möglichkeit der Erregung beider Oculomotoriuscentren von jeder Netzhaut aus ist hiernach ohne Weiteres klar, und es genügt nach Stellwag von Carion die Semidecussation allein, die beiderseitige Reaction der Pupillen nach Reizung einer Retina zu erklären (Heddaeus, l. c. p. 53), während die Anhänger der totalen Sehnervenkreuzung allerdings nicht umhin können, eine centrale Verbindung zwischen beiden Oculomotoriuskernen anzunehmen. Aber auch die Ueberzeugung von der Semidecussation der Opticus-Fasern erspart uns die Annahme der direkten oder indirekten Uebertragung der Erregung von einem Oculomotoriuskern zum andern im Centralorgan nicht. In der Beobachtung der Pupillarreaction bei Kranken mit homonymer Hemianopsie haben wir ein Mittel, eine derartige Verbindung der Oculomotoriuskerne oder wenigstens der pupillenverengenden Fasern beider Seiten nachweisen zu können. Bei Hemianopsie nach links z. B., wo der rechte Tractus opticus leitungsunfähig geworden ist, kann vom rechten wie vom linken Auge aus nur der linke Oculomotoriuskern in Erregung versetzt werden, und es würde demnach nur die linke Pupille auf Licht reagiren können, wenn keine Verbindung zwischen beiden Oculomotoriuscentren bestände, oder, was dasselbe ist, wenn nicht von einem Tractus opticus aus direkt oder indirekt die pupillenverengernden Fasern beider Seiten erregt werden könnten.



Verfasser dieses hatte nun vor einiger Zeit Gelegenheit, die Prüfung dieser Voraussetzungen an einem Verwandten, einem 62jährigen Manne, vornehmen zu können, welcher vor ca. 4 Jahren in Folge eines apoplectiformen Anfalles eine Hemianopsie nach links mit Lähmung der linken Körperhälfte aquirirt hatte, von denen die letztere bis auf geringe sensible Störungen im linken Arm und noch geringere im linken Bein zurückging, während die erstere stationär blieb. Die Funktionsunfähigkeit beider Netzhäute war, wie eine genaue mehrmalige Gesichtsfeldsprüfung an einer senkrechten Fläche ergab, ganz genau auf die linksseitigen Hälften beschränkt, die Grenzlinie fiel mit der durch den Fixirpunkt gelegten Verticalen zusammen. Es musste mithin eine Läsion des rechten Tractus opticus angenommen werden (s. später). Die Prüfung der Pupillarbewegung ergab nun, dass die ohnehin schon mässig verengten Pupillen — dem Alter des Patienten entsprechend — sich beide deutlich auf Lichteinfall stärker zusammenzogen und bei Beschattung erweiterten, und zwar zeigte nicht nur jede Pupille eine directe, sondern auch eine consensuelle Reaction. Eine genaue quantitative Bestimmung der Pupillenweite bei den einzelnen Reactionen war wegen der relativen Enge der Pupille leider nicht gut ausführbar. Der rechte Oculomotorius konnte in diesem Falle also nur von links her erregt sein, indem vom rechten wie vom linken Auge aus nur durch Vermittelung des linken Tractus opticus der Reflex auf ihn übertragen werden konnte. Es hat also offenbar hier durch den linken Tractus opticus eine Erregung der pupillenverengenden Fasern beider Seiten stattgefunden. Wir werden demnach für den Menschen als sicher annehmen können, dass jedes pupillenverengende Centrum sowohl aus jedem Tractus opticus, als aus jedem Nervus opticus Fasern erhält, durch welche es reflectorisch erregt wird. Zu ganz demselben Resultate ist in neuester Zeit Heddaeus (l. c. p. 54) gelangt. Wie und wo indess die Verbindung zwischen beiden pupillenverengenden Centren zu Stande kommt, ob beide Oculomotoriuskerne durch gegenseitige Ana-

stomose mit einander verbunden sind, wie Merkel (l. c.) glaubt, oder ob die Fasern eines jeden Tractus opticus sich unmittelbar in beide Oculomotoriuscentra einsenken, können wir aus unseren Resultaten nicht entnehmen. Durch einige weitere theoretische Betrachtungen können wir jedoch dem Verlauf der pupillenverengenden Fasern etwas näher treten, und es sei daher gestattet, auf einzelne Punkte hinzuweisen, welche für die weitere Lösung dieser Frage in Betracht kommen dürften.

Für den Fall, dass jedes pupillenverengende resp. Oculomotorius-Centrum mit beiden Netzhäuten und beiden Tractus opticus verbunden sein soll, lassen sich allerdings eine Anzahl Schemata aufstellen, von denen aber für uns nur folgende vier in Betracht kommen können, da sie die einzigen sind, welche den durch klinische Beobachtungen gewonnenen Resultaten entsprechen. In allen vier (auf Tafel I, Fig. 1 dargestellten) Schematen sei O das Oculomotoriuscentrum jeder Seite, Ch das Chiasma, R das rechte, L das linke Auge, p stelle die Faserverbindung zwischen Oculomotoriuscentrum und Sphincter pupillae dar, a und b endlich seien die Pupillarfasern des Opticus. Am einfachsten ist das Schema A, welches schon dadurch am annehmbarsten erscheint, dass zwischen beiden Oculomotoriuscentren eine anatomische Faserverbindung wahrscheinlich gemacht ist. Die Schemata B, C und D unterscheiden sich in sofern von demselben, als bei B die im Chiasma gekreuzten Fasern (a), bei D die nicht gekreuzten (b) und bei C beide Arten nicht direkt in den Oculomotoriuskern ihrer Seite eintreten, sondern mit diesem erst durch den der entgegengesetzten Seite in Verbindung stehen. Da wir nun nach den Untersuchungen von Hensen und Voelkers (Archiv für Ophth. XXIV, 1, p. 20) wohl annehmen dürfen, dass die Pupillencontraction auf derjenigen Seite energischer ausfällt, auf welcher die pupillenverengenden Fasern direkt gereizt werden, so müssen wir in Anbetracht des Verhaltens der Pupillarreaction bei Leitungsunfähigkeit eines N. opticus das Schema D schon von vornherein fallen lassen. Denn bei einer derartigen Anordnung der

Fasern müsste die consensuelle Pupillarbewegung auf dem erblindeten Auge stärker ausfallen als die direkte — welche hier nur eine scheinbar direkte sein würde — auf dem gesunden, was der Erfahrung aber widerspricht. Die Schemata A und C wären, da beide Centra hier direkt vom gesunden Auge zugleich erregt werden, auch nur dann haltbar, wenn man nachweisen könnte oder annehmen dürfte, dass von den beiden Fasergruppen a und b die eine oder die andere eine energischere Wirkung auszuüben im Stande wäre. Würden die im Chiasma nicht gekreuzten Fasern (b) einen stärkeren Einfluss auf die Pupillencontraction ausüben, so würde dies für das übrigens einfachere Schema A sprechen; könnte man umgekehrt nachweisen, dass die gekreuzten Fasern (a) kräftiger wirkten, so wäre das Schema C zu acceptiren. Die einzige Faseranordnung, durch welche ohne Zuhülfenahme einer ungleichen Wirkungsweise beider Arten von Pupillarfasern die genannten Erscheinungen sich insgesamt erklären lassen, ist die im Schema B angegebene. Denn hier wird bei Leitungsunfähigkeit eines N. opticus jedes Mal das Oculomotoriuscentrum der gesunden Seite zuerst von beiden Fasergruppen erregt, und es wird daher die Pupille der gesunden Seite energischer auf Licht reagiren müssen als die der anderen, wie es in der That der Fall ist. Indess auf diese Deduction hin nun auch schon ohne Weiteres das Schema B, also eine doppelte Kreuzung der inneren, hingegen keine der äusseren Pupillarfasern vor dem Oculomotoriuscentrum und ausserdem noch eine Kreuzung beider Fasergruppen nach dem Eintritt in dasselbe, annehmen zu wollen, hiesse den Hypothesen einen allzugrossen Spielraum gewähren. Wenn wir hingegen auch für den Menschen den Nachweis sicher führen könnten, dass auf direkte Erregung des Oculomotoriuscentrums eine stärkere Pupillarcontraction erfolgt, als auf indirekte, so hätten wir wiederum in der Pupillarreaction bei typischer homonymer Hemiope ein Mittel, auch diese Frage nach dem genaueren Faserverlauf der genannten Nerven beantworten zu können, und zwar durch genaue quantitative Vergleichung der Pupillarreaction beider Augen.

Ist z. B. Hemiopie nach links, also Leitungsunfähigkeit des rechten Tractus opticus vorhanden, so muss, im Fall das Schema A richtig sein soll, bei Beleuchtung des linken Auges die direkte Reaction links stärker ausfallen, als die consensuelle rechts, bei Beleuchtung des rechten hingegen wird die consensuelle Reaction links stärker sein, als die (scheinbar) direkte rechts; es wird also — einerlei ob eine Fasergruppe stärker wirkt als die andere — sowohl bei Beleuchtung des rechten als auch des linken Auges die linke Pupille sich kräftiger contrahiren müssen, als die rechte. Ist hingegen bei Beleuchtung des linken Auges die Pupillarcontraction links stärker als rechts und bei Beleuchtung des rechten Auges die Reaction auf der rechten Seite stärker als links, ist also bei Beleuchtung eines jeden Auges die directe Pupillarreaction stärker ausgesprochen, als die consensuelle, so spricht dies für das Schema B. Das Schema C endlich würden wir annehmen haben, wenn sich sowohl bei Beleuchtung des rechten als des linken Auges die Pupillarcontraction rechts stärker herausstellte als links. Bei Hemiopie nach rechts würden sich selbstverständlich die angegebenen Verhältnisse entsprechend ändern. Auf diese Punkte würde man demnach bei einer etwaigen Prüfung des Gegenstandes zu achten haben, wenn es sich also darum handelt, zu bestimmen, ob bereits vor den Oculomotoriuskernen eine partielle oder totale Kreuzung der Pupillarfaser des Opticus stattfindet oder nicht. Dem Verfasser standen leider weder geeignete Fälle, noch die Mittel zur exacten Pupillargrössenbestimmung zu Gebote, um diese Frage mit wünschenswerther Genauigkeit entscheiden zu können.

Ausser durch Lichteinfall ins Auge werden die pupillenverengernden Fasern noch durch, oder besser gesagt, zugleich mit Accomodationsbewegungen für die Nähe in Erregungszustand versetzt. Man weiss seit Scheiner (Oculus p. 31) dass zugleich mit der Accommodation für die Nähe eine vom Lichteinfall ins Auge durchaus unabhängige — auch bei vollständiger Leitungsunfähigkeit beider Sehnerven vorhandene — Pupillarcontraction eintritt. Es liegt allerdings sehr nahe,

die Vorgänge der Accommodation für die Nähe und der Pupillenverengerung in causalen Zusammenhang zu bringen, und es liesse sich wohl an ein direktes Abhängigkeitsverhältniss der an sich unwillkürlichen Pupillarverengerung von der willkürlichen Accommodationsbewegung für die Nähe denken. Die Angabe von Adamük und Woinow, (Ueber die Pupillenveränderung bei der Accommodation. Arch. f. Ophth. XVII, 1, p. 158—168.) „dass die seitlichen Abweichungen des Pupillencentrums, welche bei der accommodativen Verengerung der Pupille stattfinden, nicht eine Folge der unregelmässigen Contraction der Iris sind, sondern die Folge des Einflusses, welchen eine jetzt veränderte uncentrirte Krystalllinse auf die Lage der Iris ausübt,“ ist jedoch nicht etwa so zu verstehen, dass der Sphincter pupillae sich bei der Accommodation nicht selbstständig contrahire und die Vorwölbung der Linse die Ursache der Pupillenverengerung sei; nur die übrigens allein bei stärkster Accommodationsanstrengung deutlich wahrnehmbare Verschiebung des Pupillencentrums nach innen bei bereits vorhandener Contraction des Sphincter ist die Wirkung des Vorrückens der nicht genau centrirten Linse. Die Pupillarverengerung bei der Accommodation ist also eine primäre durch Nerveneinfluss bewirkte, was auch schon aus der Beobachtung hervorgeht, dass bei aphakischen Augen trotz Fehlens jeder Spur von Accommodation dennoch mit der Accommodationsanstrengung häufig Pupillenverengerung eintritt.

Die die Accommodation für die Nähe vermittelnden Nerven verlaufen höchstwahrscheinlich auch beim Menschen im Oculomotorius. v. Trautvetter (Ueber den Nerv der Accommodation. Archiv für Ophth. XII, 1, p. 95—149) konnte für das Taubenauge diesen Verlauf nachweisen, und Hensen und Völkers (Experimentalunters. über den Mechanismus der Accommod. Kiel 1868) haben an Hunden, Katzen und Affen gezeigt, dass auf Reizung des Ganglion ciliare sowohl als auch der Ciliarnerven eine Contraction des M. ciliaris und mit dieser eine Verwölbung der vorderen Linsenfläche eintrat. Die Bewegungen des Ciliarmuskels verhielten sich ganz analog

denen des Sphincter pupillae auf Reizung einzelner Ciliarnerven, und konnten beide Bewegungen nicht getrennt veranlasst werden. Von jedem Ciliarnerven wurde sowohl der Sphincter als der Ciliarmuskel nur in einem bestimmten Abschnitte in Bewegung gesetzt. Ausserdem haben dieselben Forscher in neuerer Zeit (Archiv für Ophthalmologie XXIV, 1, p. 23) gezeigt, dass der Oculomotorius beim Hunde in seiner ganzen Länge sowohl die Nervenfasern für die Accommodation als für die Verengung der Pupille führt, und zwar, dass die Accommodationsfasern in den vordersten Strängen der Wurzeln dieses Nerven verlaufen und aus einem Centrum stammen, welches unmittelbar vor dem der pupillenverengernden Fasern am hinteren Theile des Bodens des dritten Ventrikels liegt. Demnach ist wohl anzunehmen, dass auch beim Menschen die die Accommodation für die Nähe vermittelnden Fasern in denselben Bahnen wie die pupillenverengernden zum Auge gelangen, woraus sich anatomisch die Gleichzeitigkeit der Pupillarcontraction mit der Accommodationsbewegung, nicht aber die Ahhängigkeit der ersteren von der letzteren erklären lässt. Die Häufigkeit der Accommodationsparalyse bei Oculomotoriuslähmungen spricht ebenfalls für einen derartigen Verlauf der Accommodationsfasern beim Menschen. Die die Accommodation begleitende Pupillenverengung hat den Zweck, die auf die Seitentheile der Linse fallenden Lichtstrahlen abzublenden; da nämlich die Seitentheile sich nicht in gleichem Maasse krümmen wie die Mitte der Linse, so würde ohne Ablendung jener Seitenstrahlen durch die Iris wegen der ungleichen Brechung der die Linse passirenden Strahlen ein undeutliches Bild entstehen. Ausser dieser Function hat man der Iris noch eine active Rolle bei der Accommodation zugeschrieben. Kaiser (Die Mechanik der Accommodation des Auges. Archiv für Anatomie und Physiologie 1868, p. 350) schliesst aus dem Umstande, dass die von der Iris bedeckten Seitentheile der Linse während der Accommodation für die Nähe verhältnissmässig nicht so stark gewölbt sind, als der in die Pupille vorragende mittlere Theil, dass die Iris sehr wesentlich zur Accommodation im normalen Auge

mitwirke. Da sie nämlich im Sphincter contrahirt und zugleich durch den Ciliarmuskel nach hinten gezogen wird, so soll sie der vorgedrängten Linse Widerstand leisten und bewirken, dass dieselbe sich mit ihrem mittleren Theile in die Pupille vordrängt. Mag indess die Pupillarcontraction nur zur Ablendung der auf die Seitentheile der Linse fallenden Strahlen dienen, oder auch beim Accommodationsvorgang direkt theilhaftig sein, so viel steht jedenfalls fest, dass dieselbe durch nervöse Einflüsse vom Centralorgan aus zu Stande kommt.

In welchen Beziehungen steht nun aber die Contraction der Pupille zu der des Ciliarmuskels? Adamük und Woinow (l. c. p. 162) fanden, dass die Pupillenverengung allerdings stufenweise mit der Accommodationsanspannung, „aber durchaus nicht vollkommen proportional der Entfernung des Fixationspunktes vom Auge“ zunimmt, eine Beobachtung, die Priestley Smith auch experimentell am Kaninchenauge bestätigen konnte. Hingegen zeigte bereits Olbers (*De mutationibus oculi internis. Diss. inaug. Gottingae 1780*, p. 11—12) dass die Pupillenverengung proportional dem Convergenzwinkel der Sehaxen steigt und E. H. Weber (l. c. p. 92) gibt geradezu an, dass sich die Pupille nicht verengere, wenn man ohne Convergenz der Sehaxen für die Nähe accommodirt, dass dagegen bei Convergenz der Sehaxen ohne Accommodation Pupillenverengung eintrete. Auch haben Adamük und Woinow (l. c. p. 163) gefunden, dass die Pupillenverengung bei Annäherung eines fixirten Objectes an das Auge proportional mit dem Grade der Convergenz, und bei Myopen schon bei jenseits des Fernpunktes gelegenen Entfernungen eintritt, also bevor überhaupt eine Accommodationsbewegung stattfindet. Donders wies ausserdem nach, dass die Verengung der Pupille sowohl messbar später eintritt als auch schneller vorübergeht, als die Accommodation, mithin von dieser nur in gewissem Grade abhängig sein kann. Die die Accommodation für die Nähe begleitende Pupillenverengung ist also nicht sowohl an diese, als an die gleichzeitig eintretende Convergenzbewegung gebunden.

Da indess die Stärke der Convergenzbewegung in gewissem Grade für die Stärke der Accommodationsanspannung massgebend ist, so wird die Pupille auch im Allgemeinen eine dem Grade der Accommodationsanstrengung entsprechende Verengerung zeigen.

Diese mit der Accommodation für die Nähe auftretende Pupillenverengerung fasst man jetzt wohl allgemein nach Hering als eine Mitbewegung auf. Nach diesem Forscher kommt nämlich die Accommodationsbewegung durch Zusammenwirken von drei Faktoren, Contraction des Ciliarmuskels, des Sphincter pupillae und Convergenzbewegung zu Stande, welche Bewegungen, alle drei zugleich central ausgelöst, jene einheitliche Wirkung hervorzubringen im Stande sind. Diese Ansicht findet eine bedeutende Stütze in den Versuchen von Adamük und namentlich in den neueren von Hensen und Völkers. Ersterer fand nämlich (Centralblatt für die med. Wissensch. 1870, p. 65—67) bei Reizung des hinteren unteren Theiles der vorderen Vierhügel an Hunden und Katzen Senkung der Augen, starke Convergenzbewegung und Pupillenverengerung. Bei Reizung des Bodens des Aquaeductus Sylvii sah er ebenso wie nach Reizung der Nn. oculomotorii starke Wendung der Augen nach innen mit Pupillenverengerung, welche letztere jede Bewegung des Auges nach innen und unten begleitete. Demnach gäbe es nicht nur ein Centrum für die Convergenz und Pupillenverengerung, sondern auch eins für die Senkung, Convergenz und Pupillenverengerung. Aubert (Graefe und Saemisch, Handbuch der ges. Augenheilk. II, p. 669) meint indess, dass, wenn man mit den genannten Versuchen Adamük's die Beobachtung von Hensen und Völkers (Unters. über den Mechan. der Acc. Kiel 1868, p. 16), zusammenhält, dass Reizung des Ciliarganglion und der Ciliarnerven sowohl Accommodation für die Nähe als Pupillenverengerung hervorrufe, man mit hoher Wahrscheinlichkeit weiter schliessen dürfe, dass in den Fällen, wo Adamük Pupillenverengerung beobachtet, auch Accommodation stattgefunden habe. Demnach müssten wir, so folgert Aubert weiter, für die von Donders nachge-

wiesene, äusserst gesetzmässige Correlation von Convergenz und Accommodation ein gemeinschaftliches anatomisches, in der hinteren Mittelfurche zwischen den vorderen Vierhügeln gelegenes, Organ annehmen, welches sowohl von convergenzvermittelnden und pupillenverengernden als auch den accomodationsvermittelnden Nervenfasern vorsteht. Dem entsprechend haben nun Völkers und Hensen (Arch. f. Ophth. XXIV, 1, p. 23) durch Versuche an Hunden, welche als Ergänzung der Adamük'schen zu betrachten sind, gefunden, dass hinter dem Centrum für die pupillenverengernden Fasern dasjenige für den Rectus internus liegt, und zwar am Grenztheil zwischen drittem Ventrikel und Aquaeductus Sylvii, so dass, von vorn nach hinten gerechnet, im hinteren Theile des Bodens des dritten Ventrikels die Centren für den M. ciliaris, den Sphincter pupillae und den Rectus internus auf einander folgen, welche drei Centra man sonach als Centralorgan für die Accomodationsbewegung im Sinne Hering's und Auberts betrachten kann. Auch konnten Hensen und Völkers eine grössere Abhängigkeit resp. einen innigeren Zusammenhang der Contraction der Iris von der des R. internus als von der Accommodation constatiren. „Der Muskel (R. internus) kann ohne Verengerung der Pupille zur Contraction gebracht werden, doch gesellt sich diese leicht hinzu.“ (l. c. p. 21). Hingegen „wurde Accommodation ohne Irisbewegung erhalten“ (l. c. p. 18). Donders, Volkman und Helmholtz haben nun gezeigt, dass zwischen Accommodation und Convergenz insofern eine gewisse Unabhängigkeit existirt, als es eine sogenannte „relative Accommodations- und Convergenzbreite“ gibt, innerhalb deren der Zusammenhang der genannten Bewegung gelockert werden kann. Ebenso wird auch die Pupillenverengerung, die ebenso wie die Accommodation mit der Convergenz verbunden ist, in gewissem Grade von dieser unabhängig sein, und es ist daher möglich, den Zusammenhang der drei Funktionen künstlich zu lösen, da das von Aubert angenommene Centralorgan zwei Antagonisten hat, einerseits das von Adamük ebenfalls gefundene Centralorgan für die Seitenwendungen, und auf

der anderen Seite das wahrscheinlich in der Medulla oblongata gelegene für die Pupillenerweiterung, welches übrigens zu dem ersteren in ähnlicher Beziehung zu stehen scheint wie das pupillenverengernde zum Centrum des Rectus internus; Hensen und Voelkers (l. c. p. 16) geben nämlich an, dass bei Reizung des etwas weiter nach aussen von der Mittellinie liegenden Abducens-Centrums „leicht Pupillenerweiterung eintritt.“ Vielleicht kann man den beiden genannten als drittes noch ein dem Accommodationscentrum für die Nähe direkt entgegenwirkendes Accommodations-Centralorgan für die Ferne hinzufügen, sodass dann der Antagonismus vollständig wäre. Henke (Der Mechanismus für Accommodation für Nähe und Ferne. Arch. für Ophth. VI, 2, p. 72) glaubt wenigstens sich zu der Annahme berechtigt, dass es Fasern gebe, welche aus „dem Sympathicus“ stammend, die Radiärfasern im Ciliarring zur Contraction brächten und auf diese Weise die Accommodation für die Ferne activ inscenirten, zu denen dann die pupillenerweiternden Fasern in demselben Verhältnisse stehen würden, wie die pupillenverengernden zu den die Accommodation für die Nähe vermittelnden. Jedenfalls bedarf die Frage einer eingehenden Prüfung, und es ist keineswegs unwahrscheinlich, dass auch im Gehirn in der Nähe der angegebenen Centren sich ein Accommodationscentrum für die Ferne — sit venia verbo — fände.

Nach dem Angeführten ist es uns möglich, die den Erfahrungen der übrigen Forscher direkt widersprechenden Angaben Le Conte's (Adjustements of the eye. Amer. Journ. of Science and Arts. Ser. II, vol. 47 p. 68—77) zu verstehen, dass nämlich die Pupillencontraction enger mit der Accommodation als mit der Convergenz verbunden sei. Dies Resultat, welches der genannte Autor, der ausnahmsweise die nach langer Uebung gewonnene Fähigkeit besass, ohne die Accommodation anzuspannen, die äussersten Convergenzgrade anzunehmen und umgekehrt ohne Convergenz zu accommodiren, durch Versuche an sich selbst fand, beweist im Grunde genommen noch nichts für den normalen, physiologischen Zu-

sammenhang der Functionen, wie bestehend auch auf den ersten Blick jener Umstand und scheinbar geeignet ist, die Richtigkeit der Le Conte'schen Behauptung noch unzweifelhafter erscheinen zu lassen; ist doch kein Grund vorhanden, weshalb man nicht durch Uebung — vielleicht sogar mit weniger Mühe — es ebenso gut dahin sollte bringen können, von den drei coordinirten Factoren statt der Convergenz die Accommodation zu isoliren. Ein Seitenstück hierzu bildet ein von Priestley Smith (*Bilateral deviations of the eyes Ophth. Hosp. Rep. IX, p. 22 — 34*), mitgetheilter Fall, wo bei fast völligem Aufgehobensein der accommodativen Bewegungen der Recti interni und externi und fast vollständigem Erhaltensein der associirten Seitenbewegungen die Accommodation und ebenso die Bewegung der Pupille mit dieser vorhanden war. Die Accommodations- und Convergenzbewegungen werden nach dem Verfasser durch dasselbe Centrum beherrscht, können indess nicht fest verbunden sein, weil die einen ohne die anderen aufgehoben sein können. Aus diesem Falle darf man ebenfalls nicht schliessen, dass die Pupillenverengerung lediglich auf Rechnung der Accommodation komme, da der Impuls, welcher normaler Weise Convergenz, Pupillenverengerung und Accommodation bewirkt, hier nur in Bezug auf die Convergenzstellung ohne Effect blieb.

Wir werden demnach wohl annehmen müssen, dass, wie auch Aubert meint, Convergenzstellung, Pupillenverengerung und Accommodation für die Nähe central durch ein gemeinsames Organ ausgelöst werden, dass diese drei Bewegungen also nicht einander untergeordnet, sondern Coeffecte derselben Ursache sind.

Wenn, wie das gewöhnlich der Fall ist, die accommodationsvermittelnden und pupillenverengernden Fasern im N. oculomotorius verlaufen, so wird demnach bei der Accommodationsbewegung zugleich mit der Wirkung der Recti interni auch Pupillenverengerung und Accommodation für die Nähe eintreten. Anders muss sich natürlich dies Verhältniss gestalten, wenn, wie Adamük (*l. c.*) unter 42 Fällen drei Mal gefunden hat, die pupillenverengernden Fasern, statt im

N. oculomotorius, in der Bahn des N. abducens ihren Weg zum Auge nehmen, aber trotzdem das Ganglion ciliare durchsetzen. Weiss (Archiv für Ophth. XXI, 2, p. 178) beobachtete einen derartigen Fall, wo constant mit der Bewegung des Auges nach aussen eine auffallende Verengerung der Pupille eintrat, während die letztere auf stärksten Lichtreiz unverändert blieb; bei accommodativer Anstrengung erfolgte auch eine geringe Pupillenverengerung, obwohl eine accommodative Anstrengung mit der bei Bewegung nach aussen eintretenden Pupillenveränderung nicht verbunden war. Weiss nimmt nun zur Erklärung dieses Falles eine abnorme Verbindung zwischen Abducens und Oculomotorius an, und zwar eine periphere im Sinus cavernosus oder in der Orbita selbst, Varietäten, wie Merkel (Graefe und Saemisch, Handb. etc. I, p. 129) sie erwähnt. Diese Verbindung müsste also vom Abducens zum Oculomotorius resp. zum Ganglion ciliare gehen, und die pupillenverengernden Fasern würden demnach ursprünglich im N. abducens verlaufen. Auf diese Weise erklärt es sich, dass die Lichtreaction vollkommen aufgehoben war, während bei Contraction des R. externus die pupillenverengernden Fasern synergisch miterregt wurden. Die geringe Contraction der Pupille bei der Accommodation in diesem Falle spricht nicht unbedingt für eine mechanische Einwirkung der Accommodation auf die Pupille, sondern im Gegenteil dafür, dass die accommodationsvermittelnden Fasern ebenfalls im Abducens verliefen. Dass, wie ausdrücklich bemerkt wird, mit der bei Bewegung nach aussen eintretenden Pupillenverengerung keine Accommodations-Anstrengung verbunden war, ist wohl natürlich, denn wenn auch ursprünglich jene drei Bewegungen combinirt gewesen waren, so hatte sich dennoch wahrscheinlich im Laufe der Zeit eine Isolirung der Abductions- von der Accommodationsbewegung herausgebildet, was uns um so weniger Wunder nehmen darf, als die etwa durch die abnorme anatomische Anordnung der Fasern bedingte Combination bald als für den Seheact hinderlich empfunden werden musste. Einen analogen Fall beobachtete Sichel (Anomalie d'innervation

de l'iris. Gaz. des hôp. 1876, p. 347), wo eine acute Abducenslähmung syphilitischen Ursprungs mit totaler Lähmung der Accommodation und des Sphincter pupillae verbunden war. Sichel nahm an, dass in diesem Falle die motorische Wurzel des Ganglion ciliare, statt vom N. oculomotorius, vom N. abducens geliefert wurde, dass also die pupillenverengernden wie die accommodationsvermittelnden Fasern der Bahn des Abducens folgten. Der Fall v. Graefe's (Archiv für Ophth. III, 2, p. 363), wo bei Lähmung sämtlicher Aeste des Oculomotorius die Pupille auf Lichteinfall starr blieb, sich aber contrahirte, so wie das gelähmte Auge durch den normal fungirenden Abducens in den äusseren Augenwinkel gezogen wurde, lässt sich auch durch den Verlauf der pupillenverengernden Fasern im N. abducens erklären. Eine ganz analoge Beobachtung machte Schiff (Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 1859. p. 378) an einem Kaninchen: die Pupille des in Folge einer Oculomotoriusdurchschneidung nach aussen stehenden Auges contrahirte sich langsam etwas, wenn das Thier das Auge noch mehr nach aussen drehte. v. Graefe bemerkt zu seinem Falle allerdings mit Recht, dass, wenn ein die pupillenverengernden Fasern enthaltender Zweig vom Oculomotorius sich an den Abducens anlegte und denselben als Ast zum Ganglion ciliare wieder verliesse, bei centraler Lähmung des Oculomotorius die im Abducens verlaufenden Fasern desselben mit ergriffen sein würden, und alsdann die Mitbewegung der Pupille mit der Abductionsbewegung ausbleiben, bei peripherer Lähmung andererseits immerhin eine, wenn auch geringe, Pupillencontraction auf Licht eintreten müsste. Da indess, wie Adamük (l. c.) gezeigt hat, der Ursprung der pupillenverengernden Nervenfasern nicht mit dem Anfang der Nn. oculomotorii zusammenfällt, und in den Fällen, wo diese Fasern im Abducens verlaufen, dieselben nicht im Oculomotoriusstamme gehen, so ist es auch wahrscheinlich, dass sie auch nicht in den Oculomotoriuskern eintreten, sondern direkt von ihrem dann mehr nach hinten gelegenen Ursprunge in den Abducenskern und -Stamm übergehen. Man könnte demnach zur Erklärung des

v. Graefe'schen Falles annehmen, dass bei einem derartig abnormen Verlaufe der pupillenverengernden Fasern im N. abducens das betreffende Individuum eine centrale oder periphere Oculomotoriuslähmung acquirirt habe. Bei Licht-einfall ins Auge konnte daher der Reiz vom Opticus wohl auf den Oculomotoriuskern, nicht aber auf die mit diesem nicht verbundenen pupillenverengernden Fasern übertragen werden; bei Erregung des N. abducens musste hingegen die Pupille sich energisch contrahiren und eben so lange in Contraction verharren, als der M. rectus externus angespannt blieb. Ueber das Verhalten der Accommodation in diesem interessanten Falle sind leider keine genauen Angaben gemacht. Ebenso wenig konnte eruiert werden, ob vor der Lähmung Pupillarreaction vorhanden gewesen. Wäre dies der Fall gewesen, so müsste man annehmen, dass die Lähmung gerade den Oculomotoriuskern betroffen habe, so dass auf diese Weise eine Unterbrechung der etwaigen Leitung vom Opticus durch den Oculomotoriuskern hindurch zu dem Ursprung der pupillenverengernden Fasern stattgefunden hätte.

Auch das zuweilen vorkommende Erhaltensein der Pupillarreaction und Accommodation bei totaler peripherer Oculomotoriuslähmung — d. h. wo die Lähmungsursache peripher vom Kern ihren Sitz hat — kann man auch aus einem derartigen abnormen Verlauf der pupillenverengernden und accommodationsvermittelnden Fasern erklären. Für solch seltene Fälle jedoch, wie v. Graefe (Arch. f. Ophth. II, 2, 299—304) einen beschrieben hat, wo trotz Lähmung sämtlicher Augenmuskeln noch Accommodation für die Nähe und die mit ihr einhergehende Verengung der Pupille vollkommen, dagegen keine Reaction der letzteren auf Licht vorhanden war, können wir wohl einen abnormen Verlauf der accommodationsvermittelnden und pupillenverengernden Fasern im N. trigeminus annehmen, dessen Vorkommen auch Adamük (l. c.) für wahrscheinlich hält, ohne sofort mit Aubert (l. c. p. 456) aus dieser von v. Graefe beobachteten Thatsache allgemein den Schluss zu ziehen, „dass beim Menschen der Oculomotorius nicht der einzige pupillenverengernde Nerv sein kann.“ Ja,

man braucht nicht einmal unbedingt zu dem abnormen Verlauf der genannten Fasern im Trigeminus seine Zuflucht zu nehmen, wenn man der schon von v. Gräfe angedeuteten Annahme den Vorzug geben will, dass der Pupillarzweig des N. oculomotorius intakt gewesen sei, wie man es sonst bei „vollständigen“ Oculomotoriuslähmungen bisweilen findet. Kann man doch, wie v. Gräfe an einer anderen Stelle (Archiv für Ophth. III, 2, p. 364) bemerkt, bei einer Lähmung nie wissen, ob wirklich alle dem gelähmten Nerven angehörige Fasern leitungsunfähig geworden sind. Bei der letzteren Annahme wäre nur die Reactionslosigkeit der Pupille gegen Lichteinfall merkwürdig; man müsste dann noch die zweite hinzufügen, dass der die Lähmung etwa bedingende Herd im Gehirn die sämtlichen Centra für die Augenmuskelnerven umfasst hätte mit alleiniger Ausnahme der am weitesten nach vorn liegenden für die Accommodation und den Sphincter pupillae, und dass auch die Verbindung zwischen Tractus opticus und pupillenverengerndem Centrum mit ergriffen gewesen wäre, so dass die Pupille nicht auf reflectorischem Wege sich verengen, wohl aber bei Erregung des noch theilweise erhaltenen Centralorgans für die Accommodation für die Nähe in Mitbewegung gerathen konnte.

Ausser der Mitbewegung der pupillenverengernden Fasern bei der Accommodation soll nach v. Gräfe (Notiz zur Behandlung der Mydriasis. Archiv f. Ophth. I, 1, p. 315—319) endlich noch eine zweite Form vorkommen, nämlich beim kräftigem Schluss der Lider. Er sagt: „So viel steht fest, dass man häufig, wenn die Pupille gegen alle übrigen Impulse starr bleibt, lebendige Contractionen nach jedem heftigen Lidschlag gewahrt, die um so anhaltender sind, wenn man den Lidschlag häufig erneuern lässt.“ Diese Beobachtung ist unzweifelhaft richtig, wovon sich Jeder, der eine gut reagirende Pupille besitzt, mit Leichtigkeit vor dem Spiegel überzeugen kann. Ob die Erscheinung indess als eine „Mitbewegung bei den Augenmuskelcontractionen“ und nicht vielmehr als einfache Folge der Pupillenreaction auf Lichteinfall ins Auge aufzufassen ist, muss um so mehr dahingestellt

bleiben, als die Pupillarcontraction, wie auch v. Gräfe selbst bemerkt, nach jedem Lidschluss eintritt. Während des Lidschlusses erweitert sich die Pupille wegen des verminderten resp. aufgehobenen Lichtreizes, und die nachträgliche Contraction des Sphincter ist die Folge des Lichteinfalls in die durch Lichtmangel erweiterte Pupille. Ganz dieselbe Wirkung wie durch den Lidschluss erzielt man, wenn man vor einem prompt reagirenden, geöffneten und beliebig stark beleuchteten Auge einen dunklen Schirm mit etwa derselben Geschwindigkeit vorbeiführt, mit der man das Augenlid zu schliessen und wieder zu öffnen im Stande ist. Besitzt man die Fähigkeit, ein Auge kräftig zu schliessen, während man das andere offen hält, so kann man ferner beobachten, dass auf dem geöffneten Auge fast synchron mit dem Lidschlusse des anderen eine deutliche Erweiterung der Pupille eintritt, die nach dem Oeffnen der Lidspalte einer Verengerung Platz macht; es ist dies weiter nichts als eine Folge der consensualen Pupillarbewegung. Die der Orbiculariscontraction folgende Pupillenverengerung übertrifft nur in dem Falle die durch die Beleuchtung des Auges allein hervorgebrachte, und dann auch nur für einen Moment, wenn ein länger dauernder Lidschluss und mit ihm eine bedeutendere Erweiterung der Pupille vorausgegangen war, wenn also in Folge des plötzlichen Lichteinfalls die Schwankung grösser wird. Dass die Pupillenverengerung um so deutlicher erscheint, je kräftiger der Lidschlag, hat einfach darin seinen Grund, dass bei energischem Lidschluss sich die Pupille auch wegen der stärkeren Verdunkelung mehr erweitert. Wenn nicht ausschliesslich, so haben wir es doch vorzugsweise demnach bei der Pupillenverengerung beim Schluss der Lider mit einer Reflexwirkung durch ins Auge einfallendes Licht zu thun.

Fassen wir die durch unsere Betrachtung über die pupillenverengernden Fasern gewonnenen Resultate kurz zusammen, so ergibt sich, dass diese Fasern einen eigenen Ursprung besitzen, der in der Regel vielleicht am hinteren Theile des Bodens des dritten Ventrikels liegt, dass dieselben für gewöhnlich im N. oculomotorius gemeinschaftlich mit den Fasern

für den *M. ciliaris* zum Auge verlaufen, dass sie aber auch, wenn ihr Ursprung ausnahmsweise mehr nach hinten gelegen ist, ohne in den Oculomotoriuskern einzutreten, im *N. abducens* oder *N. trigeminus* bis zum Ganglion ciliare und von dort aus auf dem gewöhnlichen Wege zum Sphincter pupillae weiter verlaufen, und dass sie endlich unter physiologischen Verhältnissen nur auf dem Wege des Reflexes oder der Mitbewegung, nie aber direkt und willkürlich in Erregung versetzt werden. Reflectorisch werden die pupillenverengernden Fasern von der Retina aus, und zwar auf Lichtreiz erregt, eine Mitbewegung derselben Fasern finden wir coordinirt mit der Contraction des *M. ciliaris* und *M. rectus internus* bei der Accommodation für die Nähe, in Folge einer bald willkürlichen, bald unwillkürlichen, jedenfalls aber dem Willenseinfluss gehorchenden Erregung eines für die Accommodation bestimmten Centralorgans. Auf eine andere, normaler Weise wohl nicht vorkommende, reflectorische Erregung der pupillenverengernden Fasern, von den sensiblen Endigungen des *N. trigeminus* aus, kommen wir später noch zu sprechen.

Was nun die pupillenerweiternden Fasern anbelangt, so sind unsere Kenntnisse betreffs ihres Verlaufes noch äusserst dürftig, da hier bisher einzig und allein das physiologische Experiment und die Krankenbeobachtung das Fundament für die Schlussfolgerungen abgegeben haben. Mit einiger Sicherheit wissen wir für den Menschen nur, dass die beiden die active Erweiterung der Pupille bewirkenden Fasergruppen, die muskulomotorischen für den Dilatator pupillae und die vasomotorischen für die Irisgefässe — welche wir gemeinschaftlich unter dem Namen der pupillenerweiternden zusammenfassen wollen — in der Medulla oblongata, im Halsrückenmark und im Halstheil des Sympathicus-Grenzstranges enthalten sind. Wie sich indess ihr Verlauf zum Bulbus weiterhin gestaltet, ob sie gemeinschaftlich in denselben oder in verschiedenen Bahnen ihrem Ziele zustreben, ob sie sämtlich durch das oberste Halsganglion hindurchtreten, ob sie dann weiterhin mit den Gefässen theilweise zum Auge verlaufen, oder später durch das Ganglion Gasseri oder direkt

in die Bahn des Trigemini, oder auch zum Theil in die des Oculomotorius eintreten, oder ob sie theilweise oder gar nicht durch die aus dem sympathischen Geflecht im Sinus cavernosus entspringende Radix sympathica ganglii ciliaris oder sämmtlich durch die Radix longa vom Trigemini aus dem Ganglion ciliare zugeführt werden, ob sie überhaupt dieses Ganglion passiren und nicht vielmehr alle oder zum Theil durch die Nn. ciliares longi zum Bulbus treten, — alles dieses sind noch ganz und gar offene Fragen, die wohl schwerlich, um nicht zu sagen gar nicht, alle nur durch das physiologische Experiment sich werden entscheiden lassen, zumal da man nicht einmal weiss, ob bei den zu den Versuchen verwandten Thieren die Nervenbahnen nicht durchaus andere sind, als beim Menschen. Dass aber die anatomische Untersuchung uns bei diesen so ungemein complicirten Verhältnissen vollends im Stiche lässt, ist nur zu begreiflich.

Budge (l. c.) fand experimentell am Kaninchen, dass die pupillenerweiternden Fasern (B. versteht hierunter, wie auch die übrigen Forscher, nur die muskulomotorischen) in Gemeinschaft mit den Gefässnerven des Ohres durch die vorderen Wurzeln des siebenten und achten Hals- und des ersten und zweiten Brustnerven aus dem Rückenmark austreten und bezeichnete diese Gegend als Centrum ciliospinale, indem er in derselben den Ursprung jener Fasern suchte. Salkowski (Ueber das Budge'sche Ciliospinalcentrum. Zeitschr. für rat. Medicin, Bd. XXIX, p. 167—190) wies indess nach, dass beide Arten von Fasern ihr Centrum beim Kaninchen oberhalb des Atlas, also wahrscheinlich in der Medulla oblongata haben, dass dieselben dann ungekreuzt durch das Halsmark nach abwärts verlaufen, um gemeinschaftlich durch die von Budge angegebenen Bahnen in den Grenzstrang des Sympathicus überzugehen, und bestritt die Richtigkeit der Angabe Bernard's (Comptes rendus 1862, IV, p. 382), dass beim Kaninchen die pupillenerweiternden Fasern getrennt von den vasomotorischen für das Ohr und den Kopf aus dem Rückenmark austreten. Nach halbseitiger Durchschneidung der Medulla oblongata sah Schiff (Sui nervi dell' iride. L' impar-

ziale 1867) sodann starke Hyperämie der Irisgefäße auftreten. Nach Knoll (l. c. p. 24) sollen sich sogar über die Medulla oblongata hinaus, in den vorderen Vierhügeln pupillenerweiternde Fasern finden. Für ein ähnliches Verhältniss der genannten Fasern beim Menschen sprechen zahlreiche pathologische Daten, von denen nur einige hier Erwähnung finden mögen. So beobachtete Riegel (Berl. klin. Wochenschrift 1871, p. 208), dass nach Durchschneidung der linken Rückenmarkshälfte durch einen Stich in den Nacken auf der rechten Seite neben Anästhesie der Körperhälfte eine enge Pupille auftrat, ein Fall, der vielleicht für eine Kreuzung der Fasern im Rückenmark sprechen würde. Russel (Med. Times and gaz. vol. 41, p. 392) sah bei einem Nachtwandler in Folge eines Sturzes Trennung des Halsmarkes zwischen siebentem Hals- und erstem Brustwirbel mit gleichzeitiger Verengung der Pupille eintreten, Seeligmüller (Berl. klin. Wochenschrift 1872, Nr. 4, p. 43) nach einer Schussverletzung des Halses neben einer isolirten Lähmung des N. ulnaris — welcher bekanntlich aus dem achten Hals- und ersten Brustnerven entsteht — Erscheinungen, die sowohl auf Lähmung oculopupillärer, als vasomotorischer und trophischer Sympathicusfasern hindeuten. Fraenkel (Zur Pathologie des Halssympathicus. Inaug. Dissert. Breslau 1874) gibt überdies als constantes Symptom der mit Pupillenverengung während der Anfälle einhergehenden Hemicrania sympathico-paretica Schmerzhaftigkeit der Dornfortsätze der beiden obersten Brust- und beiden untersten Halswirbel auf Druck an, während der von Zuntz (Berl. klin. Wochenschr. 1874, p. 451) beschriebene Fall von „Neurose mit einseitiger Schweissbildung“, wo ebenfalls die Processus spinosi der vier untersten Hals- und obersten Brustwirbel gegen Druck empfindlich waren, zeigt, „dass die Gefässnerven des Kopfes wesentlich in denselben Bahnen verlaufen, die für dieselben beim Kaninchen längst experimentell nachgewiesen sind, dass sie nämlich mit den Wurzeln der unteren Hals- und oberen Brustnerven aus dem Rückenmark hervortreten“ und dass „in Uebereinstimmung mit Thierexperimenten die pupillenerweiternden Fasern des Sympathicus

mit den hier afficirten vasomotorischen aus denselben Wurzeln stammen, da beide gleichzeitig Erscheinungen andauernder Reizung zeigten.“ Ueber den weiteren Verlauf der pupillenerweiternden Fasern nun vom Sympathicusstamm bis zum Auge wissen wir sehr wenig Sicheres; nur so viel scheint festgestellt zu sein, dass wenigstens ein Theil derselben in den Plexus caroticus und von dort durch das Ganglion Gasseri in den Trigeminus eintritt.

Nach der Meinung Grünhagen's (Zeitschr. für rat. Med. XXVIII, p. 245), der nach Exstirpation des Ganglion cervicale supremum N. sympathici die Dilatirbarkeit der Pupille bei direkter Irisreizung in wenigen Tagen vollständig erlöschen sah, verlaufen zwar sämtliche pupillenerweiternden Fasern durch dieses Ganglion, wohingegen Vulpian (Arch. de physiologie norm. et pathol. de Brown-Séguard. Janvier 1874) an in gleicher Weise operirten Thieren einige Erweiterung der Pupille auf elektrische Hautreize eintreten sah, was die Annahme involvirt, dass nicht alle pupillenerweiternden Fasern das oberste Halsganglion durchsetzen. Die Bahnen dieser das Ganglion nicht passirenden Fasern sind keineswegs klar. Sie könnten — vorausgesetzt, dass alle pupillenerweiternden Fasern im Grenzstrang des Sympathicus enthalten sind — allerdings in dem die Art. vertebralis umspinnenden sympathischen Geflecht verlaufen und von den Endästen der Arteria basilaris aus den R. communicantibus posterioribus entlang zum carotischen Geflecht gelangen. Schiff (Untersuchungen zur Naturlehre X, 1867, p. 423) hält es nach Versuchen an Katzen sogar für wahrscheinlich, dass das Ganglion Gasseri auch aus dem des Cavum tympani durchsetzenden Theile des Sympathicus pupillenerweiternde Fasern enthalte. Diese müssten demnach mit der Carotis externa, Maxillaris interna und Meningea media zum Ganglion oticum und von dort durch den N. petrosus superficialis minor, den N. Jacobsonii und die Nn. carotico-tympanici inferior und superior (N. petrosus profundus minor) zum Plexus caroticus internus und von dort zum Ganglion Gasseri gelangen.

Die aus dem Ganglion cervicale supremum austretenden

Fasern sind sowohl vasomotorischer als muskulomotorischer Natur und bilden jedenfalls die Hauptmasse der pupillenerweiternden. Sie verlaufen in dem N. caroticus internus zum Plexus caroticus und cavernosus, um von dort wahrscheinlich auf verschiedenen Wegen zum Bulbus zu gelangen.

Da mehrere Bahnen hier vorhanden sind, so ist es denkbar, dass die vasomotorischen Fasern, wenn auch nur zum Theil, einen anderen Weg einschlagen, als die muskulomotorischen, vielleicht ganz und gar den Gefäßen folgend, also vom Plexus caroticus aus mit der Art. ophthalmica und den Artt. ciliaribus longis. Indess ist dies nur eine Vermuthung, die bisher noch in keiner Weise experimentell belegt werden kann. Die andere naheliegende, dass die Dilatatorfasern auch direkt vom Plexus caroticus zum Ganglion ciliare in der Radix sympathica desselben verlaufen, ist durch die Untersuchungen von Hensen und Voelkers (Experimentalunters. etc. Kiel 1868, p. 15) zwar in Zweifel gestellt, indess noch keineswegs endgültig widerlegt. Die genannten Forscher fanden, dass nach Abtrennung des Ganglion ciliare von seinen Wurzeln auf Reizung des Halssympathicus „Erweiterung der Pupille ad maximum“ eintrat. Bei bereits vorhandener Dilatation durch die gleichzeitig gesetzte Lähmung der pupillenverengernden Fasern kann diese „Erweiterung der Pupille ad maximum“ aber ebenso gut durch Reizung der vasomotorischen Fasern bedingt gewesen sein. Wenn demnach Hensen und Voelkers auch angeben, dass die „Irisfasern“ des Sympathicus beim Hunde nicht durch das Ganglion ciliare, sondern mit Trigeminafasern auf dem Opticus verlaufen, so ist mit diesem Nachweis — wofern es überhaupt einer ist — im Grunde noch nichts gesagt. Adamük (Zur Lehre vom Einfluss des Sympathicus auf den intraocularen Druck. Centralbl. für die med. Wissenschaft 1867, Nr. 28) gibt sodann an, dass bei Katzen, bei denen er nach Exstirpation des Ganglion ciliare auf Reizung des Sympathicus sowohl Drucksteigerung im Auge als Pupillenerweiterung eintreten sah, in der Augenhöhle die die Drucksteigerung bewirkenden Fasern „sehr nahe dem Opticus und nicht zusammen mit den auf die Weite

der Pupille wirkenden Fasern des Sympathicus“ verlaufen. Ganz abgesehen davon, dass diese Angabe A d a m ü k s eigentlich nichts Positives über den Verlauf der mehrgedachten Fasern enthält, ist in ihr auch nichts, aus dem man auch nur das Geringste entnehmen könnte, denn „die sehr nahe dem Opticus verlaufenden die Drucksteigerung bewirkenden Fasern“ darf man wohl zweifellos als vasomotorische ansehen, also ebenfalls als „auf die Weite der Pupille wirkende Fasern“. Wir wissen also nicht einmal von den genannten Thieren, ob bei ihnen vasomotorische oder muskulomotorische Fasern durch das Ganglion ciliare oder in dem die Art. ophthalmica begleitenden Plexus verlaufen oder nicht, nur das können wir mit Bestimmtheit sagen, dass nicht alle pupillenerweiternden Fasern durch das Ganglion ciliare und den genannten Plexus gehen, da der Trigemini an der Leitung dieser Fasern zum Auge einen unverkennbaren Antheil hat, wie aus den übereinstimmenden Angaben aller Autoren hervorgeht. Wegner (Archiv für Ophth. XII, 2, p. 11) fand, nachdem er jungen Albinokaninchen auf der einen Seite den Trigemini und auf der anderen den Sympathicus durchschnitten, beiderseits eine gleich starke Erweiterung der Irisgefäße. Reizte er nach Durchschneidung des Halsympathicus das Kopfende des Nerven, so contrahirten sich die erweiterten Irisgefäße, während die Reizung dieses Nerven auf die durch Trigemini-durchschneidung bewirkte Irishyperämie ohne Einfluss blieb. Daraus schloss er wohl mit Recht, dass — wenigstens beim Kaninchen — die vasomotorischen Irisnerven allein im Sympathicus verlaufen und sich erst in der Schädelhöhle an den Trigemini anlegen, entgegen der Ansicht Schiff's, welcher (Sui nervi dell' iride etc.) den Trigemini für den einzigen Gefässnerven der Iris hält. Auch L e b e r (Graefe u. Saemisch, Handb. der ges. Augenheilk. II, p. 365) fand die früher von Snellen (Archiv für die holländ. Beiträge I, p. 206) und von v. Hippel und Grünhagen (Archiv für Ophth. XVI, 1, p. 45) gemachte Beobachtung, dass Durchschneidung des Trigemini in der Schädelhöhle unmittelbar starke Hyperämie der Iris im Gefolge hat, an albinotischen Kaninchen

wiederholt bestätigt. Nach v. Hippel und Grünhagen verlaufen die Sympathicusfasern an der medialen Seite des Trigemini, eine Angabe, die bereits früher Wegner (l. c. p. 11), auf Durchschneidungsversuche gestützt, gemacht hatte. Ferner scheint es durch Versuche von Schiff, Balogh u. A. sicher gestellt, dass die genannten pupillenerweiternden Fasern wenigstens zum Theil durch das Ganglion Gasseri in die Trigeminibahn eintreten. Zweifelhaft bleibt es jedoch noch, ob von diesen Fasern nicht erst einige nach der Bildung des Ganglion vom Plexus cavernosus aus direkt in den ersten Ast des Trigemini eintreten. Auch wissen wir weder, ob, noch wo muskulomotorische Fasern aus dem Sympathicus in den Trigemini eintreten, und somit muss die Behauptung Balogh's (Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere Bd. VIII, 1863, p. 423), dass alle pupillenerweiternden Fasern durch das Ganglion Gasseri gehen und dasselbe mit dem ersten Ast des Trigemini verlassen, jedenfalls vorläufig noch als unerwiesen angesehen werden.

Ob sodann die in den Trigemini gelangten pupillenerweiternden Fasern durch das Ganglion ciliare oder nur durch die N. ciliares longi verlaufen, oder ob sie in beiden Bahnen an den Bulbus herantreten, darüber wissen wir ebensowenig. Aus den angeführten Experimenten an Katzen und Hunden lässt sich nur schliessen, dass wenigstens ein Theil dieser Fasern nicht durch das Ganglion ciliare geht. Ob endlich die vom Plexus cavernosus zum Oculomotoriusstamm abgehenden Verbindungszweige Pupillarfasern enthalten, ist mindestens zweifelhaft; wir wissen überhaupt gar nichts über die Bestimmung dieser Fasern.

Aus den angeführten physiologischen Thatsachen können wir demnach nur sehr wenig entnehmen. Abgesehen davon, dass bei den verschiedenen Versuchsthieren die anatomischen Anordnungen der pupillenerweiternden Fasern sich verschieden zu gestalten scheinen, dass mithin jene Resultate eine Uebersetzung auf den Menschen nicht zulassen, so sind jene Beobachtungen schon in sofern für uns von keinem erheblichen

Werthe, als die Forscher nicht zwischen vasomotorischen und muskulomotorischen Fasern unterschieden haben. Dass hingegen ein solcher Unterschied existirt und gemacht werden muss, dass also zweierlei Fasern die active Erweiterung der Pupille bewirken, dafür sprechen verschiedene Beobachtungen. Grünhagen, welcher den Dilator pupillae nicht anerkennt, glaubt die active Erweiterung der Pupille nach Reizung des Sympathicus zwar einzig und allein aus der Erregung der vasomotorischen Nerven (über den Mechanismus s. später) erklären zu müssen, aber mit ihm und Salkowski (l. c.) aus der steten Coincidenz der Gefässerscheinungen am Ohr und am Kopfe überhaupt mit den entsprechenden Pupillarbewegungen vom Sympathicus, von den Wurzeln der beiden unteren Hals- und oberen Brustnerven, endlich vom Halsmark aus, zu schliessen, dass der dilatatorische Apparat der Iris nur in der Gefässmuskulatur derselben bestehe, ist jedenfalls ungerechtfertigt. Andererseits fanden Donders und Hamer (Over de antimydriatische werking von Calabar-bean. Nederl. Tijdschr. v. Geneesk. 1864. 4. jaarl. versl. v. het. Nederl. gasthuis v. ooglijders. Utrecht), dass auf Anwendung von Calabarextract, welches bekanntlich die Enden der muskulomotorischen Nervenfasern lähmt, auf Reizung des Sympathicus Verengung der Irisgefässe eintrat, während eine geringe (wohl von dieser herrührende) Pupillenerweiterung zu bemerken war. Auch besteht nach Stellwag von Carion (Ueber Atropin. Klinischer Vortrag. Allg. Wiener med. Zeitung 1872, p. 146, 154) die Wirkung des Atropins ausser in Lähmung der Oculomotoriusendigungen in Erregung sowohl der Dilatorfasern als der Gefässmuskulatur der Iris. Durch alleinige Contraction der Dilatorfasern, die ja in dünner Lage an der hinteren Begrenzungsschicht der Iris liegen, könne keine maximale Pupillendilatation hervorgerufen, sondern müsse die Iris in einen dicken Wulst verwandelt werden; da indess kaum eine merkliche Verdickung der Iris mit der Dilatation verbunden sei, so müssen sich auch die Gefässmuskeln der Iris contrahiren. Ebenso weist der Umstand, dass bei Sympathicuslähmungen einerseits die Gefässerweiterung nicht

auf die Iris beschränkt ist, sondern sich auf die ganze Kopfhälfte erstreckt, und andererseits oft Pupillenverengung ohne vasomotorische Störung besteht, sowie der von Fr. Arlt jun. (Zur Kenntniss der Zeitverhältnisse bei den Bewegungen der Iris. Archiv für Ophth. XV, 1, p. 294—317) gelieferte Nachweis, dass auf Reizung des Sympathicus die Verengung der Ohrgefässe des Kaninchens bedeutend später erfolgt, als die Erweiterung der Pupille, mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf hin, dass die Wirkung der „sympathischen“ Fasern auf den Dilator pupillae von der auf die Irisgefässe zu trennen ist.

Demnach wird, obwohl die vasomotorischen und muskulomotorischen Pupillarfasern wahrscheinlich in denselben Bahnen im Halsmark verlaufen, und beide aus der Medulla oblongata stammen, das Centrum für beide Fasern nicht dasselbe sein können. Es ist wahrscheinlich, dass das für die vasomotorischen Irisfasern mit dem in der Medulla oblongata am oberen Theile der Rautengrube nachgewiesenen, aber noch nicht genauer localisirten Centralorgan für sämtliche vasomotorischen Nerven zusammenfällt, während den Dilatorfasern ein besonderes Centrum zukommt, welches wir als oculopupilläres bezeichnen wollen, und das möglicher Weise in der Nähe des genannten liegt.

Wir können also Folgendes ungefähr als Ergebniss der Forschungen über den Verlauf der mehrgenannten Fasern ansehen: Die pupillenverengernden Fasern stammen wahrscheinlich aus der Medulla oblongata, und zwar aus zwei verschiedenen, noch nicht näher localisirten Centren, deren eines, das oculopupilläre, muskulomotorische Fasern für den Dilator enthält, während das andere, das vasomotorische Centrum, die Gefässmuskeln der Iris innervirt. Beide Gruppen von Fasern treten durch das Halsmark und aus diesem durch die Wurzeln der beiden obersten Brust- und beiden untersten Halswirbel durch weitere Vermittelung der R. communicantes in den Grenzstrang des Sympathicus. Der grösste Theil dieser Fasern wenigstens tritt sodann durch das oberste Halsganglion und dem aus diesem entspringenden N. caroticus

internus in den Plexus caroticus und cavernosus ein und gelangt wahrscheinlich in verschiedenen Bahnen zum Auge, von denen nur die durch das Ganglion Gasseri und den R. ophthalmicus N. trigemini sichergestellt ist. Alle weiteren Details über den Verlauf der pupillenerweiternden Fasern entziehen sich bisher gänzlich unserer Kenntniss; wir können nur Vermuthungen darüber hegen. Namentlich ist es bisher nicht gelungen, experimentell oder gar anatomisch die vasomotorischen Fasern von den muskulomotorischen an irgend einer Stelle ihres Verlaufes sicher zu trennen.

Wir haben bisher ohne Weiteres angenommen, dass durch Erregung der vasomotorischen Fasern Pupillenerweiterung hervorgerufen werde, ohne uns noch über den Mechanismus dieses Vorgangs klar geworden zu sein. Da auf Reizung der vasomotorischen Fasern überhaupt die Gefässe sich verengern, bei Lähmung jener diese sich erweitern, so werden auf Reizung des vasomotorischen Centrums wie der durch den Halssympathicus gehenden vasomotorischen Fasern auch die Irisgefässe sich zusammenziehen. Dass nun eine derartige Verengerung der Irisgefässe eine von der Dilatatorwirkung unabhängige Erweiterung der Pupille zur Folge hat, wie umgekehrt eine Erweiterung der Irisgefässe die Pupille verengt, ist durch zahlreiche Beobachtungen am lebenden wie am todtten Auge constatirt worden. So stellte Rouget (*Comptes rendus et Mém. de la Soc. de Biologie* 1856, p. 130) fest, dass sowohl bei Menschen als bei Thieren die vorher erweiterte Pupille durch Injection der Gefässe um ein Drittel und selbst um die Hälfte verengert wird. Schoeler (*Experimentelle Beiträge zur Irisbewegung. Inaug.-Diss. Dorpat* 1869) erhielt nach Injection von defibrinirtem Blut in die Carotis der Katze zugleich mit Steigerung des intraoculären Druckes maximale Verengerung der Pupille, hingegen bei anämischer Iris Erweiterung derselben, und gelangte zu dem Resultate, dass die Pupillenweite wie der intraoculäre Druck von der wechselnden Füllung der Gefässe der Iris resp. der Chorioidea — wenn auch nicht allein von dieser — abhängig seien. Hensen und Voelkers haben ferner beobachtet, dass die Pupille

synchron mit dem Puls und der Respiration ganz kleine, auf entoptischem Wege nachweisbare Schwankungen in ihrer Weite zeigt, welche den an jeder Arterie manometrisch nachweisbaren Schwankungen des Blutdrucks entsprechen und daher wohl auf den wechselnden Füllungsgrad der Irisgefäße zu beziehen sind. Wie indess durch die verschiedene Füllung der Gefäße die Verengung bzw. Erweiterung der Pupille zu Stande kommt, ist noch nicht endgültig entschieden. Es ist allerdings betreffs der Entstehung der Pupillenverengung die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass durch die mit der Irishyperämie verbundene anderweitige Gefäßfüllung, wie Leber (Graefe und Saemisch, Handb. der ges. Augenheilk. II, p. 362) will, die pupillenverengernden Nerven entweder central oder peripher erregt werden. Denkbar wäre es auch, dass durch die Blutfülle des Irisgewebes selbst die peripheren Oculomotoriusendigungen resp. die Ganglien im Innern des Auges direkt comprimirt, und dadurch Contractionen des Sphincter iridis ausgelöst würden; indess liegt doch eine mechanische Erklärung dieser Vorgänge viel näher. Mosso (*Sui movimenti idraulici dell' iride etc.* Nagel's Jahresber. f. Ophthalmologie f. 1875, p. 129), der diese durch den wechselnden Blutgehalt der Iris bedingten Bewegungen als hydraulische bezeichnet, hat durch eine die Verhältnisse der Irisgefäße nachahmende Vorrichtung gezeigt, dass diese hydraulischen Bewegungen durch die anatomische Anordnung der Irisgefäße bedingt werden. Die bei Anämie der Iris eintretende Pupillenerweiterung, die wir durch nervöse Einflüsse übrigens nur vom Centralorgan aus uns zu Stande kommend denken könnten, werden wir daher wohl am besten auf die durch Contraction der Gefäßmuskulatur bedingte Volumsverminderung der Iris zurückführen. Sei dem indess, wie ihm wolle, jedenfalls steht die Thatsache fest, dass auf Reizung der vasomotorischen Fasern Verengung der Irisgefäße mit consecutiver Erweiterung der Pupille und auf Durchschneidung resp. Lähmung jener Fasern, Erweiterung der Gefäße mit Verengung der Pupille erfolgt.

Die auf diese Weise bewirkte Pupillenerweiterung ist

ganz und gar verschieden von der durch die muskulomotorischen Fasern vermittelten Contraction des *M. dilator pupillae*. Wie indess sich die Beziehungen der beiden Formen der Pupillenerweiterung zu einander gestalten, wie sich namentlich das oculo-pupilläre Centrum zu dem vasomotorischen verhält, ist uns bisher noch gänzlich unbekannt, und werden wir auch darüber so lange im Unklaren bleiben, als es nicht besser als bisher gelungen ist, die beiden erwähnten Centren und die aus ihnen entspringenden Fasern isolirt zu erregen oder zu lähmen. Hier aber macht sich die Lücke unserer anatomischen Kenntnisse in sehr empfindlicher Weise bemerkbar und hemmt den weiteren Fortschritt der Untersuchungen; aber gerade hier ist die genaue klinische Beobachtung im Verein mit gleich genauen Sectionsbefunden im Stande, uns wichtige Aufschlüsse zu geben. Weder bei den bisherigen Thierversuchen, noch auch in den in der Literatur verzeichneten einschlägigen Krankengeschichten finden sich über die Pupillenbewegung Angaben, aus denen man irgend etwas in dieser Beziehung Bemerkenswerthes entnehmen könnte. Die zahlreichen Reizungen der *Medulla oblongata*, des *Centrum ciliospinale*, des *Sympathicus-Grenzstranges* am Halse, des *Plexus caroticus* (v. Trautvetter, l. c), des *Trigeminus*, haben zwar ausnahmslos eine Erweiterung der Pupille ergeben, indess müssen wir diese Wirkung wohl immer auf Reizung beider Fasergruppen beziehen, da man nicht darauf geachtet hat, ob dieselben nur auf *Dilatator-Contraction* oder allein auf *Gefäßverengung*, oder auf beide zugleich zurückzuführen waren. Ferner hat man nie darauf sein Augenmerk gelenkt, ob bei *Sympathicus-* oder *Rückenmarkslähmungen* auch eine verengte Pupille ohne gleichzeitige *Injection* der *Irisgefäße* vorkommt. Der Umstand, dass, wie in manchen Fällen angegeben, die *Hyperämie* der entsprechenden Kopfhälfte fehlte, gestattet noch nicht den Schluss, dass auch die *Iris* frei von *Blutfüllung* war. Eine einzige derartige sicher constatirte Thatsache würde indess genügen, den doppelten Einfluss der *cerebrospinalen Fasern* auf die Erweiterung der Pupille endgültig zu beweisen. Dass bei Verletzungen oder

Lähmungen des Halssympathicus durch comprimirende Geschwülste die Pupillenverengerung das bei Weitem constanteste Symptom ist, wird uns demnach nicht mehr wunderbar erscheinen, da dieselbe sowohl bei alleiniger Lähmung der muskulomotorischen als der vasomotorischen Fasern auftritt, und die von Eulenburg und Guttman (Die Pathologie des Halssympathicus. Griesinger's Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankh. I, p. 420—454) aufgestellte Hypothese, „dass die oculopupillären Nervenröhren im Faserstrang des Sympathicus am meisten peripherisch gelagert sind“ entbehrt somit bisher wenigstens wohl jeder Begründung. Dass wir unter diesen Umständen auch nicht wissen, welche Fasern einen stärkeren Einfluss auf die Weite der Pupille auszuüben im Stande sind, die muskulomotorischen oder die vasomotorischen, bedarf wohl keiner besonderen Betonung. Die möglicher Weise verschiedene Weite der Pupille wäre übrigens ein Faktor, der bei künftigen Thierversuchen zur Entscheidung des Verhaltens der beiden Fasergruppen zu einander entschieden Berücksichtigung verdiente.

In welcher Weise sind nun die pupillenerweiternden Fasern — wir verstehen hierunter wie immer beide sie zusammensetzenden Fasergruppen, deren Wirkungen zu trennen wir bisher nicht im Stande sind — bei den physiologischen Irisbewegungen betheiligt? Die Erregung dieser Fasern geschieht unter normalen Verhältnissen auf reflectorischem Wege, vielleicht aber auch noch in Form der Mitbewegung, demnach also in gleicher Weise wie die der pupillenverengernden. Der Reflex greift hier im Centrum über, also in der Medulla oblongata. Während die reflectorische Erregung der pupillenverengernden Fasern für gewöhnlich nur durch den Lichtreiz zu Stande kommt, reagirt das pupillenerweiternde Centrum auf sensible Reize jeder Art, und zwar in sehr empfindlicher Weise, worauf Bernard (Journal de la Physiologie etc. T. V.) zuerst die Aufmerksamkeit lenkte, nachdem Chauveau (ibid. T. IV.) gezeigt hatte, dass auf Reizung der hinteren Rückenmarkswurzeln Pupillenerweiterung auftritt. Wegner (l. c. p. 21) hielt es für erwiesen, dass

durch sensible Nerven von irgend einem Punkte der Peripherie aus sowohl die vasomotorischen als muskulomotorische Nerven überhaupt erregt werden können, verlegte das Reflexcentrum indess in das Rückenmark. Salkowski (l. c. p. 180) zeigte hingegen, dass die Uebertragung wahrscheinlich in der Medulla oblongata stattfindet, wenigstens auf die pupillenerweiternden Fasern, da beim Kaninchen auch nach Durchschneidung des Halsmarks oberhalb des Atlas eine reflectorische Pupillenerweiterung auf Reizung des N. auricularis sich einstellte, während auf Reizung des N. dorsalis pedis die gleiche Erscheinung nur bei intactem Halsmark auftrat. Arndt (Griesinger's Archiv f. Psych. etc. II, p. 589 ff. Fall IV u. VII) sah auch beim Menschen auf Reizung der Unterschenkel durch den elektrischen Strom Erweiterung der Pupille. Hecker (Ueber das Lachen in seiner physiologischen und psychologischen Bedeutung. Tageblatt der 45. Versammlung deutscher Naturforscher in Leipzig. 1872, p. 152) giebt an, dass man eine schwache und schwankende Pupillenerweiterung wahrnehme, wenn man eine empfindliche Hautstelle kitzele, eine Erscheinung, die Jeder an sich selbst vor dem Spiegel beobachten kann, und die namentlich auf Reizung des Trigemini deutlich auftritt. Notta beobachtete bereits früher (Archives générales de Médecine, 1854) bei mehreren Fällen von Trigemineuralgie Pupillenerweiterung. Es scheint, dass der Trigemini leichter diesen Reflex auslöst, weil er wahrscheinlich direkt im verlängerten Mark den Reiz auf das pupillenerweiternde Centrum überträgt. Westphal (Virchow's Archiv für pathol. Anat. etc. Bd. 27, 1863, p. 409) machte zuerst auf eine vorübergehende Erweiterung der Pupille in Folge leichter Haut- und Schleimhautreize bei nicht zu tiefer Chloroformnarkose aufmerksam, wo die Pupille sich doch dauernd verengt zeigt. Vibert (Journal de Thérapeutique. 1875) sowie Raehlmann u. Witkowski (Archiv für Physiologie von Du Bois-Reymond, 1878, p. 110) beobachteten das Gleiche bei anderen Zuständen, die mit verengter Pupille einhergehen, jener nach subcutanen Morphinjectionen, diese im natürlichen Schlafe. Westphal

(l. c.) sah auch die Pupillenerweiterung, wenn dem betäubten Individuum stark ins Ohr geschrien wurde. Schiff und Foa (*La pupilla come estesiometro. L' Imparziale, 1874*) zeigten an curarisirten Hunden und Katzen, dass auf jede Reizung der sensiblen Nerven eines beliebigen Körpertheils, selbst ohne dass Schmerz entsteht, eine Pupillenerweiterung erfolgt, die proportional ist der Stärke der Empfindung. Von allen Geweben, selbst von Muskeln und Sehnen aus, erfolgte eine, wenn auch geringe, Dilatation der Pupille. Vom Darm aus zeigte sich nur die mechanische Reizung wirksam. Nur auf Reizung der hinteren Stränge des Rückenmarks reagierte die Pupille, nicht auf die der vorderen und Seitenstränge; ebenso vom Gehirn aus nur auf Reizung der vorderen vier Fünftel des grossen Gehirns. Nach Durchschneidung des Halssympathicus wie des verlängerten Markes blieb die Pupillenerweiterung aus. Da auch nach gänzlicher Abtragung der Grosshirnappen die Iris nicht mehr auf Sensibilitäts-, wohl aber auf Lichtreize reagierte, so schloss Schiff, dass im Gehirn die Uebertragung des Reflexes stattfindet. Indess dürfte diesem Schlusse wohl keine so unbedingte Geltung zukommen, da die Exstirpation beider Grosshirnhemisphären doch ein zu bedeutender Eingriff ist, als dass er auf einen so feinen Reflexvorgang ohne Einfluss bleiben sollte. Gleichwohl kann, wie wir theils durch zahlreiche an Geisteskranken angestellten Beobachtungen, theils auch durch in neuerer Zeit an Thieren angestellte Experimente wissen, vom grossen Gehirn resp. von der Hirnrinde aus eine Erweiterung der Pupille, aber auch wohl nur auf dem Wege des Reflexes, hervorgerufen werden, nie willkürlich, und daher auch wohl nicht direkt. Foa (*La pupille considérée comme esthésiomètre. Paris 1875*) und Rochefontaine (*Etude expérimentale. Archives de physiologie normale et pathologique 1876*) erhielten bei faradischer Reizung verschiedener Rindenstellen an Thieren stets starke Pupillenerweiterung, während Brown-Séquard (*Arch. de physiol. norm. et pathol. 1876*) nach Cauterisationen der Grosshirnrinde Pupillenverengung eintreten sah. Möglicherweise hat also das Vorhandensein

des Grosshirns auf die Erregbarkeit des pupillenerweiternden Centrums denselben oder einen ähnlichen Einfluss, wie auf die Erregbarkeit der vorderen Rückenmarkswurzeln die Anwesenheit der hinteren oder des Gehirns.

Auf eine Abhängigkeit der Pupillenerweiterung von psychischen Reizungen weisen ausserdem zahlreiche Beobachtungen hin. Fontana (*Dei moti dell' iride*, Lucca 1760) führt bereits an, dass auf stärksten Lichtreiz die Pupille der Katze sich nicht verengere, im Gegentheil weiter werde, wenn man das Thier gleichzeitig heftig erschrecke. Auch die Pupille der in Zorn gerathenen Katze zeigt eine starke Erweiterung. Bei der ophthalmoscopischen Untersuchung nicht atropinisirter Augen, namentlich von Kindern, kann man täglich beobachten, wie bei stärkster Beleuchtung, selbst der *Macula lutea*, eine schnell vorübergehende Erweiterung der Pupille erfolgt, wenn man auf irgend eine Weise den Patienten erschrecken lässt, durch Anschreien, Händeklatschen etc. Verursacht das Geräusch hingegen kein Erschrecken, so bleibt auch die Pupillenerweiterung aus. Nach Holmgren (*Upsala läkarförenings förhandlingar Bd. XI, p. 222; Nagel's Jahresber. für 1876, p. 158*) bewirkt jede Erregung des *Sensorium commune*, einerlei, wodurch sie hervorgerufen, Dilatation der Pupille, und ebenso beim Menschen eine entsprechende Erregung des Bewusstseins, z. B. durch einen Scherz, eine Drohung, einen Knall, lautes Geräusch etc. „Der Gemüthseindruck ist das Wesentliche bei der Erscheinung“ nach Raehlmann und Witkowski (*l. c. p. 118*), und Gratiolet (*De la physiognomie et des mouvements d'expression. Paris 1855*) bezeichnete schon als sicherstes Kennzeichen äusserster Furcht eine stark erweiterte Pupille. Wir haben demnach eine unverkennbare Abhängigkeit der Pupillenerweiterung von sensiblen und psychischen Reizen zu constatiren, und zwar ist die Erweiterung der Pupille, welche nach derartigen Reizungen auftritt, unter Umständen sehr bedeutend und stets proportional der Stärke des Reizes, so dass Schiff (*l. c.*) geradezu die Pupille für das feinste Aesthesiometer erklärt.

Es gibt indess noch einige Thatsachen, die sich wohl

schwerlich auf eine rein reflectorische Reizung des pupillenerweiternden Centrums beziehen lassen, die wir vielmehr in ähnlicher Weise wie die Pupillenverengerung bei der Accommodation gewissermassen auf eine Mitbewegung zurückführen müssen, resp. auf eine gleichzeitige Erregung des pupillenerweiternden — des oculopupillären oder vasomotorischen oder beider — mit den übrigen in der Medulla oblongata befindlichen Centren, von denen unter physiologischen Verhältnissen vorzüglich die für die Athem- und Uterusbewegungen in Betracht kommen.

Jede tiefe In- und Expiration geht mit ziemlich bedeutender Erweiterung der Pupille einher; die mit tiefer Inspiration verbundene Pupillenerweiterung ist aber nicht identisch mit der bereits erwähnten geringen, wohl von der Blutdruckschwankung herrührenden, bei jeder Inspiration, sondern beruht auf centraler Reizung des pupillenerweiternden Centrums in der Medulla oblongata, welches zugleich mit jeder starken Reizung sowohl des In- als des Expirationscentrums in Miterregung versetzt zu werden scheint. Die mit der Asphyxie eintretende Pupillenerweiterung beruht wenigstens, wie Schiff (*Sui nervi dell' iride etc.*) gezeigt hat, auf gleichzeitiger Erregung des Respirations- und pupillenerweiternden Centrums. Derselbe sah nämlich nach Durchschneidung der beiden obersten Brust- und drei untersten Cervicalnerven die Pupillenerweiterung während der Asphyxie ausbleiben, ein Beweis, dass dieselbe central bedingt ist. Die nach Strychninvergiftung auftretende Pupillenerweiterung erklärt er in gleicher Weise, da dieselbe bei ausreichender künstlicher Respiration ebenfalls nicht eintritt. Dass hier die im Blute angehäuften Kohlensäure die beide Centra in Erregung versetzende Ursache ist, liegt wohl nahe. Ebenso erklärt Leube (*Berl. klin. Wochenschr.* 1870 Nr. 15) die mit dem Wiederbeginn der Respiration beim Cheyne-Stokes'schen Athemphänomen eintretende Erweiterung der Pupille durch die gleichzeitige Erregung der beiden genannten Centren in der Medulla oblongata durch die während der Respirationspause im Blute angehäuften Kohlensäuremenge. Mehrere Male

beobachtete er, dass die Pupillenerweiterung um einen minimalen Zeitintervall dem Eintritt der Respiration voranging, was mithin für eine, weil frühere, directe, nicht erst reflectorisch vom Centrum respiratorium abhängige Erregung des pupillenerweiternden Centrums spricht. Mit der bei tiefer In- und Expiration erfolgenden Pupillenerweiterung scheint es sich jedoch anders zu verhalten, da diese Bewegungen nicht, wie die gewöhnlichen Athembewegungen direkt durch die Kohlensäure, sondern durch willkürliche Muskelanstrengung hervorgerufen werden. Vigouroux (Comptes rendus 1863 LVIII p. 581) gibt nun aber an, dass sich die Pupille bei jeder starken Muskelcontraction erweitern. Schlesinger (Pester med. chir. Presse 1874 p. 218) beobachtete an einem mit einer alten peripherischen Facialisparese behafteten Ulanen eine deutliche Pupillenerweiterung, wenn der Patient eine stramme militärische Haltung annahm; wenn er sodann forcirte mimische Bewegungen machte, wurde die Erweiterung noch stärker. Der genannte Autor glaubt, dass hierbei ein Ueberspringen der Erregung vom Facialis auf das pupillenerweiternde Centrum stattgefunden habe. Für die mit jeder starken Muskelcontraction, somit auch mit starker Ex- und Inspiration verbundene, scheinbar vom Willen abhängige Pupillenerweiterung ist wohl in letzter Instanz wiederum in der Kohlensäure das erregende Moment zu suchen. Diese wird sich nämlich bei jeder stärkeren Muskelanstrengung in vermehrter Menge im Blute anhäufen, theils direkt in Folge der durch die Muskelarbeit bewirkten stärkeren Zersetzung, theils indirect wegen der jede starke Muskelanstrengung begleitenden Sistirung oder wenigstens Abschwächung der Athembewegung.

Ferner tritt, wie Raehlmann und Witkowski (l. c.) sowie V. Hüter wiederholt beobachtet haben, starke Pupillenerweiterung jedes Mal mit dem Beginn einer Geburtswehe auf. Diese Erscheinung haben wir wohl in ähnlicher Weise wie die Mitbewegung der Pupille bei tiefer In- und Expiration durch eine Mitbewegung des pupillenerweiternden Centrums mit dem in der Medulla oblongata gelegenen Centrum

für die Uterusbewegungen zu erklären: möglich auch, dass ausserdem das Anhalten des Athems und die Anwendung der Bauchpresse beim sogenannten Verarbeiten der Wehe das Ihrige zum Zustandekommen dieser Pupillenerweiterung beitragen. Auch kann man beobachten, dass beim Kauen und Schlucken sich die Pupille deutlich erweitert, was mit dem Bisherigen sehr wohl in Einklang zu bringen ist, da ja bekanntlich die Centra für die Kau- und Schluckbewegung auch in der Medulla oblongata liegen.

Dass sich endlich die Pupille, allerdings pathologischer Weise, bei allen Krampfanfällen, bei Epilepsie, Eclampsie etc. erweitert, ist eine bekannte Thatsache, die wir demnach wohl vorzugsweise auf eine gleichzeitige Erregung des pupillenerweiternden und des Krampf-Centrums in der Medulla oblongata zurückführen müssen, wenn auch hier als zweites Moment die Muskelcontractionen und die Athembehinderung in Betracht kommen können. Zugleich kann die regelmässige Miterregung des pupillenerweiternden Centrums mit den genannten Centren umgekehrt als Beweis dafür dienen, dass wir in der That das pupillenerweiternde Centrum in der Medulla oblongata zu suchen haben. Unter physiologischen Verhältnissen werden die pupillenerweiternden Fasern, also — um es noch einmal kurz zu wiederholen — einerseits reflectorisch durch sensible Reize jeder Art und zwar von allen Körperteilen aus, ebenso wie durch die verschiedensten psychischen Alterationen, namentlich Affecte, in Erregung versetzt und gerathen andererseits bei einer Anzahl Bewegungen, welche in der Medulla oblongata ausgelöst werden, in Miterregung.

Die dritte Bahn, welche bei der Innervation der Iris in Betracht kommen kann, ist die des N. trigeminus. Dass der erste Ast desselben, der R. ophthalmicus, den wir allein zu berücksichtigen haben, wenigstens einen Theil der pupillenerweiternden Fasern zum Auge führt, welche vom sympathischen Geflecht im Sinus cavernosus theils an das Ganglion Gasseri, theils an ihn selbst herantreten, haben wir bereits kennen gelernt. Von einigen Seiten wird jedoch noch diesem Nerven ein nicht unbedeutender direkt motorischer Einfluss auf die

Pupillarbewegung zugeschrieben. Sehen wir daher zu, ob eine derartige Annahme nothwendig oder auch nur genügend begründet ist, oder nicht.

Zuerst fand Magendie (*Journal de Physiologie*, 1824, Tome IV, p. 176), dass nach Durchschneidung des N. trigeminus in der Schädelhöhle bei Kaninchen eine starke Pupillencontraction auftrat, eine Beobachtung, die seitdem von allen Autoren bestätigt ist. Für Hunde und Katzen trifft nach Long et (*Anatomie et Physiologie du Système nerveux*, 1842, Tome II, p. 100) dies jedoch nicht zu. Budge (*Bewegungen der Iris*, p. 99) machte sodann die seitdem ebenfalls vielfach bestätigte Beobachtung, dass die Verengung sehr langsam nach der Trigeminusdurchschneidung sich entwickelt und bereits nach einer halben Stunde aufhört, um einer mittleren Weite der Pupille Platz zu machen. F. Arlt jun. (*l.c.* p. 305), zeigte ausserdem, dass die Pupille während der Durchschneidung des Trigeminus selbst sich erweitert, um schon nach einigen Secunden sich stark zu verengern, und zwar in viel höherem Grade, als nach Sympathicusdurchschneidung.

Es ist nach dem Angeführten wohl ohne Weiteres klar, dass die nach Trigeminusdurchschneidung erfolgende Pupillenverengung auf Durchschneidung von in diesem Nerven verlaufenden pupillenerweiternden Fasern beruht; die im Momente der Durchschneidung auftretende Erweiterung der Pupille ist als ein Symptom der durch den Schnitt bewirkten Reizung der genannten Fasern aufzufassen.

Dass ferner nach der Trigeminusdurchschneidung die Pupillenverengung, wie Budge beobachtet hat, langsam eintritt, erklärt sich wohl daraus, dass erst nach vollständigem Abklingen des Reizes, welcher bei der Durchschneidung die pupillenerweiternden Fasern trifft, die Lähmung dieser resp. die Prävalenz der pupillenverengernden Fasern sich geltend macht. Sind nun diese im Trigeminus verlaufenden pupillenerweiternden Fasern dieselben, welche wir bereits kennen gelernt haben, oder bedürfen wir der Annahme, dass der dritte Hirnnerv eigenthümliche, vielleicht im Ganglion Gasseri entspringende, pupillenerweiternde Fasern enthält, wie Gutt-

mann (Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1864, p. 598) sie für den Frosch annimmt? Dass wir von dem Verhalten dieser Fasern beim Frosch nicht auf das bei den höheren Thieren und beim Menschen schliessen dürfen, zeigt die Beobachtung von Arlt (l. c. p. 305), der beim Frosch die nach Trigemini-durchschneidung eingetretene Pupillenverengerung noch nach vier Wochen unverändert fand, während sie beim Kaninchen nach einer halben Stunde bereits verschwunden war. Uebrigens hat Schiff (Ueber die neueren Versuche, die anatomische Thätigkeit der Ganglien physiologisch zu begründen. Untersuchungen zur Naturlehre. X. 1867, p. 423) die Guttman'schen Resultate dadurch widerlegt, dass er nach Abtrennung aller sympathischen Verbindungen vom Ganglion Gasseri bei Fröschen — ohne das Ganglion selbst zu verletzen — auf der einen, und nach Exstirpation des Ganglions auf der anderen Seite beiderseits sofort gleichstarke und dauernde Pupillenverengerung auftreten sah. Oehl, (Della influenza che il quinto pajo cerebrale dispiega sulla pupilla. Firenze 1863; Annales d'oculistique 1864, LI, p. 53) sah, wenn er einerseits die dem R. ophthalmicus N. trigemini anhaftenden Sympathicusfasern sorgfältig entfernt und andererseits einige Zeit vorher das oberste Halsganglion durchschnitten hatte, wodurch eine Degeneration der durch dasselbe gehenden Nervenfasern eintrat, auf Trigemini-reizung noch Pupillenerweiterung auftreten und schloss daraus, dass die im Trigemini verlaufenden pupillenerweiternden Fasern nicht sympathischen Ursprungs seien, sondern aus dem Ganglion Gasseri entspringen, da er zugleich fand, dass auf Reizung des Trigemini vor der Bildung dieses Ganglions die Pupille sich nicht erweiterte. Diesen Schluss erklärt Schiff (l. c.) mit Recht für incorrect, da Oehl ebensowenig wie Guttman bewiesen hat, dass die von ihm durchschnittenen sympathischen Verbindungsfäden zum Trigemini die einzigen sind. Ist es doch möglich, dass mit dem die Art. ophthalmica umspinnenden sympathischen Geflecht solche Fasern zum Bulbus verlaufen. Schiff hält es auch für möglich, dass noch andere, pupillenerweiternde Fasern führende, sympathische Fäden existiren, die weder in

der Wurzel des Trigemini, noch im obersten sympathischen Halsganglion enthalten sind, dass, wie bereits (p. 33) bemerkt, das Ganglion Gasseri auch aus dem das Cavum tympani durchsetzenden Theile des Sympathicus pupillenerweiternde Fasern erhält. Auch scheint der ebenfalls schon (p. 33) angeführte Versuch Vulpian's dafür zu sprechen, dass das oberste Halsganglion nicht die einzige Quelle ist, aus der die pupillenerweiternden Fasern entspringen. Demnach wäre es auch schon verständlich, dass Arlt eine viel stärkere Verengung der Pupille nach Trigemini- als nach Sympathicusdurchschneidung am Halse erhielt, was übrigens, wie wir gleich sehen werden, noch auf andere Weise erklärt werden kann. Dass aber der Trigeninus vor der Bildung des Ganglion Gasseri keine pupillenerweiternden Fasern enthält, geht aus Oehl's (l. c.) Angaben hervor, der keine Pupillenerweiterung auf Reizung des Stammes eintreten sah. Auch fand Wegner (l. c. p. 11) bereits, dass der Trigeninus aus seinen Wurzeln der Iris keine vasomotorischen Fasern zuführe.

Wenn somit einerseits bei genauerer Betrachtung kein einziger Umstand dafür spricht, dass die im Trigemini-stamme verlaufenden pupillenerweiternden Nervenfasern diesem Nerven selbst angehören, d. h. entweder ihm von seinem Ursprunge an beigemischt sind, oder im Ganglion Gasseri entspringen, wenn Schiff (l. c.) vielmehr gezeigt hat, dass nach Zerstörung des Gehirns und Rückenmarks keine Veränderung der Pupille auf Exstirpation des Ganglion Gasseri erfolgt, während andererseits nichts dagegen spricht, dass die im Trigemini verlaufenden, pupillenerweiternden Fasern sämmtlich aus dem Sympathicus stammen, so werden wir wohl nicht fehl gehen, wenn wir die auf Trigemini-durchschneidung erfolgende Pupillenverengung einzig und allein auf die dadurch bewirkte Lähmung der wahrscheinlich in der Medulla oblongata entspringenden und von dort durch das Halsmark und den Grenzstrang des Sympathicus verlaufenden pupillenerweiternden Fasern beziehen.

Es fragt sich daher nur noch, ob dem Trigemini die Fähigkeit zukommt, die Pupille zu verengern, wie von ver-

schiedenen Seiten behauptet wird. Grünhagen, (Unters. den intraoc. Druck betr. Berl. klin. Wochenschr. 1866, No. 24 und Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 28, p. 238 ff. und Bd. 29, p. 338) sah auf Erregung der Trigemiusendigungen, einestheils durch chemische Reizung der Cornea, andernteils durch mechanische Insulte, durch Einstossen eines Trocarts in dieselbe, trotz Anwendung von Atropin starke Pupillenverengerung eintreten. Auch Claude Bernard fand Pupillenverengerung nach Reizung des R. ophthalmicus N. trigemini. Mit Rogow (Ueber die Wirkung des Extracts der Calabarbohne und des Nicotins auf die Iris. Zeitschr. f. rat. Medicin Bd. 29, 3. H., S. 29, 1867), der ähnliche Beobachtungen machte, sprach Grünhagen sodann (Ueber das Verhalten des Sphincter pupillae der Säugethiere gegen Atropin. Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 29, p. 283), die Ansicht aus, dass der Trigemius ohne Vermittelung des Sphincter pupillae auf die Iris wirke, einmal durch Lockerung des Irisgewebes und dadurch bewirkte Elasticitäts-Verminderung und zweitens durch Aufhebung des Gefässtonus, eine Hypothese, die Grünhagen jedoch inzwischen (Pflüger's Archiv für die ges. Physiol. X, p. 173, 1875) wieder aufgegeben hat. Diese nach Trigemiusreizung erfolgende Pupillenverengerung wurde übrigens schon von Joh. Müller (Handbuch der Physiol. des Menschen, 3. Aufl. 1840, II., p. 583) für eine Reflexwirkung erklärt und als solche, und zwar durch den N. oculomotorius resp. die pupillenverengernden Fasern vermittelte, haben wir sie auch aufzufassen. Grünhagen glaubt indessen, dadurch, dass er angibt, (l. c. p. 172), dass Trigemiusreizung selbst am atropinisirten Auge noch Pupillenverengerung bewirke, während diese auf Oculomotoriusreizung nicht zu Stande komme, beweisen zu können, dass die auf Trigemiusreizung eintretende Pupillenverengerung von der durch Oculomotoriusreizung bedingten verschieden sei. Es ist allerdings richtig, wie auch Bernstein (Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1866, p. 453) und später Adamiük (Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1870, 65—67) fand, dass nach Atropinisirung des Auges auf Reizung des Oculo-

motoriusstammes in der Schädelhöhle keine Pupillenverengerung eintritt; hingegen gibt Stellwag von Carion (l. c.) an, dass die für reflectorische und consensuelle Reize, sowie für Willensimpulse unempfindliche atropinisirte Pupille sich zusammenziehe, wenn die intraoculären Ganglien direct gereizt würden, oder durch Vermittelung der sensiblen Zweige des Trigeminus. Aus diesem Grunde ist bei starken Ciliarreizungen, wie wir sie bei Iritis und Keratitis oft finden, die Pupille durch Atropin nicht zu erweitern. Es ist übrigens auch denkbar, dass unter normalen Verhältnissen die Reflexübertragung vom Trigeminus auf die pupillenverengernden Fasern auch im Centrum stattfindet, da nach Merkel (l. c. p. 140) wahrscheinlich zwischen dem Trigeminus- und Oculomotoriuskern eine direkte Faserverbindung existirt.

Die auf Trigeminusreizung erfolgende Pupillenverengerung beruht daher wohl auf weiter nichts, als auf einer reflectorischen Erregung der uns bekannten pupillenverengernden Fasern, welche den Sphincter pupillae innerviren. Es ist also mindestens sehr zweifelhaft, ob überhaupt im Trigeminus Fasern verlaufen, welche direkt, ohne Vermittelung des Oculomotorius die Pupille zur Contraction bringen, nach den bis jetzt darüber vorliegenden Daten können wir die Existenz derartiger Fasern, wenigstens für normale Verhältnisse, nicht für wahrscheinlich halten. Nach Adamük (Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1870, p. 177—180) scheinen die pupillenverengernden Fasern allerdings unter Umständen einmal im Trigeminusstamme verlaufen zu können, aber nur ausnahmsweise, indem dann der Oculomotorius keine derartigen Fasern enthält.

Dass, wie Arlt (l. c.) angibt, die nach Trigeminusdurchschneidung eintretende Pupillenverengerung bedeutender ist, als die nach Sympathicusdurchschneidung, kann daher auch in einer gleichzeitigen Reizung des Oculomotorius seinen Grund haben, die sich wohl nie bei intracranieller Durchschneidung des Trigeminus vermeiden lässt; denn wenn man selbst den ganz in der Nähe dieses Nerven verlaufenden Ocu-

lomotoriusstamm unberührt lässt, so wird die durch den Schnitt selbst gesetzte Reizung des centralen oder peripheren Trigemiusstumpfes noch reflectorisch den Oculomotorius erregen können. v. Gräfe (Arch. f. Ophth. III, 2, p. 435) sagt: „Es scheint beim Menschen zur Zeit nur so viel bewiesen, dass die Erregung der Empfindungsnerven auf dem Wege des Reflexes durch den Oculomotorius die Contraction des Sphincter einleitet. Hierfür sprechen alle Erfahrungen über künstliche Reizungen des Auges, Gegenwart fremder Körper, Ophthalmien u. s. w., und ich würde auch, wenn nicht jenes eben erwähnte Experiment (auf das wir sogleich noch eingehen werden) zu widersprechen schiene, keinen Anstand nehmen, die Pupillencontraction bei Trigemiusdurchschneidung auf die verlängerte Einwirkung von Refleximpulsen zu beziehen, welche von dem durch die Operation gereizten centralen Nervenende ausgehen. Hierfür spricht am meisten die stundenlange Dauer der Pupillenverengung. Es würde dann der Hergang ganz derselbe sein als er bei andauernden peripheren Reizungen, z. B. einem in der Hornhaut haftenden fremden Körper, ist, wo auch die Pupille bis zur Entfernung des letzteren enger ist, als auf der anderen Seite.“ Das Experiment, welches v. Gräfe hier im Auge hat, ist das von Bernard und von Budge, wonach selbst nach durchschnittenem Oculomotorius noch die Contraction der Pupille bei der Trigemiusdurchschneidung unverändert fortbesteht. „Dieses Experiment“ sagt übrigens v. Gräfe selbst, „bedarf der Wiederholung und würde für mich nur dann beweisend sein, wenn bei der Trigemiusdurchschneidung bereits der Zeitraum vorüber ist, innerhalb dessen an eine Erhaltung von Reizbarkeit im peripheren Oculomotoriusende zu denken ist . . . . ob aber die Verletzung der Trigemiusoperation nicht indirekt auf das peripherische Oculomotorius-Ende wirkt, ist mir nach der kurzen Beschreibung des Experimentes noch äusserst zweifelhaft.“ Aber selbst wenn man auch wirklich alle diese Einwände v. Gräfe's ausschliessen könnte, so ist die Annahme nicht abzuweisen, dass noch durch reflectorische Uebertragung des Reizes vom peri-

pheren Triginus stumpf auf den Oculomotorius in den intraoculären Ganglien die Pupillencontraction zu Stande kommen konnte.

Demnach glauben wir, dem Triginus einen direkten Einfluss weder in Bezug auf die Verengerung noch auf die Erweiterung der Pupille zuschreiben zu müssen; vielmehr können wir von den nervösen Elementen, welche unter physiologischen Verhältnissen ihren Einfluss auf die Pupille geltend zu machen im Stande sind, nur die pupillenverengernden und deren Antagonisten, die pupillenerweiternden Fasern anerkennen, auf deren gegenseitige Beziehungen wir noch etwas näher einzugehen haben.

Die pupillenverengernden und pupillenerweiternden Fasern sind insofern keine eigentlichen Antagonisten im physiologischen Sinne, als sie auf ganz verschiedene Ursachen hin in Erregungszustand versetzt werden. Das pupillenverengernde Centrum wird, wie wir bereits gesehen haben, physiologischer Weise nur durch Lichteinfall in's Auge, also vom N. opticus aus, reflectorisch erregt, während das pupillenerweiternde auf sensible Reize und Gemüthseindrücke aller Art reagirt. Der Sphincter wie der Dilator pupillae sind nun fortwährend in tonischer Erregung wegen beständiger Erregung ihrer Centren. Für das pupillenverengernde Centrum ist dieser Tonus jedoch sichtlich kein automatischer, vielmehr ein reflectorischer, durch beständige Erregung des Opticus durch Licht hervorgerufen. Aber auch der dem pupillenerweiternden Centrum zugeschriebene automatische Charakter stellt sich bei näherer Betrachtung ebenfalls als auf reflectorischem Wege bewirkt heraus, und zwar durch eine continuirliche Erregung von sensiblen Nerven aus, von denen ja im wachenden Zustande des Organismus immer der eine oder der andere sich in Thätigkeit befindet.

Durch diese beständigen Erregungen der beiden Centren und den dadurch hervorgerufenen Tonus einerseits des Sphincter und andererseits des Dilator pupillae, wird die normale mittlere Weite der Pupille bedingt, indem die Tonus dieser Muskeln sich gegenseitig paralysiren. Nach experimentellen

Ergebnissen zu urtheilen, scheint die Erregbarkeit beider Fasergruppen resp. Centren nicht die gleiche zu sein, da auf gleichzeitige elektrische Reizung derselben bei Anwendung schwacher Ströme der Dilatator, bei Application starker hingegen der Sphincter pupillae das Uebergewicht hat.

Wird nun einer dieser beiden Muskeln auf irgend welche Weise ausser Thätigkeit gesetzt, so muss die tonische Wirkung des Antagonisten sofort zur Geltung kommen, sodass bei Lähmung des Sphincter die Pupille die physiologische Weite überschreitet, während sie sich bei Dilatatorlähmung verengert. Bei Lähmung dieser Muskeln resp. bei Leitungsunterbrechung in den sie versorgenden Fasern zwischen Centrum und Muskel, kommt jedoch ausser der Veränderung der Pupillenweite noch eine solche in der Beweglichkeit der Pupille auf reflectorisch wirkende Reize, sowie auf Mitbewegungsimpulse hinzu. Ist also der Sphincter pupillae gelähmt, so haben wir ausser einer erweiterten eine starre, auf Lichteinfall, wie auf accommodative resp. Convergenz-Bewegungen vollkommen unbewegliche Pupille vor uns, es ist, wie man sich ausdrückt, Iridoplegie vorhanden, ein Zeichen, dass die Leitungsbahn zwischen dem pupillenverengernden Centrum und der Iris an irgend einer Stelle unterbrochen ist. Ist dagegen in Folge einer Leitungsunterbrechung zwischen Pupille und pupillenerweiterndem Centrum Lähmung des Dilatator vorhanden, so haben wir ausser der durch das Uebergewicht des Sphincter bedingten Pupillenverengerung ein Fehlen der Pupillenerweiterung auf sensible und psychische Reize, sowie bei tiefen Athembewegungen, bei Eintritt von Wehen, bei Kau-, Schluck-Krampfbewegungen etc. zu verzeichnen.

Während hingegen bei Sphincterlähmung diese letzteren an das Vorhandensein der pupillenerweiternden Fasern geknüpften Reactionen der Pupille erhalten sind, werden wir bei Dilatatorlähmung die Reaction der Pupille auf Licht eben so wenig vermissen dürfen, als die Verengerung derselben bei accommodativen Bewegungen, was Schiff auch an Hunden und Katzen, namentlich an letzteren experimentell bewiesen hat. Wenn Argyll Robertson (On the physiologie of the

Iris. Lancet I, p. 211 — 212) daher auch dagegen geltend macht, dass bei Lähmung der pupillenerweiternden Fasern die Reaction der Pupille auf Licht fehle, weil dies bei sog. spinaler Myosis der Fall sei, so können wir diesen Beweis nicht als gültig anerkennen, sondern müssen im Gegentheil umgekehrt schliessen, dass es sich in den betreffenden Fällen von spinaler Myosis nicht allein um Lähmung der pupillenerweiternden Fasern gehandelt habe. Bei einfacher Sphincterlähmung muss sich demnach die erweiterte Pupille noch mehr erweitern, bei einfacher Dilatatorlähmung die verengte Pupille noch mehr verengen lassen.

Sind hingegen die pupillenverengernden oder pupillenerweiternden Fasern selbst nicht gelähmt, befindet sich aber jenseits des betreffenden Centrums eine Unterbrechung in den zuleitenden Fasern, so werden wir, wenn nur die den Reflex auslösenden Fasern betroffen sind, ein Fehlen der reflectorischen Pupillarbewegungen finden bei Integrität der Mitbewegungen der Iris; umgekehrt wird die Reaction der Pupille auf Reflexe vorhanden sein, die entsprechende Mitbewegung der Iris jedoch ausbleiben, wenn die Leitung des Willens zu den betreffenden Centralorganen unterbrochen ist. Diese Verhältnisse können sich noch vielfach mit einander compliciren.

Ist gleichzeitig Sphincter- und Dilatatorlähmung vorhanden, so muss die Pupille, wie beim physiologischen Tonus beider Muskeln eine mittlere Weite zeigen, sich hingegen darin von der normalen unterscheiden, dass sie weder auf Reflex- noch auf Mitbewegungsimpulse reagirt, also absolut starr und unbeweglich ist. Befindet sich ferner bei Lähmung des Sphincter der Dilatator im Erregungszustande, so müssen bei maximaler Erweiterung der Pupille alle Reactionen aufgehoben sein, und kommt umgekehrt zu einer Dilatatorlähmung ein Reizzustand des Sphincter hinzu, so haben wir ebenfalls vollkommene Reactionslosigkeit der Pupille, aber zugleich maximale Verengung.

Lähmungen eines der beiden Muskeln, resp. ein Aufhören der tonischen Erregung ihrer Centren, kommen auch unter physiologischen Verhältnissen vor, einmal nämlich im Schlafe

und zweitens bei Beschattung des Auges. Nach Raehlmann und Witkowski (l. c.) beruht die Pupillenverengung, die sich im Schlafe regelmässig und zwar um so stärker ausgesprochen findet, je tiefer derselbe ist, auf dem theilweisen oder gänzlichen Fehlen sensibler und psychischer Eindrücke, also auf einer Nichterregung des pupillenerweiternden Centrums. Die Pupille der Schlafenden reagirt indess auf Licht, wenn auch wegen der Verengung nicht sehr ausgiebig. Auch kann man, wenn, wie gewöhnlich, das pupillenerweiternde Centrum nicht vollständig unerregbar ist, durch sensible Reize eine vorübergehende Erweiterung der Pupille hervorrufen.

Betreffs der Erweiterung der Pupille, welche bei Beschattung des Auges auftritt, hat man auch behauptet, dass die pupillenerweiternden Fasern durch Lichtmangel in Erregungszustand versetzt würden, da man eine direkte Verbindung zwischen Opticus resp. dem pupillenverengernden Centrum und dem pupillenerweiternden anzunehmen sich berechtigt glaubte. Diese Ansicht bedarf wohl kaum der Widerlegung, da es wohl selbstverständlich ist, dass Lichtmangel keinen Reiz auszuüben im Stande ist. Die Erweiterung der Pupille bei Beschattung des Auges beruht eben einfach auf Nachlass des sog. Sphinctertonus, wegen der Nichterregung der pupillenverengernden Fasern, und dadurch bedingtem Uebergewicht des tonisch erregten Dilatator.

Was indess die Verbindung des pupillenerweiternden mit dem pupillenverengernden Centrum angeht, so ist dieselbe bisher mehr vermuthet, als nachgewiesen. Knoll (l. c. p. 24) fand allerdings auf Reizung eines vorderen Vierhügels mit schwachen inducirten Strömen Erweiterung beider Pupillen, vorwiegend aber der des gleichseitigen Auges, und bezog diese Dilatation auf Reizung von in den Vierhügeln verlaufenden pupillenerweiternden Fasern, die sich nach seiner Ansicht wahrscheinlich zum Theil daselbst kreuzen. Dass diese Fasern von dort durch das Halsmark und den Sympathicus zum Auge verlaufen, ergab sich daraus, dass nach Durchschneidung des Halssympathicus die Pupillenerweiterung ausblieb. Adamük (Ueber die Innervation der Augenbewegungen. Centralbl. f. d.

med. Wissensch. 1870, p. 65—67) fand, dass bei Reizung in der Mitte zwischen den beiden vorderen Hügeln, mehr nach hinten, zugleich mit der Bewegung beider Augen nach oben Erweiterung beider Pupillen eintrat; ebenso bewirkte Reizung der hinteren Hügel Erweiterung der Pupille. Hensen und Völkers (l. c.) sind in neuerer Zeit auch, wie bereits (p. 23) angegeben, zu ähnlichen Resultaten gelangt. Hitzig, der (Arch. f. Anat. u. Physiol. v. Reichert u. Du Bois-Reymond 1871, p. 716—770) bei Galvanisation des Kopfes abwechselnde Verengung und Erweiterung in der Regel beider, seltener einer Pupille beobachtete, hält es für wahrscheinlich, dass der Reiz an einer Stelle angegriffen habe, „wo Sympathicus- und Oculomotoriusbahnen nahe bei einander liegen oder zu einem System vereinigt sind.“

Aus diesen Versuchen geht offenbar hervor, dass sich noch central von der Medulla oblongata pupillenerweiternde resp. solche Fasern finden, die einen Einfluss auf die Erweiterung der Pupille auszuüben im Stande sind; wohin jedoch diese Fasern gehen oder woher sie kommen, darüber wissen wir vorläufig noch eben so wenig, als über ihre Function, und muss daher die Entscheidung hierüber weiteren Forschungen überlassen bleiben. Ebensowenig brauchen wir angesichts dieser Thatsachen die Ansicht aufzugeben, dass das pupillenerweiternde Centrum in der Medulla oblongata liegt, wofür doch so manches spricht; wenigstens thun wir gut, so lange an dieser Ansicht fest zu halten, bis exacte Forschungen uns eines Besseren belehrt haben.

Endlich ist noch zu bemerken, dass die consensuelle Reaction der Pupille sich bei reflectorischer Erregung des pupillenerweiternden Centrums durch sensible Reize ebenso findet, wie bei reflectorischer Erregung des pupillenverengenden durch Licht: bei Reizung sensibler Nerven einer Körperseite finden wir stets beide Pupillen sich erweitern. Die psychischen Reize, wie die Mitbewegungsimpulse, sind wahrscheinlich schon an sich stets doppelseitig. Wir haben demnach wohl anzunehmen, dass die pupillenerweiternden Centra beider Seiten in ähnlicher Weise mit einander in Faserver-

bindung stehen, wie wir dies für die pupillenverengernden gezeigt haben; dafür sprechen auch die letztgenannten Versuche.

Nachdem wir also gesehen, dass sämtliche Bewegungen der Iris, sofern sie von Nerveneinfluss abhängig sind, nur durch Vermittelung der beiden genannten Categorien von Nervenfasern zu Stande kommen, so fragt es sich, ob es ausserdem noch Momente giebt, welche rein mechanisch die Pupillarbewegung in der einen oder anderen Weise beeinflussen können. Unter physiologischen Verhältnissen gibt es solche Momente nicht — denn selbst die durch Blutüberfüllung der Irisgefässe hervorgerufene Pupillenverengung kommt doch auch nur durch Nerveneinfluss zu Stande — wohl aber unter pathologischen. So wird durch Abfluss des Kammerwassers nach künstlicher oder spontaner Perforation der Cornea zunächst eine plötzliche Erniedrigung des intraoculären Druckes, in Folge dessen eine starke Füllung der Irisgefässe und endlich mit dieser Pupillarcontraction hervorgerufen. Bei der Erweiterung der Pupille in Folge Vermehrung des intraoculären Druckes spielen jedoch in der Regel noch nervöse Einflüsse mit. Auch die vorderen und hinteren Synechien, d. h. Verklebungen des Pupillarrandes der Iris mit der hinteren Hornhautfläche bezw. der vorderen Linsenkapsel, sind hierher zu rechnen, insofern sie die Pupillarbewegungen mehr weniger mechanisch hindern.

Die Pupillarbewegung ist vom Willen unabhängig. Obwohl Beispiele genug in der Literatur verzeichnet sind, wo es Personen gelungen ist, willkürlich ihre Pupille zu verengern oder zu erweitern, so zeigt die genauere Analyse dieser Fälle, dass hierbei von einer eigentlichen willkürlichen Bewegung, im Sinne der dem Willen direkt unterworfenen Contraction der quergestreiften Muskelfasern, nicht die Rede ist, sondern dass durch die Willensimpulse solche Bewegungen resp. Reize eingeleitet wurden, welche erst secundär eine Pupillenbewegung hervorrufen. Wenn man auch, wie wir gesehen haben, nach Belieben durch Accommodation für die Nähe oder durch Convergenczbewegungen

einerseits und durch tiefe Athem-, Kau-, Schluck-, überhaupt starke Muskelbewegungen andererseits Pupillarverengerung bzw. -Erweiterung hervorrufen kann, so darf man doch solche Pupillarbewegungen keineswegs für willkürliche halten, da die pupillenverengernden und pupillenerweiternden Centra nicht direkt durch den Willen erregt werden, sondern nur in Gemeinschaft mit den willkürlich erregbaren Centren für die betreffenden Bewegungen in Mitbewegung gerathen. Seitz-Zehender (Handb. d. Augenheilk. p. 314) erzählt von einem Falle, wo ein Student der Medicin seine Pupille um drei Millimeter erweitern konnte, wenn er tief inspirirte, den Athem dann anhielt und zugleich die Hals- und Nackenmuskeln zur Contraction brachte. Wenn er zugleich einen nahen Punct fixirte, gelang das Experiment noch besser. Es ist dies vielleicht derselbe Fall, den Kugel (Ueber die willkürliche Veränderung der Pupillengrösse. Wiener med. Wochenschr. 1860. No. 32 u. 33) von einem Dr. Szontag genauer beschrieben hat, welcher letztere im Stande gewesen sein soll, seine bei mässiger Beleuchtung 4—5 Millimeter weite Pupille auf 9 Millimeter erweitern, wenn er tief und langsam inspirirte und zu gleicher Zeit Hals- und Nackenmuskeln zusammenzog. Auch konnte der genannte Dr. Szontag ohne die letztere Bewegung, einfach nach tiefer und langsamer Inspiration eine bedeutende Pupillenerweiterung hervorrufen. Diese Pupillenerweiterung trat aber auch vollständig unabhängig vom Willenseinfluss, bei jeder starken körperlichen Anstrengung, z. B. bei gymnastischen Uebungen, auf. Was in diesem Falle auffallend und schwer zu erklären ist, ist der Umstand, dass bei Fixirung eines nahen Punktes die Pupillenerweiterung stärker wurde; übrigens constatirte Prof. Ludwig, dass die Pupillenerweiterung in diesem Falle mit der Accommodation in keinem Zusammenhange stand. Nach dem, was wir über die Mitbewegung der Pupille kennen gelernt haben, erklärt sich die ganze Erscheinung aus der gleichzeitigen Erregung des Centrum oculopupillare resp. vasomotorium in der Medulla oblongata mit dem Athemcentrum etc., wahrscheinlich durch die im Blute angesammelte

Kohlensäure. Kugel meint allerdings, dass die durch die tiefe Inspiration und starke Muskelcontraction bedingte Anämie resp. Sauerstoffarmuth des Gehirns, mithin Lähmung des pupillenverengernden Centrums die Ursache der Pupillenerweiterung sei. Die Weite der Pupille in dem angeführten Falle, welche 9 Millimeter im Durchmesser betrug, „so dass von der Iris nichts als ein schmaler Saum übrig bleibt,“ deutet, wie wir später sehen werden, jedoch unbedingt auf eine Mitbetheiligung der pupillenerweiternden Fasern hin. Wir werden daher wohl anzunehmen haben, dass bei dieser Art Mitbewegungen für gewöhnlich nur eine Reizung des pupillenerweiternden Centrums durch die Kohlensäure eintritt, während bei den äussersten Graden der Respirations- und Muskelanstrengung auch noch die Sauerstoffarmuth mit begleitender Lähmung des pupillenverengernden Centrums hinzukommt, so dass dann selbst maximale Pupillenerweiterung entsteht.\*) Eher wäre schon der von Budge (Bewegungen der Iris, p. 163) mitgetheilte Fall geeignet, den Gedanken an eine willkürliche Pupillarbewegung nahe zu legen. Prof. Beer in Bonn war nämlich im Stande, willkürlich seine Pupille zu verengern und zu erweitern, und zwar durch gewisse Vorstellungen. Stellte er sich nämlich einen sehr hell erleuchteten Ort vor, so verengte sich seine Pupille, sie erweiterte sich hingegen, wenn er sich einen sehr dunklen Raum vergegenwärtigte, und zwar war die Erweiterung um so bedeutender, je lebhafter und schärfer diese Vorstellung in ihm hervortrat. Budge, der übrigens mehrere Personen fand, deren Pupille sich bei Vorstellung eines dunklen Raumes erweiterte, bemerkt dazu: „Man wird aus derlei Beobachtungen nicht schliessen, dass die Irisbewegung willkürlich sei, da wir von der Iris weder Gefühl noch Empfindung

---

\*) Es hat immerhin etwas Missliches an sich, für dieselbe Wirkung das eine Mal eine Reizung und das andere Mal eine Lähmung verantwortlich zu machen; indess gewährt gerade hier der Mangel an sicheren, aus physiologischen Versuchen zu gewinnenden Resultaten den Hypothesen noch einen weiten Spielraum.

haben, daher den Willen auch nicht auf sie einwirken lassen können, sondern es bringt hier die Vorstellung der Empfindung Bewegung hervor, wie die Empfindung selbst; es gleicht dies dem Einfließen von Speichel in den Mund auf die Vorstellung von gewissen Speisen etc.“ Wir können uns diesen Vorgang vielleicht in der Weise erklären, dass von dem Centrum der Gesichtsempfindung aus — welches für gewöhnlich nur vom N. opticus gleichzeitig mit dem pupillenverengernden Centrum in Thätigkeit gesetzt wird — bei willkürlicher Erregung desselben auch ohne Vermittelung des Sehnerven eine direkte Reflexübertragung auf das pupillenverengernde Centrum zu Stande kommt. Dass die Vorstellung eines sehr dunklen Raumes Ursache der Pupillenerweiterung wird, haben wir uns dann wohl in der Weise zu denken, dass durch diese willkürliche Vorstellung die beständige Auslösung des normalen Reflexes vom N. opticus auf die pupillenverengernden Fasern — welche den Sphincter pupillae in tonischer Contraction erhält — gehemmt, während sie durch die entgegengesetzte Vorstellung verstärkt wird. Von einer willkürlichen Bewegung der Pupille können wir füglich auch hier absehen.

Es erübrigt uns jetzt noch, etwas näher auf den Zustand der Pupillenweite unter physiologischen Verhältnissen einzugehen. Da die Weite der Pupille den mannigfachsten Einflüssen unterworfen ist, so begreift es sich, dass es ein absolut feststehendes Mass für dieselbe nicht gibt; ja, es ist nicht einmal möglich, zu sagen, ob zwei normale Augen, die ganz unter dieselben äusseren Bedingungen versetzt sind, wie gleiche Beleuchtung, Accommodationsruhe etc., auch nur annähernd die gleiche Pupillengrösse zeigen werden, da die Pupillen ganz gesunder Augen individuell sehr verschieden weit sind. So ist der Pupillendurchmesser bei alten Leuten an sich kleiner als bei jüngeren; sogar die verschieden starke Pigmentirung der einzelnen Individuen ist auf die Pupillenweite nicht ohne Einfluss, derart, dass blonde Individuen mit blauer, also wenig pigmentirter Iris eine engere Pupille zeigen, als brünette Individuen mit stark pigmentirter Regenbogenhaut. Man kann daher nur die Grenzen angeben, innerhalb

deren die Pupillenweite unter normalen Verhältnissen sich bewegt, und höchstens daraus eine, allerdings noch immer unsichere, Durchschnittsweite berechnen. Woinow (Ophthalmometrie, Wien 1871, p. 84) fand bei ophthalmometrischen Messungen den Pupillendurchmesser bei Accommodationsruhe zwischen 2,455 und 5,82 mm. schwanken, woraus man demnach eine Durchschnittsweite von 4,14 mm. erhält. Damit stimmen ungefähr die Messungen Henle's überein, der an todtten Augen, an welchen sich in der Regel eine mittlere Pupillenweite findet, dieselbe zu 3—6 mm., also im Durchschnitt 4,5 mm. mass. Demnach können wir wohl sagen, dass die durchschnittliche Pupillenweite bei einem Individuum in den mittleren Lebensjahren bei mittlerer Beleuchtung und Accommodationsruhe 4,0—4,5 mm. im Durchmesser beträgt. Während im Kindesalter der Pupillendurchmesser etwas grösser ist, durchschnittlich etwa 5—6 mm., wird er in den späteren Lebensjahren bedeutend kleiner. Adamük und Woinow (Zur Frage über Accommodation der Presbyopen. Arch. f. Ophth. XVI, I, 144—153) fanden an vier Individuen von 52, 54, 57 und 58 Jahren die Pupillendurchmesser bei Accommodationsruhe zu 3,247, 2,87, 2,455 und 2,7 mm., was eine durchschnittliche Pupillenweite von 2,818 mm. für ein Alter von 55 Jahren ergibt. Wenn wir daher für das normale Auge im Allgemeinen mit Henle einen Pupillendurchmesser von 3—6 mm. als innerhalb der physiologischen Grenzen des Ruhezustandes der Pupille ansehen, so müssen wir sagen, dass jede Pupillenweite, die unter dieses Mass herunter oder darüber hinaus geht, auf einen Reiz- resp. Lähmungszustand einer oder beider Nervenfaserguppen, welche die Iris versorgen, zu beziehen ist. Eine Verkleinerung der Pupille unter einen Durchmesser von 3 mm., einerlei durch welche physiologischen oder pathologischen Ursachen hervorgerufen, bezeichnen wir daher als Pupillenverengerung (Myosis), während wir eine Vergrösserung des Pupillendurchmessers auf über 6 mm. als Pupillenerweiterung (Mydriasis) auffassen. Beide, Myosis sowohl als Mydriasis; können nun sowohl quantitativ als qualitativ sich verschieden gestalten: man kann einerseits

eine mittlere und eine starke oder maximale Mydriasis bezw. Myosis, andererseits in qualitativer Beziehung eine labile und eine stabile Mydriasis resp. Myosis unterscheiden, je nachdem die mydriatische oder myotische Pupille beweglich ist oder starr bleibt auf Einwirkung physiologischer Reize. Wenn wir hier von Mydriasis oder Myosis sprechen, so verstehen wir darunter Mydriasis oder Myosis im engeren Sinne, wo es sich also um einen stationären Zustand handelt, im Gegensatz zu den vorübergehenden, wie er z. B. bei Lichteinwirkung, Accommodation etc. eintritt.

Das Verhalten der Pupillengrösse kann man sich sehr bequem an einem aus sechs concentrischen Kreisen construirten Schema veranschaulichen, von denen der grösste A (Fig. 2) die äussere durch die Cornea sichtbare Irisperipherie darstellt, während die übrigen fünf (B, C, D, E, F) die Stellung des Pupillarrandes der Iris unter den verschiedenen Verhältnissen, also die verschiedenen Formen der Pupillengrösse anzeigen. Nehmen wir den mittleren Ring D als Repräsentanten der mittleren Pupillenweite an, so geben die beiden nach einen von ihm liegenden Kreise E und F die beiden Grade von Myosis, die beiden von ihm nach aussen liegenden C und B die beiden Grade der Mydriasis an, und zwar stellen C und E die mittleren, B und F dagegen die maximalen Stadien der Mydriasis resp. Myosis dar. Ueberlegen wir uns nun zugleich noch einmal, wie diese fünf verschiedenen Pupillengrössen zu Stande kommen, so finden wir, dass dieselben nicht bloss willkürlich angenommen sind, sondern dass jede von ihnen in der That einem durch die Wechselwirkung der beiden antagonistisch wirkenden Irisnerven hervorgerufenen Zustande der Pupille entspricht. Um wieder mit dem Kreise D anzufangen, so entspricht derselbe der mittleren Pupillenweite, welche sowohl durch gleichzeitige Erregung als auch durch gleichzeitige Lähmung beider Irismuskeln, des Sphincter und des Dilatator pupillae\*) bedingt sein kann. Die mittlere

\*) Wir verstehen hier unter der Dilatatorwirkung die Contraction sowohl des Dilatator als der Gefässmuskeln der Iris.

Myosis E kann sowohl der Ausdruck einer Lähmung des Dilatator sein, wo also das Uebergewicht des Sphincter zur Geltung kommt, als auch in der Reizung des Sphincter ihren Grund haben, während die mittlere Mydriasis C einerseits die Lähmung des Sphincter, mit Ueberwiegen der Dilatatorwirkung, anzeigen, andererseits durch Reizung des Dilatator bedingt sein kann. Die maximale Myosis F entsteht, wenn zu der durch Lähmung des Dilatator bewirkten mittleren Mydriasis noch ein Reizzustand des Sphincter hinzutritt, und umgekehrt die maximale Mydriasis B, wenn eine Contraction des Dilatator die durch Sphincterlähmung hervorgerufene mittlere Mydriasis complicirt.

Mit dieser Aetiologie der verschiedenen Pupillengrößen ist aber auch zugleich ihr qualitatives Verhalten gegeben. Die mittlere Pupillenweite wird nur dann als normal anzusehen sein, wenn sämtliche Reactionen der Pupille erhalten sind; ist hingegen die Beweglichkeit der Iris erloschen, so ist die mittlere Weite der Pupille der Ausdruck einer Lähmung beider Irismuskeln: die Pupille zeigt sich also dann absolut starr. Die mittlere Mydriasis wird auf jeden Fall eine labile\*) sein, da, wenn sie auf Dilatatorreizung beruht, ein starker, Sphinctercontraction auslösender Lichtreiz sie verringern kann, und wenn Sphincterlähmung die Ursache ist, sensible Reize die Pupille noch mehr erweitern werden. Ebenso ist eine mittlere Myosis stets labil, wenn sie durch Dilatatorlähmung bedingt ist, da sie dann durch Lichteinfall resp. Sphinctercontraction noch vermehrt werden kann; wenn sie hingegen durch Sphincterreizung hervorgerufen ist, so kann sie sowohl labil als stabil sein, je nach der Stärke der Sphincterreizung. Ist die Letztere schwach, so werden wir durch Einwirkung sensibler Reize auf irgend einen Körperteil noch Pupillenerweiterung hervorrufen können, die Myosis wird dann labil sein; im entgegengesetzten Falle wird die Pupille starr bleiben, da bei starker Sphincterreizung

---

\*) Unter labiler Mydriasis verstehen wir eine solche, bei der die Pupille noch auf Reize irgend welcher Art, nicht nur auf Lichtreiz reagirt.

selbst die kräftigste physiologische Dilatatorreizung ohne Erfolg bleibt. Maximale Mydriasis muss endlich, ebenso wie die maximale Myosis, immer eine stabile sein, da beide durch physiologische Reize nicht vermindert werden können.

Hiermit wären die verschiedenen Möglichkeiten der Pupillenweite erschöpft. Wir haben dabei, ohne es bewiesen zu haben, stillschweigend angenommen, dass die beiden Faktoren, welche jedesmal eine mittlere Myosis und Mydriasis bedingen, gleichwerthig sind, dass also Sphincterreizung dieselbe Pupillenweite im Gefolge hat, wie Dilatatorlähmung, und umgekehrt Dilatatorreizung denselben Grad von Mydriasis hervorruft, wie Sphincterlähmung.

Wenn auch über diesen Punct keine auf genaue Messungen gegründete Versuche vorliegen, so können wir doch so viel a priori sagen, dass beide Momente mittlere Myosis und Mydriasis bedingen müssen, d. h. einen Grad der Pupillenweite, welcher zwischen der mittleren Pupillenweite und der maximalen Myosis resp. Mydriasis etwa die Mitte hält. Um so mehr sind wir aber berechtigt, sowohl theoretisch als practisch die betreffenden Faktoren als gleichwerthig zu betrachten, als wir für die Myosis resp. Mydriasis keine absoluten Werthe feststellen, sondern nur die durchschnittlichen Grenzen annähernd bestimmen können, innerhalb deren sich der Pupillendurchmesser bewegen muss, wenn wir die Pupillenweite als mittlere Myosis oder Mydriasis bezeichnen sollen. Es würde übrigens bei der zweifellosen Kleinheit der Differenzen äusserst schwierig sein, den Unterschied zwischen Dilatatorreizung und Sphincterlähmung einerseits und Dilatatorlähmung und Sphincterreizung andererseits genau zu bestimmen, wenn es wegen der durch die Concurrrenz so vieler Nebenumstände bedingten zahlreichen Fehlerquellen sogar nicht geradezu unmöglich ist.

Aus der jedesmaligen Pupillengrösse mit Berücksichtigung der gleichzeitigen Reaction der Iris wäre man demnach schon, theoretisch wenigstens, im Stande, die Ursache für die betreffende Pupillenweite ohne jedes weitere diagnostische Merkmal zu erkennen. In der Praxis gestaltet sich die Sache

insofern ganz anders, als einerseits die einzelnen Grade der Pupillenweite allmählig in einander übergehen und — was namentlich hier in Betracht kommt — bei den einzelnen Individuen verschieden sind, sodass z. B. bei absolut gleich grosser Pupille bei dem einen Mydriasis, bei dem anderen hingegen mittlere Pupillenweite vorhanden ist; andererseits ist zu bedenken, dass die Erregungen oder Lähmungen eines der beiden Irismuskeln nicht immer die gleichen sind, dass dieselben oft mehr, oft weniger ausgesprochen sich präsentiren, so dass man schon aus diesem Grunde ohne genauere Prüfung oft im Zweifel darüber sein kann, ob bei demselben Individuum auf der einen Seite die Pupille normal weit oder gering mydriatisch, und auf der anderen mittelweit oder schon myotisch zu nennen ist. Die Durchschnittswerthe für die Pupillendurchmesser betragen für den Menschen bei maximaler Myosis, wo die Pupille etwa die Grösse eines Stecknadelkopfes hat, ca.  $\frac{1}{3}$ — $1\frac{1}{2}$  mm., bei mittlerer Myosis zwischen  $1\frac{1}{2}$  und 3 mm., bei mittlerer Pupillenweite 3—6 mm., bei mittlerer Mydriasis 6—8 mm. und endlich bei maximaler Mydriasis ungefähr 8—9 mm., doch darf man diesen Zahlen, wie schon aus dem Gesagten ersichtlich, für die Diagnose des einzelnen Falles kein zu grosses Gewicht beilegen.

---

Fig. I.

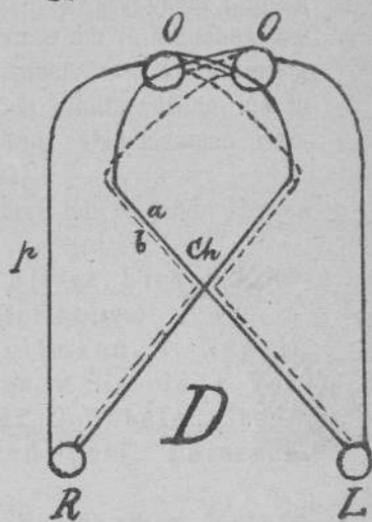
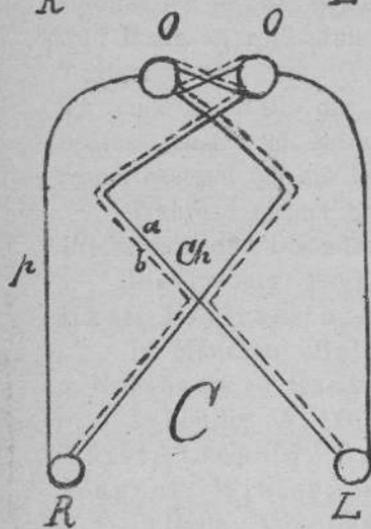
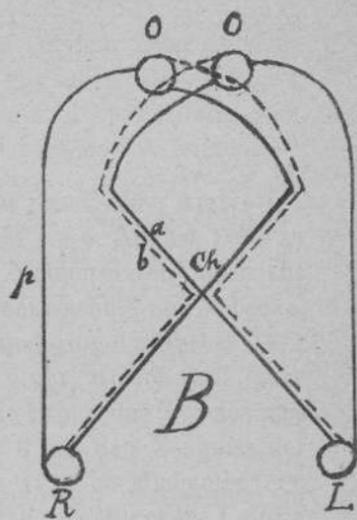
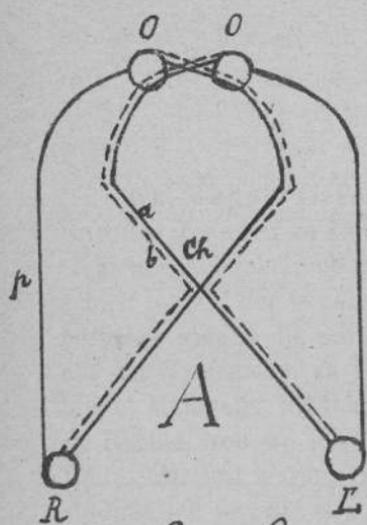
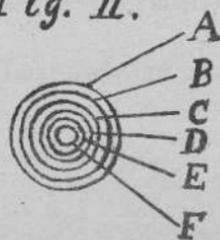
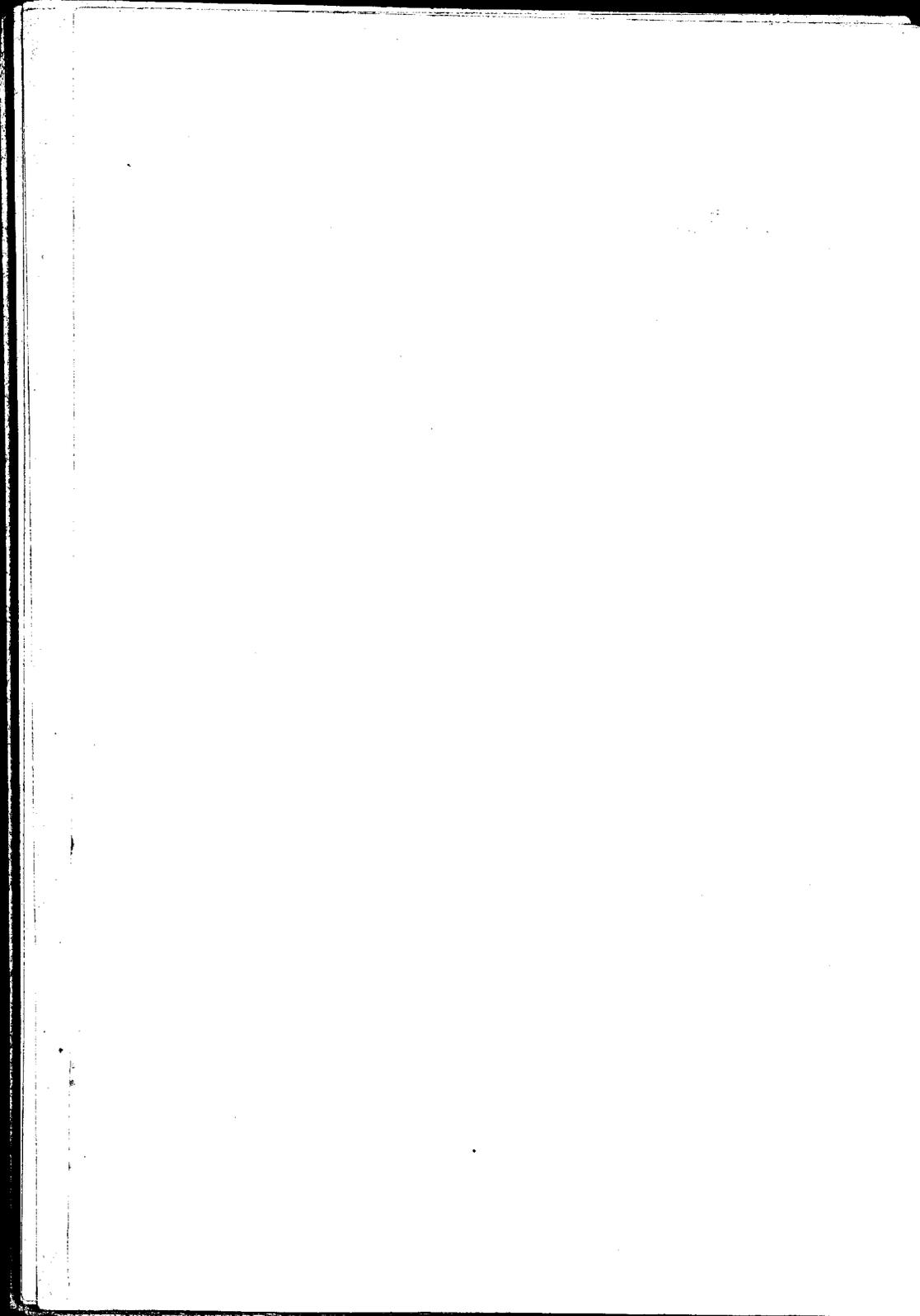


Fig. II.





## Vita.

---

Ich, Jacob Leeser, Sohn des practischen Arztes Dr. Samuel Leeser zu Lübbecke, wurde am 6. August 1858 zu Gehlenbeck, Kreis Lübbecke, geboren. Meinen ersten Unterricht erhielt ich auf der israelitischen Elementarschule zu Lübbecke, besuchte sodann die dortige Selecta und ging im Herbst 1871 auf das Gymnasium zu Essen an der Ruhr, wo ich drei Jahre blieb. Michaelis 1874 kam ich auf die Prima des Gymnasiums zu Rheine, von wo ich im Herbst 1876 mit dem Zeugniß der Reife entlassen wurde. Von Michaelis 1876 bis Michaelis 1880 studirte ich je zwei Semester in Würzburg, München, Leipzig und Halle. Am 19. Juli 1878 absolvirte ich in München das Tentamen physicum. Vom 22. December 1880 ab unterzog ich mich in Halle der medicinischen Staatsprüfung, deren Schluss ich am 26. März 1881 bestand. Das Examen rigorosum bestand ich am 14. März 1881.

Während meiner Studienzeit hörte ich folgende Herren Professoren und Docenten:

In Würzburg: Emminghaus, Flesch, Fick, v. Koelliker, Kohlrausch, Sachs, Wislicenus.

In München: Bollinger, Kollmann, v. Nägeli, v. Nussbaum, J. Ranke, Rüdinger, v. Siebold, v. Voit.

In Leipzig: Ahlfeld, Coccius, Cohnheim, Credé, Fürst, Leopold, Ludwig, Strümpell, Thiersch, Wagner, Winter, Wundt.

In Halle: Ackermann, Fritsch, Genzmer, Graefe, Hitzig, Hollaender, Kohlschütter, Küssner, Olschhausen, Pott, Schwartz, Seeligmüller, Volkmann, Weber, Welcker.

Allen diesen meinen Lehrern sage ich hiermit meinen besten Dank.

---

## Thesen.

---

### I.

Im Trigeminus verlaufen keine pupillenverengenden, sondern nur pupillenerweiternde Fasern, und diese sind sympathischen resp. cerebrospinalen Ursprungs.

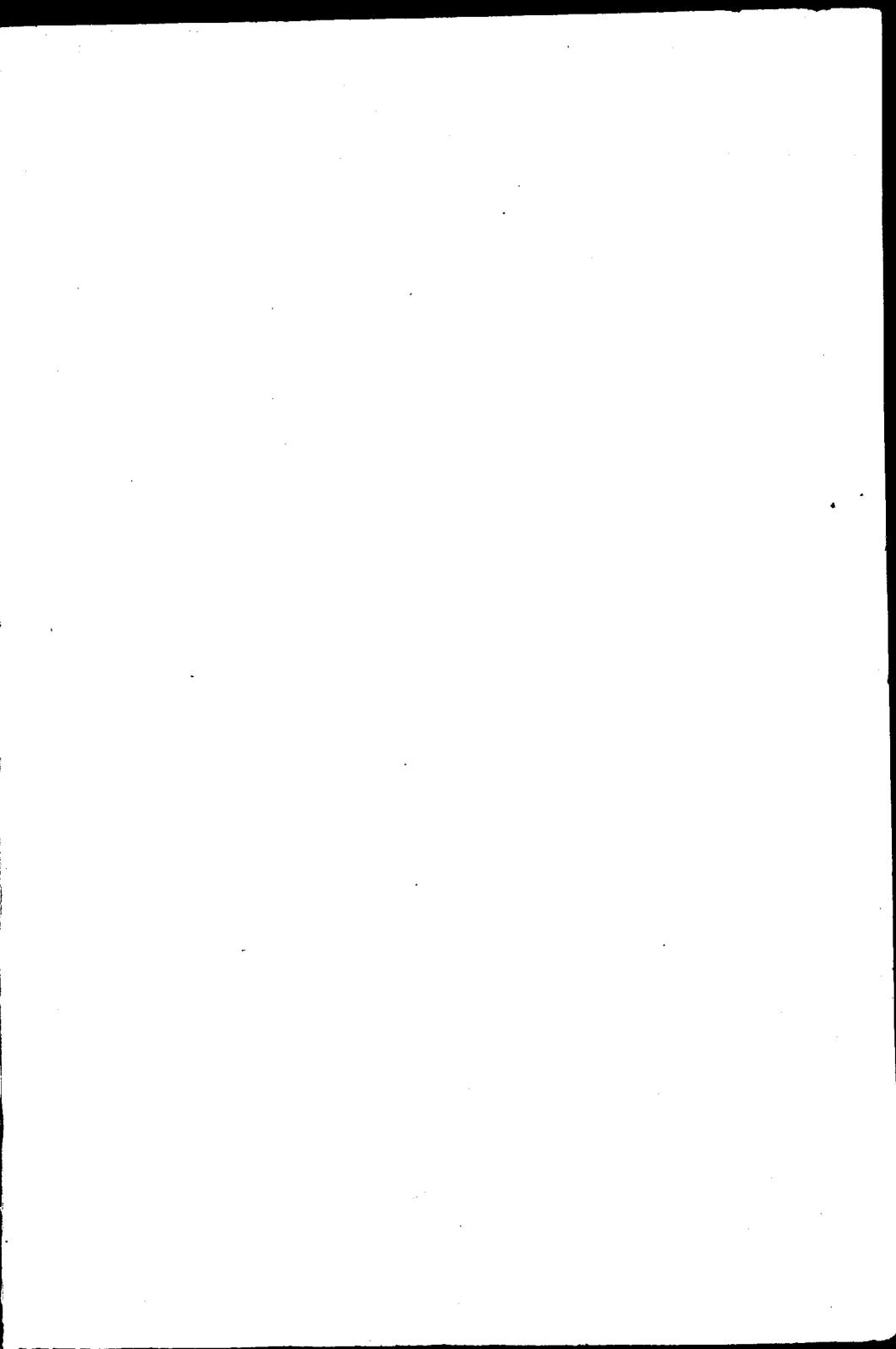
### II.

Die Eclampsie ist eine Krankheit der Schwangerschaft.

### III.

Die Angina tonsillaris ist eine Infectiouskrankheit.

---



13967

