Pupillenstudien.

Von

L. Bach

in Marburg.

Methodik der Pupillenuntersuchung. — Autopupilloskopie. — Untersuchung bei Tageslicht. — Pupillenweite. Pupillenneigung und Feststellung der Ursachen derselben. — Lichtreaktion. Hirnrindenreflex der Pupillen. — Lidschlussreaktion. — Konvergenzreaktion. — Störungen der Lichtreaktion. Hemianopische Pupillenreaktion. — Reflektorische Pupillenstarre. — Pupillenträgheit. — Die zur Analyse von Pupillenstörungen notwendigen Angaben. — Art des Aufschreibens. — Bemerkungen zur Nomenklatur. — Das Verhalten der Pupillen bei einer Anzahl von pathologischen Zuständen des Auges.

Der Beobachtung der Pupillenerscheinungen wird im allgemeinen keine besondere Aufmerksamkeit zugewendet. Es ist dies insofern etwas erstaunlich, als die diagnostische Bedeutung der Pupillenstörungen doch wohl allgemein anerkannt werden dürfte.

Es müssen somit besondere Gründe vorliegen für die Vernachlässigung der so wichtigen Pupillenuntersuchung. Als einen solchen Grund glaube ich die noch wenig ausgebildete, mangelhafte, ja oft direkt falsche Methodik und als deren Folge wenig befriedigende Resultate ansehen zu dürfen, ferner mag ein Grund in dem Umstand liegen, dass Pupillenuntersuchungen besonders für den Ungeübten viel Zeit in Anspruch nehmen, dass weiterhin die Analyse vorhandener Anomalien dem Anfänger häufig grosse Schwierigkeiten bereiten kann.

Letztere Tatsache trat mir besonders vor Augen bei der Verarbeitung der Kasuistik zu meinen Arbeiten über die Erkrankungen der Vierhügel, der Zirbeldrüse¹⁾ und des Kleinhirns²⁾. Die sich auf die Pupillen beziehenden Angaben waren sehr häufig unzureichend, ja nicht selten absolut unbrauchbar.

Wie wenig Gewicht auf die Methodik gelegt wird, dürfte unter anderem daraus erhellen, dass darüber in vielen unserer Lehrbücher herzlich wenig, ja in manchen so gut wie nichts zu finden ist.

¹⁾ Zeitschr. f. Augenheilk. Bd. I. Heft 4 u. 5.

²⁾ Ibidem. Bd. VIII. Heft 2.

Daraus kann man folgern, dass die Methodik entweder als etwas selbstverständliches und wenig belangvolles angesehen wird, dass auf die Methodik nicht besonders viel ankomme, oder es wird — was ich nicht glauben kann — den Pupillenuntersuchungen kein besonderer Wert beigemessen.

Demgegenüber muss ich betonen, dass auf die Methodik ausserordentlich viel ankommt, dass man sich ebenso wie bei andern Untersuchungsmethoden in dieselbe erst einüben muss und dass mit der zunehmenden Gewandtheit in der Untersuchung auch das Interesse an den Untersuchungen, deren diagnostische Wertschätzung und Bedeutung, deren praktischer Vorteil wächst.

Methodik.

Wie soll man bei der Pupillenuntersuchung vorgehen?

Ich glaube keineswegs, dass es hierfür nur eine einzige brauchbare Methode gibt, jedenfalls aber muss methodisch untersucht werden und es muss eine Methode sein, von deren Wert man sich selbst oder andere durch zahlreiche systematische Untersuchungen überzeugt hat.

Die Methode, nach der ich selbst untersuche, habe ich mir im Laufe der Jahre ausgebildet, und da ich mich bei ausserordentlich zahlreichen Untersuchungen von deren Brauchbarkeit überzeugt habe, glaube ich sie für die Praxis empfehlen zu dürfen.

Ich bilde mir nicht ein, dass daran viel Neues ist, vielleicht wird mancher Kollege in ähnlicher oder ganz gleicher Weise untersucht haben, allein wenn dies auch zutreffen sollte, so glaube ich doch zu der Annahme berechtigt zu sein, dass die konsequente Durchführung der Methode, die systematische Pupillenuntersuchung zur Zeit von keiner so sehr grossen Anzahl von Kollegen geübt wird.

Ich nehme die Untersuchung der Pupillenweite und der Pupillenlichtreaktion nahezu ausschliesslich bei künstlicher Beleuchtung vor.

Der Gang der Untersuchung gestaltet sich in der Regel folgendermassen:

Nach kurzer vergleichender Betrachtung der Pupillen bei Tageslicht erfolgt die genaue Feststellung der Pupillenweite und der Pupillenlichtreaktion bei künstlicher Beleuchtung derart, dass zunächst im Dunkelzimmer ein Gasrundbrenner etwas hinter den Kopf des Patienten gestellt wird und der Patient aufgefordert wird, über den

Kopf des vor ihm sitzenden Untersuchers hinweg in die Ferne zu sehen.

Der Untersucher wirft aus einer Entfernung von ca. 40 cm mit dem Augenspiegel — ich benutze gewöhnlich einen Konkavspiegel von 17 cm Brennweite — Licht in rasch wechselnder Folge bald in das eine, bald in das andere Auge. Es ist zweckmässig, den Patienten ca. 30 Sekunden in genannte Richtung sehen zu lassen. Man stellt so vergleichsweise die Pupillenweite beider Augen bei stark herabgesetzter Beleuchtung, bei mangelnder Konvergenz, bei erschlaffter Accommodation fest und bekommt dabei nicht selten auch schon ein gewisses Urteil über die Lichtreaktion der Pupillen.

Eine Reihe von Kontrolluntersuchungen hat mir gezeigt, dass es für die Weite der Pupillen belanglos ist, ob hierbei die Lichtquelle rechts oder links seitlich hinter dem Kopfe aufgestellt ist.

Bei dieser Art der Untersuchung geben sich leicht die geringsten Differenzen in der Pupillenweite kund.

Um die Pupillenweite bei stärkerer Belichtung der Augen und um genauer die Lichtreaktion der Pupillen festzustellen, wird die Lichtquelle seitlich vor dem Patienten — ca. 35 cm von dem Kopf entfernt — aufgestellt.

Es empfiehlt sich bei den Pupillenuntersuchungen immer die gleiche Lichtquelle, möglichst immer die gleiche Lichtintensität zu benutzen, überhaupt bei möglichst gleichbleibenden äussern Verhältnissen zu arbeiten.

Zunächst stellt man wieder die Pupillenweite bei dieser stärkeren Beleuchtung fest und geht dann zur Prüfung der Lichtreaktion über.

Zur Prüfung der Lichtreaktion werfe ich mit einer Konvexlinse von 13 Dioptrien, die ich gewöhnlich auch zur Untersuchung im umgekehrten Bilde benutze, aus ungefähr 8 cm Entfernung einen Lichtkegel auf die Pupille und beobachte die direkte und indirekte Lichtreaktion. Man wirft zunächst Licht in das der Lichtquelle näher stehende Auge. Dabei sind einige kleine Vorsichtsmassregeln zu beobachten.

Bevor man den Lichtkegel auf das Auge lenkt, kann man mit der Hand, in der man die Linse hat, etwas die Lichtmenge verringern, die in das der Lichtquelle zunächst stehende Auge fällt. Man bekommt dadurch etwas weitere Pupillen und erleichtert sich für manche Fälle die Wahrnehmung der Lichtreaktion. Nachdem dies geschehen ist, lässt man plötzlich den Lichtkegel in das Auge

fallen und zwar soll man dabei mit der Hand von der temporalen nach der nasalen Seite zu vorgehen, um nicht gleichzeitig eventuell auch die Lichtmenge zu vergrössern, die in das der Lichtquelle entfernter befindliche Auge einfällt, denn es soll zunächst nur die direkte Lichtreaktion des der Lichtquelle zunächst stehenden sowie die indirekte Lichtreaktion des der Lichtquelle entfernter befindlichen Auges geprüft werden.

Es liegt ein ganz bestimmter Grund vor, weshalb ich diesen Gang der Untersuchung empfehle.

Man muss so nämlich zur Feststellung der wenn auch nur einseitig vorhandenen reflektorischen (spinalen) Pupillenstarre kommen. Die Feststellung gerade dieser Pupillenstörung ist ungemein wichtig, besonders die frühzeitige Feststellung und die Feststellung der nur einseitig vorhandenen Störung. (Siehe später bei reflektorischer [spinaler] Pupillenstarre!)

Hat man bei der in obiger Weise vorgenommenen Untersuchung im durchfallenden Licht gleiche Pupillenweite erhalten, erhält man bei der seitlichen Beleuchtung prompte direkte Reaktion des der Lichtquelle näher befindlichen, sowie prompte indirekte Reaktion des der Lichtquelle entfernter befindlichen Auges, so kann man nicht selten — vorausgesetzt, dass man vorher sich über die normale Sehschärfe und den normalen Augenhintergrund unterrichtet hat — die Pupillenuntersuchung für beendet ansehen.

Besser und vorsichtiger ist es allerdings, wenn man sich erst noch von dem Vorhandensein prompter direkter Reaktion des der Lichtquelle entfernter befindlichen, sowie prompter indirekter Reaktion des der Lichtquelle näher befindlichen Auges überzeugt.

Man braucht dazu nicht die Stellung der Lichtquelle oder den Platz des Patienten zu ändern. Es ist nur zweckmässig, den vorher leicht nach rechts gedrehten Kopf — bei links stehender Lichtquelle! — nun etwas nach links zu drehen.

Liegen die Verhältnisse nicht normal, dann ist es allerdings zweckmässig, eventuell notwendig, auch bei rechts stehender Lichtquelle in der oben beschriebenen Weise zu untersuchen.

Sind die Pupillen eng, ist die Lichtreaktion herabgesetzt, dann ist es zweckmässig oder erforderlich, das dem Lichte ferner befindliche Auge mit der Hand zu bedecken oder bedecken zu lassen und nun sich bei etwas erweiterter Pupille über die Lichtreaktion zu orientieren.

Schliesslich kann man dann noch dazu übergehen, bei verdecktem

einen Auge die Lichtreaktion des andern durch Auf- und Zudrehen der Lichtquelle zu studieren. Es empfiehlt sich, die Lichtquelle nicht ganz abzustellen, sondern nur soweit, dass man eben noch im stande ist, die Weite der Pupille zu erkennen. Das Auf- und Zudrehen der Lichtquelle soll in geräuschloser Weise vor sich gehen.

Auch bei dieser Untersuchung muss der zu Untersuchende über den Kopf des Untersuchers in die Ferne blicken.

Im letzten Jahre habe ich auch viele Untersuchungen mit Gasglühlicht vorgenommen und damit die Lichtreaktion geprüft und besonders auch die Pupillenweite bei binokularer und monokularer Belichtung festgestellt. Die Untersuchungen habe ich in einem Raume vorgenommen, dessen Wände ich mit weissem Glanzpapier hatte bedecken lassen.

Bei dieser Anordnung untersucht man bei einer Lichtintensität von ca. 80 bis 100 M. K.

Gewöhnlich benutze ich das Gasglühlicht nur zur Analyse geringer Differenzen in der Pupillenweite, d. h. zur Entscheidung der Frage, ob eine minimale Pupillendifferenz angeboren ist oder aber auf eine leichte Störung in der zentripetalen oder zentrifugalen Bahn zurückzuführen ist, und gehe dann wie folgt vor:

Die mit einem Selbstzünder versehene Lampe wird in 20 cm Entfernung vor den zu Untersuchenden gehalten und derselbe aufgefordert, über die Lampe hinweg in die Ferne zu sehen.

Nun stelle ich zunächst bei binokularer Belichtung die Weite der Pupillen fest, dann durch abwechselnde Abstellung und Aufleuchtenlassen des Lichtes die Lichtreaktion. Hierauf wird in gleicher Weise bei verdecktem einen Auge jedes Auge für sich untersucht.

Eine Anzahl vergleichender Untersuchungen hat ergeben, dass in manchen Fällen die bei dieser Untersuchungsmethode gefundene Pupillenweite der bei Tageslicht gefundenen gleich ist. In einigen Fällen waren die Pupillen bei der Gasglühlichtuntersuchung eine Spur weiter, nur in vier Fällen habe ich bis jetzt eine Differenz von etwa über $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ mm gefunden.

Eine grössere Zahl vergleichender Untersuchungen stellt der Assistenzarzt der hiesigen Augenklinik, Herr Dr. Bartels, an und wird darüber seinerzeit berichten.

Soweit mir bis jetzt ein Urteil zusteht, glaube ich, dass für die praktische Verwendbarkeit zur Analyse der Pupillenanomalien die

Gasglühlichtmethode der Untersuchung bei Tageslicht nicht nur gleichsteht, sondern vor derselben ungemein wertvolle Vorzüge besitzt, indem man dabei durch Hornhautreflexe so gut wie gar nicht gestört wird, indem man jederzeit unter stets gleichen Verhältnissen untersuchen kann. Auch haften dieser Methode die andern später zu bezeichnenden Mängel der Untersuchung bei Tageslicht nicht an.

Zu der so wertvollen Untersuchung im durchfallenden Licht eignet sich die Benutzung des Gasglühlichtes weniger und besonders gilt dies bei der Untersuchung in einem hellen Raume.

Auch zur Untersuchung der Lichtreaktion durch Hinlenken eines Lichtkegels auf die Pupille mittels einer Konvexlinse halte ich die Benutzung von Gasglühlicht nicht geeigneter als den Gebrauch von gewöhnlichem Gaslicht.

Gelegentlich kann es z. B. bei der Untersuchung Geisteskranker zweckmässig sein, die Lichtquelle in einem mässig verdunkelten Raume zunächst hinter den Kopf des zu Untersuchenden zu halten und dann rasch dieselbe seitlich vor denselben zu bringen. Es ist darauf zu achten, dass der Patient nicht in die Lichtquelle hereinsieht, um die Konvergenz-Accommodationsreaktion der Pupille auszu-schliessen und nicht diese Reaktion für eine Lichtreaktion zu halten. Meist ist es zweckmässig, sowohl bei offenen beiden Augen als bei geschlossenem einen Auge in der Weise zu untersuchen und die Lichtquelle sowohl auf die rechte als auf die linke Seite zu bringen.

Mit Vorteil kann man ferner besonders bei der Untersuchung Geisteskranker ein kleines lichtstarkes Glühlämpchen benutzen, das man plötzlich seitlich vor dem Auge aufblitzen lässt¹⁾.

Häufig sah ich, dass die Lichtreaktion derart geprüft wird, dass ein vor dem Patienten befindliches Licht auf- und zugekehrt wird. Diese Methode wird nicht selten zu falschen Resultaten führen, da man hierbei die Lichtreaktion prüfen will, tatsächlich aber oft zugleich Lichtreaktion plus Konvergenz-Accommodationsreaktion prüft.

Autopupilloskopie.

Um an sich selbst die Pupillenreaktion zu beobachten, kann man in folgender Weise vorgehen: Man stellt oder hängt einen gewöhnlichen Spiegel an einem Fensterrahmen oder an einer schmalen Wand

¹⁾ In der Marburger psychiatrischen Klinik wird ein von Ch. Stuffer und Binder in Baden-Baden geliefertes Lämpchen benutzt.

zwischen zwei Fenstern auf, verdeckt mit der Hand zunächst beide Augen, gibt dann ein Auge frei und beobachtet die Pupillenreaktion dieses Auges, hierauf nimmt man auch die bedeckende Hand von dem andern Auge und beobachtet die indirekte Reaktion des zuerst freigegebenen Auges. In gleicher Weise geht man dann für das andere Auge vor.

Die Pupillenreaktion an sich selbst kann man auch durch entoptische Beobachtung feststellen.

Untersuchung bei Tageslicht.

Ich habe selbst Jahre lang bei Tageslicht untersucht, bin aber im Laufe der Zeit so gut wie ganz davon abgekommen.

Bestimmend waren vornehmlich folgende Gründe:

Die Prüfung des Vorhandenseins, besonders auch des Grades der konsensuellen Lichtreaktion, ist bei der oben empfohlenen Methode — Prüfung durch Einwerfen eines Lichtkegels mit einer Konvexlinse — eine bequemere. Bei der ungemein praktischen Wichtigkeit einer exakten Beobachtung gerade der konsensuellen Reaktion erblicke ich in einer Methode, welche diese Beobachtung in bequemster Weise ermöglicht, einen grossen Vorzug.

Bei der Prüfung mit Tageslicht stört nicht selten die öfters wechselnde Lichtintensität. Vielen Kollegen dürfte ein entsprechend helles, zur Untersuchung geeignetes Fenster nicht zur Verfügung stehen.

Gegen Abend können Untersuchungen mit Tageslicht schlecht, eventuell überhaupt nicht mehr vorgenommen werden, hingegen kann man Untersuchungen mit obigen Methoden zu jeder Zeit und in jedem Raume vornehmen.

Der Mangel einer wechselnden und für beide Augen verschiedenen Belichtung tritt besonders in Räumen hervor, welche ihr Licht von verschiedenen Lichtquellen erhalten.

Es werden bei der Untersuchung mit Tageslicht viel öfters Bewegungen der Augen vorgenommen, welche die Pupillenweite beeinflussen und die Untersuchung verzögern.

Einen gewissen Vorzug birgt auch bei Pupillenuntersuchungen die grössere Ruhe des Dunkelzimmers.

Viel zweckmässiger erweisen sich ferner obige Methoden bei bettlägerigen Kranken, bei Untersuchungen von Geisteskranken usw.

Der Hauptgrund aber, aus dem ich von der Untersuchung bei Tageslicht abgekommen bin und der mir diese Methode für feinere

Untersuchungen weniger geeignet erscheinen lässt, liegt in der Störung der Beobachtung durch die Hornhautreflexe. Diese Reflexe sind oft so störend, dass genauere Analysen dadurch ausserordentlich erschwert, ja nahezu unmöglich gemacht werden.

Pupillenweite. — Pupillenungleichheit.

Die Pupillenweite ist einem nahezu ständigen Wechsel unterworfen, der hauptsächlich auf den Antagonismus der zwei Muskeln der Iris — des Sphinkters und des Dilatator pupillae — zurückzuführen ist. Auf diese zwei Muskeln wirken die verschiedensten Momente von den allerverschiedensten Körperstellen aus ein. Der Sphincter pupillae wird vor allem reflektorisch durch das die Netzhaut treffende Licht erregt; die Stärke der Erregung ist in hohem Grade abhängig von der Intensität der Belichtung. Ausserdem erfolgt Kontraktion des Sphincter pupillae bei der Konvergenz und häufig beim Lidschluss.

Der Dilatator empfängt fast ständige Erregung durch allerlei Reize, besonders sensible und psychische.

Die Pupillenweite ist von dem **Alter** abhängig. Wenn wir auch bei Neugeborenen als Regel enge Pupillen finden, so lässt sich doch ganz allgemein sagen, dass die Pupillen im Kindesalter verhältnismässig weit sind und dass eine ganz allmähliche Abnahme der Pupillenweite im Laufe der Jahre zu erfolgen pflegt, jedoch kommen ganz erhebliche individuelle Schwankungen vor.

Einen gewissen Einfluss auf die Pupillenweite hat das **Geschlecht**, insofern als beim weiblichen Geschlecht, besonders bei empfindsamen, leicht erregbaren Mädchen die Pupillen im allgemeinen etwas weiter sind als beim männlichen Geschlecht.

Die Pupillenweite zeigt ferner eine gewisse Abhängigkeit von der **Refraktion**.

Man kann sagen, dass die Hypermetropen und zwar besonders die höhergradigen Hypermetropen ziemlich enge Pupillen haben, dass die Pupillen etwas weiter sind bei den Emmetropen und noch etwas weiter bei den Myopen. Bei verschieden hohem Grade der Hypermetropie ist nicht selten die Pupille des höhergradig hypermetropischen Auges etwas enger; etwas häufiger habe ich noch eine Differenz feststellen können bei verschiedenem Grade der Myopie, und zwar ist hier öfters die Pupille des mehr myopischen Auges weiter.

Es ist jedoch zu bemerken, dass hier alle möglichen Variationen

vorkommen und zwar so weit gehend, dass nicht so sehr selten z. B. bei Anisometropen das hypermetropische Auge bei gleicher Sehschärfe auf beiden Augen und auch sonst normalen Verhältnissen auf beiden Augen eine weitere Pupille hat als das andere, myopische Auge.

Speziell bemerken möchte ich, dass die Myopen besonders bei herabgesetzter Beleuchtung häufig sehr weite Pupillen haben und zwar deshalb, weil die Kenntnis dieser Tatsache praktisch wichtig sein kann.

Die Pupillenweite ist abhängig von der **Sehschärfe** insofern, als bei einer Herabsetzung der Sehschärfe, die ihren Grund in einer Schädigung der Netzhaut, des Optikus, des Chiasma, des Tractus opticus und des Corpus geniculatum externum hat, die Pupillen in der Regel weiter werden. Herabsetzungen der Sehschärfe, ja Erblindung, welche ihre Ursache in einer Störung der Sehstrahlung und der Rindensehspähre hat, üben keinerlei Einfluss auf die Pupillen aus.

Bei ungleichem Grade der Störung auf den beiden Seiten können Differenzen in der Pupillenweite entstehen, und zwar pflegt dann die Pupille auf der stärker geschädigten Seite etwas weiter zu sein.

Dieser Unterschied in der Pupillenweite tritt oft besonders deutlich bei herabgesetzter Beleuchtung im durchfallenden Licht hervor.

Ungleiche Entwicklung der Augen, besonders der Iris, gibt ausserordentlich häufig Anlass zu einer Pupillendifferenz. In der Regel handelt es sich dabei um geringgradige Differenzen in der Pupillenweite bei normalen Pupillenreaktionen.

Häufig wird gleichzeitig eine asymmetrische Entwicklung des Gesichtes und der Orbitae gefunden. Infolge dieser asymmetrischen Entwicklung liegt öfters ein Auge etwas mehr zurück und tritt eine scheinbare geringe Ptosis auf.

Diese Erscheinungen erwecken die Vermutung einer leichten Parese des okulopupillären Fasern des Halssympathikus. Diese Auffassung wird jedoch sehr unwahrscheinlich, wenn man die Asymmetrie des Gesichtes würdigt und die prompte, beiderseits gleiche Wirkung des Kokains feststellt.

Auf Grund meiner bisherigen Beobachtungen neige ich zur Zeit der Ansicht zu, dass Pupillendifferenzen recht häufig **angeboren** sind.

Vorübergehende ungleiche Weite der Pupillen kann in ungleicher Belichtung beider Augen ihren Grund haben.

Anisokorie tritt ferner auf bei Reizung und Lähmung der sympathischen Fasern des Auges.

Bei Trigeminasaffektionen ist das Verhalten der Pupille nach meinen Beobachtungen, die sich allerdings nahezu ausschliesslich auf Supra- und Infraorbitalneuralgien beziehen, ein etwas verschiedenes. Im Beginn der Neuralgien und besonders zu Zeiten, wo lebhafte Schmerzen bestanden, fand ich bei der Untersuchung meist — doch nicht regelmässig — etwas erweiterte Pupillen und zwar bei einseitigen Prozessen auf der Seite der Erkrankung. Bei sehr gesteigerter Empfindlichkeit der Umgebung des Auges tritt bei Berührung der schmerzhaften Partie in der Regel eine deutliche Pupillenerweiterung besonders auf der Seite des Reizes ein; auch kann die Pupille auf der Seite der grösseren Empfindlichkeit dauernd etwas weiter sein. Bei einem Reizzustand der Trigeminasfasern des Auges selbst wird in der Regel eine Verengerung der Pupille beobachtet.

Lähmung oder Reizung des Sphincter pupillae führt gleichfalls oft zu ungleicher Pupillenweite. Ich bemerke, dass derartige Zustände natürlich auch bei Affektion, die das Ganglion ciliare treffen, zur Beobachtung gelangen werden. Reizung des Ganglion ciliare bewirkt Verengerung, Lähmung der Zellen desselben hingegen Erweiterung der Pupille.

Zum Schlusse will ich noch erwähnen, dass in seltenen Fällen durch die Lidschlussverengerung der Pupille eine erhebliche Beeinflussung des Pupillenspieles und der Pupillenweite hervorgerufen werden kann. Da dieses Phänomen auch einseitig vorkommt, so kann auch Anisokorie Folge davon sein.

Feststellung der Ursachen der Pupillenungleichheit.

Die Entscheidung der Frage, welche Pupille die pathologische Weite, sowie die Feststellung der Ursache der Pupillendifferenz kann besonders bei geringfügigen Graden Schwierigkeiten bereiten, doch dürfte bei eingehender Untersuchung die Entscheidung meist schon bei einmaliger Untersuchung zu fällen sein.

Zu verschiedener Weite der Pupillen können kurz zusammengefasst Anlass geben:

1. Ungleiche Belichtung.
2. Einseitige oder beiderseits ungleich starke Störungen in der zentripetalen Bahn.
3. Einseitige oder beiderseits verschieden starke Störung in der zentrifugalen Bahn.

4. Angeborene Anomalien, in der Regel auf verschiedene Entwicklung der Iris zurückzuführen.
5. Einseitige oder beiderseits verschiedene Sympathikusstörung.
6. Verschiedene Refraktion, verschiedener Grad einer Refraktionsanomalie.
7. Trigeminusaffektionen.
8. Einseitige oder beiderseits verschiedengradige Beeinflussung der Reflexhemmungszentren oder des Reflexhemmungsbogens.
9. Einseitiges oder beiderseits verschieden ausgeprägtes Lidchlussphänomen.

Für manchen Kollegen mag es ein gewisses Interesse bieten, zu erfahren, in welcher Weise wir hier vorgehen bei der Analyse solcher Fälle:

Ad 1. Liegt eine Differenz infolge verschieden starker Belichtung vor, so verschwindet dieselbe, sobald beide Augen gleich stark belichtet werden. Bei gleicher monokularer Belichtung ist jede Pupille gleichweit.

Ad 2. Bei Störungen in der zentripetalen Bahn wird die Lichtreaktion herabgesetzt sein und die Pupillen zeigen besonders im durchfallenden Licht eine mehr oder minder starke Erweiterung. Während bei schwerer Schädigung der zentripetalen Reflexbahn die Diagnose keine Schwierigkeiten bereitet, kann die Feststellung einer leichten doppelseitigen Störung schwer sein, eventuell bei einmaliger Untersuchung unmöglich sein, weil eben Pupillenweite und Pupillenreaktion gewissen individuellen Schwankungen unterliegt. Häufig helfen hier die anderweitigen Störungen (Sehschärfe, Gesichtsfeld).

Wie liegen die Verhältnisse bei einseitiger Störung?

Nehmen wir eine einseitige Optikusatrophie an, jedoch nicht eine Atrophie bei Tabes, denn hierbei ist die Pupillenstörung meist nicht die Folge der Optikusatrophie, sondern sie geht der Optikusatrophie voraus.

Es wird hier bei der Untersuchung im Dunkelzimmer im durchfallenden Licht in der Regel die Pupille auf der Seite der Atrophie $\frac{1}{4}$ bis 1 mm weiter sein. Speziell darauf hinweisen möchte ich, dass bei bestehender Myopie, besonders wenn dieselbe auf der gesunden Seite nur vorhanden ist oder stärker ausgeprägt ist, eine gleiche Weite vorhanden sein kann, ja es kann die Pupille des im übrigen gesunden myopischen Auges in der Weite vorausseilen.

Dass in besonderen Fällen, z. B. bei einem Reizzustand des Ganglion ciliare, auf der Seite der Atrophie das Verhältnis sich gerade umkehren kann, ist klar.

Ich möchte ausdrücklich betonen, dass Störungen in der zentripetalen Bahn sich sehr häufig — jedoch durchaus nicht immer! — durch auffällige Pupillendifferenz beim Beginn der Untersuchung im Dunkelzimmer verraten.

Bei Belichtung des erkrankten Auges wird je nach dem Grade der Atrophie die direkte Lichtreaktion dieses Auges und die indirekte des andern Auges herabgesetzt sein oder ganz fehlen, die umgekehrten Reaktionen werden normal sein.

Bei geringen Graden der Störung empfiehlt es sich, entweder die ganze Untersuchung bei Gasglühlicht vorzunehmen, oder zum Schlusse Gasglühlicht in geringer Entfernung vor den Patienten zu halten und ihn aufzufordern, über die Lichtquelle weg in die Ferne zu sehen. Man kann so sehr gut, ohne durch Reflexe gestört zu sein, die Pupillenweite feststellen. Bei geringer Störung in der zentripetalen Bahn einer Seite wird sich bei binokularer Untersuchung die Pupillendifferenz ganz ausgleichen, hingegen wird sie bei monokularer Untersuchung in der Regel deutlich vorhanden sein.

Bleibt auch bei binokularer Gasglühlichtuntersuchung eine Differenz bestehen, so handelt es sich differentialdiagnostisch meist darum festzustellen, ob eine angeborene Pupillendifferenz oder eine leichte Sphinkterparese vorliegt.

Im ersteren Falle wird die Lichtreaktion beiderseits gleich prompt vorhanden sein, im letzteren Falle auf der Seite der weiten Pupille herabgesetzt sein.

Bei der Konvergenzreaktion wird die Pupillendifferenz am deutlichsten bei der Sphinkterparese, am wenigsten deutlich bei der geringen Störung in der zentripetalen Bahn sein.

Weiterhin kommen differentialdiagnostisch noch in Betracht Sphinkterreizung, Sympathikusreizung und -lähmung. — Bezüglich der Pupillenreaktion usw. hierbei siehe das unter 3 und 5 Gesagte.

Die eben besprochenen Verhältnisse dürften diejenigen sein, welche mit die grössten Schwierigkeiten bieten können, doch sind sehr häufig anderweite Störungen da, welche die Differentialdiagnose erleichtern. In praktischer Hinsicht sind von der grösseren Wichtigkeit die Störungen in der zentripetalen Bahn und die Parese des Sphinkter, und gerade diese beiden Störungen lassen sich noch am leichtesten diagnostizieren.

Zu bedenken ist ferner, dass Reizzustände des Sphinkter und des Dilator relativ selten beobachtet werden.

Ad 3. Stärkere Paresen oder Paralyse des Musculus sphincter pupillae lassen sich sehr leicht diagnostizieren. Es wird beispielsweise bei einer linksseitigen Sphinkterparalyse die linke Pupille weiter sein, sie wird weder direkt noch indirekt bei Lichteinfall noch bei der Konvergenz reagieren. Sympathikusreiz bewirkt eine Erweiterung.

Die Weite der linken Pupille tritt besonders deutlich bei binokularer starker Belichtung hervor; im Dunkelzimmer kann die Pupillendifferenz ganz verschwinden. — An der rechten Pupille bestehen dabei in jeder Hinsicht normale Verhältnisse.

Besteht eine beiderseitige nicht ganz gleiche Parese des Sphinkter,

dann haben wir ebenfalls, besonders bei starker Belichtung, eine Pupillendifferenz. Es wird hier beiderseits die direkte und indirekte Lichtreaktion und die Konvergenzreaktion herabgesetzt sein.

Ad 4. Bei den angeborenen Differenzen in der Pupillenweite pflegen die Reaktionen normal zu sein. Die Differenz ist sowohl bei starker Belichtung wie im Dunkeln vorhanden. Man achte auf stärkere Asymmetrie des Schädels, sowie auch auf Differenzen in der Refraktion.

Ad 5. Differenzen der Pupillen infolge einseitiger oder beiderseits ungleicher Sympathikusstörungen treten sowohl im Hellen als im Dunkeln in die Erscheinung, meist deutlicher im Dunkeln. Die Lichtreaktion ist, abgesehen von ganz hochgradigen Fällen, von Sympathikusreiz nicht oder nur wenig alteriert. Die Diagnose lässt sich meist auf Grund von andern, speziell auch okularen Sympathikusstörungen leicht sichern. Es ist noch näher zu untersuchen, ob öfters bei Läsionen des Halssympathikus Symptome allein oder nahezu ausschliesslich an der Pupille auftreten.

Konvergenzreaktion normal. — Kokain wirkt bei einer Lähmung der okulopupillären Fasern des Halssympathikus entweder gar nicht oder nur sehr schwach auf die Pupille. Bei psychischer Erregung, bei starkem Schmerz dürfte hingegen nach einem Versuch, den Herr Meyer und ich angestellt haben, eine Erweiterung der Pupille trotz Lähmung der okulopupillären Fasern des Halssympathikus eintreten. Es wäre wünschenswert, dass klinische diesbezügliche Beobachtungen gesammelt würden.

Ad 6. Liegt an beiden Augen eine verschiedene Refraktion vor, so konstatieren wir häufig eine verschiedene Weite der Pupille. Diese Pupillendifferenz ist in der Regel sowohl bei stärkerer als bei schwächerer Belichtung vorhanden, nicht selten tritt sie im durchfallenden Licht deutlicher hervor. Der Unterschied in der Pupillenweite bei monokularer und binokularer Belichtung pflegt unerheblich zu sein. — Licht- und Konvergenzreaktion sind meist gleich.

Dieselbe Beobachtung kann man machen, wenn ein verschieden hoher Grad derselben Refraktionsanomalie vorliegt.

Abweichungen von dem eben geschilderten Verhalten habe ich besonders in den Fällen festgestellt, wo z. B. auf dem einen Auge Emmetropie oder eine schwache Refraktionsanomalie vorliegt, auf dem andern Auge hohe Myopie. Hier habe ich die direkte Lichtreaktion des hochgradig myopischen Auges und die indirekte Lichtreaktion des andern Auges oft nicht unerheblich herabgesetzt gefunden.

Bei der Prüfung der Konvergenzreaktion pflegt in solchen Fällen zunächst auch an dem hochgradig myopischen Auge eine Konvergenzstellung und Verengerung der Pupille einzutreten. Dieselben sind jedoch fast immer von sehr kurzer Dauer, das Auge weicht nach aussen ab und die Pupille wird wieder weiter.

Ad 7. Sehe ich von den Erkrankungen des Auges selbst ab, so habe ich hier eigentlich nur zwei reine Fälle von stärkerer Supra- und Infraorbitalneuralgie genauer untersucht.

Bei diesen beiden Fällen war die Pupille auf der Seite des Reizes

besonders im durchfallenden Licht weiter (1 und $1\frac{1}{2}$ mm), die Reaktionen erfolgten prompt, ja schnellend. — Bei starker binokularer Belichtung erfolgte ein Ausgleich der Differenz.

Ad 8. Bei einseitiger Reizung des Reflexhemmungszentrums oder der Hemmungsbahn ist die eine Pupille enger und reflektorisch starr — es fehlt die direkte und indirekte Lichtreaktion. — Die enge, reflektorisch starre Pupille zeigt gleiche Weite bei starker Belichtung und im Dunkeln.

Bei der Konvergenz reagiert die Pupille in der Regel sehr prompt. Die Pupille der andern Seite kann sich vollständig normal verhalten.

Bei unterschiedlich starker Reizung der beiden Hemmungszentren und der beiderseitigen Hemmungsbahnen sind beide Pupillen in der Regel ziemlich eng, die eine enger wie die andere. Besteht bereits reflektorische Starre, so zeigen die Pupillen im Hellen und Dunkeln gleiche Weite.

Die Konvergenzreaktion pflegt normal zu sein. Starke psychische Erregung bewirkt Erweiterung der Pupillen.

Die Differenz in der Pupillenweite kann hier zurückgeführt werden einmal auf verschieden starke Reizung des Sphinkterhemmungszentrums und auf verschieden starke Beeinflussung des Sphinkterhemmungszentrums einerseits, des Dilatorhemmungszentrums anderseits.

Ad 9. Eine Pupillendifferenz infolge einseitigen oder beiderseits verschieden stark ausgeprägten Lidschlussphänomens lässt sich durch Beobachtung des Verhaltens der Pupille bei ein- und doppelseitigem Lidschluss einerseits und Aufhören des Lidschlages anderseits feststellen. Es empfiehlt sich hier Untersuchung sowohl im verdunkelten Zimmer als bei Gasglühlicht oder Tageslicht.

Das Verhalten der Pupillen bei Licht und bei der Konvergenz kann bei den einzelnen Fällen verschieden sein.

Lichtreaktionen.

Der Lichtreflex der Pupille wird in der Netzhaut ausgelöst. Es ist noch nicht mit Sicherheit festgestellt, welche Elemente der Netzhaut denselben auslösen. Während man bis vor kurzem allgemein annahm, dass die Stäbchenzapfenschicht den Ort der Auslösung darstelle, hat man in neuerer Zeit die amakrinen (pararetikulären) Zellen hierfür in Anspruch genommen. Mir scheinen bis jetzt nicht genügende Gründe für die Aufgabe der alten Anschauung beigebracht zu sein.

Die Annahme, dass der Lichtreflex der Pupille nur in der Gegend der Macula lutea ausgelöst wird, ist sicher falsch. Wo und ob eine Begrenzung in der Hinsicht in der Netzhaut stattfindet, vermag ich nicht zu sagen, sicher steht jedoch, dass auch der Macula entfernt liegende Netzhautpartien den Lichtreflex der Pupille auslösen können.

Während somit zur Zeit die Frage, ob Lichtempfindung und Lichtreflex von verschiedenartigen Elementen der Netzhaut ausgelöst werden, als eine offene bezeichnet werden muss, dürfte es schon jetzt ausserordentlich wahrscheinlich sein, dass im Sehnerven eigene Fasern sowohl für die Lichtempfindung als den Lichtreflex verlaufen (Sehfasern und Pupillarreflexfasern). Sie laufen zusammen bis in die Gegend des äusseren Kniehöckers und trennen sich dann voneinander.

Die Lichtreaktion hängt in gewissen Grenzen von der Stärke der Belichtung ab.

Die Geschwindigkeit der Pupillenbewegung und der Ausschlag bzw. die Amplitude der Verengerung schwankt auch bei normalen Individuen in weiten Grenzen.

Bei jugendlichen Individuen, besonders beim weiblichen Geschlecht, ist der Pupillenreflex oft sehr lebhaft und ausgiebig.

Bei intelligenten Menschen ist derselbe oft stärker als bei Ungebildeten.

Relativ häufig wird eine mässige Geschwindigkeit und auch ein geringer Ausschlag bei Myopen beobachtet.

Zeitliche Schwankungen gehören durchaus nicht zu den Seltenheiten.

Es ist sehr wichtig, die physiologischen Schwankungen und Grenzen zu kennen und zu berücksichtigen, weil sonst grosse Unsicherheit und falsche Beurteilung bei pathologischen Prozessen die Folge ist.

Der Lichtreflex erfolgt bei allen Geschöpfen mit partieller Sehnervenkreuzung doppelseitig mit alleiniger Ausnahme des Kaninchens. Wie diese Ausnahme sich erklärt, habe ich früher nachgewiesen¹⁾. Ich bemerke hier, dass der Blinzelreflex auch beim Kaninchen doppelseitig erfolgt.

Die Annahme, dass die direkte und indirekte Lichtreaktion ganz gleich sei, dass daher unter normalen Verhältnissen auch bei ungleicher Belichtung beider Augen beide Pupillen gleich weit sein müssten, ist nicht richtig.

Geht man bei der Prüfung dieser Frage an normalen Augen so vor, dass man die momentane Verengerung beider Pupillen, die bei der Belichtung eines Auges auftritt, beobachtet, so wird man freilich in der Regel zu der Annahme der Gleichheit der direkten und indirekten Pupillenreaktion geführt; geht man aber bei der Prüfung

¹⁾ Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk. Bd. XVII. S. 434 u. 439.

dieser Frage so vor, dass man etwas länger Licht nur in ein Auge oder vornehmlich in ein Auge einfallen lässt, so gelingt es einem meist leicht festzustellen, dass die Pupille des stärker belichteten Auges etwas enger ist.

Auch in den Fällen, wo z. B. nach einer Embolie oder Thrombose der Zentralarterie eine Optikusatrophie auftrat, ist in der Regel — nicht immer! — die Pupille des erblindeten Auges weiter. Diese Differenz verschwindet fast immer bei intensiver Beleuchtung beider Augen, ist jedoch fast ausnahmslos deutlich zur Anschauung zu bringen dadurch, dass man das normale Auge etwas stärker als das andere belichtet.

Hirnrindenreflex der Pupille.

Der Hirnrindenreflex ist von Haab¹⁾ angegeben. Es sei ein physiologischer Pupillenreflex, der sich folgendermassen gestaltet:

Wenn man in einem dunkeln Raume, der bloss durch eine Lampen- oder Kerzenflamme beleuchtet wird, die Flamme so vor sich hinstellt, dass sie etwas seitwärts steht und nun an ihr vorbei den Blick ins Dunkle richtet, so kann man, sobald bei gleichbleibender Blickrichtung die Aufmerksamkeit im indirekten Sehen auf die Flamme gelenkt wird, eine kräftige Kontraktion der Pupille beider Augen beobachten. Kann man, ohne die Fixation der dunkeln Wand im mindesten zu ändern, seine Aufmerksamkeit recht nachhaltig weiter dem Flammenbild zuwenden, so bleibt die Pupille ebensolange verengt. Sobald dagegen die Aufmerksamkeit sich der dunkeln Wand weiter zuwendet, erweitert sich die Pupille wieder, obgleich während der ganzen Zeit genau dieselbe Lichtmenge in die Augen fällt und jede Accommodations- oder Konvergenzbewegung ausgeschlossen ist.

Ich habe diesem Haabschen Hirnrindenreflex auch meine Aufmerksamkeit zugewandt und kann darüber folgendes sagen:

Untersucht man in der von Haab angegebenen Weise, so konstatiert man häufig in besonders deutlicher Weise die früher bereits besprochenen Oscillationen an der Pupille. Nur bei wenigen Personen habe ich mit blossem Auge diese Oscillationen nur in ganz minimaler Weise oder überhaupt nicht wahrnehmen können. Lässt man die Aufforderung ergehen, an die seitlich stehende Lichtquelle zu denken, so trifft sich manchmal ein zeitliches Zusammentreffen einer Verengerung der Pupille mit dieser Aufforderung, gelegentlich aber auch ein zeitliches Zusammentreffen einer Erweiterung der Pupille mit ge-

¹⁾ Korrespondenzbl. der Schweizer Ärzte. 1886. S. 153.

nannter Aufforderung. Trotz der wiederholten Aufforderung, intensiv die Gedanken auf die Lichtquelle zu lenken, tritt in der Regel keine auch nur $1\frac{1}{2}$ Sekunden dauernde Verengung der Pupille ein, sondern es bleiben die Oscillationen bestehen, ja gelegentlich tritt eine Pupillenerweiterung ein. — Ich habe an mir selbst die Erfahrung gemacht und von vielen der Untersuchten die Angabe gemacht bekommen, dass es ihnen nicht möglich war, ihre Gedanken andauernd der Lichtquelle zuzulenken, noch weniger aber möglich war, die Gedanken von der Lichtquelle dauernd abzulenken.

Ich habe bis jetzt 48 nach Alter, Stand und Geschlecht verschiedene Personen auf den Haabschen Pupillenreflex hin genau untersucht, lauter Personen ohne nachweisbare organische Störungen seitens des Nervensystems. Während es mir bei meinen Untersuchungen zunächst überhaupt nicht gelang, in einwandfreier Weise den in Rede stehenden Pupillenreflex festzustellen, habe ich denselben in letzter Zeit mehreremal gesehen, allerdings bis jetzt nur bei zwei Personen so deutlich, dass das Phänomen leicht demonstriert werden konnte. Nur bei diesen zwei Personen trat ganz regelmässig bei der Aufforderung, an das Licht zu denken, eine sehr deutliche Verengung — bei der einen von 4 mm zu 2,5 mm — der Pupille, die mehrere Sekunden anhielt, ein und der jedesmal prompt eine Erweiterung folgte, wenn die Aufforderung erging, die Gedanken von der Lichtquelle ab- und einem dunklen Gegenstand zuzuwenden.

Relativ leicht gelingt es, den sogenannten Hirnrindenreflex hervorzubringen, wenn man in folgender Weise untersucht:

Auf der einen Seite steht etwas vor dem zu Untersuchenden eine Lichtquelle, auf der andern Seite befindet sich auf einer hellen Wand ein Streifen schwarzes Tuch (etwa $\frac{3}{4}$ qm), der zu Untersuchende fixiert eine in etwa 6 m befindliche schwarze Wand, oder noch besser einen in gleicher Entfernung oder etwas näher befindlichen schwarzen Gegenstand. Richtet man nun die Aufmerksamkeit der vorher im indirekten Sehen etwas eingeübten Person abwechselnd auf die Lichtquelle und das schwarze Tuch, dann gelingt es relativ oft, den Hirnrindenreflex nachzuweisen. Ich bemerke jedoch, dass ich auch so bei einer Reihe von Personen keine Spur davon konstatierte.

Ein endgültiges Urteil über diesen Pupillenreflex kann ich zur Zeit nicht fällen, bemerke jedoch, dass ich eine diagnostische und praktische Bedeutung dieses Reflexes bei dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse von den Pupillenerscheinungen nicht ersehen kann.

Neuerdings ist von Bumke¹⁾ das Vorkommen des Hirnrindenreflexes in Zweifel gezogen worden.

Lidschlussreaktion.

Beim Schliessen der Augen entweichen dieselben in der Regel — nicht immer! — nach oben und aussen und es tritt dabei häufig eine deutliche Verengerung der Pupillen ein.

Hält der Untersucher die Lidspalte des zu Untersuchenden auf und fordert denselben auf, dieselbe zu schliessen, so wird oft auch ein Entweichen des Auges nach oben aussen und eine Verengerung der Pupille beobachtet.

Es kommen starke individuelle Schwankungen vor.

Man hat geglaubt, dass die Lidschlussreaktion nur unter pathologischen Verhältnissen vorkomme. Dies ist nicht richtig; ich habe ausgesprochene Lidschlussreaktion bei ganz normalen Leuten und ganz normalem Augenbefund gesehen.

Zuzugeben ist allerdings, dass bei Sphinkterlähmung und besonders bei reflektorischer Pupillenstarre dieses Phänomen relativ häufig vorkommt und oft ausserordentlich ausgeprägt zu sehen ist.

Ich habe Tabiker beobachtet, bei welchen eine eben angedeutete Lidschlussbewegung deutliche, ja schnellende Verengerung der Pupille zur Folge hatte.

Das Phänomen kann auf beiden Augen verschieden stark ausgeprägt sein, ja es kann auch rein einseitig vorhanden sein. Ich habe selbst einen solchen Fall beobachtet und durch meinen Assistenten Dr. Sievers²⁾ genauer beschreiben lassen. Es handelte sich um einen Fall mit angeborener einseitiger Lähmung sämtlicher Äste des Okulomotorius für die äussere Muskulatur, bei welchem das Phänomen auf der Seite der Lähmung direkt und indirekt deutlich auszulösen war, während es auf der andern Seite vollständig fehlte.

In dieser Arbeit wurde auch darauf hingewiesen, dass dieses Phänomen nicht durch Druckwirkung auf den Bulbus zu erklären ist, sondern als Mitbewegung aufzufassen ist.

Erwähnen möchte ich hier, dass ich einmal bei der Bewegung der Augen nach links am linken Auge eine deutliche, regelmässig auftretende Verengerung der Pupille eintreten sah.

¹⁾ Bumke, Über Pupillenuntersuchungen bei funktionellen Psychosen. Neurol. Centralbl. Nr. 14. 1903. S. 696.

²⁾ Ophthalm. Klinik. 1903.

Bezüglich der Erklärung kann man daran denken, dass es sich um einen von der Hirnrinde ausgelösten Vorgang handelt, derart, dass jedesmal, wenn ein Impuls zum Lidschluss erfolgt, von der Hirnrinde aus auch eine Innervation des Sphincter pupillae eintritt.

Man kann auch an einen reflektorischen Vorgang denken, der am Auge ausgelöst, auf der Bahn des Trigeminus zur Medulla und von da in dem hinteren Längsbündel zum Okulomotorius hingeleitet wird.

Konvergenzreaktion.

Die Konvergenzreaktion prüft man dadurch, dass man den in ca. 20 cm vor und etwas unterhalb die Augen gehaltenen Zeigefinger fixieren lässt. Oft und zwar besonders bei wenig intelligenten Menschen ist es zweckmässiger, dass man die Hand des zu Untersuchenden in genannter Weise vor die Augen bringt, den Zeigefinger ausstrecken lässt und nun zur Fixation auffordert. In letzterer Weise muss bei Amaurotischen auf das Vorhandensein der Konvergenzreaktion untersucht werden.

Man kann die Prüfung bei Tageslicht oder im Dunkelmzimmer bei Gasglühlicht vornehmen.

Meine Untersuchungen haben mich zu dem Ergebnis geführt, dass die Pupillenverengerung bei der Fixation bei weitem mehr (ausschliesslich?) mit der Konvergenz als mit der Accommodation zusammenhängt.

Die Promptheit der Reaktion, der Grad der Verengerung zeigt individuelle Schwankungen. Es schwankt übrigens auch die Fähigkeit zum Konvergieren in gewissen Grenzen. Manche Leute, besonders wenig intelligente Leute, gelegentlich auch Kinder, sind nur schwer oder überhaupt nicht zu einer richtigen Konvergenz der Augen zu bringen.

Die Amplitude der Verengerung hängt natürlich auch hier von der Ausgangsweite ab, doch ist speziell zu betonen, dass auch bei ganz engen Pupillen alter Leute, bei Lähmung der okulopupillären Fasern des Halssympathikus, bei engen Tabesupupillen eine deutlich wahrnehmbare Verengerung erfolgt. Es können sich dabei die Pupillen bis fast zum Verschwinden verengern.

Erwähnt sei, dass bei den lichtstarren Tabesupupillen öfters eine geradezu frappierend prompte, schnellende Konvergenzreaktion vorhanden ist.

Bei Emmetropen und besonders bei Hypermetropen erfolgt im

allgemeinen die Konvergenz und die dabei eintretende Verengerung der Pupille viel prompter und ergiebiger als bei Myopen.

Besteht Pupillenungleichheit bei normaler Pupillenreaktion oder auch bei reflektorischer und amaurotischer Starre, so kann bei der Konvergenz ein gewisser, meist allerdings scheinbarer Ausgleich stattfinden; selten verschwindet die Differenz ganz.

Bei Störung oder Ausbleiben der Konvergenzreaktion hat man in erster Linie an eine Parese oder Paralyse des *M. sphincter pupillae* zu denken.

Ausbleiben der Konvergenzreaktion wird öfters auch bei Paralytikern, seltener bei reiner *Tabes* beobachtet. Ob es sich hier auch um eine Lähmung des *M. sphincter pupillae* handelt oder vielleicht um einen nicht mehr erfolgenden Konvergenzimpuls, wofür Manches spricht, dürfte speziellen Studien vorbehalten sein.

Selten geben psychische Erregungszustände, Sympathikusreizzustände zu Störungen in der Konvergenzmitbewegung Anlass.

Auch hier sei erwähnt, dass Mitbewegung der Pupille gelegentlich auch bei andern Bewegungen der Augen zu sehen sind.

Störungen der Lichtreaktion.

Störungen der Lichtreaktion können ihren Grund haben:

1. In einer Schädigung der zentripetalen Reflexbahn i. e. *Retina*, *Optikus*, *Chiasma*, *Tractus opticus*, *Tractusverbindung* zum vordern *Vierhügel*. Zweifelhaft ist, ob isolierte Zerstörung des äussern *Kniehöckers* eine Störung der Pupillenreaktion zur Folge hat, da Anderer und eigene Untersuchungen zu der Annahme führten, dass schon kurz vor dem äussern *Kniehöcker* eine Trennung der Sehfasern von den Pupillarreflexfasern erfolgt. Sicher steht, dass eine Läsion der Sehbahn zwischen äusserm *Kniehöcker* und *Hinterhauptslappen* sowie der optischen *Rindenzentren* keine Störung der Lichtreaktion zur Folge hat. Ob die festgestellten Verbindungen der *Tractus* mit dem *Stratum zonale* des *Pulvinar* sowie die von einigen Autoren angenommenen Verbindungen mit dem *Ganglion habenulae*, dem *Corpus Luys* (*Corpus hypothalamicum*) Beziehungen zum Lichtreflex der Pupille haben, ist ganz unbestimmt.

2. In einer Schädigung der zentrifugalen Reflexbahn i. e. *Bogen- und Radiärfasern* im *Vierhügel*, *Zellen* für den *M. sphincter pupillae* im *Okulomotoriuskern*, deren *Fasern* im *Hirnschenkel*, an der *Hirnbasis* und der *Orbita*, *Ganglion ciliare*, *Ciliarnerven* zum *M. sphincter pupillae*.

Man kann im Zweifel sein, ob man die Bogen- und Radiärfasern nebst zugehörigen Zellen im Vierhügeldach der zentripetalen oder zentrifugalen Bahn zurechnen soll.

Offen ist die Frage, ob die Zellen im Vierhügeldach, welche von dem Pupillarreflexfaserbündel erregt werden, mit Zellen des Okulomotoriuskernes in Beziehung treten. Es ist nämlich möglich, dass die von diesen Zellen abgehenden Bogen- und Radiärfasern sich ohne in den Okulomotoriuskern einzutreten, in der Haubenkreuzung den Wurzelbündeln des Okulomotorius beimischen. Das Ganglion ciliare, in das diese Fasern dann wohl eintreten, könnte gewissermassen das in die Peripherie vorgeschobene Kerngebiet des *M. sphincter pupillae* darstellen.

3. In einer Affektion der Hemmungsbahn bezw. des Hemmungszentrums. Die experimentellen Untersuchungen von H. Meyer und mir machen die Annahme eines Hemmungszentrums und einer Hemmungsbahn für den Lichtreflex notwendig, sicherlich höchst wahrscheinlich.

Diese Bahn zweigt sich wohl von den zum Vierhügel hinziehenden Pupillarreflexfasern ab, zieht von da zu dem am spinalen Ende der Medulla oblongata gelegenen Reflexhemmungszentrum, hierauf wieder cerebralwärts zum Vierhügel. Die speziellen Bahnen sind nicht festgestellt, doch dürften das hintere Längsbündel und die Schleifenbahn in Betracht zu ziehen sein. Unsicher ist, ob diese Hemmungsfasern mit Zellen des Okulomotoriuskernes oder mit den Zellen der Bogen- und Radiärfasern in Beziehung treten, oder ob sie gar keine Beziehungen zu den eben genannten Zellen haben und erst mehr peripher auf die Zellen des Ganglion ciliare einwirken.

4. In Sympathikusaffektionen. Dieselben kommen tatsächlich sehr wenig in Betracht.

Es sind überhaupt nur die Sympathikusreizzustände, welche zu einer Störung der Lichtreaktion führen, während die Sympathikuslähmungen die Lichtreaktion nicht beeinträchtigen, es wird nur die Amplitude der Verengung geringer.

Hemianopische Pupillenreaktion.

Unter hemianopischer Pupillenreaktion versteht man das Ausbleiben oder eine hochgradige Herabsetzung des Lichtreflexes bei Belichtung der einen Netzhauthälfte, während bei der Belichtung der andern Netzhauthälfte prompter Lichtreflex erfolgt.

Hemianopische Pupillenreaktion kann auftreten:

1. Bei Veränderungen im Auge selbst, die den Ausfall der Funktion einer Netzhauthälfte zur Folge haben und zwar wohl meist einseitig und gleichzeitig mit Hemianopsie.

2. Bei partiellen Sehnervenfäsiionen und zwar wohl meist einseitig und gleichzeitig mit Hemianopsie.

3. Bei Chiasmaaffektionen, in der Regel doppelseitig und mit ungleichnamiger Hemianopsie.

4. Bei Tractusläsionen, in der Regel doppelseitig und mit gleichnamiger Hemianopsie.

5. Bei Störungen im vorderen Vierhügelarm und der lateralen Vierhügelgegend (Gegend des Nucleus lateralis) und zwar wohl immer doppelseitig und ohne Hemianopsie.

6. Bei Störungen, welche das zwischen der Endigungsstelle der Pupillarfasern des Auges im Vierhügel und dem Ganglion ciliare gelegene Neuron betreffen und zwar vor dessen partieller Kreuzung im Fasciculus praedorsalis (?) und dessen Beimischung zu den übrigen Bündeln des Okulomotoriusstammes. — Die hemianopische Reaktion ist doppelseitig und nicht verbunden mit Hemianopsie.

Hemianopsie ohne hemianopische Pupillenreaktion wird beobachtet bei reinen Läsionen des Corpus geniculatum externum, bei Affektionen, welche die Sehstrahlung betreffen, und bei Hinterhauptsaffektionen.

Da ich mehrfach undeutliche und unrichtige Angaben¹⁾ gefunden habe über das Verhalten der Pupillen beim Vorhandensein einer Störung, die zu hemianopischer Reaktion führt, schildere ich das Verhalten der Pupillen bei einer linksseitigen Tractusläsion:

¹⁾ In einer Abhandlung über hemianopische Pupillenstarre wird z. B. gesagt, dass bei einem Krankheitsherd im Tractus opticus nur bei Belichtung der sehenden Netzhauthälften beider Augen die direkte Lichtreaktion der Pupillen eintrete, während sie ausbleiben müsse, wenn man Licht auf die blinden Netzhauthälften fallen lasse. — In derselben Abhandlung findet sich folgende Angabe: „Die Tractus optici entspringen bekanntlich an der Hirnbasis mit zwei Wurzeln. Die Thalamuswurzel enthält die eigentlichen Sehfasern — tatsächlich gehen in den Thalamus wahrscheinlich überhaupt keine Sehfasern! — welche zum Sehzentrum in der Occipitalrinde verlaufen, während die Vierhügelwurzel diejenigen Sehnervenfaseren umfasst, welche den Lichtreiz bei der direkten Beleuchtung des Auges von der Retina zu dem Sphinkterkern des Okulomotorius derselben Seite übertragen und die direkte Pupillenreaktion vermitteln — tatsächlich enthalten die zu dem vordern Vierhügel hinziehenden Fasern sowohl die Fasern für den direkten als auch für den indirekten Lichtreflex.“

Bei Belichtung der linken Netzhauthälfte eines jeden Auges erfolgt beiderseits keine oder nur sehr schwache Pupillenreaktion.

Bei Belichtung der rechten Netzhauthälfte eines jeden Auges erfolgt beiderseits Pupillenreaktion — also direkte und indirekte Lichtreaktion.

Sobald eine Anzahl solcher Beobachtungen vorliegen wird, die einwandfrei und durch die Sektion bestätigt sind, ist damit bewiesen, — die Richtigkeit meines Schemas vorausgesetzt! — dass auch die zweite Kreuzung (motorische Kreuzung) nur eine partielle ist oder — falls mein Schema (dieses Arch. Bd. LV. Taf. XI) nicht richtig ist — dass sowohl die gekreuzten wie die ungekreuzten Fasern eines jeden Auges mit beiden Sphinkterkernen verbunden sind.

Ich bemerke hier, dass ich zur Zeit zu der Ansicht hinneige, dass von jeder Stelle der Netzhaut aus gekreuzte und ungekreuzte Pupillarfasern ausgehen; dafür spricht die Tatsache, dass man von jeder Stelle aus prompten direkten und indirekten Reflex auslösen kann.

Von manchen Seiten wird das Vorkommen einer hemianopischen Pupillenreaktion bestritten. Ich glaube mit Unrecht.

Verfasser hat zwar selbst einen reinen Fall noch nicht beobachtet.

Auf Grund von Beobachtungen bei Netzhautablösungen und der Beobachtung eines Falles, bei dem nur ein Gesichtsfeldquadrant erhalten war, glaube ich die Möglichkeit des Vorkommens der hemianopischen Reaktion annehmen zu sollen. Bei letzterem Falle konnte ich durch die Prüfung der Pupillenreaktion feststellen, welcher Netzhautquadrant noch funktionierte.

Ich habe mich dabei keiner besonderen Apparate bedient. Es gelang der Nachweis einer unterschiedlichen Lichtreaktion in den genannten Beispielen mit der Lupe, dem gewöhnlichen Augenspiegel und mit dem mit dem Ansatz für die Prüfung der Pupillenreaktion versehenen Wolffschen elektrischen Augenspiegel.

Eine einfache, billige, für die Prüfung der Empfindlichkeit circumscripiter Netzhautpartien brauchbare Vorrichtung wäre sehr wünschenswert.

Reflektorische Pupillenstarre.

Es herrscht noch vielfach Unklarheit darüber, was unter reflektorischer Pupillenstarre zu verstehen ist. Die gewöhnliche Antwort, die ich auf eine daraufbezügliche Anfrage von Ophthalmologen und

Neurologen bekam, lautete: Die Pupillen reagieren dabei nicht auf Licht, aber bei der Konvergenz.

Bei der Durchsicht einer grösseren Anzahl unserer grossen und kleinen ophthalmologischen Lehrbücher fand ich nur in zweien eine richtige Definition.

Obige Antwort ist keineswegs erschöpfend und kann zu Irrtümern und Verwirrung Anlass geben.

Erloschensein der Lichtreaktion und Erhaltensein der Konvergenzreaktion wird auch bei beiderseitiger Störung in der zentripetalen Leitung des ersten Reflexbogens, z. B. bei Optikusatrophie, beobachtet.

Mit einer derartigen Störung hat aber die reflektorische Starre nichts zu tun, wie wir ziemlich bestimmt wissen. Es kann jahrelang reflektorische Starre bestehen bei normalem Optikusbefund. Ich habe mich davon in drei Fällen bei der anatomischen Untersuchung überzeugen können. Diese Befunde wären an grösserem Material zu erhärten.

Eine Pupille ist reflektorisch starr, wenn dieselbe **weder direkt noch indirekt auf Lichteinfall sich verengert, hingegen prompt bei der Konvergenz reagiert.**

Bei rechtsseitiger reflektorischer Starre würde demnach die rechte Pupille weder bei Belichtung des rechten, noch des linken Auges sich verengen, hingegen würde die linke Pupille direkte und indirekte Lichtreaktion zeigen.

Bei rechtsseitiger amaurotischer Starre (Reflextaubheit!) reagiert bei Belichtung des rechten Auges weder die rechte, noch die linke Pupille, bei der Belichtung des linken Auges reagieren aber beide Pupillen.

Die reflektorisch starre Pupille zeigt gleiche Weite bei Belichtung der Augen und bei Verdunkelung. Bei rechtsseitiger reflektorischer Starre würde demnach die rechte Pupille im Hellen und im Dunkeln bei offenen beiden Augen gleichweit sein.

Bei rechtsseitiger amaurotischer Starre würde die rechte Pupille im Hellen eng, im Dunkel weit sein, wenn beide Augen offen sind.

Bei der reflektorischen Starre kann das Sehvermögen normal sein, bei der amaurotischen Starre besteht Erblindung.

Von der normalen Reaktion bis zur reflektorischen Starre kommen in Bezug auf den Grad der Störung alle Übergänge vor. Gewöhnlich vergehen Jahre von dem Momente der eben angedeuteten Reaktionsstörung bis zur vollen Starre. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass gelegentlich eine reflektorische Starre akut einsetzt,

z. B. bei entzündlichen Zuständen, Blutungen usw. in der Gegend der Medulla oblongata, die zu einer Reizung des Hemmungszentrums führen. Es kommt auch vor, dass der Grad der Störung vorübergehend wieder geringer wird. Ich habe mich selbst in zwei Fällen davon überzeugen können.

In der Regel tritt die reflektorische Starre doppelseitig auf, doch sind erhebliche Schwankungen auf beiden Seiten in Bezug auf die Entwicklung des Phänomens sehr häufig.

Die Fälle, in welchen das Phänomen rein einseitig ist, sind nicht selten und jedenfalls viel häufiger als bislang meist angenommen wurde. Die rein einseitige Starre kann längere Zeit bestehen¹⁾.

Reflektorisch starre Pupillen sind in der Mehrzahl der Fälle eng und zwar können sie eine hochgradigste Myosis darbieten. Bei ungleicher Ausbildung des Phänomens ist in der Regel die Pupille der Seite, die den höheren Grad der Störung zeigt, enger.

Ziemlich häufig ist die Form der reflektorisch starren Pupille nicht ganz rund.

Trotz jahrelangen Bestehens doppelseitiger reflektorischer Starre können alle Funktionen der Augen normal bleiben, der Augenhintergrund ein vollkommen normales Aussehen darbieten.

Konvergenzreaktion.

Die Konvergenzreaktion ist, wie gesagt, in der Regel bei der reflektorischen Starre normal, ja es kann dieselbe, trotzdem viele Jahre reflektorische Starre besteht, geradezu frappierend prompt erfolgen. Auch bei hochgradiger Myosis ist dieselbe deutlich wahrnehmbar; es können dabei die Pupillen bis zum Verschwinden eng werden.

Nach längerem Bestehen von reflektorischer Starre kann allmählich auch Unbeweglichkeit der Pupillen bei der Konvergenz hinzutreten. Ich habe dies häufiger bei Paralytikern gesehen. Ob es sich bei den Paralytikern wirklich um eine Lähmung des Sphincter pupillae handelt, wofür mir die in manchen Fällen beobachtete Erweiterung der Pupille zu sprechen scheint, oder um einen mangelnden Impuls zur Konvergenz, lasse ich vorläufig dahingestellt.

Ich habe auch mehrere Fälle von beginnender Tabes gesehen, wo auf dem einen Auge reflektorische Starre, auf dem andern Auge

¹⁾ Ich erwähne, dass ich bei einem Falle mit rechtsseitiger reflektorischer Starre bzw. des Patellarreflexes feststellte, dass derselbe links erloschen, rechts hochgradigst herabgesetzt war.

absolute Pupillenstarre plus Accommodationsparese vorhanden war. Bei einem Falle bestand eine Zeitlang an dem Auge mit der absoluten Starre eine Abducenzparese. Da Manches dafür spricht, wie ich schon früher¹⁾ betont habe, dass die Lähmungen bei Tabes einer peripheren Neuritis ihre Entstehung verdanken, so könnte es sich in den Fällen, wo reflektorische Starre neben Lähmungen besteht und wo aus der reflektorischen Starre sich allmählich eine absolute Starre entwickelt, um eine Schädigung aus derselben Ursache sowohl im Rückenmark als in den Nervenendigungen am Auge handeln. Diese Annahme dürfte nicht allzu gezwungen sein, da wir als Ursache der Lähmung doch wohl ein im Kreislauf befindliches Nervengift anzunehmen haben.

Lidschlussreaktion der Pupille bei reflektorischer Starre.

Ich habe oben gesagt, dass eine prompte, deutliche Lidschlussreaktion der Pupille auch unter anscheinend ganz normalen Verhältnissen vorkommt.

Übereinstimmend mit Andern habe aber auch ich die Erfahrung gemacht, dass bei reflektorischer Starre dieses Phänomen relativ häufig und stark ausgeprägt vorhanden ist. Ich habe zwei Fälle beobachtet, wo schon die geringste Orbiculariskontraktion eine sehr deutliche Verengung der Pupille zur Folge hatte. Es kommt vor, dass das Phänomen auf beiden Seiten sehr verschieden stark ausgeprägt ist. Auch habe ich einen wechselnden Charakter beobachtet.

Paradoxe Reaktion.

Gelegentlich beobachtet man bei sog. reflektorischer Starre im Momente der Belichtung eine geringe Erweiterung der Pupille. Ich habe bislang nur zweimal diese Erscheinung beobachtet und zwar bei Tabeskranken. Bei dem einen Patienten waren ausgesprochen Störungen im sympathischen System vorhanden (abnorme Schweissabsonderung, hauptsächlich einseitige Rötung des Gesichts usw.) und zwar war die Rötung und Schweissabsonderung im Gesicht auf der Seite stärker, wo auch die paradoxe Reaktion stärker ausgeprägt war. Der Patient (46 Jahre alt) war ausserordentlich leicht erregbar und zuckte nahezu jedesmal etwas zusammen, wenn ich den Lichtkegel in das nahezu amaurotische Auge warf. Das andere Auge, an dem die paradoxe Reaktion weniger ausgeprägt war, hatte noch $\frac{1}{6}$ der normalen Sehschärfe.

¹⁾ Zeitschr. f. Augenheilk. Bd. II. S. 548.

Die vorhin erwähnte Tatsache, dass das Lidschlussphänomen sehr ausgeprägt vorkommt bei der reflektorischen Starre, kann zur Verwechslung mit der paradoxen Reaktion Anlass geben.

Hat ein solcher Patient gerade durch öfteren Lidschluss enge Pupillen und wir fordern ihn nun auf, über unsern Kopf wegzusehen und die Augen offen und ruhig zu halten, so wird trotz der Belichtung die Pupille weiter werden. Nehmen wir die Untersuchung wiederholt vor und blinzelt der Patient dazwischen immer etwas, so wiederholt sich immer wieder die Erscheinung der paradoxen Reaktion.

Vorkommen der reflektorischen Starre.

Die reflektorische Pupillenstarre kommt fast nur bei Tabes und Taboparalyse vor. Sie kann hier viele Jahre allen andern Zeichen von Tabes oder Paralyse vorausgehen. Ich kenne selbst Fälle, wo die reflektorische Starre ca. zehn Jahre andern Erscheinungen voraus auftrat.

Es geht daraus hervor, wie ungemein wichtig es ist, das Wesen der reflektorischen Starre zu kennen, wie ungemein wichtig es ist, systematisch die Pupillenuntersuchungen zu betreiben. Wir haben in einer ganzen Reihe von Fällen einseitige oder doppelseitige reflektorische Starre im Beginn oder vollständig ausgeprägt gefunden bei Leuten, welche aus ganz anderem Grunde, z. B. einer Brillenbestimmung halber oder auch einer äussern harmlosen Erkrankung halber, zu uns kamen.

Solche Befunde sind nun nicht nur interessant, sondern auch praktisch sehr wichtig, weil man bei solch frühzeitiger Feststellung von Tabes oder Taboparalyse therapeutisch freiere Hand hat und eventuell viel energischer vorgehen kann.

Ich habe zur Zeit keine Beweise dafür, dass reflektorische Starre nicht ausschliesslich bei den genannten Erkrankungen beobachtet wird, immerhin erscheinen mir folgende drei Beobachtungen einer besondern Erwähnung wert.

Bei einem 19jährigen schlecht entwickelten Mädchen, bei welchem die Allgemeinuntersuchung ausser hartnäckiger Obstipation keine somatischen Krankheitserscheinungen ergab, bestand beiderseits eine hochgradige Myosis — beide Pupillen nicht ganz rund von 1,5 mm Durchmesser. Die künstliche Erweiterung der Pupillen ergab, dass die engen unregelmässigen Pupillen nicht Folge einer abgelaufenen Iritis d. h. von hintern Synechien waren. Es bestand beiderseits ein hypermetropischer Astigmatismus ($+4,0\text{ D} \subset +\text{cyl } 1,0\text{ D A.} \supset$) und normale Sehschärfe links, rechts $\frac{6}{8}$ der normalen Sehschärfe.

Die Pupillen waren reflektorisch starr und verengerten sich bei der Konvergenz bis fast zum Verschwinden.

Zwei Jahre später trat nach Mitteilung vom Kollegen C. Hess beiderseits eine schwere interstitielle Keratitis auf.

Anamnestisch war betreffs hereditärer Lues nichts zu eruieren.

Möglicherweise hat sich hier auf Grund hereditärer Lues eine Tabes und später Keratitis interstitialis entwickelt und ist auch hier die reflektorische Starre den andern Tabessymptomen vorausgegangen.

Ganz besonders interessant sind die beiden folgenden Fälle:

Bei einer Frau, welche uns ihr Kind wegen Keratitis eczematosa brachte, entdeckte ich sehr enge Pupillen. Die linke Pupille hatte 1,5, die rechte 2,0 mm Durchmesser; die linke Pupille war reflektorisch starr, die rechte zeigte hochgradig herabgesetzte direkte und indirekte Lichtreaktion. Konvergenzreaktion prompt. Kokain erweitert beide Pupillen auf $4\frac{1}{2}$ mm. Beiderseits normale Sehschärfe, sonst an den Augen ausser markhaltigen Nervenfasern links nichts Pathologisches. Weder Anamnese noch Allgemeinuntersuchung ergaben bestimmte Anhaltspunkte für Lues. Patellarreflexe fehlten.

Im Nacken bestand vom Occiput etwas links von der Mittellinie 4 cm nach abwärts ziehend eine tiefe eingezogene Narbe. Sie wurde an dieser Stelle vor zehn Jahren wegen eines Karbunkels operiert.

Bei einem 67jährigen Mann, der uns wegen einer Lesebrille aufsuchte, stellte ich linksseitige reflektorische Starre fest. Die Sehschärfe war normal, der Augenhintergrund desgleichen. — Für Lues keine Zeichen. Im Nacken links eine tiefe eingezogene Narbe, von einem frühern Karbunkel herrührend.

Ich lasse es dahingestellt, ob ein Zusammenhang zwischen den Narben im Nacken und der reflektorischen Starre bestand. Es wäre in Zukunft auf ein derartiges Zusammentreffen weiter zu achten. Falls darauf geachtet wird, zweifle ich nicht daran, dass in Zukunft öfters bei Erkrankungen in der Umgebung oder an dem Halsmark und der Medulla oblongata reflektorische Starre festgestellt werden wird. Wichtig ist die Beobachtung von G. Wolff¹⁾, der bei einem Patienten mit reflektorischer Pupillenstarre ein Gumma im Halsmark fand.

Entzündliche Prozesse, Blutungen, Verletzungen genannter Gegend werden wohl auch bei genauer Untersuchung öfters das Bestehen einer reflektorischen Starre ergeben.

¹⁾ Zur Frage der Lokalisation der reflektorischen Pupillenstarre. Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk. Bd. XXI. S. 247.

Sitz der Störung bei der reflektorischen Pupillenstarre.

Es sind in Bezug auf den Sitz der Störung bei reflektorischer Pupillenstarre die verschiedensten Hypothesen aufgestellt worden. Einige derselben sollen hier Erwähnung finden. Möbius sagt: „Nimmt man an, dass die zentripetalen Pupillenfasern eines Auges je mit beiden Okulomotoriuskernen verbunden seien, so kann man, wenn in der Nähe eines Okulomotoriuskernes eine Läsion sitzt, die dessen Verbindung mit den zentripetalen Pupillenfasern beider Augen unterbricht, sehr wohl begreifen, wie die Pupille auf Seite der Läsion reflektorisch starr wird.“ Er gibt dazu ein Schema, wo zur Erklärung der linksseitigen reflektorischen Starre eine Läsion die Pupillenfasern des linken Auges vor dem Eintritt in den linken Okulomotoriuskern zwischen Tractus und Kern, eine zweite Läsion die Pupillenfasern des rechten Auges zum linken Okulomotoriuskern zwischen beiden Okulomotoriuskernen unterbricht. — Will man für die doppelseitige reflektorische Starre nicht die Läsionen wieder etwas anders lokalisieren, dann hätte man vier solch isolierter, um den Okulomotoriuskern gruppierter circumscripiter Läsionen anzunehmen, denn circumscripirt müssen sie sein, da im Kern selbst und den direkt nebenan liegenden zentrifugalen Fasern keine Schädigung auftreten darf.

Heddaeus¹⁾ erklärt die einseitige reflektorische Starre durch Erkrankung des Sphinkterkernes unter Annahme einer zweiten accommodativen Sphinkterwurzel.

Andere zerlegen ganz willkürlich — wohl ohne sich jemals ernsthaft mit der Anatomie des Okulomotoriuskernes befasst zu haben — den Sphinkterkern in drei bis vier Unterabteilungen zur Erklärung der klinischen Erscheinungen.

Schwarz²⁾ erklärt die einseitige reflektorische Starre durch eine Läsion zwischen Kniehöcker und Sphinkterkern und zwar näher dem letzteren.

Wieder Andere nehmen eine Läsion der zum Kern einer Seite ziehenden Pupillenfasern und der zentralen Verbindung beider Sphinkterkerne an. Bei dieser Annahme wird eine partielle Optikusatrophie — Degeneration der Pupillarfasern! — wahrscheinlich. In den wenigen Fällen, wo ich bei vollständiger reflektorischer Starre, aber normaler Sehschärfe darauf untersuchen konnte, habe ich eine solche nicht

¹⁾ Die Pupillarbewegung, J. F. Bergmann, 1881 u. Heidelberger Berichte, 1898.

²⁾ Zeitschr. f. Augenheilk. Bd. II. S. 538.

nachweisen können. Ausgedehnte Untersuchungen hätten hier die definitive Entscheidung zu bringen.

Über und gegen alle diese Erklärungsversuche lässt sich nur das eine sagen, dass sie keineswegs auf dem Boden anatomischer Tatsachen aufgebaut sind, sondern dass bestimmte anatomische Vorstellungen zur Erklärung klinischer Beobachtungen willkürlich gebildet wurden.

Bei einer kritischen Besprechung der Vierhügel- und Zirbeldrüsenkrankungen, die auf der Durchsicht einer reichen Kasuistik basierte, musste ich zugeben, dass zur Zeit keine klinischen und pathologisch-anatomischen Tatsachen vorliegen, die beweisen, dass bei Affektionen der oberflächlichen Vierhügelpartien Störungen der Pupillenreaktion auftreten¹⁾.

Während somit zur Zeit keinerlei klinische und anatomische Beobachtungen vorliegen, die zu einer Lokalisation der Schädigung bei der reflektorischen Pupillenstarre in der Vierhügelgegend zwingen, ja dieselbe nur wahrscheinlich machen, spricht schon immer die klinische Erfahrung, sprechen auch anatomische Befunde und experimentelle Ergebnisse für eine Lokalisation in dem Halsmark oder vielmehr an dem spinalen Ende der Rautengrube.

Schon vor vielen Jahren haben v. Forster²⁾ und Rieger²⁾ dargestellt, dass eine spinale Ursache der reflektorischen Pupillenstarre vorhanden sein müsse.

In neuerer Zeit haben G. Wolff³⁾ und Gaupp⁴⁾ nachgewiesen, dass im Rückenmark und speziell im Halsmark bei Paralytikern stets Degeneration in den Hintersträngen vorhanden war, wenn reflektorische Pupillenstarre bestanden hatte, während umgekehrt die Fälle, welche nur Seitenstrangdegeneration zeigten, normalen Pupillenbefund geboten hatten.

In letzter Zeit ist von G. Wolff⁵⁾ ein Fall von beiderseitiger reflektorischer Pupillenstarre beschrieben worden, bei dem die Sektion ein Gumma im obern Halsmark vom zweiten bis vierten Cervicalnerven, ein Gumma auf der linken Ventralseite des Hirnstammes an der Grenze zwischen Pons und Medulla oblongata sowie ein Gumma

¹⁾ Zeitschr. f. Augenheilk. Bd. I. S. 360.

²⁾ v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. Bd. XXVII.

³⁾ Arch. f. Psych. u. Nervenheilk. Bd. XXXII. Heft 1.

⁴⁾ Psychiatr. Abhandl. von Wernicke herausgeg. 1898.

⁵⁾ Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk. Bd. XXI.

in der rechten Hirnhälfte ergab. Wolff sieht die Ursache der reflektorischen Starre wohl mit Recht in dem Gumma im Halsmark. Nicht ganz von der Hand weisen möchte ich die Annahme, dass das nahe der Mittellinie sitzende Gumma an der Grenze zwischen Pons und Medulla oblongata einen Reiz auf die nahe der Mittellinie cerebralwärts ziehenden Hemmungsfasern ausgeübt hat. Die Durchsicht der Literatur ergibt, dass öfters bei Ponserkrankungen reflektorische Pupillenstarre beobachtet ist.

Für eine Lokalisation der reflektorischen Pupillenstarre an der Grenze der Medulla oblongata und des Halsmarkes beziehungsweise am spinalen Ende der Rautengrube sprechen ferner Versuche, die Verfasser allein und zusammen mit H. Meyer angestellt hat.

Verfasser¹⁾ hat an Kaninchen, Katzen und Affen festgestellt, dass nach der Dekapitation noch Pupillenreaktion vorhanden ist. Die Zeitdauer, innerhalb deren die Reaktion nach der Dekapitation nachzuweisen war, wurde bestimmt. Es stellte sich heraus, dass bei der Dekapitation, wie sie der Verfasser vorgenommen hat, immer ein Stück Halsmark unversehrt blieb. Wurde dieses Stück Halsmark bis an die Medulla oblongata heran sofort nach der Dekapitation zerstört, so war der Lichtreflex der Pupille sofort erloschen.

Bei gemeinsam mit H. Meyer²⁾ an Katzen vorgenommenen Versuchen wurde festgestellt, dass doppelseitige Durchschneidung der Medulla oblongata am spinalen Ende der Rautengrube sofortige Lichtstarre beider Pupillen zur Folge hat.

Bei einem am spinalen Ende der Rautengrube rechtsseitig angelegten Schnitt trat linksseitige Lichtstarre auf bei zunächst prompter Reaktion der rechten Pupille³⁾.

Die Freilegung der Medulla oblongata mit ihren leichten mechanischen und sonstigen Reizen genügt meist, um den Lichtreflex der Pupille erheblich herabzusetzen oder vollständige Starre hervorzurufen. Dabei besteht ausgesprochene Myosis und öfters ungleiche Weite der Pupillen.

Durch Einwirkung leichter mechanischer Reize konnte an den prompt reagierenden Pupillen Lichtstarre hervorgebracht werden, die wieder schwand, nachdem der Reiz aufhörte.

¹⁾ v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. Bd. XLVII. 3. Äbt.

²⁾ Ibidem. Bd. LV. Heft 3 und Bd. LVI. Heft 2.

³⁾ Es besteht hier eine gewisse Analogie zur Hemianopsie, indem bei rechtsseitiger Läsion linksseitige Hemianopsie und umgekehrt auftritt.

Die durch Reizung der Medulla oblongata am spinalen Ende hervorgerufene Starre der Pupillen konnte durch einen in der Mitte der Rautengrube oder noch mehr cerebralwärts gelegenen doppelseitigen Schnitt durch die Medulla oblongata in sofortige ausserordentlich prompte Reaktion umgewandelt werden.

H. Meyer und Verfasser glauben die Resultate ihrer Experimente durch die Annahme eines am spinalen Ende der Rautengrube nahe der Mittellinie gelegenen Hemmungszentrums für den Lichtreflex und die Pupillenerweiterung erklären zu sollen.

Jedenfalls dürfte aus diesen Versuchsergebnissen mit Bestimmtheit auf Beziehungen zwischen Medulla oblongata und Pupillenreaktion zu schliessen sein.

Vielleicht gelingt es rascher, die Lokalisation der reflektorischen Starre sicher festzustellen, wenn mehr auf diese Beziehungen als auf die Beziehungen der nächsten Umgebung des Okulomotoriuskernes und dieses Kernes selbst zur reflektorischen Starre geachtet wird.

Erklärung der Myosis bei der reflektorischen Starre.

Zur Erklärung der Myosis dachte ich früher in Anlehnung an andere Autoren an Lähmung von sympathischen, im Halsmark verlaufenden Fasern. Bei dem eingehenden Studium der Frage fiel auf, dass bei der Tabes nur äusserst selten eine Lähmung der andern okulopupillären Fasern des Halssympathikus zu beobachten ist. Ich habe zur Entscheidung der Frage bei einer Anzahl von Fällen mit reflektorischer Starre und Myosis Kokain in den Bindehautsack eingeträufelt und stets danach eine Pupillenerweiterung feststellen können. Sonach war der Gedanke an Lähmung von sympathischen Fasern zur Erklärung der Myosis aufzugeben.

Gegen die Annahme einer tonischen Kontraktur des Sphinkter sprach die prompte Wirkung des Kokains, sprach etwas der jahrelang unveränderte Zustand, sprach die ausgiebige Reaktion bei der Konvergenz, sprach die vollständig mangelnde Erweiterung beim Aufenthalt der Patienten im Dunkelzimmer.

Zur Zeit halte ich auf Grund der gemeinsam mit H. Meyer angestellten Experimente an Katzen, halte ich auf Grund von klinischen Beobachtungen folgende Erklärung des Zustandekommens der Myosis für die wahrscheinlichste.

Am spinalen Ende der Rautengrube liegt ein Hemmungszentrum für die Pupillenverengerung, sowie ein Hemmungszentrum für die

Pupillenerweiterung. Bei einer Reizung dieser Zentren werden sowohl die Reflexe gehemmt, welche eine Pupillenverengung zur Folge haben, als auch die Reflexe, welche zu einer Pupillenerweiterung führen. Diese Hemmung kann, soviel ich bis jetzt beobachtet habe, nur durch ausserordentlich starke Sympathikusreize ganz kurz überwunden werden.

Myosis und nicht Mittelweite der Pupillen ist deshalb vorhanden, weil der *Musculus sphincter pupillae* gegenüber dem *Musculus dilatator* das Übergewicht hat, es überwiegt der normale Tonus des kräftigern Sphinkter über den normalen Tonus des schwächern Dilator.

Bei dieser Erklärung der Myosis verstehen wir, weshalb die Konvergenzverengung prompt und ausgiebig erfolgt, weshalb im Dunkel keine Pupillenerweiterung eintritt, wir begreifen die Wirkung des Kokain auf die Pupille.

Mir dünkt, dass die Myosis bei der reflektorischen Starre in ähnlicher Weise zu stande kommt, wie die Myosis bei der Narkose; auch die Myosis im Schläfe dürfte Beziehungen haben.

Im Tode ist zunächst die Pupille weiter wie bei der reflektorischen Starre, weil hier der Tonus des Sphinkter wegfällt.

Der Umstand, dass die Pupille bei der reflektorischen Starre nicht immer die gleiche Weite zeigt, dürfte auf eine nicht immer ganz gleiche Beeinflussung beider Hemmungszentren zurückzuführen sein.

Ich bemerke, dass ich beim Vorhandensein einer reflektorischen Starre nie über Mittelweite der Pupillen gesehen habe.

Im Sinne obiger Erklärung dürfte auch die Tatsache zu verwerthen sein, dass bei einseitiger reflektorischer Starre die lichtstarre Pupille enger ist.

Ich will nicht verfehlen zu bemerken, dass die eben gegebene Erklärung des Zustandekommens der reflektorischen Pupillenstarre und der Myosis mich für das Zustandekommen dieser Erscheinungen bei der *Tabes* und *Taboparalyse* zur Zeit nicht ganz befriedigt. Wenn wir auch einen physiologischen andauernden Reizzustand von Hemmungszentren als sicher erwiesen annehmen müssen, so hat für mich ein pathologischer Reizzustand, der nicht allmählich zur Zerstörung des Zentrums führt, etwas Befremdliches. Nach der Zerstörung des Hemmungszentrums müsste aber die Pupillenreaktion wieder flott werden, wenn nicht nunmehr ein Reizzustand der davon abgehenden Hemmungsbahnen eintritt.

Dieses Bedenken lässt mich auch an die Annahme denken, dass

es sich bei der Ausbildung der reflektorischen Starre und Myosis bei der Tabes um ein Zugrundegehen von Bahnen handeln könnte, welche die Tätigkeit der Hemmungszentren für die Pupille zu regulieren, zu beeinträchtigen im stande sind.

Pupillenträgheit.

In der letzten Zeit ist von Strassburger¹⁾, Saenger²⁾, Nonne³⁾ und Rothmann⁴⁾ ein eigentümliches Verhalten der Pupille beschrieben worden.

Die von den genannten Autoren beschriebenen Fälle liegen nicht ganz gleich; das Wesentliche bildet folgende Beobachtung:

Bei lichtstarrten Pupillen trat bei der Konvergenz eine langsame Verengerung ein, die dann einige Minuten bestehen blieb oder der gleich beim Aufhören der Konvergenz eine ganz allmählich vor sich gehende Erweiterung folgte.

Strassburger¹⁾ beobachtete auch einen Fall, bei dem die rechte Pupille lichtstarr war, während die linke Pupille direkt und indirekt prompt reagierte. Bei der Konvergenz und Accommodation zeigte die starre Pupille fast keine Verengerung, bei der andern war die Reaktion ausgiebig, aber die Erweiterung erfolgte nur langsam.

Ich habe ebenfalls zwei Fälle beobachtet, die ein ähnliches Verhalten zeigten.

1. W, Theodor, 23 Jahre alt. Heredität.

Beiderseits Emmetropie, S. = $\frac{6}{4}$. Accommodation normal. — Gesichtsfeld, Farbensinn normal. — Im Orbikularis des linken Oberlides bestehen fast ständig geringe fibrilläre Zuckungen.

Pupillen: Auerlicht (15 cm vom Auge entfernt)

binokular:

rechts 2,0, links 2,25 mm

monokular:

rechts 2,25, links 2,5 mm.

Untersuchung im Dunkelzimmer (durchfallendes Licht):

Grösste Weite rechts 4,5, links 4,75—5,0 mm.

Konvergenz bei seitlich stehendem Auerlicht geprüft:

Grösste Verengerung rechts < 1,5, links < 1,5 mm.

¹⁾ Pupillenträgheit bei Accommodation und Konvergenz. Neurol. Centralbl. 1902. Nr. 16.

²⁾ Über myotonische Pupillenbewegung. Ibidem 1902. Nr. 18 und 24.

³⁾ Über die sog. „myotonische“ Konvergenzträgheit lichtstarrer Pupillen. Ibidem Nr. 21.

⁴⁾ Über Kontraktur des Sphincter iridis lichtstarrer Pupillen bei Accommodations- und Konvergenzreaktion. Ibidem. 1903. Nr. 6.

Direkte und indirekte Lichtreaktion, Konvergenzreaktion beiderseits vorhanden. Dieselben erfolgen derart, dass vom Beginn der Verengung bis zur grösstmöglichen Pupillengrösse ca. 4 Sekunden verstreichen, die Erweiterung braucht 8 bis 10 Sekunden.

Das „Pupillenspiel“ fehlt, auch bei Lupenbetrachtung. Langsam vor sich gehende Veränderungen finden statt bei psychischen Alterationen, z. B. Lösen einer Rechenaufgabe (Erweiterung und Verengung).

Lidschlussverengung beiderseits in geringem Grade vorhanden.

Cornealreflex, Hautreflex normal. — Keine äusseren Muskelparesen. — Trigeminus nicht druckempfindlich.

2. Bei einem Falle mit doppelseitiger Stauungspapille infolge eines Hirntumors (rechts S. = $\frac{1}{10}$, links S. = $\frac{1}{4}$) beobachtete ich gleichfalls eine auffallend langsame Zusammenziehung der Pupillen, der erst nach 7 bis 8 Sekunden eine allmähliche Erweiterung folgte.

Pupillen bei durchfallendem Licht im Dunkelmzimmer:

rechts 6, links 5,5 mm,

Auerlicht: binokular

monokular

rechts 3,75, links 3,5 mm

rechts 4,25, links 3,75—3,5.

Die grösste Verengung wird in ca. 4 bis 5 Sekunden erreicht, die grösste Erweiterung in ca. 10 Sekunden, wobei zu bemerken ist, dass die Erweiterung erst nach ca. 7 bis 8 Sekunden beginnt.

Die Konvergenzreaktion erfolgte gleichfalls träge. Genauere Notizen habe ich mir seinerzeit nicht gemacht.

Die bis jetzt vorliegenden Beobachtungen über Pupillenträgheit weichen in dieser und jener Hinsicht etwas voneinander ab. Aus diesem Grunde und weil die Zahl der Beobachtungen noch zu gering ist, dürfte es wohl kaum an der Zeit sein, an die Erklärung des Phänomens heranzutreten, denn es könnte sich zunächst doch wohl nur um Hypothesen handeln.

Weitere genaue Mitteilungen über Pupillenträgheit sind daher sehr erwünscht. Besonders ist auch darauf zu achten, ob nicht Übergangsformen von der normalen Reaktion zur ausgesprochenen Pupillenträgheit öfters vorkommen, wissen wir doch, dass die physiologischen Schwankungen des Pupillenspieles nicht unbeträchtlich sind.

Welche Angaben brauchen wir zur Analyse von Pupillenstörungen?

Meinen Erfahrungen nach sind folgende Angaben bei der Schilderung des Verhaltens der Pupillen nötig.

1. Weite der Pupillen im Dunkelmzimmer bei der Untersuchung im durchfallenden Licht.

2. Weite der Pupillen bei starker Belichtung der Augen z. B.

durch Gasglühlicht und zwar sowohl bei monokularer als binokularer Untersuchung.

3. Weite der Pupillen bei der Konvergenz. — Kennen wir die hierbei gefundene Weite der Pupillen, so sind wir in den allermeisten Fällen im stande, eine vorhandene Pupillenanomalie zu analysieren. Die Angabe der einzelnen Werte ermöglicht es uns auch, eventuelle spätere Änderungen mit Sicherheit festzustellen und zu verwerten. Unter Umständen müssen genaue Angaben zu verschiedenen Zeiten der Beobachtung gemacht werden.

Angaben über die Accommodation, ferner über die Wirkung von Kokain, Atropin und Eserin sind eventuell wünschenswert oder sogar notwendig.

Weiterhin sind in besonderen Fällen Angaben über den zeitlichen Ablauf der Reaktionen nötig.

Gelegentlich sind Angaben über die Einwirkung des Lidschlages erforderlich.

Art des Aufschreibens.

Natürlich kann man beim Aufschreiben in verschiedener Weise vorgehen, doch wäre es wünschenswert, wenn auch in dieser Hinsicht ein gewisses Schema allgemeine Gültigkeit gewänne.

Ich erlaube mir im Folgenden einen Vorschlag bezüglich des Aufschreibens zu machen und bringe zur Veranschaulichung und Prüfung des Wertes Notizen über das normale Verhalten der Pupillen, sowie über das Verhalten derselben bei den häufigeren Störungen.

Normales Verhalten:

Pupillen.

	rechts	links
Durchfallendes Licht	5	5
Gasglühlicht monokular	3,0	3,0
„ binokular	2,5	2,5
Konvergenz	2,75	2,75

Angeborene Differenz der Pupillenweite:

	rechts	links
Durchfallendes Licht	4,0	3,5
Gasglühlicht monokular	3,0	2,5
„ binokular	2,75	2,25
Konvergenz	2,75—2,5	2,25—2,0

Rechtsseitige Aufhebung der zentripetalen Leitung:

	rechts	links
Durchfallendes Licht	5,5	5,0
Gasglühlicht monokular	5,5—6,0	3,0
„ binokular	3,25—3,0	3,0
Konvergenz	2,75	2,75—2,5

Rechtsseitige reflektorische Starre:

	rechts	links
Durchfallendes Licht	2,5	4,5
Gasglühlicht monokular	2,5	3,0
„ binokular	2,5	3,0
Konvergenz	2,0	2,5—2,25

Rechtsseitige Lähmung der zentrifugalen Bahn:

	rechts	links
Durchfallendes Licht	5,0—5,25	5,0
Gasglühlicht monokular	5,0	3,0
„ binokular	5,0	3,0—2,75
Konvergenz	5,0	3,0—2,5

Rechtsseitige Lähmung der okulopupillären Fasern
des Halssympathikus.

	rechts	links
Durchfallendes Licht	3,0	4,5
Gasglühlicht monokular	2,5	3,0
„ binokular	2,25	2,75
Konvergenz	2,0	2,75—2,5

Falls keine anderweiten Anzeichen von Störung der okulopupillären Fasern des Halssympathikus vorliegen, kann eventuell erst eine wiederholte Untersuchung eine sichere Entscheidung zwischen angeborener Pupillendifferenz und leichter Sympathikusstörung bringen. Kann man Kokain einträufeln, so wird sich meist sofort eine Entscheidung treffen lassen.

Nomenklatur.

Gelegentlich eines Vortrages auf der XXIX. Versammlung der ophthalmologischen Gesellschaft zu Heidelberg habe ich mich gegen die Bezeichnung „Reflexaubheit“ ausgesprochen für die Fälle, wo bei Belichtung des einen Auges direkte und indirekte Lichtreaktion

mangelt, bei Belichtung des andern Auges aber direkte und indirekte Lichtreaktion erfolgt. Ich sagte damals, „vielleicht ist es zweckmässiger für diese Fälle die Bezeichnung ‚amaurotische Starre‘ (Starre bei peripherer Amaurose) zu gebrauchen“.

Dieser Vorschlag fand nicht den Beifall Schirmers¹⁾; er findet vielmehr die Bezeichnung „Reflextaubheit“ so treffend, dass er durchaus dafür eintritt, diesen klaren und einfachen Ausdruck beizubehalten. „Man muss nur stets festhalten, dass das Auge reflextaub ist, nicht die Pupille.“

Die Bezeichnung „amaurotische Starre“ sei unklar und unzutreffend, da man niemals von amaurotischer Starre einer Pupille reden könne.

So viel ich weiss, habe ich das nicht getan. Man kann aber wohl von links- oder rechtsseitig bedingter amaurotischer Starre (von Starre bei links- oder rechtsseitiger peripherer Amaurose) reden.

Ich gestehe übrigens zu, dass die vorgeschlagene Bezeichnung Schwächen hat und würde gern eine passendere Bezeichnung annehmen, nur kann mir der Ausdruck „Reflextaubheit“ nicht gerade besonders passend erscheinen und speziell beim Unterricht erwies er sich als wenig geeignet.

Will man den Studierenden die Begriffe „Reflextaubheit“ und „reflektorische Starre“ klar machen, so gelingt einem das in der Regel recht schwer und selten bleibt die Erklärung in dem Gedächtnis lange haften. Wie ich aus Erfahrung weiss, geht dies übrigens auch Ophthalmologen und Neurologen gerade so.

Bei der „Reflextaubheit“ muss man den Studenten sagen, dass die Bezeichnung „Reflextaubheit“ sich natürlich auf das Auge und nicht auf die Pupille beziehe, dahingegen beziehe sich die Bezeichnung „reflektorische Starre“ auf die Pupille, es könne dabei die Reflexleitung von seiten des Auges vollkommen normal sein.

Berücksichtigt man nun ferner, dass auf starke psychische Einflüsse und starke sensible Reize sowohl bei dem Vorhandensein von sog. „Reflextaubheit“ als auch bei der sog. „reflektorischen Starre“ die Pupillen reagieren, so vermehren sich die Schwierigkeiten, für die in Rede stehenden Begriffe kurze passende Bezeichnungen zu finden, noch weiter.

Ich habe mit der Bezeichnung „Starre bei peripherer Amaurose“ oder „rechts- resp. linksseitig bedingter amaurotischer Starre“ bei

¹⁾ Deutsche med. Wochenschr. 1902. Nr. 13. S. 9.

den Studierenden am meisten erreicht, da sie der Gedanke an eine Zerstörung resp. Leitungsunterbrechung im Optikus noch am ehesten zu einer Analyse der Pupillenerscheinungen brachte.

Der Ausdruck „reflektorische Starre“ lenkt die Studierenden nicht darauf hin, dass bei der reflektorischen Starre die direkte **und** indirekte Lichtreaktion fehlt. Es dürfte wohl kaum gelingen, eine kurze Bezeichnung zu finden, die auf diesen so wichtigen Umstand hinlenkt.

Somit wird zunächst nichts übrig bleiben, als dass man sich das Wesen der reflektorischen Starre seinem Gedächtnis einprägt.

Dies wird um so leichter möglich sein, je weniger Schwierigkeiten die Analyse der anderweiten Pupillenstörungen bereitet.

Das Verhalten der Pupille bei der absoluten Pupillenstarre dürfte kaum Schwierigkeiten bereiten, das Verhalten der Pupillen bei der sog. Reflextaubheit dürfte sich durch Einführung der Bezeichnung „amaurotische Starre“ (Starre bei peripherer Amaurose) leicht analysieren lassen.

Das Verhalten der Pupillen bei verschiedenen pathologischen Zuständen des Auges.

Im Folgenden will ich in Kürze noch die Beobachtungen an den Pupillen mitteilen, die ich im Laufe mehrerer Jahre bei den verschiedensten Anomalien des Auges und dessen Umgebung machen konnte. Die Gesamtzahl der untersuchten Fälle ist eine ziemlich beträchtliche. Ein genaues Untersuchungsprotokoll habe ich bei etwas über 400 Fällen aufgenommen. Von der Mitteilung der einzelnen Protokolle glaube ich absehen zu sollen.

Maculae corneae.

Bei dem Vorhandensein von Maculae corneae aus verschiedener Ursache verhält sich die Lichtreaktion und Weite der Pupillen verschieden. Die Lichtreaktion kann auch beim Vorhandensein vieler Hornhautflecke und starker Beeinträchtigung des Sehvermögens normal sein. Im allgemeinen darf gesagt werden, dass bei den Hornhautflecken Anomalien der Lichtreaktion und der Pupillenweite weniger von den Hornhautflecken selbst als von der seinerzeitigen Mitbeteiligung der Iris abhängen.

Cataracta.

Bei nicht komplizierter Cataracta senilis, perinuclearis, polaris anterior et posterior entsprechen Pupillenweite und Lichtreaktion der Pupille den normalen Verhältnissen.

Ich war anfänglich erstaunt, bei vollständig reifer Cataracta senilis normale Lichtreaktion zu finden, doch ist dies, wie gesagt, die Regel.

Ist die Katarakt auf beiden Seiten ungleich entwickelt, dann besteht trotzdem in der Regel gleiche Weite und gleiche Reaktion.

Im Quellungsstadium kann auf der Seite der stärker gequollenen Linse die Pupille etwas weiter und die Reaktion etwas träger und weniger ergiebig sein. Jedoch habe ich auch zweimal das Gegenteil davon beobachtet.

Lähmung des Musculus sphincter pupillae.

Bei Lähmung des Sphincter pupillae ist die Pupille erweitert, doch nicht maximal weit. Auch bei vollständiger Lähmung des Sphinkter bestehen nicht unbedeutende individuelle Schwankungen in der Pupillenweite. Bei einseitiger Sphinkterlähmung tritt eine Pupillendifferenz auf, die bei Lichteinfall besonders deutlich ist und im Dunkeln ganz verschwinden kann. In der Regel ist bei Lähmung des Sphinkter die Pupille im Hellen und Dunkeln gleich weit; das Gleiche ist bei der reflektorischen Starre der Fall. Beides spricht gegen die Annahme, dass die Pupillenerweiterung im Dunkeln auf Sympathikusreiz erfolge. — Natürlich besteht bei der Paralyse des Musculus sphincter pupillae absolute Pupillenstarre.

Ich habe zwei Fälle beobachtet, wo trotz Fortbestehens der absoluten Pupillenstarre allmählich die Pupille enger wurde. In dem einen Falle ist nun sieben Monate nach Beginn der Sphinkterlähmung die rechte Pupille konstant 3,25 mm weit. Es handelt sich um einen Prozess, der sich in der nächsten Nähe der Fissura orbitalis superior abspielt. Ich bemerke, dass das Auge ganz reizfrei ist, ferner dass noch geringe Sensibilitätsstörungen im Bereiche des Nervus frontalis, der Nerven supra- et infratrochlearis vorhanden sind, und dass jedenfalls an den Lidern keine Zeichen von Lähmung sympathischer Fasern vorliegen. — Bei diesem Falle lässt sich trotz der absoluten Starre die Pupille durch Kokain auf 4 mm, durch Atropin auf 4,75 mm erweitern, durch Eserin auf 1,5 mm verengern. Dieser Befund ist interessant und wichtig und fordert zu weiteren Untersuchungen auf,

denn es besteht hier trotz Mangels zentraler Innervation ein gewisser Tonus im Sphinkter.

Reizung des Musculus sphincter pupillae.

Die Pupillen sind besonders bei Belichtung verengt. Die Reaktion ist dabei öfters schnellend.

Lähmung des Sympathikus.

Bei der Lähmung der okulopupillären Fasern des Halssympathikus ist die Pupille eng. Die Myosis kann einen sehr hohen Grad erreichen. Die Licht- und Konvergenzreaktion sind normal. — Bei starken sensiblen Reizen, bei psychischer Erregung erweitern sich die Pupillen.

Reizung des Sympathikus.

Die Pupillen sind erweitert. Die Lichtreaktion ist, von ganz extrem starker Reizung abgesehen, etwas vorhanden, ebenso die Konvergenzreaktion. Ich habe Fälle beobachtet, wo bei hochgradiger Pupillenerweiterung infolge psychischer Erregung usw. die Lichtreaktion sehr prompt war.

Refraktion.

Im allgemeinen lässt sich sagen, dass die Pupillen bei Emmetropie mittelweit, bei Hypermetropie relativ eng, bei Myopie relativ weit sind. Bei einseitig höherer Hypermetropie kann die Pupille der betreffenden Seite enger sein, bei einseitig höherer Myopie kann das umgekehrte Verhalten beobachtet werden. In dieser Hinsicht habe ich jedoch absolut keine Konstanz gefunden. Man findet z. B. auch gelegentlich auf der Seite der höheren Myopie die Pupille enger, ja man findet bei Anisometropie ausnahmsweise z. B. die Pupille des hypermetropischen Auges weiter wie die des myopischen Auges.

Bemerkenswert und nicht unwichtig ist die Tatsache, dass bei Myopie, und besonders bei jugendlichen Myopen, bei herabgesetzter Beleuchtung oft sehr weite Pupillen auftreten.

Die Lichtreaktion der Pupillen ist in der Regel gleich, auch wenn ein Unterschied in der Refraktion beider Augen vorhanden ist, z. B. rechts eine Hypermetropie von 1, links eine solche von 3 Dioptrien. Auch wenn bei sonst normalem Verhalten des Auges die Sehschärfe des z. B. stärker hypermetropischen Auges herabgesetzt ist, pflegt die Lichtreaktion gleich zu sein.

Öfters ist mir aufgefallen, dass die Lebhaftigkeit der Reaktion und der Grad der Verengung bei etwas höherer Myopie besonders bei nicht mehr jugendlichen Personen relativ gering war. Eine Verallgemeinerung dieser Beobachtung liegt mir zur Zeit fern.

Strabismus.

Bei dem Strabismus concomitans sind die Pupillen gleichweit und ist die Lichtreaktion beiderseits normal und gleich, auch wenn die Sehschärfe eines Auges hochgradigst herabgesetzt ist.

Unterschiede in der Pupillenweite werden nur beobachtet bei hochgradigen Differenzen in der Refraktion beider Augen und aus andern Ursachen, z. B. Sympathikusaffektionen, ungleicher Entwicklung der Iris.

Diese Tatsache spricht auch dafür, dass die Amblyopie bei dem Strabismus nicht durch eine Anomalie in der Retina und dem Optikus bedingt ist, und bestätigt somit die Erfahrung, dass das Sehvermögen des Schielauges unter Umständen einer wesentlichen Besserung fähig ist.

Chorioiditis (Chorioretinitis).

Bei Chorioiditis peripherica disseminata mit normaler oder nicht wesentlich herabgesetzter Sehschärfe ist nahezu ausnahmslos die Pupillenreaktion normal. Davon kann man sich besonders überzeugen bei rein einseitigen oder einseitig viel stärker ausgeprägten Fällen. Bei letzterer Klasse von Fällen kann man auch feststellen, dass die Chorioiditis die Pupillenweite nicht beeinflusst.

In drei Fällen von Chorioretinitis, wobei ein peripheres, nicht sehr ausgedehntes Skotom vorhanden war, bei normaler oder nahezu normaler zentraler Sehschärfe, konnte ebenfalls keine Abweichung der Lichtreaktion und der Pupillenweite von der Norm bemerkt werden.

Bei ausgedehnter peripherer areolärer Chorioretinitis, die zum Ausfall eines ganzen Gesichtsfeldquadranten oder eines noch grösseren Gebietes führte, habe ich konstatieren können, dass bei der Belichtung der veränderten Partie nur eine schwache Pupillenreaktion erfolgte.

Besteht eine Chorioretinitis diffusa mit Beteiligung der Macula und beträchtlicher Herabsetzung der zentralen Sehschärfe, so pflegt die Lichtreaktion der Pupille stark herabgesetzt zu sein.

Beim Vorhandensein einer Chorioretinitis centralis allein mit starker Herabsetzung der Sehschärfe wird oft eine schlechte Lichtreaktion beobachtet.

Ich habe jedoch auch Fälle untersucht, die ein zentrales Skotom infolge Chorioretinitis zeigten ohne Herabsetzung der Lichtreaktion. Bei einem Falle von linksseitiger Chorioretinitis disseminata mit starker Mitbeteiligung der Macula und Herabsetzung der Sehschärfe auf Fingerzählen in 1 m, reagierte die linke Pupille bei Lichteinfall äusserst prompt. Sie war bei monokularer und binokularer Gasglühlichtuntersuchung ca. $\frac{1}{4}$ mm enger als die Pupille des rechten Auges, das normale Sehschärfe und normalen ophthalmoskopischen Befund hatte. Es bestanden Blendungserscheinungen am linken Auge.

Aus diesen Fällen und andern Umständen glaube ich schliessen zu sollen, dass von einer ausschliesslichen Auslösung des Lichtreflexes von der Macula aus, wie dies behauptet wird, nicht die Rede sein kann. Ich glaube auch nicht, dass die Macula ganz die gleiche Bedeutung für die Auslösung des Pupillenreflexes wie für die Sehschärfe besitzt. Jedoch ist sie sicher auch für die Auslösung des Pupillenreflexes den peripheren Netzhautpartien überlegen.

Ziemlich konstant beobachtet man bei einseitiger zentraler Chorioretinitis eine mehr minder ausgeprägte Erweiterung der zugehörigen Pupille bei der Untersuchung im durchfallenden Licht. Die Differenz ist häufig hier ausgeprägter als bei monolateraler stärkerer Belichtung.

Erkrankungen der Retina.

Bei Veränderungen im **Gefässsystem der Netzhaut**, besonders in den arteriellen Gefässen mit sekundärer Sehnervenatrophie tritt eine Herabsetzung des Lichtreflexes der Pupillen ein. Die Pupillen werden dabei in der Regel etwas weiter, was man besonders deutlich meist im durchfallenden Licht bei herabgesetzter Beleuchtung wahrnehmen kann.

Hört die Blutversorgung der Gehirnschicht der Retina infolge Verstopfung, Zerreissung usw. der Arteria centralis retinae auf, so erlischt mit dem Sehvermögen auch der Lichtreflex.

Bei Verstopfung usw. eines oder mehrerer Äste der Arteria centralis retinae kann bei Belichtung der nicht mehr funktionierenden Netzhaut eine auffallend schlechte Reaktion beobachtet werden, eventuell hemianopische Reaktion.

Geringe arterielle Störungen und Veränderungen in den Venen können ohne nennenswerten Einfluss auf die Lichtreaktion der Pupille bleiben.

Bei einseitigen Circulationsstörungen in der Retina wird eine be-

stehende Differenz in der Pupillenweite häufig besonders deutlich bei herabgesetzter Beleuchtung.

Bei Blutungen in der Macula verhält sich die Lichtreaktion und Weite der Pupillen in gleicher Weise wie bei der Chorioretinitis centralis.

Ich habe aber auch zwei Fälle von frischen Blutungen in der Macula beobachtet, wo trotz starker Herabsetzung der zentralen Sehschärfe ($\frac{1}{20}$ und $\frac{1}{12}$) keine Änderung in der Pupillenweite und Lichtreaktion sowohl bei der Untersuchung im durchfallenden Licht bei herabgesetzter Beleuchtung als bei der Untersuchung mit Tageslicht (monokular und binokular!) nachzuweisen war.

Bei der **Netzhautablösung** ist meist, wenn keine Komplikation, besonders keine Iritis vorliegt, die Pupille des erkrankten Auges etwas weiter. Diese Erweiterung tritt häufig bei der Untersuchung im durchfallenden Licht sehr deutlich hervor, hingegen finde ich die Erweiterung bei Einwirkung einer grösseren Lichtmenge auch bei monokularer Prüfung trotz starker Herabsetzung der Sehschärfe oft nur sehr gering.

Bei einigen Fällen konnte ich feststellen, dass bei Belichtung der abgelösten Partie der Netzhaut die Reaktion etwas weniger prompt erfolgte. Diese Beobachtung machte ich speziell bei älteren Fällen.

Bei einigen Fällen fiel mir auf, dass trotz hochgradigster Herabsetzung der Sehschärfe — in einem Falle war nur noch Lichtschein vorhanden —, bei Belichtung des erkrankten Auges eine sehr prompte Lichtreaktion auftrat. Besonders auffällig war diese Erscheinung bei einem sehr leicht erregbaren und einem ausgesprochen neurasthenischen Patienten. Sollten diese Beobachtungen bei einem grösseren Material Bestätigung finden, so würde man daraus schliessen dürfen, dass die Pupillenfasern länger erregbar bleiben als die Sehfasern, oder dass schon eine geringe Zahl erhaltener Pupillenfasern zur Auslösung eines prompten Lichtreflexes genügt.

In den vorgeschrittenen Fällen von **Retinitis pigmentosa** ist die Lichtreaktion herabgesetzt und zwar viel stärker bei Belichtung der peripheren Netzhautpartien als bei Belichtung der zentralen Abschnitte.

Bei einem atypischen Fall, bei welchem ein circumpapilläres Skotom vorhanden und die zentrale Sehschärfe hochgradig herabgesetzt war, vermisste ich diesen Unterschied in der Lichtreaktion bei Belichtung der peripheren und zentralen Netzhautpartien.

Stauungspapille.

Schon bei Beginn der Stauungspapille sind die Pupillen häufig sehr weit. Die Lichtreaktion habe ich verschieden gefunden, nicht immer im Einklang mit der Sehestörung. Wahrscheinlich ist die Pupillenweite nicht allein auf Hemmung in der zentripetalen Leitung zurückzuführen, sondern spielt auch Sympathikusreizung eine Rolle dabei.

Es kommt vor, dass bei Stauungspapille infolge erhöhten intrakraniellen Druckes die Sehschärfe noch relativ gut ist (ja $\frac{1}{2}$ der Normalen bei allerdings schwankendem Charakter) und dass trotzdem die Lichtreaktion nahezu erloschen ist.

Bei unterschiedlicher Herabsetzung der Sehschärfe auf beiden Seiten findet man nicht immer — auch nicht bei monokularer Prüfung — die Pupille des schlechter sehenden Auges weiter. Es können sich hier Störungen in der zentripetalen und der zentrifugalen Bahn sowie in den Pupillenzentren kombinieren.

Einmal sah ich bei Stauungspapille eine auffallend langsame Zusammenziehung der Pupille — Prüfung bei Gasglühlicht —, der erst nach ca. acht Sekunden eine allmähliche Erweiterung folgte.

Bei Tumoren der Orbita wird das Verhalten der Pupillenreaktion und -weite nicht so selten durch eine Affektion des Ganglion ciliare sowie der zu den innern Augenmuskeln ziehenden Nervenfasern wesentlich beeinflusst.

Retrobulbäre Neuritis.

Bei der retrobulbären Neuritis ist in der Regel — nicht immer! — die Pupille der befallenen Seite im durchfallenden Licht und bei Gasglühlicht untersucht etwas weiter. Deutlicher tritt der Unterschied in der Pupillenweite bei monokularer Gasglühlichtuntersuchung hervor.

Die direkte Lichtreaktion des betroffenen Auges, die indirekte des andern Auges ist herabgesetzt.

Bei einem Falle, den ich ganz im Beginn der Erkrankung untersuchen konnte, war trotz Herabsetzung der Sehschärfe auf $\frac{1}{60}$ des Normalen die Lichtreaktion der Pupille noch einige Tage normal und die Pupille etwas enger als auf der andern Seite. Erst nach sechs Tagen war konstant die Pupille der befallenen Seite etwas weiter und die Lichtreaktion herabgesetzt.

In einem Falle ging die Besserung der Lichtreaktion der Besserung der Sehschärfe um drei Tage voraus.

Der erstgenannte Fall ist verwertbar in dem Sinne, dass die

Macula nicht ausschliesslich für den Pupillenreflex in Betracht kommt oder in dem Sinne, dass die Reflexfasern widerstandsfähiger gegen entzündliche Prozesse im Optikus sind als die Sehfasern. Jedoch liegen auch noch weitere Erklärungsmöglichkeiten vor.

Neuerdings habe ich wieder einen Fall von retrobulbärer Neuritis beobachtet und zwar ein Rezidiv dieser Erkrankung. Trotzdem die Sehschärfe rechts auf Fingerzählen in $1\frac{1}{2}$ m anfangs herabgesetzt war, erfolgte die Lichtreaktion rechts direkt und links indirekt sehr prompt. Im durchfallenden Licht war zunächst die rechte Pupille $\frac{1}{4}$ mm enger, nach wenigen Sekunden bestand Pupillengleichheit, bei monokularer Gasglühlichtuntersuchung war die rechte Pupille nur $\frac{1}{4}$ mm weiter als die linke.

Sehnervenatrophie.

Bei doppelseitiger vollständiger Sehnervenatrophie sind die Pupillen über mittelweit und lichtstarr.

Bei länger bestehender doppelseitiger Atrophie beobachtet man gelegentlich, dass der Konvergenzimpuls nicht mehr prompt und anhaltend genug erfolgt, um eine deutliche und etwas andauernde Konvergenzverengerung hervorzuhängen.

Trifft dies nicht zu, sondern sind die Pupillen mittelweit, ja verengt, dann liegt in der Regel Tabes oder Taboparalyse vor. — Abweichungen von dem zunächst angegebenen Verhalten können auch durch Mitbeteiligung speziell Reizung des Okulomotorius an der Hirnbasis, des Ganglion ciliare usw. eintreten.

Bei einseitiger Atrophie ist häufig die Pupille des erkrankten Auges weiter. Im durchfallenden Licht kann die zunächst vorhandene Differenz sich bald ausgleichen, besonders bei Myopie.

Bei starker binokularer Belichtung kann vollständige Pupillengleichheit eintreten, hingegen tritt die Differenz meist besonders deutlich hervor bei monokularer starker Belichtung. Jedoch kommen auch Ausnahmen hiervon vor und es kann die Pupille des allein erkrankten Auges oder des stärker erkrankten Auges bei monokularer starker Belichtung nicht weiter werden wie die Pupille der andern Seite, ja das Gegenteil kann der Fall sein. Bei Tabes ist dieses gegenteilige Verhalten sogar die Regel.

Glaukom.

Es ist bekannt, dass bei Glaukom in der Regel die Pupillen weit sind und träge reagieren.

Ich konnte diese bekannte Tatsache im allgemeinen bestätigen

und möchte nur besonders darauf hinweisen, dass mir dieses Verhalten der Pupille diagnostisch von Wert gewesen ist in zwei Fällen von nicht entzündlichem Glaukom. Es zeigte dabei die Pupille zu einer Zeit, wo die zentrale Sehschärfe, wo das Gesichtsfeld noch normal war, schon eine deutliche Erweiterung und eine Herabsetzung der Lichtreaktion.

Anhangsweise sei hier kurz erwähnt, dass ich eine allerdings nicht sehr grosse Anzahl von Fällen mit Epilepsie, Paranoia, Dementia senilis, Depressionszuständen und **Hysterie** untersuchen konnte.

Ein irgendwie charakteristisches Verhalten der Pupillen habe ich dabei bis jetzt nicht beobachtet.

Bei hysterischen Personen fand ich in der Regel die Pupillen relativ weit, die Lichtreaktion sehr prompt und schnellend. Speziell erwähnen will ich, dass ich zweimal Personen im hysterischen Dämmerzustand untersuchen konnte. Einmal wurde vollständige Erblindung, einmal Herabsetzung der Sehschärfe angegeben. Die Pupillen waren in beiden Fällen nahezu maximal weit und die Lichtreaktion prompt vorhanden.

Verfasser hat die im Vorstehenden mitgeteilten Erfahrungen durch jahrelang fortgesetzte systematische Untersuchungen einer grossen Anzahl von Patienten gewonnen. Auf Mitteilung einer grössern Anzahl einzelner Fälle, auch seltner Fälle ist zunächst verzichtet worden; es machte schon so die Einteilung des Stoffes Schwierigkeiten und blieb leider etwas unbefriedigend.

Vielleicht gewinnt mancher Kollege aus den Mitteilungen — wenn sie leider auch ausserordentlich lückenhaft blieben — mit mir die Überzeugung von der überaus grossen diagnostischen Bedeutung der Pupillenuntersuchungen und überzeugt sich gleich mir von der Notwendigkeit weiterer systematischer Pupillenuntersuchungen.

Hoffentlich ist meine Erwartung nicht ganz trügerisch, dass die zur Methodik und der Art des Aufschreibens gemachten Mitteilungen und Bemerkungen etwas dazu beitragen möchten, in nicht zu ferner Zeit ein einheitliches Verfahren zur Ausbildung gelangen zu lassen.

Verfasser würde darin einen grossen Fortschritt erblicken, weil dann entschieden die Lust und Liebe zu den Pupillenuntersuchungen wachsen und unsere Kenntnisse rascheren Fortschritt machen würden.