

XXIV.

Ueber das Schwellgewebe des Auges.

Von Dr. Ziem in Danzig.

Die Physiologie hat von der vergleichenden Anatomie mehr Licht erhalten als selbst von der Zergliederung menschlicher Leichen.

A. v. Haller.

Bei Untersuchung lebender Hähne oder Hühner und Tauben mittelst des Augenspiegels habe ich die Beobachtung gemacht, dass die Hinterfläche der Linse und somit die Pupille durch den Fächer vollständig verdeckt werden kann. Es handelt sich da offenbar um zweierlei Vorgänge, 1) um einen mechanischen Vorgang, indem durch Drehungen des Auges, besonders um seine Transversalaxe, der Fächer der Pupille gegenüber gestellt wird, 2) um einen physiologischen Vorgang, indem eine Anschwellung, eine Erection des Fächers stattfindet. Dass J. Hirschberg, der Tauben und Hilbert, der eine Ente ophthalmoskopirt hat, von dieser merkwürdigen Erscheinung, soviel ich sehe, nichts erwähnen, erklärt sich vielleicht daraus 1) dass beide Autoren hauptsächlich das Verhalten der Netzhaut studirt haben und zwar, Hirschberg wenigstens, vornehmlich im aufrechten Bilde, durch scharfe Einstellung des Auges auf die Netzhaut der untersuchten Thiere, wobei die weiter vorn sich abspielenden Vorgänge der Beobachtung entgangen sein können oder zum Theil selbst müssen; 2) auch daraus, dass sie nur mit künstlichem Lichte untersucht zu haben scheinen, wo die Anschwellung des Fächers bei Weitem weniger deutlich auftritt als bei dem von mir, wenn auch nicht ausschliesslich, so doch vorzugsweise angewendeten Verfahren mit Sonnenlicht zu untersuchen. Um Berücksichtigung besonders des letzteren Punktes bei Nachprüfung meiner Angaben sei von vornherein gebeten.

Lässt man also einem Hahne, welchen man zum Zwecke der Fixirung in ein Handtuch oder dergleichen fest einwickelt und welchem man nun die Lider mit leichter Hand auseinander hält, mittelst eines lichtstarken Augenspiegels Sonnenlicht in das

Auge fallen, so dass die Pupille hell erleuchtet wird, und beobachtet man jetzt die Gegend hinter dem schläfenwärts gerichteten Rande der Pupille, so kommen nach einiger Zeit so und so weit hinter demselben 3 oder 4 anscheinend buckelartige, braunrothe (milzfarbene) Gebilde hervor, welche rhythmisch wechselnde An- und Abschwellungen erkennen lassen, in annähernd horizontaler Richtung bald weiter gegen das Centrum hin vorschnellend, bald wieder nach der Peripherie hin sich zurückziehend. Die zwischen den Buckeln vorhandenen Einkerbungen werden beim Anschwellen flacher, die Buckel selbst um mehr als die Hälfte umfänglicher. Bald treten noch mehrere solcher Buckel im Gesichtsfelde auf und es ist dann schon die Hälfte oder mehr als die Hälfte der Pupille beziehungsweise der das Bereich der Pupille einnehmenden Linse von dem Gewebe des Fächers, um welchen es sich ja natürlich handelt, von hinten her zugedeckt. Nun erkennt man an letzterem auch jene centrale, in diagonalen Richtung von hinten (schlafenwärts) oben nach vorn (nasenwärts) unten verlaufende Leiste, deren schräg nach oben und unten gerichtete, beim Hahn schärfer als bei der Taube abgesetzte Ränder in jene prallgefüllten, anfangs nur im Profil erschienenen und daher als Buckel imponirenden Gebilde übergehen, welche aber, wie das jetzt bei günstiger Beleuchtung und bei der Ansicht mehr von der Fläche her sich erkennen lässt, vielmehr Wülste darstellen, die in meridionaler Richtung von vorn, d. h. von nahe dem hinteren Umfange der Linse nach hinten durch den Glaskörper nach der Netzhaut zu verlaufen und durch mehr oder weniger tiefe Furchen von einander getrennt sind. Manchmal gelingt es diese Wülste und Furchen in ihrer ganzen Tiefenausdehnung von vorn nach hinten mit dem accommodirenden Auge zu verfolgen oder zu bestreichen, ja man überzeugt sich, dass bei länger dauernder Beleuchtung die Wülste nicht nur in der Dicke, sondern mehr und mehr auch in der Tiefenausdehnung sich entfalten und näher und näher an den hinteren Umfang der Linse heranrücken. Mit einem Male ist die Pupille gänzlich verdeckt, so dass es nicht möglich ist, neben dem Fächer vorbei den Augenhintergrund nur in Etwas zu erleuchten, und es ist dann oft auch eine stärkere Verengung der Pupille vorhanden. Macht man jetzt entweder 1) mit dem

die Pupille beleuchtenden Spiegel leichte Drehungen um eine frontale Axe oder umkreist man 2) mit dem Spiegel die Pupille, indem man das Licht ringsherum auf die Iris auffallen lässt, wobei also eine richtige Durchleuchtung der Iris stattfindet —, so lässt sich gut erkennen, dass zwischen der Vorderfläche des Fächers und der Hinterfläche der Iris noch ein mehr als pupillenbreiter, aber wenig tiefer Raum vorhanden ist, der durch die Krystalllinse ausgefüllt wird.

Stellt man auf den vordersten untersten, der Linse zunächst liegenden Theil des Fächers ein, während man den Kopf des Thieres um eine sagittale Axe mit dem Scheitel nach abwärts, nach sich zu dreht, so dass in den Zwischenraum zwischen Fächer, Linse und Pupille mehr Licht hineingeworfen werden kann —, so erblickt man nach abwärts vom Fächer anfänglich noch ein so und so grosses Stück des hellen Augenhintergrundes, das jedoch kleiner und kleiner und schliesslich ganz verdeckt wird und dann in keiner Weise, auch nicht durch weitere Drehung des Kopfes in der angegebenen Richtung, durchleuchtet werden kann.

Während in den meisten Fällen das Verschieben und Anschwellen von der Schläfenseite her eintritt, findet solches öfters auch von der Nasenseite her statt, so dass ein Theil der Pupille als mehr oder weniger breite Sichel dann schläfenwärts erleuchtet bleibt.

Eine länger dauernde Verdeckung der Pupille und der Linse durch den vorgeschobenen und angeschwollenen Fächer in der hier geschilderten Weise, d. h. bei fixirtem Lide scheint mit unangenehmen Empfindungen für das Thier verbunden zu sein: es wird dann unruhig, sucht den Kopf vorzuziehen oder doch die Lider zu schliessen, lässt öfter auch ein feines, langgezogenes Surren oder Quarren vernehmen oder macht mit dem Schnabel eine Reihe auf einander folgender, auf- und zuklappender Bewegungen¹⁾. Die Blendung durch das helle Licht an und für sich scheint es weniger zu sein, was diese Unruhe verursacht,

¹⁾ Letzteres findet zum Theil vielleicht darin seine Erklärung, dass bei dem Kauen als Mitbewegung eine Erweiterung der Pupille auftritt (Landois), welche im vorliegenden Falle ja auch auf das Anschwellen des Fächers einwirken könnte, vergl. S. 471.

weil eine solche oft fehlt trotz hellster und andauernder Belichtung der Pupille und weil die Unruhe besonders dann auftritt, wenn man durch Concentriren des Lichts auf den Fächer, vornehmlich auf dessen vordersten untersten Abschnitt, den Fächer zum Vorschieben und Anschwellen veranlasst und somit den Verschluss der Pupille und der Linse von hinten her hervorruft, während man andererseits das Zustandekommen des unter normalen Verhältnissen und synergisch hiermit eintretenden Verschlusses der Pupille von vornen her, durch Nickhaut und Lider, durch Festhalten der Lider verhindert. Es ist daher wahrscheinlich, dass die Unterdrückung oder Behinderung des schon im Gange befindlichen, ja bereits zur Hälfte geleisteten Reflexverschlusses eine besonders unangenehme Empfindung bei dem Thiere auslöst. Denn dass es hier thatsächlich um ein Zusammenwirken bei vorderem und hinterem Verschlusse sich handelt, davon kann man auf mehrfache Weise sich überzeugen:

1. Bei fixirtem Lide a) dadurch, dass man beobachtet, ob mit dem Vor- und Zurückschnellen des Fächers jedesmal auch ein Vor- und Zurückschnellen der Nickhaut stattfindet oder ein Zucken der Lider fühlbar ist: doch ist diese, eine sehr gespannte und dabei getheilte Aufmerksamkeit erfordernde Methode bei länger dauernder Beobachtung mir wenigstens zu schwer gefallen; — b) dadurch, dass man in einer grösseren Versuchsreihe durch getrennte Beobachtung feststellt, wie oft bei andauernder Beleuchtung des Auges einerseits ein Vorschieben und Anschwellen des Fächers, andererseits, bei freigelassnem Lide Lidschluss stattfindet. Bei etwas gedämpfter Lampenbeleuchtung, wobei freilich die Bewegungen und Volumschwankungen des Fächers geringere, aber bei scharfer Aufmerksamkeit doch gut bemerkbare sind, habe ich diesen Versuch an einer Taube durchgeführt und im Mittel von 16 jedesmal auf 1 Minute sich beziehenden Einzelbeobachtungen des Fächers 28,6 als Zahl der in der Minute eintretenden Vorschiebungen und Anschwellungen des Fächers, sowie von 16 gleichfalls auf je eine Minute sich erstreckenden Einzelbeobachtungen der Lider 29,2 als Zahl der in der Minute wiederholten Lidschlüsse gefunden, Werthe also, welche für den hier in Betracht kommenden Zweck wohl ohne Weiteres gleich gesetzt werden dürfen.

Von dem Zusammenwirken bei vorderem und hinterem Verschlusse kann man 2) auch so sich überzeugen, dass man von der Beobachtung des nicht fixirten und vom Thiere (Hahn, Taube) geschlossen gehaltenen Lides ausgeht. Lässt man das Licht einer etwas niedrig brennenden Lampe mittelst des Spiegels auf die Augengegend beharrlich einfallen, so wird man, wenn die Lider nach einiger Zeit vom Thiere mehr oder weniger weit geöffnet werden, nicht selten auch des gleichzeitig und gleichmässig sich weg- und zusammenziehenden Fächers ansichtig. Bei Benutzung von Sonnenlicht ist es besser, das Gebiet des Auges durch eine Drehung des Spiegels zuvor aus dem Bereiche des Lichts zu bringen, dann ruhig auf der Lauer zu liegen und sowie die Lider geöffnet werden, um schnell Licht in das Auge zu werfen, wobei man gleichfalls nicht selten den Fächer so zu sagen auf dem Rückzuge überrascht.

Bei Tauben ist die Anschwellung der einzelnen, übrigens etwas mehr grauröthlich gefärbten Falten weniger auffällig und entsprechend der minder steilen Winkelbildung zwischen der Basis des Fächers und der Horizontalebene findet das Vorschieben des Fächers hier auch in einer weniger schrägen Richtung, von hinten unten nach vorn oben, statt.

Bei einer durch 7,5 Dioptrien ausgeglichenen Myopie erkenne ich, möglichst dicht an den Kopf der Thiere herangehend, bei Hähnen sowohl als Tauben mit Sonnenlicht und lichtschwachem Spiegel den Augenhintergrund am besten mit —7,0 Dioptr., die bei ersteren goldgelbe (Reine-Claude-farbene), bei letzteren, bei weissen und grauen Tauben mehr ins Grünliche spielende, hellbronze- oder pfirsichfarbene Tönung desselben, das schöne Gefässnetz der Chorioidea, die um die Spitze des Fächers vorhandenen und besonders bei der Taube von der hellglänzenden Sehnervenplatte (sog. Chorioidealspalte) scharf sich abhebenden Pigmentkörnchen u. a. m. Der mitten in die Sehnervenplatte eingepflanzte Fächer nimmt, mit derselben nach vorn unten verlaufend, durch das Hinzutreten weiterer Gefäss-falten an seinem oberen und unteren Rande an Umfang schnell zu und kommt zugleich immer näher an die Linse heran. Auch an seiner Spitze ist das eigenthümliche, rhythmische Zusammenprallen und Auseinanderschnellen seiner mit dem hellen Hinter-

grunde schön contrastirenden, dunkelbraunroth pigmentirten Gefässschlingen deutlich zu erkennen.

Bereits wiederholt ist bemerkt worden, dass hier sowohl 1) ein mechanischer als auch 2) ein physiologischer Vorgang zu unterscheiden ist.

1. Ein mechanischer Vorgang liegt offenbar vor, wenn durch Drehungen des Auges

a) um seine Transversalaxe d. h. durch Wendung des oberen Poles der Hornhaut nach abwärts und der Spitze des Fächers nach aufwärts der letztere dem Pupillarbereich sich gegenüber stellt und dasselbe von hinten her zum Theil zudeckt; —

b) um seine Verticalaxe die Ebene des Fächers nach der Nasenseite hin so gedreht ist, dass bei nachlassender Contraction des oder der Einwärtswender und beginnender Contraction des oder der Auswärtswender das Verschieben des Fächers anstatt wie gewöhnlich von der Schläfenseite, jetzt von der Nasenseite her stattfindet.

2. Aber auf mechanische Weise allein kann der Verschluss der Pupille von hinten her offenbar nicht zu Stande kommen, schon deshalb nicht, weil bei einem derartigen Mechanismus leicht die grössten Störungen für das Sehen bewirkt werden würden: vielmehr wird Jeder der das eigenthümliche Hervorschleudern des Fächers auch nur einmal gesehen hat, sofort an eine organische Einrichtung, an die Einwirkung eines Schwellgewebes denken. In exacter Weise freilich, auf mathematisch-physikalischem Wege, also besonders durch Projection des Fächers in die Ebene der Pupille, das nachzuweisen, würde genaue und zeitraubende Messungen der Entfernungen zwischen Hornhaut, vorderer und hinterer Linsenfläche und Vorderfläche des Fächers wie auch subtile Bestimmungen bezüglich der Brechkraft der durchsichtigen Medien bei den einzelnen Vogelarten erfordern, doch dürfte auch schon aus den folgenden Versuchen mit vorläufig genügender Sicherheit hervorgehen, dass hier ein Schwellgewebe vorhanden ist.

a) Das mechanische Moment kann bei lebenden Tauben dadurch ausgeschaltet werden, dass man sowohl das Auge als auch den Kopf der Versuchsthiere derartig fixirt, dass eine Drehung sowohl des Auges um seine transversale oder frontale Axe als

auch des Kopfes um seine sagittale oder frontale Axe unmöglich ist, was bezüglich des Auges dadurch erreicht wird, dass man den Bulbus etwas in die Orbita hinein und gegen eine der Wände derselben andrückt. Jetzt erkennt man auf's Deutlichste, dass die oben beschriebenen Volumschwankungen des Fächers, durch An- und Abschwellung seines Gewebes und rythmisches Vor- und Rückschnellen der einzelnen Gefässbuckel oder -Falten thatsächlich stattfinden.

b) Wirft man Licht besonders auf den schon mehrmals erwähnten vordersten untersten Theil des Fächers auf, so beobachtet man bei einem und demselben Thiere bald ein Anschwellen jenes Theils, so dass in den Zwischenraum zwischen Pupille, Linse und Fächer Licht nicht weiter hineingeworfen werden kann, bald aber wird eine solche Anschwellung auch vermisst, was offenbar nur durch eine Ueberreizung des Schwellgewebes in Folge zu langer Versuchsdauer zu erklären ist.

c) Decapitirt man Tauben und Hühner sowohl in der Weise, dass man den Kopf ausbluten lässt, als auch so, dass man alles Blut in demselben zurückhält dadurch, dass man vor und nach dem Decapitiren den Hals fest comprimirt und unterhalb durchschneidet (Strangulation) —, so kann man an den frischen Köpfen, deren Augen über $\frac{1}{2}$ Stunde lang durchsichtig bleiben, mittelst des Augenspiegels sich davon überzeugen, dass es durch Drehungen des Thierkopfes um sagittale oder frontale Axen niemals gelingt, eine so vollständige Verlegung der Pupille durch die Fächer zu Stande zu bringen, wie das am lebenden Thiere zu beobachten war. Dasselbe findet man, wenn man ein mit möglichster Schnelligkeit lebend enucleirtes, natürlich aber doch etwas ausblutendes Auge oder ein strangulirten Thieren etwa 5 Minuten nach dem Tode ohne Blutung enucleirtes Auge durch von hinten durch die Augenhäute durchfallendes Licht durchleuchtet, entweder mittelst Sonnenlichtes oder im verdunkelten Zimmer mittelst Lampenlichtes, wobei man also einfach, ohne weitere Apparate, von vornen her in das Auge hineinsieht: auch bei diesem Verfahren, das übrigens beim Einstellen auf die Netzhaut ein ungewöhnlich prächtiges, die Kunst des grössten Malers herausforderndes Bild gewährt, gelingt es durch Drehungen des Auges um transversale oder frontale Axen niemals, das Pupillargebiet

durch den Fächer vollständig zu verlegen. Insbesondere kann auch bei jeder von beiden Versuchsanordnungen, selbst am lebend herausgenommenen Auge und im Gegensatze zu der oben mitgetheilten, das lebende Thier betreffenden Beobachtung, zwischen dem vordersten untersten Theile des Fächers und dem Rande der Pupille durch die Linse hindurch jetzt noch ein so und so, je nach der Versuchsanordnung verschieden breiter Raum hell beleuchtet werden; ein so und so grosser Grad von Hyperämie ist auch hier nicht gleichbedeutend mit Erection. Während es ferner ein vergebliches Bemühen ist, die Zahl der Falten des Fächers an lebenden Thieren mittelst des Augenspiegels zu zählen, gelingt dies an frischen Köpfen oder Augen bei allmählichem Drehen derselben, sowohl mittelst des Augenspiegels als auch mittelst der Durchleuchtung sehr leicht — es sind bei Tauben je 17—18, beim Hahne je 15 Falten oben und unten —, indem die einzelnen Falten durch mehr oder weniger tiefe und breite Thäler, durch welche der helle Augenhintergrund durchblickt, jetzt von einander getrennt sind und sich so scharf abheben. Der Fächer ist während des Todes, selbst am relativ hyperämischen, dem strangulirten Thiere angehörenden Auge, so zu sagen in seine Bündel aus einander gefallen oder wenn der Fächer am lebenden Thiere etwa einem Zweige einer frischen Weintraube zu vergleichen war, deren prallgefüllte, saftreiche Beeren dicht, ohne Zwischenraum an einander angelagert sind, so wäre derselbe jetzt, vornehmlich am ausgebluteten Auge, einem Aestchen geschrumpfter Rosinen zu vergleichen. Der von Carrière gegebene Querschnitt durch den Fächer des Storchs und der Eule entspricht daher, wie man mit Bestimmtheit sagen kann, nicht einem idealen Schnitt durch den Fächer des lebenden Thieres, an welchem die dort gezeichneten Zwischenräume zwischen den einzelnen Lamellen nicht vorhanden sein können. Auf den wichtigen Umstand, dass die Falten am ausgebluteten Auge dünner sind als an dem mehr bluthaltigen, wird später noch zurückzukommen sein.

d) An dem lebend herausgenommenen und von oben schnell geöffneten Auge einer weissen Taube, an welchen der Fächer mit Convexlinse und Sonnenlicht scharf beleuchtet wurde, habe ich eine in der Längsrichtung stattfindende 2mal auf einander

folgende Contraction des Fächers in einem Falle auf's Deutlichste wahrgenommen.

Es ist somit der Beweis wohl erbracht, dass im Fächer ein Schwellgewebe gegeben ist, das bei bestimmten Reizen eine Vergrösserung oder Verkleinerung seines gewöhnlichen Volumens erfahren kann. Dass beides, Vergrösserung und Verkleinerung, sowohl in der Dicken- als besonders auch in der Längen- oder Tiefenausdehnung stattfindet, ebenso wie dies bei dem Schwellgewebe des Penis der Fall ist —, das geht zwar bereits aus den schon oben angeführten Umständen hervor 1) dass bei gut entwickeltem Fächer, wie besonders bei starken Hähnen¹⁾, die Anschwellung in meridionaler Richtung mit dem accommodirenden Auge unmittelbar zu beobachten ist; 2) dass wenn durch maximale Anschwellung des Fächers die Pupille von hinten her so vollkommen verdeckt ist, dass ein heller Reflex aus dem Augenhintergrunde am Fächer vorbei nicht mehr erlangt wird —, man durch Drehungen des die Pupille beleuchtenden Spiegels um eine frontale Axe oder durch Umkreisen der Pupille mittelst des Spiegels d. h. durch Durchleuchtung der Iris, von der sehr geringen Tiefenausdehnung des zwischen Iris und Vorderfläche des Fächers vorhandenen, durch die Krystalllinse ausgefüllten Raumes sich überzeugen kann, indem der angeschwollene Fächer offenbar nun näher als im zusammengefallenen Zustande an die Hinterfläche der Linse heran oder vielmehr mit derselben in Berührung getreten ist. Um das aber noch genauer festzustellen werden 1) zwei gleich grosse Thiere decapitirt, einmal mit, das andere Mal ohne Ausbluten des Kopfes, die Augen dann ohne Blutung enucleirt und nun in der oben beschriebenen Weise durchleuchtet, wobei beide Augen genau in derselben Ebene neben einander gehalten werden: nun kann man sich gut davon überzeugen, dass der Fächer des relativ hyperämischen Auges weiter nach vorne hin reicht als der des ausgebluteten. Noch deutlicher ist dieser Unterschied zuweilen wahrzunehmen, wenn man 2) einem lebenden Thier das eine Auge schnell enucleirt, das Thier alsdann decapitirt, den Kopf ausbluten lässt, nun das 2. Auge herausnimmt und dann beide

¹⁾ Nicht bei jedem Hahne ist das mit gleicher Deutlichkeit zu sehen und auch auf diesem Gebiete giebt es, wie Hyrtl das in Bezug auf Erection der Sexualorgane einmal treffend ausgedrückt hat, Virtuosen.

Augen durchleuchtet. 3) Auch auf physikalischem Wege liesse sich das wohl feststellen, etwa in der Weise, dass je ein Auge desselben Thieres, das eine während des Lebens, das andere nach dem Tode enucleirt, in eine genau gleich geformte, gleich lange und weite Röhre mit derselben Neigung der Sehnervenplatte gegen den Horizont eingesetzt und von hinten durchleuchtet, so dann die Entfernung gemessen würde, in welcher der Schatten des Fächers eines jeden Auges etwa mittelst eines Schirmes aufgefangen werden kann: mit Berücksichtigung der Brechkraft der durchsichtigen Medien liesse sich hieraus wohl auf's Genaueste berechnen, um wieviel der Fächer des relativ hyperämischen Auges weiter nach vornen hinreicht als der des ausgebluteten Auges. 4) Anatomische Beweise in dieser Sache sollen weiter unten beigebracht werden.

Das Vorhandensein eines Schwellgewebes erfordert natürlich das Vorhandensein auch einer Musculatur an demselben oder in seiner Umgebung, welche entweder 1) längs der arteriellen Gefässe angeordnet eine active Erweiterung derselben oder 2) auf die Umgebung einwirkend eine Compression der abführenden Venen bewirken könnte.

1. Ob der erstere Mechanismus, der nach der schönen Arbeit von J. Herzfeld z. B. am Schwellgewebe der Nase verwerthet ist, auch am Fächer vorkommt, was ich meinerseits für äusserst wahrscheinlich halte, kann nur durch ausdrücklich auf diesen Punkt gerichtete, bei dem starken Pigmentgehalt des Fächers allerdings wohl recht mühsame mikroskopische Untersuchungen festgestellt werden. Nach einer kurzen, in Landois' Lehrbuch der Physiologie zu findenden Notiz zwar kommen Muskelfasern am Fächer vor, und es wäre die oben erwähnte Beobachtung über Contraction desselben am lebend geöffneten Auge hiermit auch erklärt —, doch erwähnen Blumenbach, J. Ranke, Leuckart, Gegenbaur, Oscar Schmidt, Denissenko, Carrière und Gadow nichts von Muskelfasern, was aber ihr thatsächliches Vorhandensein natürlich nicht ausschliesst.

2. Was den 2. Mechanismus betrifft, so ist hier zu erwähnen, dass v. Wittich bei einer Reihe von Vögeln (Drossel, Taube, Huhn, Puthe, Gans, Ente und Krähe) in der hinteren Hälfte der Chorioidea und am dichtesten nahe dem Fächer quer-

gestreifte Muskelbündel aufgefunden hat, welche „die Chorioidea in sich zusammenziehen, die Concavität derselben dadurch verringern, und einmal Glaskörper und Linse nach vorn bewegen, dann aber auch den Druck auf die Vasa vortiosa der Chorioidea verringern, dieselben also in dem Maasse mit Blut überfüllen, in dem die Processus ciliares durch den vermehrten Druck des Humor aqueus auf dieselben blutleerer gemacht werden müssen“. Auf eine Kritik dieser Anschauung, soweit sie die Circulationsverhältnisse innerhalb des Bulbus betrifft, und insbesondere auch der weiteren Ansicht v. Wittich's, dass „der Gefässapparat des Fächers dem Blute der Gefässe des Ciliarkörpers unter den verschiedenen Druckverhältnissen einen um so sichereren Rückfluss biete“ — soll verzichtet werden, in letzterer Hinsicht schon deshalb, weil Anastomosen zwischen den Gefässen des Ciliarkörpers bezw. der Chorioidea und denen des Fächers, welche letztere ja dem Gefässgebiete des Opticus entstammen (Barkow, Mihalkovics u. A.) gar nicht vorhanden sind. Darin hat v. Wittich aber gewiss Recht, dass bei Contraction dieses Muskels die Chorioidea in sich zusammengezogen, ihre Concavität verringert und Glaskörper und Linse nach vorn bewegt werden: und in dieser Weise wäre auch das Heranrücken des anschwellenden Fächers an die Linse zum Theil wenigstens erklärlich und zwar um so mehr, als der Muskel zunächst dem Fächer am meisten ausgebildet ist. Weiter könnte man auch annehmen, dass durch Contraction des Wittich'schen Muskels, besonders seiner Fächerportion, und durch Compression der abführenden Venen die Erection des Fächers wohl ebenso unterstützt werde, wie das bezüglich der tiefen Musculatur des Perinäum und einer so bewirkten oder gedachten Compression der abführenden Gefässe bei der Erection des Penis von manchen Autoren noch immer aufgestellt wird: — da jedoch an anderen Schwellgeweben, vornehmlich an dem der Nasenschleimhaut wie auch an den wohl gleichfalls hierhergehörenden Plexus der Hirnventrikel, in Ermangelung einer zur Ausübung einer derartigen Compression geeigneten Schicht von quergestreifter Musculatur, eine Compression der betreffenden Venen offenbar nicht möglich ist, so dürfte das Vorhandensein gefässerweiternder glatter Muskelfasern an dem Schwellgewebe selbst das wichtigere Moment sein und ihr Fehlen

an den Gefässen des Fächers erst festgestellt werden müssen, ehe man die Erection desselben allein oder vielleicht auch nur hauptsächlich auf den Wittich'schen Muskel beziehen kann.

Bezüglich der makroskopisch-anatomischen Untersuchung des Fächers wäre das Folgende zu erwähnen:

1. An frischen Augen gewinnt man eine bessere, freilich nicht eine vollkommene Uebersicht über die Topographie des Fächers, besonders auch in seinem Verhalten zur Krystalllinse, wenn man anstatt des gewöhnlichen, den Bulbus in 2 etwa gleiche Hälften theilenden Horizontalschnittes, bei dessen Anfertigung die Linse ja leicht verschoben wird, einen durch den oberen Pol der Hornhaut gelegten Horizontalschnitt macht, wobei allerdings etwas Glaskörper verloren geht und die Topographie somit etwas geändert wird. Die untere Hälfte des Bulbus kann nun mittelst Convexlinse und Sonnenlicht, weniger gut bei Lampenlicht, untersucht werden. Durch einen vor dem Aequator und parallel mit demselben verlaufenden Schnitt löst man weiter den vorderen Theil des Bulbus vom hinteren mittelst der Scheere los, zerkleinert den letzteren noch etwas mehr oder trennt den Fächer mitsammt seiner Basis von seiner Umgebung ganz ab, so dass man ihn nun im Einzelnen genauer untersuchen kann.

2. Am lebend herausgenommenen Auge von Tauben und Hühnern zeigt der Fächer öfters in sehr anschaulicher Weise eine grössere Tiefenausdehnung als an dem zweiten, dem ausgebluteten Kopfe desselben Thieres entnommenen Auge —, öfters, natürlich nicht immer, da der in Rede stehende Eingriff nicht geeignet ist, eine Erection des Fächers zu unterstützen. Eine Verwachsung seines Vorderrandes mit der Linse jedoch, von welcher Giebel und Nitzsch sprechen, indem sie ein Haftenbleiben von Theilen des Fächers an der Linsenkapsel beim Präpariren öfters beobachtet haben wollen, was aber Blumenbach, O. Schmidt, Leuckart, Gegenbaur, Denissenko, Carrière, Gadow sowie ich selbst niemals gesehen haben, dürfte wohl immer auf pathologische Vorgänge zu beziehen sein.

3. Die gewöhnliche Angabe, dass der Fächer eine rautenförmige Gestalt besitze mit a längster Grundkante, b kürzerer Vorderkante und c kürzester Unterkante, während d die Ober-

kante länger als c aber kürzer als b ist, trifft nach meiner Beobachtung nur für den blutreichen Fächer zu, während am blutleeren die Vorderkante durch einen nach vorn vorspringenden Winkel öfters in 2 Kanten zerlegt oder auch mit einer nach vorn gerichteten Concavität versehen, die Oberkante aber bald mehr bald weniger steil verlaufend oder auch in sich zusammengebogen ist —, Verhältnisse, die dann auch bei dem Einlegen des Fächers in eine Flüssigkeit (Wasser) sich nicht ändern.

4. An den Augen nicht ausgebluteter Köpfe sind die in die Sehnervenplatte eingepflanzten Ursprünge der Falten breiter als am ausgebluteten.

5. Die Anordnung der Falten, der „auffallende Flächenbau des Fächers, der nicht blos in der Gesamtform sich ausspricht, sondern weiter auch darin, dass die Flächenhaut zickzackförmig, wie bei einer Halskrause, zusammengelegt und gefaltet ist“ (Leuckart) — ein Gegenstand, der von Giebel und Nitzsch an vielen Arten sehr eingehend studirt worden — ist, in Uebereinstimmung mit dem unter 3. Gesagten, an dem mehr bluthaltigen Auge eine andere als am ausgebluteten, insofern als Knickungen der Falten am ersteren fehlen oder nur schwach angedeutet sind, am letzteren dagegen wohl regelmässig sich finden. Schon R. Wagner hat hervorgehoben, dass die Form der Falten selbst bei Individuen derselben Art variiren kann, doch dürfte eine Incongruenz der Falten an beiden Augen desselben Individuums von R. Wagner noch nicht beobachtet worden sein. Stufenbildungen, von welchen Giebel und Nitzsch sprechen, habe ich an in situ untersuchten Fächern niemals, nach Abtrennung der Umgebung beziehungsweise nach Abfließen des umgebenden Glaskörpers aber öfters gefunden und dann beim Einlegen des den Fächer tragenden Abschnittes in Wasser sich ausgleichen sehen.

6. Nach Giebel und Nitzsch kann der Fächer mancher Vögel bei anatomischer Präparation bis auf die $3\frac{1}{2}$ -fache Länge des grössten Querdurchmessers seines Augapfels aus einander gefaltet werden.

Die unter 2—6 aufgeführten Momente beweisen an und für sich schon, dass der Fächer ein Schwellgewebe darstellt: bei dem Anschwellen desselben findet offenbar eine Verbreiterung

(4) und Verlängerung (2) der Falten statt mit Streckung der Ober- und Vorderkante, Ausgleichung der hier im erschlafften Zustande vorhandenen Knickung oder Aushöhlung (3) und Ausglättung oder „Ausspannung“ der Falten (5 u. 6). Längs- und Querdurchschnitte des Fächers im erschlafften sowohl als angeschopten Zustande, bei künstlicher oder bei Selbstinjection der Gefässe, werden diese Verhältnisse noch genauer erkennen lassen. Ob nicht auch manche Einrichtungen, wie z. B. die aus Fig. 2 und 3 der von Denissenko gegebenen mikroskopischen Abbildungen ersichtliche Einscheidung der Blutgefässe durch, wie mir scheint, verhältnissmässig sehr weite Lymphröhren, auf die Ermöglichung stärkerer Caliberschwankungen der Gefässe hindeuten, muss dem Urtheile von Histologen überlassen bleiben.

Was nun die Function des Fächers anlangt, so hat Mihalovics und ihm folgend Gadow die Ansicht ausgesprochen, dass er zur Ernährung des Glaskörpers, Leber und besonders Denissenko, dass er zur Ernährung der Netzhaut da sei, während Leuckart, Osc. Schmidt und Carrière von „vegetativen“ Functionen desselben im Allgemeinen, bezw. von der durch den Fächer bewirkten Ernährung „der Nachbartheile“ oder „des inneren Auges“ sprechen. Aber offenbar ist es hiermit allein nicht gethan, mit Rücksicht 1) auf die geringere Entwicklung des Fächers bei Nachtvögeln und sein gänzlichliches Fehlen bei dem flügellosen Schnepfenstraus, einem ausgesprochenen Nachtthiere (Leuckart); 2) „auf das vorzüglich starke Pigment, womit er angeschwärzt ist und das wahrscheinlich macht, dass der Fächer mit zur Absorption des blendenden Lichts bestimmt sei“ (Blumenbach, z. Th. auch Osc. Schmidt); 3) auf das Vorhandensein des Schwellgewebes. Wenn Leuckart wie auch Gadow bemüht sind, den Umstand oder vermeintlichen Fehler, dass durch die Anwesenheit des Fächers eine Behinderung des Sehens eintrete, dadurch abzuschwächen, dass er ja excentrisch gelegen sei und auch mit der Eintrittsstelle des Sehnerven, d. h. mit dem blinden Flecke zusammenfalle —, so sei dem gegenüber nochmals hervorgehoben, dass durch den angeschwellenen Fächer die Linse bezw. Pupille von hinten her in der That vollkommen zugedeckt werden kann, dass der Fächer also, unbeschadet seiner nutritiven Functionen, wirklich auch als eine richtige, in orga-

nischer Weise bewegliche, nach dem jeweiligen Bedürfnisse von selbst sich einstellende und regulirende Blende, als eine Ergänzung der Iris-Blende aufzufassen ist. Im Hinblick auf oben erwähnte Umstände ist es wahrscheinlich genug, dass beim Ausruhen der Augen besonders auch in der Nacht, zugleich mit dem Lidschlusse eine Anschwellung auch des Fächers eintritt, die sowohl zur Verstärkung des Verschlusses als auch zur Ermöglichung einer stärkeren Saftströmung in den „Nachbartheilen“ dienen könnte —, ähnlich wie ja auch die cavernösen Plexus der Nase eine dem verminderten Athmungsbedürfnisse sich anpassende, regulatorische Anschwellung in der Nacht erfahren. — Durch das Anschwellen des Fächers ist es wohl auch zu erklären, dass der Hahn beim Krähen die Augen schliesst, indem durch die bei dem Expirationsdruck stattfindende Congestion nach dem Kopfe, eine Anschwellung auch des Fächers und synergisch mit dieser ein Verschluss der Lider zu Stande kommt —, ferner dass bei Einwirkung eines auch andere Schwellgewebe, wie z. B. den Kamm und den Bartlappen bei Hähnen und Truthähnen, oder die Schwellfalte des Gehörganges bei Auer- und Truthähnen (v. Tröltsch, Wurm, v. Graff) beeinflussenden Momentes, bei der Erregung, manche Vögel den Kopf in so eigenthümlicher Weise drehen und wenden.

Ist also der Fächer im Auge der Vögel ein Schwellgewebe, so sind die ebenso gebauten und mit Blumenbach's Worten „durch dieselbe Fülle und unbeschreibliche Eleganz“ der Blutgefässe ausgezeichneten Ciliarfortsätze, von welchen Fr. Arnold nach einem Injectionspräparate eine das Relief schön wiedergebende Flächenansicht, Schwalbe einen nicht gerade bedeutsamen Durchschnitt geliefert hat, bei Thier und Mensch offenbar gleichfalls als Schwellgewebe aufzufassen, wie das bereits L. Fick, J. Czermak, Helmholtz, Rouget, Klebs, Henke, O. Becker, Coccius, Adolf Weber, Hjort u. a. A. mit mehr oder weniger Bestimmtheit angenommen haben. Wenn aber gegen die Anschauung von Rouget und von Coccius, dass bei der Erection der Ciliarfortsätze eine Compression der abführenden Venen durch den Ciliarmuskel stattfinde — was ja eine Analogie zu der oben berührten Wirkung des Wittich'schen

Muskels ergeben würde —, von Th. Leber wohl begründete Bedenken geltend gemacht worden sind vornehmlich im Hinblick auf die Topographie und Verlaufsrichtung des Ciliarmuskels; so würde wohl auch hier nun festgestellt werden müssen, ob nicht längs der Gefässe der Ciliarfortsätze glatte, die Erection vermittelnde Muskelfasern vorhanden sind. Denn dass eine Erection hier thatsächlich stattfinden kann, geht 1) aus positiven Beobachtungen von L. Fick bei elektrischer Reizung der Ciliarfortsätze hervor, was allerdings von Waller bei Untersuchungen an albinotischen Thieren, besonders an weissen Wanderratten, deren Augen er luxirte, nun von der Seite her durchleuchtete und mittelst des Mikroskops beobachtete, nicht hat bestätigt werden können: z. Th. vielleicht deshalb nicht, weil dieser Eingriff, in dessen Gefolge Oedem der Lider und Congestion nach dem inneren Auge öfters auftraten, doch wohl ein recht brüsker war; sowie 2) auch aus der von A. Weber und Hjort gleichzeitig und unabhängig von einander und in anschaulicherer Weise als in den Beobachtungen von O. Becker und Coccius bei je einem Iridectomirten gemachten Wahrnehmung, dass einzelne Ciliarfortsätze sogar über den Rand der Linse sich hinübergelagert hatten. Dass die Beobachtungen von A. Weber und Hjort trotz Tausender seit jener Zeit vollführter Iridectomien Nachfolge so gut wie gar nicht gefunden haben, ist mit Anlehnung an eine Aeusserung von O. Becker vielleicht so zu erklären, dass durch Iridectomie oder Irideremie eine Mit- oder Reflexlähmung der entsprechenden, unter normalen Verhältnissen so lebhaft widerspielenden Ciliarfortsätze, so zu sagen eine Castration und Schrumpfung derselben bewirkt wird.

Mit der, durch den Nachweis glatter Muskelfasern um die Gefässe allerdings noch zu vervollständigenden, Charakterisirung der Ciliarfortsätze als eines richtigen Schwellgewebes wäre 1) der Beweis erbracht, dass die sog. hintere Augenkammer, die noch in den von Schwalbe, Merkel und Flemming gegebenen, mehr oder weniger ausgebluteten Augen betreffenden Durchschnitten als so und so grosser Raum dargestellt ist, am Lebenden mit v. Helmholtz' Worten „nur als capillarer Spalt“ existirt, so dass der Ciliarkranz im Vereine mit der Iris eine die Linse rings umgebende und abschattende, bei Vögeln an der Linsen-

kapsel zum Theil festgewachsene (Exner), beim Menschen dagegen überall bewegliche Blende (*enveloppe active Rouget*) darstellt. Denn das Vorhandensein jenes Eisblättchens, welches in gefrorenen Augen im Iris-Ciliar-Linsenspalt von J. L. Petit aufgefunden und dann immer wieder, auch noch in einem neuesten Lehrbuche der Augenheilkunde, als Hauptbeweis für die Existenz der hinteren Augenkammer verwerthet worden ist, dürfte meines Erachtens einfach so zu erklären sein, dass während des Todes, wie nach dem Vorhergehenden an den Blutgefässen des Fächers der Vögel, so auch am Menschenauge eine schon von Klebs und Henke angenommene, von Henle mit Unrecht bestrittene, Ischämie und somit eine Retraction der Ciliarfortsätze, sodann zur Verhütung eines leeren Raumes eine Transsudation von Serum stattgefunden hat, welches dann bei Einwirkung der Kälte natürlich erstarrt ist.

2) Wäre hiermit auch die Grundlage eines besseren Verständnisses sowohl für das Wesen der durch die Theorie Deutschmann's nicht hinlänglich erklärten sympathischen Ophthalmie als auch des Glaucoms, einschliesslich des Atropin- und Cocain-Glaucoms, gegeben, welches in dem Priapismus, in der Anschopung der Nasenschwellkörper — Nasenasthma — und der Chorioidealplexus der Hirnventrikel, vornehmlich des vierten Ventrikels — Epilepsie? — seine Analogie hat, was jedoch bei anderer Gelegenheit näher ausgeführt werden soll.

L i t e r a t u r.

- Fr. Arnold, vergl. Schwalbe, Anatomie der Sinnesorgane. 1887. S. 187.
 Barkow, Ueber das Schlagadersystem der Vögel, Meckel's Archiv 1829, cit. bei Denissenko, a. a. O.
 O. Becker bei Donders, Anomalien der Refraction. 1866. S. 25.
 Blumenbach, Handb. d. vergl. Anatomie. 1824. S. 412 u. 420.
 Carrière, Sehorgane der Thiere. München 1885. S. 75.
 Coccius, Mechanismus der Accommodation. 1868, cit. bei Leber, a. a. O.
 Czermak, Prager Vierteljahrsschr. 41. Band, cit. bei Helmholtz, a. a. O. S. 148.
 Denissenko, Arch. f. mikrosk. Anatomie. 19. Bd. 1881. S. 733.
 Exner, Sitzungsberichte der Wiener Akademie. 1882. 85. Bd. S. 55.
 L. Fick, Müller's Archiv 1853, cit. bei Helmholtz, a. a. O. S. 148.
 Flemming, Karte des menschlichen Auges. 1887. Text S. 11.

- Gadow, Bronn, Klassen und Ordnungen des Thierreichs: Vögel. 18. bis 20. Liefgr. 1888. S. 430.
- Gegenbaur, Grundriss d. vergl. Anatomie. 2. Aufl. 1878. S. 555.
- Giebel, cit. bei Gadow, a. a. O.
- v. Graff, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 1885. S. 109.
- v. Helmholtz, Handb. d. physiolog. Optik. 2. Aufl. 1. u. 2. Liefgr. S. 5, 23—30, 39, 131, 137, 148.
- Herzfeld, Arch. f. mikrosk. Anatomie. Bd. 34. S. 197.
- Henke, cit. bei Schwalbe, a. a. O. S. 193, Topogr. Anatomie. 1883. S. 61.
- Henle, Handb. d. Anatomie, cit. bei Schwalbe, a. a. O. S. 193.
- Hilbert, Zeitschr. f. vergl. Augenheilkunde. IV. 1886. S. 71.
- Hirschberg, Arch. f. Anatomie u. Physiologie. 1882, Ref. Centralbl. f. Augenheilk. 1882. S. 175.
- Hjort, Kl. Monatsblätter f. Augenheilk. 1876.
- Klebs, Dieses Archiv Bd. 21, cit. bei Schwalbe, a. a. O. S. 193.
- Landois, Physiologie. 3. Aufl. 1883. S. 850 u. 894.
- Leber, Graefe-Saemisch's Handb. d. Augenheilk. II. 1. 1875. S. 312 u. 361.
- Leuckart, Graefe-Saemisch. II. 1. S. 224.
- Merkel, Topogr. Anatomie. I. 2. 1887. S. 271 u. 273.
- Mihalkovics, Arch. f. mikrosk. Anatomie. 9. Bd. 1873, cit. bei Denis-senko, a. a. O.
- Nitzsch, cit. bei Gadow, a. a. O.
- Petit, cit. bei Helmholtz, a. a. O. S. 30.
- Ranke, Physiologie. 2. Aufl. 1872. S. 730.
- Rouget, Comptes rendus. Paris 1856. T. XLII. p. 937.
- Schwalbe, Anat. d. Sinnesorgane. 1887. S. 187 u. 192.
- O. Schmidt, Handb. d. vergl. Anatomie. 8. Aufl. 1882. S. 288.
- v. Tröltzsch, Ohrenheilk. 1867. 7. Aufl. 1881. S. 5.
- R. Wagner, Berichte der Münchener Akademie. 1832. S. 295, cit. bei Leuckart, a. a. O.
- Waller, Compt. rend. 1856. T. XLIII. p. 659.
- A. Weber, v. Graefe's Archiv. 23. Bd. 1877. S. 1 u. f.
- v. Wittich, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 4. Bd. 1853. S. 456.
- Wurm, ibid. 41. Bd. 1885. S. 728.
-