Ueber Zapfen und Stäbchen der Retina

von

Dr. W. Steinlin.

Hierzu Tafel II.

Mit Hülfe einer anderen Präparationsmethode ist es M. S c h u l t z e gelungen den Zusammenhang der Stäbchen mit den Zellen der äussern Körnerschichte aufs deutlichste darzustellen ¹⁾ und C. H a s s e ²⁾ bestätigt diese Befunde bis ins Einzelne, sodass an diesem Zusammenhange der Stäbchen mit den äussern Körnern nicht mehr gezweifelt werden kann. Ich hätte mich gerne selbst davon überzeugt, leider aber fehlte mir bis jetzt die Ueberosmiumsäure.

Damit wäre nun allerdings ein Theil meines Angriffes gegen die Stäbchen abgeschlagen, aber keineswegs, wie H a s s e glaubt, die ganze Darstellung über den Haufen geworfen. Durch den Nachweis des Zusammenhanges der Stäbchen mit den Körnern ist die Stäbchenfrage noch gar nicht erledigt und ich möchte auf's neue den Zweifel aufwerfen, ob alle die Gebilde auch wirklich Stäbchen seien, welche für solche ausgegeben werden.

Ich habe in meiner ersten Arbeit ³⁾ viele stäbchenartige Gebilde als Zapfen beschrieben, wie H a s s e ganz richtig bemerkt, aber nicht

1) M. S c h u l t z e, zur Anatomie und Physiologie der Retina. Bonn 1866. Separatabdruck aus dem zweiten Bande des Archiv für mikrosk. Anatomie.

2) C. H a s s e. Beiträge zur Anatomie der menschlichen Retina. Zeitschrift für rat. Medicin. Bd. XXIX, 1867.

3) W. S t e i n l i n, Beiträge zur Anatomie der Retina. Verhandlungen der St. Gallischen naturf. Gesellschaft 1865/66.

nur weil sie mit den äussern Körnern im Zusammenhang gesehen wurden, sondern weil sie die gleiche Structur zeigten wie die gewöhnlichen Zapfen. So habe ich die Stäbchen der Vögel, Amphibien und Knorpelfische als fettropfenlose Zapfen beschrieben und bin heute noch nicht überzeugt, dass diese Anschauung eine irrthümliche ist.

Da M. Schultze bereits schon begonnen hat, den einzelnen Gebilden auch gewisse Functionen zuzutheilen, ja auf das Vorkommen und die Farbe der Fettropfen in den Zapfen physiologische Schlüsse baut, so scheint es mir nicht unnöthig, sich vor allem gerade darüber zu verständigen, was man Zapfen und was man Stäbchen nennen müsse, auch ob es vielleicht schon an der Zeit sei, für die verschiedenen Gebilde neue Namen einzuführen.

Jedes Gebilde der Stäbchenschichte der Retina, welches aus drei deutlich von einander unterscheidbaren Theilen besteht, nenne ich Zapfen und habe diese beschrieben als zusammengesetzt aus Zapfenspitze, Zapfenkörper und Zapfenfortsatz. Die Benennung dieser Theile habe ich H. Müller entlehnt, der jedoch die Trennung in Körper und Fortsatz für Kunstproduct oder Zersetzungserscheinung hielt, während ich gezeigt habe, dass sie schon im frischen Zustande, allerdings weniger scharf ausgeprägt, regelmässig angetroffen wird. In neuerer Zeit wird nun immer nur von Aussen- und Innenglied der Zapfen und Stäbchen gesprochen und demgemäss auch in den Zeichnungen verfahren. So ist mit Ausnahme der Fig. 2 und 3 auf Taf. VII der angeführten Arbeit von M. Schultze in keiner einzigen Figur die Dreitheilung der Zapfen angedeutet; denn damit dass Schultze die Zapfen an ihrer Basis weniger granulirt zeichnete, wollte er nichts Besonderes andeuten, da seine Hauptfigur der Zapfen, die Fig. 8 auf Taf. III, nur Aussen- und Innenglied darstellt. — Auch Hasse spricht nur von Aussen- und Innenglied der Zapfen und fand, dass letzteres, welches er auch Körper nennt, keine besondere Structur zeige, also auch keine Scheidung in zwei deutlich abgegrenzte Theile. Es war mir sehr auffallend, dass von den neueren Forschern diese Dreitheilung der Zapfen ignorirt wurde, und doch finde ich sie heute noch bei fast allen Thieren; selbst die menschlichen Zapfen machen keine Ausnahme, wie ich letzten Winter zu beobachten Gelegenheit hatte. Leider konnte ich die Zapfen der Macula lutea nicht genauer untersuchen, da diese Partie bei der Exstirpation des Auges gelitten hatte.

Diese Dreitheilung der Zapfen habe ich gesehen: beim Menschen (Fig. 1), dem Rind (Fig. 2), Schaaf, Ziege, Schwein, Huhn (3), Trut- hahn, Ente, Taube (4), Eule (5), Schildkröte (6 und 7), Eidechse (8), Natter (9), Frosch (10). Bei den Kaninchen und übrigen Nagethieren ist es nicht immer deutlich, ich zweifle aber gar nicht, dass genauere Untersuchungen sie auch für diese Thiere bestätigen werden, dagegen konnte ich bei den Zapfen der Knochenfische nie etwas Aehnliches auffinden; sie bestehen immer nur aus zwei Gliedern. Wenn nun aber diese Dreitheilung der Zapfen durch fast alle Wirbelthierclassen hindurch regelmässig angetroffen wird, so ist sie doch gewiss der Berücksichtigung werth, ja ich glaube sogar, dass sie als charakteristisch für die Zapfen angesehen werden muss.

Nun wird mir auch die Freude, dass M. Schultze in seiner neuesten Arbeit ¹⁾ sich schon bedeutend meiner Darstellung nähert; er spricht zwar immer noch nur von Aussen- und Innenglied der Zapfen, zeichnet und beschreibt aber in diesem Innengliede einen linsenförmigen Körper, der am Ende des Innengliedes gegen das Aussenglied gelegen sei. Vergleicht man auf Taf. XIII seine Figuren 2 d, 5 e, 8, 9, 10 und 13 mit meinen Abbildungen der Zapfen, so kann kein Zweifel sein, dass sein linsenförmiger Körper nichts Anderes ist, als mein Zapfenkörper und diese Bestätigung ermuntert mich um so mehr die Dreitheilung der Zapfen für typisch zu erklären und also auch die bis jetzt für Stäbchen erklärten Gebilde, welche diese Dreitheilung zeigen, für Zapfen auszugeben.

Ich musste dies vorausschicken, bevor ich auf die Stäbchen des Nähern eingehen konnte. Beginnen wir bei den grossen Stäbchen der Amphibien (Fig. 16, 17, 18, 19), welche ich für fetttropfenlose Zapfen halte, so zeichnet auch M. Schultze in Fig. 11 a h, 14 a und 15 a von Fröschen, Tritonen und Salamandern den linsenförmigen Körper auf's deutlichste und ist bei Vergleichung dieser Figuren mit den meinigen kein Zweifel möglich, dass wir ganz dasselbe gesehen haben. Stellen wir diesen die Abbildungen der Stäbchen von Haien (Fig. 12) und Rochen (Fig. 13) an die Seite, so wird auch gewiss jedermann sie für ganz dieselben Gebilde halten. Warum sollen nun aber diese sogenannten Stäbchen der Amphibien und Plagiostomen keine Zapfen sein? Desswegen, weil ihnen der Fettropfen fehlt? Bei den Zapfen

1) M. Schultze, Ueber Stäbchen und Zapfen der Retina. Archiv für mikrosk. Anatomie, Bd. III, 1867, p. 215. Taf. XIII.

der Säugethiere fehlt er ja auch. Oder weil bei ihnen der Körper weniger stark vorspringt, so dass das Ganze allerdings dem Namen getreu mehr einem Stäbchen gleichsieht? Dies kann kein Grund sein, da die Zapfen in der Macula lutea ebenfalls sich stäbchenartig verschmälern, keinen Fetttropfen haben und doch zu den Zapfen gerechnet werden. Oder weil die Spitze resp. das Aussenglied weit stärker und länger ist, als bei den gewöhnlichen fetttropfenhaltigen Zapfen? Verhalten sich denn nicht die Aussenglieder der Zapfen der Fovea centralis beim Menschen und Ochsen wenigstens in Bezug auf beträchtlichere Länge ganz ähnlich?

Auch bei den Stäbchen der Vögel finden wir dasselbe. Ich gebe zu, dass es Stäbchen gibt, in denen die genannte Dreitheilung nicht zu beobachten ist; aber weitaus die Mehrzahl derselben zeigt sie auf's deutlichste. Auch M. Schultze bildet sie ab in Taf. XIII Fig. 5 d und 8 von den Stäbchen des Huhns und *Falco buteo*. Dass der mittlere Theil, z. B. der Stäbchen des Huhns (meine Fig. 14) wirklich ein selbständiger Körper und nicht nur eine Aufblähung des Innengliedes ist, sieht man ganz deutlich an seiner scharfen Abgrenzung, die bei stärkerer Vergrößerung gerade so sich darstellt, wie seine Abgrenzung von dem Aussengliede. Es nimmt auch dieser mittlere Theil an den Quellungserscheinungen, welche der Fortsatz so häufig zeigt, nicht im mindesten Antheil und verhält sich also auch in dieser Beziehung genau wie der Zapfenkörper und der Stäbchenfortsatz genau wie der Zapfenfortsatz. Diese Quellungserscheinungen bestehen darin, dass die umhüllende Membran sich partiell oder über die ganze Länge des Fortsatzes abhebt, der Inhalt dagegen sich zusammenzieht und so vielleicht das vorstellt, was man den Ritter'schen Faden nennt. Ob in dem zusammengezogenen Inhalt noch eine eigentliche Nervenfasern versteckt liegt, konnte ich hier nicht nachweisen, es ist mir aber nach dem, was ich bei Rochen gesehen habe, nicht unwahrscheinlich. Beim Huhn (14) stellt sich die Abhebung der Membran mehr über den ganzen Fortsatz ein, während ich bei einer jungen Eule (*Surnia passerina*) diese Quellungserscheinung, öfters nur partiell unmittelbar unter dem mittleren Stücke, dem Zapfenkörper, auftreten sah (Fig. 15) in Form einer blasigen Auftreibung, in welche der zusammengezogene Inhalt des Fortsatzes wie ein abgebrochener Stift hineinragte. Zuweilen fand sich auch in diesem blasigen Raume noch ein freies, bald ganz rundes, bald mehr eckiges Körperchen, das ich für nichts Anderes erklären kann,

als ein abgebrochenes Stückchen des Fortsatz-Inhaltes, das der Stütze beraubt wurde. M. Schultze bildet in Taf. XIII 5 b und c etwas ab, was offenbar das Gleiche bedeutet; auch Fig. 6 e kann darauf bezogen werden. Ich ersuche ihn wirklich, der Sache noch mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Also auch bei den Vögeln müssen die sogenannten Stäbchen für Zapfen erklärt werden, weil sie aus drei deutlich unterscheidbaren Theilen zusammengesetzt sind, die sich vollkommen so verhalten, wie die entsprechenden Theile der gewöhnlichen Zapfen. Beim Huhn ist der Fortsatz öfters länger, als derjenige der fettropfenhaltigen Zapfen, sodass in Schnitten die Stäbchen über die Zapfen hervorragen und zwar nicht nur mit ihren dickeren Spitzen, sondern auch mit dem Körper. Ich bin nicht ganz sicher, ob das Aussenglied der Stäbchen wirklich länger ist, als dasjenige der Zapfen, oder ob letztere viel dünner, auch leichter Verletzungen ausgesetzt sind und desswegen kürzer getroffen werden. In letzterer Zeit habe ich nämlich öfters Zapfenspitzen angetroffen, die durchaus dieselbe Länge zeigten. Bei der Eule zeigt der Fortsatz der Stäbchen dieselbe Länge, wie derjenige der Zapfen und sogar dieselbe Dicke; dagegen ist das Aussenglied resp. die Spitze enorm lang, fast so lang als die Spitzen der grossen Stäbchen von *Rana esculenta*. Ob bei der Eule die Zapfen gegenüber den Stäbchen wirklich an Zahl weit mehr zurücktreten, als bei andern Vögeln, wie M. Schultze sagt, weiss ich nicht genau anzugeben; jedenfalls verstecken sie sich so zwischen den langen Stäbchen, dass dem Anschein nach die Stäbchen weit überwiegen.

M. Schultze hebt noch eine dritte Form der Zapfen hervor, die sogenannten Zwillingszapfen der Vögel, Reptilien und Amphibien. Es sind dies zwei dicht nebeneinander liegende Zapfen, der eine vom gewöhnlichen Bau der fettropfenhaltigen Zapfen mit schlankem Fortsatz, der andere dagegen ohne Fettropfen oder nur leiser Andeutung desselben und meist dickem bauchigem Fortsatz. Oefters scheint es, als ob beide Fortsätze nur ein gemeinschaftliches Korn hätten, andere Male als ob die Körner noch innig miteinander verbunden wären, endlich aber zeigen sie sich auch vollkommen getrennt selbst isolirt. Ich habe diese Zwillingszapfen bei jungen Exemplaren von *Testudo graeca* (Fig. 7 b) in so grosser Zahl angetroffen, dass ich mir nicht erklären konnte, wie ich sie seinerzeit bei *Chelonia* übersehen konnte, wenn sie dort wirklich auch vorkamen; ebenso beim Huhn (Fig. 3 c). Es hat sich mir aber die Frage aufgedrängt, ob wir es nicht mit einer Mauser der Retina resp. einer Neu-

bildung von Zapfen zu thun haben, wobei der noch fettropfenlose Zapfen der junge Nachschub wäre, herausgewachsen aus durch endogene Bildung vermehrtem Zapfenkorn. Auch a priori ist anzunehmen, dass die Gebilde der Stäbchenschichte nur eine geringe Lebensdauer besitzen, folglich einen Ersatz verlangen und dass also die Retina, ähnlich wie die Haut etc. eine Mauserung resp. Wechsel ihrer Elemente zeigen müsse. Es dürfte dies nicht schwer herauszufinden sein durch vergleichende Untersuchungen alter und junger Thiere und zu verschiedenen Jahreszeiten. Seien es nun ausgebildete oder unausgebildete Zapfen, so bilden sie doch eine dritte Form, welche in Bezug auf Mangel der Fettropfen und relative Kleinheit des Zapfenkörpers sich den Stäbchen nähern, während der ganzen Form und Schlankheit des Aussengliedes nach sie den eigentlichen Zapfen näher stehen; sie repräsentiren also eine Zwischenform der Zapfen.

Ob M. S c h u l t z e die Verschiedenheit der Stäbchen- und Zapfenfaser hinlänglich hoch anschlägt, um meiner Anschauung entgegenzutreten, muss ich seinem Entscheide überlassen, da ich noch nicht Gelegenheit hatte, mir nach Osmiumsäure-Präparaten ein eigenes Urtheil zu bilden. Ich möchte aber darauf aufmerksam machen, dass dieser Unterschied bei den Vögeln, Reptilien und Amphibien ganz fehlt, da ihre Fasern gleich dick sind und ihre Endigung in einem kegelförmigen Körperchen von gleicher Grösse und Gestalt stattfindet. Ferner, dass ich bemerkt habe, dass bei nur schwacher Einwirkung der erhärtenden Flüssigkeiten die Zapfenfaser des Kalbes z. B. ganz fein, sehr zart und varikös erscheint (Fig. 2 a), während dieselbe nach langer Einwirkung von Oxalsäure oder Schwefelsäure weit dicker erscheint, keine Varicositäten mehr zeigt und dem gewöhnlichen Aussehen der Zapfenfasern entspricht (Fig. 2 b). Es führt mich dies auf meine frühere Behauptung zurück, dass das weiche interstitielle Bindegewebe durch die Reagentien zur Gerinnung geführt werde und dass diese Gerinnung zuerst dicht um die eingelagerten festern Theile geschieht, also auch um die Fasern, ähnlich wie die Krystallisation aus einer Flüssigkeit auch zuerst um einen eingelegten Faden geschieht. Diese Gerinnungen bilden nun um die Fasern einen Ueberzug, der, wenn er etwas dicker ist, das charakteristische Aussehen der eingehüllten Faser wesentlich modificiren oder ganz aufheben kann, sodass aus diesem Grunde die Zapfenfaser nicht mehr varikös erscheint. Ich will damit jedoch nicht sagen, dass die

grössere Dicke der Zapfenfaser einzig auf Rechnung dieser Umhüllung komme, sondern nur das veränderte Aussehen, und dass ursprünglich auch die Zapfenfaser sich deutlicher als nervöse Faser zeige, bevor die Gerinnung um dieselbe in höherem Maasse geschehen.

Kehren wir übrigens wieder zu den Zapfen und Stäbchen selbst zurück, so habe ich bisher das Aussenglied oder die Spitze nur vorübergehend angeführt. Es ist ausser allem Zweifel, dass da, wo die Fetttropfen fehlen, das Aussenglied sich etwas anders gestaltet, als bei den fetttropfenhaltigen Zapfen, es ist verhältnissmässig viel dicker und meist auch ziemlich länger; im Uebrigen verhalten sie sich aber gleich. Die von M. Schultze in seiner neuesten Schrift hervorgehobene Plättchenstructur des Aussengliedes ist von grösster physiologischer Bedeutung. Wenn auch schon frühere Forscher, wie Hannover, dieselbe angeführt und abgebildet haben, so sind sie doch weit entfernt gewesen, ihre Bedeutung zu erkennen, daher M. Schultze das Verdienst allein gebührt, den wahren Sachverhalt erkannt zu haben. Auch ich hatte die Sache früher schon häufig bemerkt, aber wie andere nicht verstanden und als Kunstproduct ignorirt. Nur das ist mir entschieden aufgefallen, dass die Aussenglieder immer nur quer, nie schief abbrechen, wie ich auch auf pag. 5 meiner Arbeit angeführt habe; ferner, dass bei Krebsen die spindelförmigen Körper, die ich den Zapfen gleich stellte, die Querstreifung oft so markirt zeigten, dass ich bei diesen sogleich an eine Zusammensetzung aus kleinen Platten dachte. Dies führte mich ja auch auf die Aehnlichkeit des Aussehens dieser Theile mit einer Galvanischen Säule und daher die Bemerkung am Schlusse (pag. 97), dass diese Gebilde mehr elektrischen, als optischen Apparaten gleich sehen.

Die Plättchenstructur der Aussenglieder nun sah ich früher beim Huhn, Truthahn, Frösch, Triton, namentlich aber sehr schön bei einigen Krebsen. Da bei Squilla mantis diese Plättchenstructur der spindelförmigen Körper besonders leicht zu erkennen ist und auch die einzelnen Plättchen isolirt dargestellt werden können, so dürften sie sich besonders dazu eignen, um physiologische Untersuchungen über diese Plättchen anzustellen. Ich lasse die Beschreibung derselben unten folgen und füge hier nur die Bemerkung bei, dass demnach die spindelförmigen Körper der Krebse den Aussengliedern der Stäbchen und Zapfen gleichgestellt werden müssen; ich hoffe, dass M. Schultze mir darin vollkommen beistimmen werde.

Der Krystallkörper von *Squilla mantis* (Fig. 19 a) ist verhältnissmässig gross, mit einem kurzen und dünnen Verbindungsstiel (19 b), der entsprechend der Zusammensetzung des Krystallkörpers aus vier Stücken auch in vier Zipfeln endigt, welche wieder in vier feine Fasern auslaufen. Diese Fasern sind so lang als der ganze spindelförmige Körper (Fig. 18) und verlaufen in den vier Furchen desselben. Ich kann kaum glauben, dass diese Fasern nervöser Natur sind, wenigstens ist nichts Charakteristisches an ihnen zu entdecken. Der spindelförmige Körper misst 0,1083—0,1383''' und ist aus einer Menge kleiner Plättchen aufgebaut, welche, je nachdem sie von verschiedenen Stellen des spindelförmigen Körpers entnommen sind, auch einen verschiedenen Durchmesser und verschiedene Dicke zeigen. An der dicksten Stelle sind diese Plättchen 0,0158''' im Quadrat und zeigen eine Dicke von 0,0017—0,0026'''. Es ist jedoch zu bemerken, dass diese Plättchen nicht gleichmässig dick sind, sondern gegen die Mitte dicker als nach Aussen (20 b). Alle diese Plättchen sind entweder aus vier gleich grossen Stücken von 0,0078''' Durchmesser zusammengesetzt oder spalten sich wenigstens mit grösster Leichtigkeit in diese vier Stücke, was auch deutlicher oder weniger deutlich durch eine kreuzförmige Zeichnung angedeutet ist (20 a). Aber nicht nur die einzelnen Platten spalten sich leicht in vier Stücke, sondern der ganze spindelförmige Körper zerfällt gerne in vier Säulchen (21), die ganz den Anschein von übereinander gelegten Ziegelsteinen darbieten, abgegrenzt durch die vier Fasern (19 c). Auf welche Weise diese Körper mit den Nervenfasern in Verbindung stehen, konnte ich noch nicht ermitteln; es grenzen alle in einer scharfen Linie ab, wie wenn sie auf einer durchlöcherten Membran aufsässen, wie bei den übrigen Krebsen; ich konnte aber von einer solchen Membran Nichts entdecken.

Bei *Peneus caramote* sind diese Körper nicht spindelförmig, sondern cylindrisch und bestehen nicht aus zusammengesetzten, sondern einfachen Säulchen. Sie zeigen daher keine Längsfurchen, nur Querfurchen, welche die Plättchenstructur sogleich anzeigen. Diese Körper sind gewöhnlich 0,0485'''—0,0550''' lang und 0,0063''' dick und aus Plättchen zusammengesetzt vom gleichen Durchmesser und 0,0024''' Höhe. Isolirt konnte ich sie jedoch nicht zur Anschauung bringen, so dass ich nicht weiss, wie diese Plättchen auf der Fläche aussehen und ob sie wie bei *Squilla* ungleich dick sind. Ich zweifle übrigens nicht, dass leicht Präparationsmethoden gefunden werden, mittelst deren man die Plättchen vollständig isoliren kann.

Bei Scyllarus bestehen die spindelförmigen Körper wieder aus vier 0,0035^{'''} dicken Säulchen, die aus kleinen cylindrischen 0,0026—0,0035^{'''} hohen Stücken aufgebaut sind. Auf dem Längsschnitt sind diese Stücke also fast quadratisch, auf dem Querschnitte konnte ich dieselben noch nicht zur Ansicht bekommen, da ich sie ebenfalls noch nicht zu isoliren verstand. In Bezug auf die Nerven ist das Verhalten der spindelförmigen Körper ähnlich wie ich es von Palinurus beschrieben habe.

Bei der ansehnlichen Grösse der Plättchen von Squilla mantis und der Leichtigkeit sie einzeln oder in Gruppen von 5, 10, 15 Stücken zur Beobachtung zu bringen, ist die Möglichkeit gegeben an ihnen optische und andere Untersuchungen anzustellen, die an den Aussengliedern der Stäbchen der Wirbelthiere wegen ihrer Kleinheit auf unbesiegbare Hindernisse stossen würden; auch Peneus und Scyllarus dürften gute Präparate liefern, sobald sie vollständiger zerlegt werden können. Sollte es aber gelingen, die spindelförmigen Körper aller Krebse in ihre Plättchen zu zerlegen, so dürften bei den grossen Meerkrebsen Präparate zu finden sein, die für alle möglichen Experimente geeignet wären.

Kehren wir nach dieser Abweichung wieder zur Anatomie der Wirbelthierretina zurück. Ueber die kegelförmigen Körperchen am Ende der Zapfenfasern bin ich noch nicht ins Klare gekommen, und wenn M. Schultze und C. Hasse dieselben für nervös halten, weil sie sich in Osmiumsäure schwarz färben, so kann ich Nichts dagegen einwenden. Darf ich aber aus den Abbildungen Schultze's einen Schluss ziehen, so möchte ich annehmen, dass diese Körperchen aus Nerven- und Binde substanz in Form von Inhalt und Hülle zusammengesetzt wären. Meine Ansicht, dass die kegelförmigen Körperchen theilweise wenigstens aus dem herbeigezogenen Bindegewebe der Zwischenkörnerschicht bestehen, dürfte sich doch bestätigen. Das Zerfallen dieser Körper in eine Menge feinsten Fäserchen, die sich in der frischen Körnerschicht in horizontaler Richtung verlieren, konnte ich mit meiner Präparationsmethode und den stärksten Vergrösserungen nie zur Anschauung bringen, ebenso wenig ihre Endigung in drei Fortsätze, wie Hasse angibt. Auch die Angabe, dass die Zwischenkörnerschicht aus feinsten horizontal verlaufenden Fäserchen bestehe, vermag ich nicht zu bestätigen; eine gewisse horizontale oder flächenhafte Faserung erscheint allerdings zuweilen mehr oder weniger deutlich, sie kommt aber durch andere Elemente dieser

Schicht zu Stande, nämlich durch die grossen verästelten Zellen, welche H. Müller von den Fischen beschrieben hat und ich ebenfalls von Fischen und Reptilien angeführt habe. So habe ich diese Zellen neuerdings bei *Testudo graeca* sehr schön in Form verästelter Faserzellen angetroffen und auch Andeutungen davon in der Zwischenkörnerschicht des Huhns gefunden. Nebst diesen gröbern faserigen Einlagerungen kann ich keine feine Horizontalfaserung wahrnehmen, finde im Gegentheil die übrige Masse der Schichte stets fein gekörnt. Was ich von den Radialfasern gesagt habe, möchte ich auch heute noch aufrecht erhalten und glaube, dass sich M. Schultze irrt, wenn er meint, sie seien rein nur bindegewebiger Natur. Man sieht zu häufig, dass ihr etwas verbreitertes äusseres Ende ein oder auch zwei Zapfenkörner kelchartig umschliesst und nicht selten gelingt es bei günstigen Erhärtungsgraden, wo das Ende noch hinreichend durchscheinend ist, in demselben die Zapfenfaser, allerdings nur eine sehr kurze Strecke weit zu verfolgen. Zwar ist es mitunter schwer zu entscheiden ob das Korn ausserhalb oder innerhalb dieses Kelches sitzt und kann dies nur durch Rollenlassen isolirter Präparate zu voller Gewissheit ermittelt werden. Oefters aber, wenn es auch den Anschein hat, dass das Korn ausserhalb sitzt, so scheint dies das benachbarte, nicht das zugehörige Zapfenkorn zu sein.

Die Fig. 17 auf Taf. IV des Separatabdrucks der Schultze'schen Abhandlung, eine Radialfaser von *Falco buteo* darstellend, erinnert mich ganz an die Radialfasern des Hai, die auch in der inneren Körnerschicht ein ganz anderes Ansehen und bedeutendere Dicke zeigen, als in der granulösen Schicht; nur zeichnet Schultze diese Fasern in einem Stadium der Erhärtung der Retina, wo die Interzellularsubstanz fest an den Fasern hängen bleibt und als Vorsprünge und Zacken derselben figurirt. Bei geringerer Erhärtung sind sie ganz glatt und auch bei Embryonen zeigen alle diese Fasern nichts von Ausläufern und Zacken, weil eben auch die Interzellularsubstanz bei Embryonen nicht in dieser Weise erhärtet. Das trichterförmige innere Ende der Radialfaser ist eigentlich nur im peripheren Theile der Retina so gestaltet, im Grunde des Auges endigt die Radialfaser nur mit einem leicht verdickten Ende, ähnlich wie Schultze das Ende seiner Stäbchenfasern abbildet. Auch sind die Radialfasern des Hai z. B. so ausserordentlich zart und fein, dass sie weit eher an Nervenfasern als an Bindegewebsfasern erinnern,

und auch bei *Testudo graeca* wird man aus Präparaten aus dem Augengrunde, wo die Nervenschicht schon etwas dicker ist, die Ueberzeugung gewinnen, dass diese Fasern mehr als nur Stützfasern sind. Auch in Bezug auf die spindelförmige Zelle oder M. Schultze's Kern der Radialfaser, kann ich meine Meinung nicht ändern, gegen- theils habe ich bei der Schildkröte und dem Huhn alles Gesagte wieder bestätigt gefunden.

C. Hasse glaubt, dass die von mir beschriebenen Epithelium- Zellen Täuschung seien, entstanden durch die Abdrücke der Radial- faserenden auf der Hyaloidea. Es ist dies keineswegs der Fall; ich bitte ihn, nur ganz frische Augen, dem eben geschlachteten Thiere entnommen, nur einige Stunden der Oxalsäure oder Schwefelsäure- lösung zur Erhärtung zu überlassen und dann den Glaskörper mit einem Ruck aus dem aufgeschnittenen Auge herauszuheben, so wird er auf demselben die schönsten Zellen finden, die je nach der Ein- wirkung der Reagentien noch polygonal oder schon etwas aufge- quollen rund sind. Oder bei zarter Entfernung des Glaskörpers werden diese Zellen theilweise auf der Retina liegen bleiben und auf Schnitten Bilder zeigen, wie ich sie in den Fig. 3 und 4 Taf. I und Taf. II Fig. 24 und 25 abgebildet habe, die doch kaum anders gedeutet werden können. In meinen Notizen finde ich aufgezeichnet, dass diese Zellen beim Meeraal besonders schön zu sehen seien, ich wiederhole aber, dass ich sie bei fast allen Thieren nachge- wiesen habe.

Die Angaben M. Schultze's über Richtung und Verlauf der Zapfen- und Stäbchenfasern in der Umgebung der Macula lutea und in derselben selbst, kann ich bestätigen, ohne dass ich die Stäbchen- fasern als solche erkannt habe. Die Fig. 1 b. c. d. wird zeigen, dass ich diese Stellen der Retina vor mir hatte und den Verlauf der Fasern richtig gedeutet habe. Aber gerade die Zeichnung 1 b er- innert mich an das eigenthümliche Verhalten der äussern Körner- schicht bei Scomber und andern Fischen, wie ich es l. c. auf Taf. II Fig. 13 abgebildet hatte. Sollte dies etwas Aehnliches sein und also die Retina dieser Fische mehr oder weniger den Bau der Macula lutea des Menschen und einiger Wirbelthiere nachahmen? Es wäre vielleicht der Mühe werth der Sache einige Aufmerksamkeit zu schenken.

Erklärung der Tafel II.

Die Zeichnungen sind nach Oxalsäure und Schwefelsäure-Präparaten ausgeführt und die einzelnen Zapfen und Stäbchen so dargestellt, dass sie die gegenseitigen Grössenverhältnisse veranschaulichen nach dem Massstabe 1 Mm. = 0,001 Wiener Linie.

- Fig. 1. a. Zapfen des Menschen, b. Beginn der macula lutea, c. aus der macula lutea, d. ebenfalls.
- „ 2. Zapfen des Kalbes, a. nur leichte Erhärtung, b. nach langem Liegen in Oxalsäure.
- „ 3. a. Zapfen des Huhns, b. mit Abhebung der Membran des Zapfenfortsatzes, c. Zwillingszapfen.
- „ 4. Zapfen der Taube, a. b. mit rothem Pigment, c. ohne Pigment.
- „ 5. Zapfen der Eule, a. b. wie beim Huhn.
- „ 6. a. Zapfen von *Chelonia imbricata*, b. abnorme Form.
- „ 7. Zapfen von *Testudo graeca*, a. gewöhnliche, b. Zwillingszapfen.
- „ 8. Zapfen der Eidechse.
- „ 9. Zapfen der Natter.
- „ 10. „ des Frosches.
- „ 11. „ der Knochenfische.
- „ 12. Sogenannte Stäbchen der Haie.
- „ 13. „ „ der Rochen.
- „ 14. „ „ des Huhns.
- „ 15. „ „ der Eule.
- „ 16. „ „ *Rana esculenta*.
- „ 17. Dasselbe vom Laubfrosch, 18. von der Kröte, 19. vom Triton.
- a. stellt die Zapfenspitze dar,
b. „ den Zapfenkörper,
c. „ „ Zapfenfortsatz,
d. „ das Zapfenkorn.
- „ 18. Spindelförmiger Körper von *Squilla mantis*.
- „ 19. a. Krystallkörper, b. Stiel desselben, c. Einlagerung der Plättchen zwischen die vier Fasern.
- „ 20. Plättchen des spindelförmigen Körpers, a. Querschnitt, b. Höhenschnitt (?).
- „ 21. Zerfallen des spindelförmigen Körpers in vier Säulen.
-