**Zeitschrift:** Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft

**Herausgeber:** St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft

**Band:** 7 (1865-1866)

**Artikel:** Beiträge zur Anatomie der Retina

**Autor:** Steinlin, W.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-834489

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 21.08.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

III.

# Beiträge zur Anatomie der Retina

von

**Dr. W. Steinlin** von St. Gallen.

---

Während meinem Aufenthalte in Cannes und Palermo benutzte ich einen Theil meiner Zeit zu mikroskopischen Untersuchungen, und so kam ich unter Anderm auch auf die Untersuchung der Retina einer Schildkröte. — Einige Befunde, die mit den Beschreibungen in Leidig's Histologie und Frey's Mikroskop, anfangs die einzige Literatur, die mir über diesen Gegenstand zu Gebote stand, nicht stimmen wollten, führten mich auf die Untersuchung der Retina auch anderer Thiere, und so wurde ich unwillkürlich immer tiefer in das Studium der Netzhaut hineingetrieben, obgleich ich keinen Augenblick zweifelte, dass alle meine Differenzen in den berühmten Arbeiten von H. Müller und Max Schulze ihre Lösung bereits schon werden gefunden haben. Als ich aber nach langem Harren diese Arbeiten endlich zu Gesicht bekam, war ich nicht wenig erstaunt, dass dies keineswegs der Fall war, sondern die meisten Abweichungen stehen blieben. — Begreiflicher Weise mussten sich mir solchen Forschern gegenüber Zweifel in meine eigenen Untersuchungen aufdrängen, wesshalb ich trachtete, so viel möglich die ganze Reihe der Untersuchungen zu wiederholen und nochmals zu kontroliren, wobei sich allerdings Einiges ausglich, Anderes aber um so sicherer und schärfer als Abweichung hervortrat. — Bei den grossen Schwierigkeiten, welche die Feinheit der

Gewebselemente und der komplizirte Bau der Retina den Untersuchungen entgegensetzen, ist es sehr begreiflich, dass dem einzelnen Forscher dieses oder jenes entgeht, dieser oder jener Irrthum mit unterläuft; so dass, wie bisher schon Viele an der Erforschung des feinern Baues der Retina gearbeitet haben, ohne zum vollkommenen Abschluss zu gelangen, auch in Zukunft noch Mancher wird untersuchen müssen. Unter solchen Umständen dürfte jeder Beitrag willkommen sein, wesshalb ich nicht anstehe, die Resultate meiner Untersuchungen mitzutheilen, und sollte sich vielleicht auch Manches davon als schon bekannt herausstellen, so mag man es damit entschuldigen, dass weder in Cannes noch Palermo die neueste Literatur erhältlich war.

Die Untersuchungen wurden durchgehends an Augen vorgenommen, welche uneröffnet einige Stunden bis Tage in konzentrirter wässriger Lösung der Oxalsäure, oder sehr verdünnter Schwefelsäure gelegen hatten. Nebstdem wurden kontrolirende Untersuchungen an frischen Augen vorgenommen und solchen, welche in Lösungen anderer Reagentien gelegen hatten. Ich führe jetzt schon an, dass mich die Lösungen der Chromsäure und ihrer Salze bei Weitem weniger befriedigt haben als die oben genannten Säuren, welche jedenfalls auch den grossen Vorzug haben, dass man schon nach wenigen Stunden untersuchen kann oder fast unmittelbar nach Einlegung der Augen, wenn dieselben vorher eröffnet worden sind. — Die Abbildungen zeichnete ich möglichst naturgetreu und bei Ansichten von Totalschnitten der Retina wurde nur in soweit etwas schematisirt, dass die Zeichnung eine Kombination von Bildern verschiedener Präparate darstellt.

Obgleich grosse Verführung zur Abänderung der bestehenden Namen vorhanden ist, habe ich mich in der Beschreibung strenge an dieselben gehalten, weil ich ebenfalls der Ansicht bin, man solle die erstgegebenen Namen so lange beibe-

halten, bis man sie durch solche ersetzen kann, welche die betreffenden Gebilde sowohl nach der Form, als nach ihrer physiologischen Funktion bezeichnen. So weit sind wir aber leider mit der Kenntniss der Retina noch nicht, denn so lange man sich noch darüber streitet, welche Theile nervöser Natur seien, welche rein nur dem Bindegewebe angehören, oder welche Theile mit einander in Verbindung stehen und welche nicht etc. etc., können wir auch über Form und Funktion der einzelnen Gebilde nicht aburtheilen und also auch nicht wirklich bezeichnende Namen aufstellen.

Indem ich bei der Beschreibung der Retina der Wirbelthiere also dem Beispiele von H. Müller folge, werde ich der Reihe nach die Stäbchenschichte, die äussere Körnerschichte, die Zwischenkörnerschichte, die innere Körnerschichte, die granulöse Schichte, die Schichte der Ganglienzellen, die Nervenfaserschichte, die Begrenzungshaut und endlich die Radialfasern beschreiben.

## I. Retina der Wirbelthiere.

### 1. Stäbchenschichte.

Es wurde bisher allgemein angenommen, dass diese Schichte aus den „eigentlichen Stäbchen", den Zapfen und den Pigmentzellen mit ihren Fortsätzen gebildet werde und dass nur ausnahmsweise nur Stäbchen oder nur Zapfen vorkommen; so wurden den Plagiostomen nur Stäbchen zugeschrieben, Petromyzon und Anguis fragilis nur Zapfen. Da man unter Stäbchen ein in Bezug auf chemisch-physikalische Eigenschaften, auf Verbindung mit den übrigen Gebilden der Retina, sowie auf Funktion der Zapfen analoge, gleichsam die Geschwistergebilde derselben verstanden hat, so bin ich gleich anfangs genöthigt, zu erklären, dass es solche Stäbchen nicht gibt und dass das, was die Autoren als Stäbchen beschrieben

hatten, bald für Zapfenspitzen, bald für mangelhaft entwickelte Zapfen erklärt werden müssen, oder endlich für die Pigmentfortsätze und diesen analoge Gebilde.

Diese wahrscheinlich auffallende Behauptung scheint aber keineswegs ganz neu zu sein, da H. Müller in verschiedenen Noten anführt, dass Vintschgau die Stäbchen immer als aussen auf den Zapfen sitzend beschreibe, d. h. wohl als Zapfenspitzen, und nichts von den eigentlichen Stäbchen wissen wolle. — So ist es eben auch mir ergangen; trotz aller Mühe konnte ich bei vielen Thieren ausser den Zapfenspitzen keine Stäbchen entdecken, und wenn ich bei andern Thieren glaubte die Stäbchen gefunden zu haben, so musste ich sie bei genauerer Untersuchung für etwas Anderes erklären.

Nachdem ich diese Abweichung vorläufig notirt habe, wende ich mich zur Beschreibung der Stäbchenschichte (Taf. I, 6. 8. 22. 24 a. Taf. II, 1. 10. 13. 26 a) nach eigener Untersuchung. Diese besteht aus mehr oder weniger dicht neben einander und senkrecht auf der Schichte stehenden Zapfen, welche bei verschiedenen Thieren zwar sehr verschieden geformt sein können, aber doch bei den Thieren derselben Wirbelthierklasse so ziemlich gleich gebaut sind, wenn sie auch in Bezug auf Grössenverhältnisse Abweichungen zeigen können. Als Grundtypus der Zapfen können wir diejenigen der Schildkröte (Taf. I, 13—23), oder die stärkeren Zapfen der Vögel (Taf. I, 5—11) aufstellen, wornach jeder Zapfen aus einer Zapfenspitze, einem Zapfenkörper, einem Zapfenfortsatz und einem Zapfenkorn besteht, welch letzteres Gebilde aber schon in die folgende Retinaschichte gehört.

Die Zapfenspitze ist ein stäbchenförmiges, zylindrisches, das Licht sehr stark brechendes Gebilde, das auch nach Anwendung von Reagentien sich nicht stark verändert, nur etwas von seinem Glanz verliert; sobald es aber in seiner normalen Lage gestört wird, biegt es sich stark ein, indem es

zugleich eine Achsendrehung erfährt (Taf. I, 13. II, 27. 29). Eine aus ihrer Lage gerissene (natürlich nicht erhärtete) Zapfenspitze zeigt meist die Form eines Fragezeichens, wobei der eingerollte Theil der peripherische, der mehr gerade der zentrale Theil ist, welcher mit dem Zapfenkörper in Verbindung steht. Das äussere Ende ist abgerundet, das innere zeigt eine leichte Anschwellung, welche an der Verbindungsstelle mit dem Zapfenkörper durch eine gerade, scharf markirte Linie begrenzt erscheint. Eigentliche Aufquellungs-Erscheinungen, wobei ähnliche Formen zu Tage treten, welche man bei Gerinnung des Nervenmarkes zu sehen gewohnt ist, beobachtet man nur bei Einwirkung von Wasser oder allzuverdünnten Lösungen von Reagentien. Am besten erhalten sich die Zapfenspitzen in konzentrirter wässriger Lösung der Oxalsäure, und von einigen Thieren leidlich gut in verdünnter Schwefelsäure ($SO_3$ vier Tropfen auf eine Unze Wasser), welche dieselben erhärten, zugleich aber ziemlich brüchig machen, so dass sie ausserordentlich leicht abbrechen und alsdann quer abgestutzt erscheinen; ich erinnere mich nie, einen schiefen oder zackigen Bruch gesehen zu haben. In chromsaurem Kali und der Müller'schen Flüssigkeit verändern sie ihre Form (Taf. I, 16), d. h. sie werden konisch. Das periphere Ende spitzt sich mehr zu und die Anschwellung des zentralen Endes der Zapfenspitze verwischt sich. Ich hatte anfangs geglaubt, dass die Spitzen sehr leicht zerstört werden, weil man öfters viel mehr Zapfen ohne Spitzen trifft, als mit denselben; es rührt dies aber daher, dass sie ausserordentlich leicht von den Zapfen abfallen und entweder zwischen den Pigmentfortsätzen stecken bleiben oder frei umherschwimmen. Bei Beurtheilung ihrer Grösse muss man sich sehr in Acht nehmen, unverletzte Zapfenspitzen zur Messung zu wählen, denn nicht nur die einzelnen brechen sehr leicht, sondern, wie auch H. Müller angibt, finden sich manchmal ganze Reihen solcher Spitzen auf

gleicher Höhe abgebrochen. Immer ist die Zapfenspitze länger als der Zapfenkörper, bei vielen Thieren entspricht ihre Länge derjenigen des Zapfenkörpers sammt dem Zapfenfortsatz, bei noch andern übertrifft sie beide noch bedeutend. Die kürzesten Zapfenspitzen habe ich bei der Natter getroffen (0,0026‴), die längsten bei der Kröte (0,0394‴). Ihre Dicke wechselt ebenfalls bedeutend, so dass wir Spitzen finden von 0,0007—0,004‴ Dicke, wobei aber doch verstanden ist, dass bei dem einzelnen Thiere nur sehr unbedeutende Verschiedenheiten der Länge und Dicke der Zapfenspitzen vorkommen.

Der Zapfen selbst besteht aus einer mehr oder weniger kugeligen Partie, deren Inhalt meist deutlich granulirt ist und einer mehr zylindrischen oder stielartigen Partie mit hellem Inhalte. Erstere, der Zapfenkörper, grenzt sich von letzterer, dem Zapfenfortsatz, scharf ab, theils durch den verschiedenen Inhalt, theils durch die Hervorwölbung in Folge seiner kugeligen Gestalt; obgleich man also eine ziemlich scharfe Grenzlinie zwischen beiden sieht, so ist man doch keineswegs berechtigt, eine membranöse Scheidewand zwischen beiden anzunehmen. Die meisten Autoren nehmen an, dass beide Theile ursprünglich nur einen gleichmässigen, hellen, das Licht stark brechenden Cylinder bilden und erst durch Zusatz der Reagentien blähe sich der obere gegen die Zapfenspitze hin gelegene Theil auf und sein Inhalt werde granulirt; während umgekehrt der untere Theil hell bleibe und eher etwas einschrumpfe. Mit dieser Ansicht bin ich nicht so ganz einverstanden, da ich bei Augen der Taube, des Huhns, der Eidechsen, die ich unmittelbar nach dem Tode untersuchte, und zwar nur mit Zusatz von Augenflüssigkeit ohne alle Reagentien, den Zapfenkörper doch schon kugelig getroffen habe und den Fortsatz förmlich stielartig; dagegen bei Augen, die schon längere Zeit in verdünnten Lösungen gelegen hatten, bemerkt, dass der Zapfenfortsatz Quellungserscheinungen

zeige, dicker werde und sich aufblähe und im Innern eine Scheidung des Inhaltes zu Stande kommt, so dass es öfters scheint, als ob eine Blase oder ein leerer Raum in der Mitte entstanden sei; während der Zapfenkörper keine weitern Veränderungen zeigte. Bei solchen Präparaten sieht man viel häufiger Zapfenformen, welche sich dem Zylinder nähern, als bei ganz frischen Augen oder aus rasch erhärtenden Reagentien, wie die Oxalsäure. Zapfen aus der Müller'schen Flüssigkeit (Taf. I, 16) zeigen mehr die zylindrische Form und der Zapfenkörper ist mehr kegelförmig, während der Zapfenfortsatz fast dieselbe Dicke zeigt. Da aber die Müller'sche Flüssigkeit die Zapfen überhaupt nicht sehr gut erhält, was daraus hervorgeht, dass sie sich sehr ungleich und oft ganz missgestaltet zeigen, die Erhärtung der Retina und so auch der Zapfen selbst eine sehr langsame und unvollkommene ist, so bin ich nicht geneigt, diese Gestalten als Normalformen der Zapfen auszugeben, sondern viel eher diejenigen aus Oxalsäure- und Schwefelsäure-Präparaten, die sich gleichen und beide die Gestalt des rasch und vollkommen erhärteten Zapfens haben. — Der Zusatz von schwefelsaurem Natron zum chromsauren Kali in der Müller'schen Flüssigkeit hat mich veranlasst, Versuche mit einer konzentrirten Lösung erstern Salzes zu machen; das Resultat war, dass Augen, die Stunden bis Tage in dieser Lösung erst uneröffnet, dann noch eröffnet gelegen hatten, alle Theile der Retina ganz weich zeigten und so auch die Zapfen, deren Körper aber kugelig und prall mit flüssigem Inhalt gefüllt war, der Fortsatz aber stielartig erschien. Es ist nicht wahrscheinlich, dass konzentrirte Lösungen von Salzen oder Säuren Quellungserscheinungen veranlassen, man sollte eher das Umgekehrte erwarten dürfen, namentlich bei den rasch erhärtenden Reagentien, und wirklich finden wir dies auch deutlicher nachweisbar als bei den Zapfen selbst, bei allen zelligen Gebilden der Retina, welche alle im

erhärteten Zustande der Retina mehr zusammengezogen und kleiner erscheinen als in noch weichem oder ganz frischem Zustande.

Ich musste mich über diese Frage etwas weitläufiger auslassen, weil eben meine Form der Zapfen durchaus nicht derjenigen entspricht, welche Müller abbildet, und weil der unvollkommen erhärtenden Wirkung der Chromsäure-Präparate auf die Gebilde der Retina vielleicht allein die im Verlaufe dieser Abhandlung auftretenden Differenzen zuzuschreiben sind.

Im Innern des Zapfenkörpers und zwar dicht unter der Begrenzungslinie der Zapfenspitze liegen bei vielen Thieren Fetttropfen, die meist bunt gefärbt sind. Andere Farben als gelb, orange und hochroth habe ich nie beobachtet. In Bezug auf die Fetttropfen und deren Lagerung an den Zapfen kann ich Alles bestätigen, was H. Müller darüber gesagt hat; nur wollte es mir nie gelingen, zwei Fetttropfen in einem Zapfen zu sehen, ebenso wenig wie zwei Spitzen auf einem einfachen Zapfenkörper.

In Bezug auf das zentrale Ende des Zapfens, resp. des Zapfenfortsatzes ist noch zu bemerken, dass dasselbe meist quer abgestutzt erscheint und sich leicht verbreiternd mit der ganzen Basis auf der innern Körnerschichte aufsitzt. — Die Grössenverhältnisse des Zapfenkörpers und Zapfenfortsatzes zeigen bei den einzelnen Thiergattungen fast noch grössere Verschiedenheiten als die Zapfenspitzen, so dass wir Zapfenkörper finden von 0,0026‴, wie bei den kleinern Eidechsen, bis zur Grösse von 0,0155‴ eines Fisches; ebenso zeigt der Zapfenfortsatz bei dem Huhn eine Länge von 0,0118‴, während er bei den Fischen gänzlich mangelt. Ebenso scheinen das Alter der Thiere, Grösse des einzelnen Individuums und namentlich die Stelle der Retina, welcher die Zapfen entnommen sind, grossen Einfluss zu üben; so dass in der Regel die

Zapfen eines jüngern Thieres kleiner sind als diejenigen eines ältern; eines grossen Exemplars grösser als diejenigen eines kleinen und die Zapfen, welche der Peripherie der Retina entnommen, sind kleiner als diejenigen, welche dem Augengrunde entsprechen.

Das zweite Element der Stäbchenschichte sind die Pigmentzellen (Taf. I, 11. 12. Taf. II, 4. 14. 17. 30), welche früher zur Chorioidea gezählt wurden, deren lamina pigmenti sie bildeten; viel natürlicher aber sind sie als integrirender Bestandtheil der Retina zu behandeln, mit welcher sie sich gewöhnlich von der Chorioidea ablösen. — Von der Fläche gesehen zeigen diese Zellen das Bild polygonaler Epitheliumzellen mit deutlich sichtbarem Kern in der Mitte; das Pigment schimmert als dunkle Körnchen durch, welche im Innern der Zellen zerstreut liegen. Von der Seite gesehen hingegen erkennt man, dass die Zellen einen ziemlichen Höhendurchmesser besitzen, eigentlich kurze Zylinder darstellen, deren Kern unter der Mitte des Höhendurchmessers sitzt; das Pigment ist im Grunde der Zylinder angesammelt, reicht meistens nur bis auf die Höhe des Kernes und nur einzelne Körnchen liegen zerstreut auch im obern Theile der Zelle. In wenigen Fällen jedoch ist die ganze Zelle mit Pigment erfüllt, so dass der Kern total versteckt bleibt.

Von der untern Fläche dieses Zylinders, grossentheils von dessen Rande entspringen aber eine Menge faserartige Fortsätze, welche in der Regel mit Pigment dicht überzogen sind, zuweilen die Enden aber noch eine kleine Strecke weit unbedeckt, d. h. pigmentlos vorstrecken (Taf. I, 11). — In solchen Fällen, so wie an durch Präparation verletzten Fortsätzen erkennt man, dass die Grundlage dieser Fortsätze eine helle, eiweissartige, weiche Substanz ist, die durch erhärtende Reagentien mehr oder weniger erstarrt und zu faserigen Gebilden erhärtet, deren Enden häufig eine leichte An-

schwellung zeigt, welche Anschwellung aber nur eine Substanzaufblähung ist. Diese Fortsätze erstrecken sich nun zwischen die Elemente der Stäbchenschichte, also die Zapfen, und endigen weitaus in der Mehrzahl der Fälle auf der Höhe der Verbindungsstelle zwischen Zapfenspitze und Zapfenkörper (Taf. II, 14), zuweilen reichen sie aber auch etwas weiter, bei einigen Thieren sogar bis auf die äussere Körnerschichte.

Wenden wir uns nun zu den Modifikationen, welche diese Gebilde bei den einzelnen Thierklassen oder Gattungen zeigen. Dem genannten Typus am nächsten stehen die Zapfen der Vögel (Huhn, Taube Taf. I, 5—10), welche eine lange schlanke Zapfenspitze zeigen, von fast genau derselben Länge des übrigen Zapfens und deutlicher Anschwellung an dem zentralen Ende, das aber in gerader und scharfer Linie sich quer gegen den Zapfenkörper abgrenzt. Dieser ist kugelig, nur bei wenigen Zapfen etwas mehr in die Länge gezogen und sitzt auf einem Fortsatze, der in der Regel viel dünner ist als der Körper. Hat der Fortsatz einige Stärke, so erscheint er nicht zylindrisch, sondern an beiden Enden dicker als in der Mitte; bei ganz dünnen Fortsätzen ist dies weniger deutlich zu erkennen, und man sieht nur, dass sein zentrales Ende gegen die Körnerschichte hin sich scharf absetzt, so dass das Zapfenkorn wie abgetrennt nur mit einem dünnen Stiele mit demselben in Verbindung steht. Durch diese quere Absetzung und die Berührung der dadurch entstehenden scharfen Ecken der Basis des Zapfenfortsatzes entsteht in ganzen Schnitten das Bild einer dunklen Linie, welche die Grenze zwischen der Stäbchenschichte und Körnerschichte bezeichnet.

In dem Zapfenkörper, gegen die Spitze zu gelegen, findet sich ein Fetttropfen von gelber, orange oder rother Färbung; farblose Fetttropfen habe ich keine beobachtet. Dagegen zeigt sich bei der Taube noch eine Eigenthümlichkeit, die das

Huhn in keiner Weise theilt, nämlich dass neben diesen farbigen Fetttropfen in einzelnen Zapfen auch noch eine Färbung des ganzen Zapfenkörpers, zuweilen auch in geringerem Grade des Zapfenfortsatzes vorhanden ist (Taf. I, 5). Das Eigenthümliche ist, dass diese Färbung des Zapfens nur bei denjenigen mit rothen Fetttropfen vorkommt und nicht etwa zufällig durch Zerstörung des betreffenden Fetttropfens und Imbibition seines Farbstoffes entstanden ist; sondern der Fetttropfen ist durchaus wohlgebildet und die Färbung rührt deutlich von rothen Körnchen her, welche in dem Inhalte des Zapfens zerstreut liegen. Es ist auffallend, dass dies nur bei den Zapfen mit rothen Fetttropfen vorkommt und nicht auch zuweilen eine gelbe Färbung der Zapfen mit gelben Fetttropfen beobachtet wird. H. Müller will dies zwar beim Huhn einige Male beobachtet haben, mir ist dies aber nie gelungen, während das andere bei der Taube auf den ersten Blick auffällt. In Bezug auf die Vertheilung der Zapfen mit rothen und gelben Fetttropfen habe ich keine auffallende Regelmässigkeit bemerkt, wohl beobachtet, dass an einzelnen Stellen nur rothe, an andern nur gelbe Fetttropfen vorkommen, an andern Stellen alle Farben, so ziemlich gleichmässig gemischt, sind. Ich habe die Sache nicht genau genug verfolgt, glaube aber, dass die Angaben H. Müller's im Allgemeinen richtig sind, nur nicht genau genug, um physiologische Schlüsse darauf bauen zu können, weil die orangefarbigen Zapfen zu wenig berücksichtigt sind.

Neben den normal gebildeten Zapfen kommen aber noch welche vor, die nicht vollkommen entwickelt scheinen oder nach irgend einer Richtung eine abnorme Bildung zeigen. So finden sich viele, welche keine Fetttropfen in ihrem Zapfenkörper enthalten, sonst aber gleich sind; dann solche, die bei demselben Mangel einen sehr schwach garnulirten Inhalt des Zapfenkörpers zeigen, der zu gleicher Zeit meist auch etwas

kleiner ist und somit nur als Anschwellung des Zapfenfortsatzes erscheint; endlich solche, wo der Zapfenfortsatz an dem eben genannten Entwicklungsmangel insofern Theil nimmt, als er besonders schlank und fadenförmig erscheint, was um so mehr auffällt, als die Zapfenspitze im Gegentheil sich auf Kosten der übrigen Theile besonders stark entwickelt zeigt und sogar die normalen Spitzen an Stärke übertrifft. — All diese abnormen Formen kommen zwar auch in ganz frischen Augen in ziemlicher Anzahl besonders gegen den Rand der Retina vor; dennoch ist es mir vorgekommen, als ob bei demselben Auge, wenn es längere Zeit in Oxalsäure-Lösung, namentlich aber in verdünnter Schwefelsäure gelegen hatte, die Anzahl solcher Zapfen zugenommen hätte, zugleich aber auch diejenige frei herumschwimmender Fetttropfen, was auf Zerstörung der Membran des Zapfenkörpers hindeuten würde; besonders da man häufig an solchen Zapfen eine Abhebung der Membran oder selbst membranartige Fetzen anhängen sieht (Taf. I, 5 b).

An Stellen, wo diese Formen häufiger vorzukommen schienen, verhielt sich bei der Taube ihre Anzahl zu derjenigen der wohlgebildeten Zapfen wie 1 : 20, während sie an andern Stellen der Retina fast gänzlich mangelten, so namentlich da, wo nur Zapfen mit rothen Fetttropfen vorkamen. Die relative Häufigkeit dieser abnorm gebildeten Zapfen lässt sich an gelungenen Schnitten leicht bestimmen, besonders wenn die Pigmentschichte etwas abgehoben ist; man erkennt sie dann sehr leicht an den dickern Spitzen und kann sie abzählen.

Die Pigmentzellen haben lange Fortsätze, welche bei der Taube bis zum angeschwollenen Ende der Zapfenspitze reichen, so dass diese Enden und die Fetttropfen unbedeckt bleiben; während bei dem Huhn die Pigmentfortsätze bis auf die Fetttropfen reichen, ihre Enden aber nicht mehr pigmentirt sind.

Den Vögeln am nächsten steht die Schildkröte (Chelonia) (Taf. I, 13—23), nur unterscheiden sich ihre Zapfen durch stärkeren Fortsatz, wodurch die kugelige Absetzung des Zapfenkörpers von dem Fortsatze weniger in die Augen springt, auch ist letzterer entweder zylindrisch oder sogar leicht bauchig. Das zentrale Ende des Zapfenfortsatzes ist nicht quer und scharf abgestutzt, sondern verbindet sich mit dem Zapfenkorn in einer Weise, dass letzteres das untere Ende desselben zu bilden scheint. Die Grenzlinie zwischen Stäbchen- und Körnerschichte wird daher auch nicht durch die Enden der Zapfenfortsätze gezeichnet, sondern durch andere, später zu nennende Gebilde. — Die Fetttropfen zeigen die gleichen Farben, wie bei den Vögeln, vereinzelt kommen auch farblose Fetttropfen vor; obgleich der Unterschied ein sehr geringer ist, so muss ich doch hervorheben, dass die rothgefärbten Fetttropfen die grössten, die nicht gefärbten die kleinsten sind. Auch bei der Schildkröte kommen abnorm gebildete Zapfen vor und ebenfalls in verschiedener Abstufung; so Zapfen mit wohlgebildeter Spitze, Körper und Fetttropfen, aber sehr dünnem faserigen Fortsatz, welcher auch viel länger erscheint (Taf. I, 14). Auffallend war mir, dass ich bei solchen Zapfen immer nur schwefelgelbe Fetttropfen traf, nie orange oder rothe. Ebenso finden sich Zapfen ohne Fetttropfen und mit schwach entwickeltem Zapfenkörper, allein alle diese abnormen Formen kommen bei der Schildkröte weit seltener vor als beim Huhn und der Taube.

Die Eidechsen haben gleich geformte, aber kleinere Zapfen wie die Vögel, nur erscheinen die Fetttropfen immer nur schwefelgelb gefärbt. Hier zeichnet wieder die Basis oder die Enden der Zapfenfortsätze die Grenzlinie gegen die Körnerschichte, deren Zapfenkörner ebenfalls wieder weniger innig mit den Zapfen verbunden sind als bei der Schildkröte, und nur durch einen stielartigen Fortsatz mit denselben zu-

sammenhängen, welcher in der Basis des Zapfens gleichsam eingesenkt erscheint.

Grössere Verschiedenheit zeigen die Zapfen der Nattern (Taf. I, 29), welche verhältnissmässig sehr kurze Spitzen bei ziemlich stark entwickeltem Körper zeigen. Dieser letztere enthält meist, nicht immer, einen farblosen Fetttropfen und der übrige Inhalt ist viel weniger granulirt als bei den vorgenannten Thieren. Was aber das Augenfälligste ist, das ist die sehr mangelhafte Entwicklung des Zapfenfortsatzes, der fast gänzlich fehlt und meist nur als ganz schmaler Ansatz an der Basis des Zapfenkörpers angedeutet ist. Die Nattern bilden in dieser Beziehung den Uebergang zu den Amphibien und Fischen, bei welchen der Zapfenfortsatz vollkommen fehlt.

Die abweichendste Form von Zapfen findet sich bei den Amphibien (Taf. II, 1—9), wo die Zapfenspitze enorm entwickelt ist, der Zapfenkörper verhältnissmässig klein bleibt und der Zapfenfortsatz gänzlich mangelt. Die untere Fläche des Zapfenkörpers zeichnet die Grenzlinie zwischen beiden Schichten. Wahrscheinlich rührt von diesen Thieren der Name „Stäbchen“ her, denn die Zapfenspitzen stellen wirklich kleine Stäbe oder Säulchen dar, von einer durchschnittlichen Länge von 0,0394‴ auf 0,0039‴ Dicke. Sie sitzen auf einem in der Profilansicht viereckig erscheinenden Stücke auf, von gleicher Dicke und eben solcher Höhe, von gleichem Aussehen, nur geringerem Glanze, so dass es einfach als durch eine Querlinie abgetrennte Partie des darauf stehenden Säulchens erscheint. Mit diesem viereckigen Stücke steht dann auch eine der Zellen der äussern Körnerschichte in Verbindung, welche sich als Zapfenkorn charakterisirt. Ich deute diese beiden Theile als Spitze und Körper eines Zapfens, weil die genannten Stäbchen ganz die Eigenschaften von Zapfenspitzen besitzen; etwas weniger scheint dies beim Körper der Fall zu sein, da hier weder ein granulirter Inhalt,

noch ein Fetttropfen als charakteristische Kennzeichen für die Zapfenkörper getroffen werden. Allein wir haben oben schon gesehen und werden es noch mehrfach finden, dass die Fetttropfen fehlen können und dass auch z. B. bei der Natter der Inhalt des Körpers nicht granulirt wurde. Während aber die Oxalsäure auf das Verhalten beider Theile denselben Einfluss zu üben schien, so war derselbe ein ganz anderer bei Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure, so dass sich die Substanz beider Theile chemisch als verschieden auswies. Wäre man bei erwachsenen Thieren auch im Zweifel über die Richtigkeit meiner Auslegung, so werden diese bei noch unentwickelten Thieren, z. B. den Froschlarven, ganz gehoben. Während H. Müller diese Gebilde als Stäbchen beschreibt und neben denselben, das heisst zwischen denselben liegend noch eigentliche Zapfen von gewohnter Form anführt und abbildet, was auch M. Schulze gethan hat, so konnte ich bei der Kröte und dem Laubfrosch nichts von zwischenliegenden Gebilden von der gegebenen Form entdecken. Ich tröste mich einstweilen mit der Angabe Müller's, dass es Hannover und Andern auch ähnlich ergangen ist, bis ich Gelegenheit haben werde, an Rana esculenta selbst die Sache zu studiren. Mir ist nur auffallend, dass wenn Zapfen mit gefärbten Fetttropfen beim Frosche zwischen den sogenannten Stäbchen liegen, dass nicht ähnliche Fetttropfen auch bei der Kröte und dem Laubfrosche die Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben und so auf die Entdeckung dieser Zapfen geführt hätten.

Die Pigmentzellen (Taf. II, 1. 4) haben nicht Pigmentfortsätze, wie die obengenannten Thiere; allerdings ist auch hier das Pigment hauptsächlich auf der innern Fläche der Zelle angehäuft und erstreckt sich von hier aus über und zwischen die Zapfenspitzen, aber weniger in Form von faserartigen Zügen, sondern mehr gleichmässig vertheilt. Von eigentlichen Pigmentscheiden ist auch hier keine Rede, da-

gegen scheint eine weiche, glashelle, eiweissartige Substanz sowohl dem Pigmente, als auch den Zapfen mehr oder weniger als Bindemittel zu dienen; diese Substanz erstarrt aber auch durch Erhärtungsflüssigkeiten nicht zu scheideartigen Hüllen. In dem obern oder hellen Theile der Pigmentzellen befinden sich gewöhnlich ein oder mehrere orangegelb gefärbte Fetttropfen.

Die Knochenfische (Taf. II, 10—25) haben lange und stark entwickelte Zapfenspitzen, deren Basis aber nicht wie bei den Vögeln und Reptilien eine Anschwellung zeigt, sondern nur eine allmälige Verbreiterung. Die Abgrenzung vom Zapfenkörper ist ebenfalls durch eine scharf markirte Linie bezeichnet. Von den Spitzen anderer Thiere zeichnen sie sich nur durch grössere Brüchigkeit aus nach Einwirkung erhärtender Flüssigkeiten; überhaupt scheinen diese die Gewebe der Retina bei den Fischen viel spröder, brüchiger zu machen, als dies bei andern Thieren der Fall ist, besonders wenn man die Augen eröffnet in Oxalsäure-Lösung legt, worauf die erhärtende Wirkung sehr rasch und vollkommen eintritt. Der Zapfenkörper ist ebenfalls gross, am stärksten entwickelt von allen Thieren und enthält einen etwas grob granulirten Inhalt, aber keinen Fetttropfen. Der Zapfenfortsatz mangelt gänzlich und der Zapfen sitzt mit dem Körper meist direkte auf der Grenzschichte der äussern Körnerschichte auf, die bei manchen Fischen durch eine doppelt konturirte strukturlose Membran repräsentirt ist. Gewöhnlich ist der Körper länglich oval, auf der untern Seite flach abgestutzt und steht mit dem Zapfenkorn durch eine schmale Brücke oder Stiel in Verbindung. Bei andern ist er mehr herzförmig zugespitzt. Leider konnte ich keinen Barsch untersuchen, weil er kein Meerfisch ist, aber bei doch ziemlich nahe stehenden Fischen konnte ich den Zapfenfortsatz, wie ihn H. Müller beschreibt und abbildet, nicht wiederfinden. Ob auch hier wieder die unvollkommene

Erhärtung der Chromsäure-Präparate Schuld der Verschiedenheit ist, kann ich nicht sagen, weil ich mich von der Chromsäure ganz abgewendet habe; ich bedaure zwar, keine kontrolirende Versuche gemacht zu haben, aber einige Male habe ich beobachtet, dass bei nicht gut erhärteten Präparaten die unterste Partie des Zapfenkörpers weniger granulirt erschien als der übrige Theil. — Auch bei den Fischen findet man mangelhaft entwickelte Zapfen, die sich hauptsächlich durch besondere Kleinheit des Zapfenkörpers auszeichnen, während die Zapfenspitze um so länger aber dünner ist (Taf. II, 15 a), auch finden sich am Rande der Retina eigentliche Miniaturzapfen. Eine Eigenthümlichkeit der Knochenfische sind die Zwillingszapfen, es ist dies wie bekannt die innige Verbindung zweier Zapfen der ganzen Höhe des Zapfenkörpers entlang, während die Spitzen vollkommen getrennt bleiben. In diesem Falle sind die beiden Zapfenkörper nur durch eine zarte Linie getrennt und stellen einen fast herzförmigen Körper dar; die Aufsatzlinien der Spitzen sind gewöhnlich gegen die Mitte hin etwas geneigt.

Die Pigmentzellen sind meist auch neben den Pigmentfortsätzen mit Pigment mehr oder weniger dicht erfüllt und zeigen in Bezug auf ihre Form einige Modifikationen. Während bei den einen Fischen die Zellen kurze Zylinder darstellen (Taf. II, 14), wie bei den Vögeln etc., von deren Basis die Pigmentfortsätze abgehen, stellen sie bei andern niedrige Kegel dar, von deren einwärts gekehrten Spitzen die Pigmentfortsätze pinselförmig ausstrahlen (Taf. II, 17), in welchem Falle Zellen und Pigmentfortsätze sich sehr leicht von einander trennen. Zwischen diesen zweien gibt es viele Mittelformen. Die Länge der Fortsätze varirt bedeutend, aber auch bei den Fischen ist es das Häufigste, dass sie nur bis an's Ende der Zapfenspitzen reichen; zuweilen erstrecken sie sich bis auf die Körnerschichte, so dass man eigentlich nur

eine Pigmentschichte vor sich hat, in welcher die Zapfen total versteckt sind.

In der Stäbchenschichte vieler Fische kommt aber noch ein Gebilde vor, das ich bis dahin noch bei keinem Thiere gefunden hatte und das auf den ersten Blick die Stäbchen der Autoren vortäuscht (Taf. II, 10). Wir finden nämlich zwischen den Zapfen dicht aneinander gedrängte, senkrecht stehende Stäbchen, welche den Zwischenraum zwischen den Zapfen und deren Spitzen unter sich und der Pigmentschichte ausfüllen. Die Stäbchen sind hell, glänzend, geradlinig, isolirt krümmen sie sich leicht und biegen sich ein, an einem oder beiden Enden zeigen sich kleine runde Anschwellungen. Durch Wasser oder verschiedene Reagentien sind sie sehr leicht zerstörbar oder nehmen Formen an, die zuweilen an ausgetretenes Nervenmark erinnern; nur in rasch erhärtenden Substanzen, wie konzentrirter Oxalsäure-Lösung, erhalten sie sich gerade, steif, zeigen dann aber auch keine Endanschwellungen mehr und werden sehr brüchig, wobei die Bruchenden spitz uud zackig aussehen.

Man sieht, die Beschreibung passt nicht schlecht auf die Stäbchen der Autoren, aber doch nicht ganz, denn es fehlt der fadenförmige Anhang, mit welchem sie mit einer Zelle der äussern Körnerschichte in Verbindung stehen sollen und das scharfbegrenzte Ende der entgegengesetzten Seite, welches wie gesagt die verschiedensten Formen zeigen kann. Nie habe ich eine Verbindung dieser Stäbchen mit den Elementen der Körnerschichte beobachtet und die runde Anschwellung am Ende derselben ist immer nur eine Substanzaufblähung, durchaus keine Zelle und verhält sich ganz so wie die gleichartige Aufblähung der Enden der Pigmentfortsätze auch anderer Thiere. Ueberhaupt zeigen diese Stäbchen und die Pigmentfortsätze ganz dieselben physikalisch-chemischen Eigenschaften und ich stehe keinen Augenblick an beide für das

gleiche Gebilde zu halten, d. h. für eine Zwischen- oder Stützsubstanz, welche die Zwischenräume zwischen den Zapfen ausfüllt. Da wo die Zapfen dicht neben einander stehen, also nur zwischen ihren Spitzen einen leeren Raum lassen, da zeigt die Zwischensubstanz die Form der gewöhnlichen Pigmentfortsätze, reicht also auch nur bis zur Grenze der Zapfenspitze und Zapfenkörper und ist gewöhnlich bis zu dieser Stelle pigmentirt; wo hingegen die Zapfen weit auseinander stehen, wie z. B. bei Trigla, Scorpaena etc., wo sie manchmal 0,007 —0,008''' von einander entfernt stehen, da reicht die Zwischensubstanz bis hinunter auf die Körnerschichte. In diesem Falle reicht das Pigment der Fortsätze zuweilen auch bis hinunter, öfters aber auch nicht, so dass ein grosser, selbst der grössere Theil derselben unpigmentirt bleibt, d. h. als helle, glänzende Stäbchen zwischen den Zapfen erscheint. Am deutlichsten aber erkennt man, dass diese Substanz kein Analogon der Zapfen, sondern wirklich nur eine Stützsubstanz ist, bei Fischen, wo die Zapfen nicht an ihrem gewöhnlichen Standorte auf der äussern Körnerschichte aufsitzend getroffen werden, sondern weit entfernt durch eine oft mächtige Schichte von ihr getrennt. Die Zapfen sind dann gewöhnlich unter der Pigmentschichte versteckt und man glaubt Fische vor sich zu haben, deren Stäbchenschichte nur aus sogenannten Stäbchen bestehe. Untersucht man die Sache genauer, so ist die Masse allerdings gestreift und in stäbchenförmige Stücke getrennt, aber diese können nicht durch die ganze Schichte verfolgt werden und nie habe ich ein isolirtes Stäbchen von der ganzen Länge der Zwischenschichte beobachtet. Das beweist nun freilich nicht, dass die Stäbchen diese Länge im frischen Zustande nicht besitzen, weil sie eben durch Wasser und verschiedene Reagentien so leicht zerstört oder verändert, durch Oxalsäure äusserst spröde werden, so ist es sehr schwer, sich darüber Gewissheit zu verschaffen. Durch diese

Sprödigkeit brechen diese Stäbchen gewöhnlich in verschiedener Höhe und meist schief ab, so dass das Aussehen einer spiessigen Masse entsteht, auf welcher die Zapfen wie Vögel auf einer Garbe sitzen (Taf. II, 13. 14). Die Stäbchen reichen zwischen die Zapfen hinauf und scheinen in die Pigmentfortsätze der Pigmentzellen direkte überzugehen. — Die Zwischenschichte habe ich bei Makrelen und Hornhechten, auch bei den Sardellen und Ambrine (?) *) gefunden. Ihre Mächtigkeit varirt ziemlich, kann aber bedeutend werden. Bei Scomber traf ich sie 0,0484‴, bei Opa **) 0,0575‴. — Auch bei den stäbchenförmigen Gebilden dieser Schichte konnte nie eine Verbindung derselben mit den Zellen der Körnerschichte beobachtet werden. Bei den Fischen mit einer solchen Zwischenschichte ist das zentrale Ende des Zapfenkörpers zugespitzt und sendet einen fadigen Fortsatz aus, der an Länge der Dicke dieser Zwischenschichte entspricht und sich mit dem Zapfenkorn in der äussern Körnerschichte verbindet.

Die Knorpelfische (Taf. II, 26—45) stehen in dem Rufe, nur Stäbchen, keine Zapfen zu besitzen, es wird sich aber Jeder leicht überzeugen können, dass gerade das Gegentheil der Fall ist, nur darf man nicht erwarten, ähnliche Zapfen zu treffen wie bei den Knochenfischen, sondern Formen, die allerdings den Namen „Stäbchen“ fast verdienen. Sie besitzen aber sehr deutlich unterscheidbar Spitze, Körper und Fortsatz, der Körper aber ist verhältnissmässig schwach entwickelt, wölbt sich fast gar nicht hervor, sondern stellt meist einen kurzen Zylinder dar, von fast gleicher Dicke wie die Spitze; nur bei den Rochen ist der Körper etwas bauchig. Fetttropfen kommen keine vor (Taf. II, 26. 37 etc.). Trotzdem, dass die

*) Ambrine ist der Name, welche die Fischer von Cannes diesem Fische geben; es fehlten mir die Mittel zur wissenschaftlichen Bestimmung dieses Fisches.

**) Fischername in Palermo.

Zapfen der Knorpelfische einen Fortsatz besitzen, erinnern sie dennoch an die Zapfen der Amphibien. Während bei den Knochenfischen die Zwillingszapfen ebenso häufig als die einfachen Zapfen vorkommen, findet man bei den Knorpelfischen nie Zwillingszapfen. Der Fortsatz geht oft unmerklich in den Stiel des Zapfenkornes über, während er andere Male sich durch eine Querlinie deutlich von demselben abgrenzt (Taf. II, 37). Die Spitzen fallen hier, besonders bei den Rochen, noch leichter von den Zapfen ab als bei andern Thieren und schwimmen dann gruppenweise mit ihren eingerollten äussern Enden herum (Taf. II, 29). Die Pigmentzellen (Taf. II, 30) enthalten nur wenige Pigmentkörner und keine Pigmentfortsätze; dagegen zeigt sich bei erhärteten Präparaten öfters auf der zentralen Seite dieser Zellen ein unregelmässiger, länglich klumpiger oder auch fortsatzähnlicher Anhang einer eiweissartigen Substanz, von welcher an frischen Präparaten nichts zu sehen ist. Von einer Stützsubstanz ist weiter keine Spur vorhanden.

Wenden wir uns zu den Säugethieren (Taf. I, 1. 2), so finden wir bei den Kaninchen (Taf. I, 2) Zapfen, die allerdings, wie diejenigen der Knorpelfische, diesen Namen kaum verdienen, dennoch finden wir bei jedem Spitze und Körper deutlich gesöndert, hingegen gehen Körper und Fortsatz und besonders letzterer und der Verbindungsstiel mit dem Korn oft ohne deutlich erkennbare Abgrenzung in einander über. Die Spitze ist immer verhältnissmässig sehr lang, bricht aber meistens in der Nähe der Pigmentzellen ab und die äussern Bruchstücke bleiben an den letztern hängen, so dass man kaum eine Pigmentzelle sieht, der nicht einige Fragmente von verschiedener Länge anhaften. Gegen den Körper grenzen sich die Spitzen durch eine scharfe Querlinie ab. Der Zapfenkörper erscheint meist als kleiner Zylinder von 0,0046‴ Länge und nicht ganz der doppelten Dicke der Spitzen; oft

aber ist der Körper viel kürzer, mehr rundlich oder oval und sitzt auf einer dünneren, mehr stielartigen Partie auf, so dass es scheint, dass letztere Form der Zapfen Körper und Fortsatz deutlich geschieden darstellt, während bei der erstern diese Theile verschmolzen sind. Es scheint dies auch daraus hervorzugehen, dass erstere Form sich bei denjenigen Zapfen findet, welche direkte auf dem Korne aufsitzen, d. h. auf einer Zelle erster Reihe der äussern Körnerschichte, während die Zapfen mit rundlichem Körper und deutlich ausgesprochenem Fortsatz sich mit den tiefer gelegenen Zellen verbinden, ohne dass eine deutlich wahrnehmbare Grenze zwischen Fortsatz und Verbindungsstiel des Zapfenkorns beobachtet werden könnte. — In ganzen Schnitten der Retina zeichnet die äussere Grenze der Zapfenkörner die Grenzlinie zwischen Stäbchen- und Körnerschichte, welche Linie nicht verwechselt werden darf mit derjenigen, welche durch die scharfe Abgrenzung der Spitzen von dem Zapfenkörper entsteht. Bei der Maus sind die Verhältnisse ganz ähnlich, nur wegen der Kleinheit der Elemente noch schwerer zu beobachten. — Da bei diesen Thieren die Zapfen dicht in einander stehen und in ihrer ganzen Ausdehnung sich fast vollkommen berühren, so fehlt auch hier die Zwischensubstanz, selbst in der Form von Pigmentfortsätzen, welche also den Pigmentzellen ganz abgeht. Diese letzteren sind auch flacher, weniger zylindrisch als bei den Vögeln etc. und sind dicht mit Pigmentkörnern erfüllt.

Anders verhält sich die Stäbchenschichte bei unsern grössern Haussäugethieren, den Schweinen, Schafen und dem Rinde. Die Zapfen (Taf. I, 1) bestehen deutlich aus Spitze, Körper und Fortsatz; erstere ist ziemlich kurz, nicht länger als der Zapfenkörper und ist mehr kegelförmig zugespitzt, während bisher die zylindrische Form der Zapfenspitze die vorherrschende war. Der Körper ist kugelig, stark entwickelt, mit fein granulirtem Inhalte ohne Fetttropfen. Bei jungen

Thieren, z. B. dem Kalbe, ist der Zapfenkörper mehr länglich und der Inhalt nur getrübt, nicht granulirt zu nennen. Der Zapfenfortsatz ist kurz und stark, seltener dünn und stielartig. Auch hier zeichnet nicht ein Theil der Zapfen die Grenze der Stäbchenschichte, sondern die erste Reihe der Zellen der Körnerschichte. Während die Stäbchenschichte beim Ochsen 0,0261‴, beim Schaf 0,0201‴ etc. misst, so beträgt die ganze Länge der Zapfen mit ihren Spitzen durchschnittlich nur 0,0103‴, also kaum die Hälfte; es wird daher der von den Zapfen nicht in Anspruch genommene Raum wieder durch ein anderes Gebilde ausgefüllt, welches hier in Form regelmässig gebildeter Stäbchen auftritt (Taf. I, 1 b), von hellem, glänzendem Aussehen und den chemisch-physikalischen Eigenschaften, welche die Autoren ihren Stäbchen zugeschrieben haben. Wirft man einen Blick auf solche Retinapräparate, so glaubt man auch ganz sicher die Stäbchen der Autoren in schönster Form vor sich zu haben; bei genauer Nachforschung aber schwindet die Täuschung, denn die Haupteigenschaft der Stäbchen der Autoren ist die Verbindung derselben mit den Zellen der äussern Körnerschichte und diese Eigenschaft kann leider nicht gefunden werden. Ich darf wohl gestehen, dass ich mich ausserordentlich bemüht habe, eine solche Verbindung zu entdecken, und dass ich geneigt gewesen wäre, auch nur mit wenigen, wirklich überzeugenden Präparaten mich zufrieden zu stellen; aber auch nicht ein einziges wollte sich mir bieten. Die Stäbchen reichen je nach ihrer Lage bis gegen die Mitte des Zapfenkörpers oder bis auf die Körnerschichte und endigen, ohne einen auch noch so feinen Fortsatz oder Faden weiter zu senden. Sie verhalten sich zu den Zapfen ganz wie die Pigmentfortsätze anderer Thiere, welche übrigens, wie oben schon gesagt, des Pigments entblösst, ganz dasselbe Aussehen darbieten. Allerdings scheint keine Verbindung dieser Stäbchen mit den Zellen der lamina pigmenti

vorhanden zu sein, da man sie nie im Zusammenhang mit denselben sieht, ausser in ganzen Schnitten. Allein es ist bei manchen Säugethieren, so namentlich beim Rinde, deutlich eine strukturlose, glashelle Zwischensubstanz zwischen den Stäbchen und Zellen der lamina pigmenti eingeschoben, welche die Verbindung vermittelt. Ohne Zweifel ist diese Substanz und diejenige der Stäbchen, sowie die Grundlage der Pigmentfortsätze ein und dieselbe, nur von verschiedener Dichtigkeit oder Zähigkeit an verschiedenen Stellen und bei verschiedenen Thieren, so dass einmal die Stäbchen, sowie bei andern Thieren die Pigmentfortsätze, inniger mit den Zellen der lamina pigmenti verbunden sind und an denselben haften bleiben, andere Male meist oder immer sich von denselben ablösen, d. h. nur in sehr lockerer Verbindung mit denselben stehen. Das Vorhandensein oder Fehlen von Pigment kann natürlich nicht gegen die Identität dieser Gebilde sprechen, da auch in den Zellen der lamina pigmenti dasselbe öfters fehlt. Diese Stäbchen zeigen ähnlich wie die nicht pigmentirte Partie vieler Pigmentfortsätze die Neigung zu einer kugeligen Aufblähung der Enden, besonders des äussern, welche möglicherweise ebenfalls zur Verwechslung mit den Elementen der Körnerschichte Veranlassung gegeben hat.

Es dürfte hier die geeignete Stelle sein, die Frage über die Existenz und das Wesen der sogenannten Stäbchen genauer zu untersuchen. H. Müller beschreibt die Stäbchen der Fische (auf pag. 8) folgendermassen: „Sie stellen glatte, geradlinige Zylinder dar, welche an einem Ende einfach quer abgesetzt oder abgerundet sind, am andern dagegen sich zuspitzen, um in einen feinen Faden überzugehen. Die Spitze mit dem Faden ist gewöhnlich durch eine Querlinie von dem übrigen Stäbchen geschieden, etwas blasser und geneigt sich aufzublähen. Im Verlauf des Fadens finden sich manchmal kleine Anschwellungen, welche den Varikositäten sehr feiner,

blasser Nerven ähnlich sind.“ Ferner (pag. 13): „Die Lage des Punktes, wo die Stäbchen in die Fäden übergehen, ist schwer ganz genau zu bestimmen. An einigen gut konservirten Präparaten lag derselbe nicht bei allen Stäbchen in gleicher Höhe, sondern nur ungefähr im Niveau der Rundung, welche sich am innern Theil des Zapfenkörpers findet, oder mehr einwärts gegen die Grenzlinie zwischen Stäbchen- und Körnerschichte.“

Bilder, welche der obigen Beschreibung fast vollkommen entsprechen, habe ich bei Rochen in grosser Menge getroffen, musste sie aber anders deuten, da ich den zylindrischen Theil für die Zapfenspitze, den zugespitzten und leicht angeschwollenen Theil für den Zapfenkörper erkannte; den feinen varikösen Faden aber für eine feinste Nervenfaser, welche den Fortsatz aus dem Zapfenkörper theilweise oder ganz zu durchsetzen scheint (Taf. II, 29). — Es sind die beschriebenen Präparate also Zapfenspitzen und Körper, welche vom Zapfenfortsatze sich ablösten und bei der Ablösung die Nervenfaser mitnahmen, die innerhalb des Zapfenfortsatzes oder an der Anheftungsstelle an das Zapfenkorn abgerissen ist. Man erkennt dieses Verhältniss leicht an Gruppen von 6, 15, 20 miteinander abgelösten Exemplaren, wovon das eine mitten in der Spitze, das andere unmittelbar über dem Zapfenkörper abgerissen ist, ein anderes wieder ähnlich dem gegebenen Bilde und endlich solche, an denen Fortsatz und Korn unverletzt hängen geblieben sind. Solche Gruppen heben alle Zweifel, während einzelne herumirrende Exemplare ausserordentlich viel Täuschendes haben. Zu Untersuchung dieser Verhältnisse empfehle ich die nur mässig erhärtete Retina von Rochen.

Wir hätten somit einen Fall, wo die Zapfenspitze mit den Stäbchen verwechselt wurde und zwar in einer Weise, dass den Rochen und Haien die Zapfen ganz abgesprochen wurden. Die Ursache dieser Verwechslung ist die schwache Entwick-

lung des Zapfenkörpers, welcher durch seine Kleinheit und schwaches Granulirtwerden des Inhalts leicht verkannt wird und nur als aufgeblähte Stelle betrachtet wurde.

Ganz dieselbe Ursache finden wir bei den Vögeln und Reptilien an den mangelhaft entwickelten Zapfen, d. h. denjenigen, deren Körper schwach entwickelt ist, die keinen Fetttropfen besitzen und deren Fortsatz nur sehr dünne, fadenartig ist. Alle diese Formen scheinen für Stäbchen gehalten worden zu sein und diese dürften auch Veranlassung zu der Annahme sein, dass die Stäbchen mit einer Zelle der Körnerschichte in Verbindung stehen, da bei diesen Formen eine solche Verbindung wirklich besteht. Dass diese Formen aber Zapfen und nicht Stäbchen sind, habe ich an den betreffenden Stellen schon auseinandergesetzt und hat auch H. Müller dies schon gefühlt, da er bei der Taube von Uebergangsformen der Stäbchen zu den Zapfen spricht.

Eine weitere Verwechslung dieser Art scheint auch bei den Amphibien stattgefunden zu haben, wo der Zapfenkörper ebenfalls schwach entwickelt und sein Inhalt nicht granulirt ist, die Spitzen dagegen eine kolossale Entwicklung zeigen. Da ich die zwischenliegenden kleinen Zapfen bei rana esculenta nach H. Müller's Beschreibung noch nicht beobachten konnte, so will ich noch mit der Beurtheilung der Stäbchenschichte der Amphibien zurückhalten.

Ebenso dürften die Zapfen gewisser Säugethiere, so der Nagethiere aus dem gleichen Grunde mit Stäbchen verwechselt worden zu sein, da bei diesen Thieren die Form der Zapfen sich wirklich mehr der Stäbchenform nähert als derjenigen der Zapfen anderer Thiere; wir haben aber gesehen, dass die charakteristischen Theile eines Zapfens deutlich zu unterscheiden sind. Trifft man aber isolirte Zapfen, deren Zapfenkorn einer tieferen Reihe von Zellen der Körnerschichte entspricht, so ist dieses Korn mit dem Zapfen durch einen oft

ziemlich langen Faden verbunden. Dasselbe ist bei den Haien und Rochen der Fall und dürften solch isolirte Präparate namentlich zu falschen Schlüssen veranlasst haben.

Eine weitere Verwechslung scheint mir stattgefunden zu haben mit den Pigmentfortsätzen, respektive der Zwischensubstanz, welche sich bald als pigmentirte Stäbchen, Pigmentfortsätze, bald als unpigmentirte Stäbchen, wie bei Säugethieren, bald mehr als unpigmentirte spiessige Massen bei den Knochenfischen darstellen. Gerade bei letztern ist es mir geradezu unmöglich zu begreifen, was man für Stäbchen genommen hat, wenn ich diese Zwischensubstanz nicht dafür erklären darf; denn die Zapfenspitzen können hier wohl schwerlich zur Verwechslung führen, da sie auf einem mächtig entwickelten Zapfenkörper sitzen. Hingegen kann allerdings diese Stütz- oder Zwischensubstanz die Täuschung veranlassen oder auch der bei einzelnen Fischen ziemlich weit hervorragende, nicht pigmentirte Theil der Pigmentfortsätze; immer aber fehlt der Nachweis einer Verbindung mit den Elementen der Körnerschichte. Am täuschendsten aber sind die stäbchenförmigen Gebilde bei den grössern Säugethieren, so dass wir unsere Aufmerksamkeit diesen zuwenden wollen.

H. Müller beschreibt die Stäbchen des Menschen als Zylinder, welche durch die ganze Schicht hindurchgehen, ohne ihren Durchmesser wesentlich zu ändern. Ihr äusseres Ende stösst an das Pigment, das innere dagegen geht in die Elemente der Körnerschichte über, welche entweder unmittelbar oder vermittelst eines Fadens von verschiedener Länge ansitzen. In beiden Fällen sind die Stäbchen selbst gleich lang und Fäden wie Körner liegen jenseits der Grenzlinie zwischen Stäbchen- und Körnerschichte, gehören also der letztern an.

Vom Menschen habe ich leider keine Untersuchungen aufzuweisen; da H. Müller seine Beschreibung aber ausdrücklich auch für die Säugethiere gelten lässt, kann ich auf

dieselbe näher eintreten. Die gegebene Beschreibung ist im Allgemeinen richtig, nur habe ich oben schon angegeben, dass nicht alle Stäbchen bis auf die Grenzlinie der Körnerschichte reichen, sondern viele, d. h. die den Zapfenspitzen zunächst gelegenen in der Höhe des grössten Durchmessers des Zapfenkörpers endigen und dass ich nie einen fadenförmigen Ausläufer entdecken konnte, weder an den kurzen, noch an den langen. Man könnte annehmen, dass zu starke Erhärtung und dadurch bedingte Brüchigkeit die Zerstörbarkeit dieser feinen Fäserchen so sehr förderte, dass sie sich der Beobachtung entzogen. Allein weder bei frischen, noch bei schwach erhärteten Präparaten wollte mir der Nachweis solcher Fäden gelingen und ebensowenig der Zusammenhang mit den Elementen der Körnerschichte. Ebenso könnte man sagen, die Feinheit der Theile erschwere die Beobachtung sehr, so dass ich die Verbindung vielleicht übersehen habe; diesen letztern Grund würde ich vielleicht annehmen, wenn ich nicht durch die Arbeiten von Müller besonders darauf aufmerksam gemacht worden wäre. Auch wollte es mir nie gelingen, ein solches Stäbchen in Verbindung mit einer Radialfaser zu Gesicht zu bekommen, während dies mit den Zapfen doch oft genug der Fall war. Aber es existirt noch ein anderes Moment, welches eine solche Verbindung der Stäbchen mit den Zellen der Körnerschichte wenig wahrscheinlich macht, nämlich das gegenseitige Zahlenverhältniss. Die Zahl der Stäbchen ist nämlich eine weit grössere als diejenige der Zellen der äussern Körnerschichte. Bei einem Schafauge erhielt ich dasselbe Resultat von der Berechnung, wobei die Grössenverhältnisse der Stäbchen und Zellen zur Grundlage dienten, als von der direkten Zählung. Beide stimmten überein, dass auf eine Zelle der äussern Körnerschichte vier Stäbchen kommen. Zudem müssen noch eine gewisse Anzahl dieser Zellen als Zapfenkörner dienen und endlich ist es deutlich nachweisbar, dass

nicht alle Zellen der äussern Körnerschichte direkte mit einem Elemente der Stäbchenschichte in Verbindung stehen können, sondern viele nur durch Vermittlung einer zweiten Zelle, wie übrigens später gezeigt werden soll; so dass also genau genommen das gegenseitige Zahlenverhältniss noch ungünstiger ist, als angegeben wurde.

Aehnlich verhält es sich bei den Vögeln, wo H. Müller von der Taube behauptet, dass die Stäbchen in Verbindung mit den Zellen der zweiten Reihe stehen, während diejenigen der ersten mit den Zapfen sich verbinden. Berücksichtigen wir aber auch nur die ausgesprochensten Formen der Zapfen, so genügt die erste Reihe der Zellen noch lange nicht, um jeden Zapfen mit einem Korne zu versehen, und nie habe ich beobachtet, dass es Zapfen ohne Korn gebe. Aber auch die direkte Beobachtung zeigt zur Genüge, dass die Zapfen sich auch mit der zweiten Reihe der Zellen der äussern Körnerschichte verbinden. Gerade diese Zahlenverhältnisse sind am ehesten geeignet, Zweifel gegen die Richtigkeit der Müller'schen Beobachtung zu erwecken und anzunehmen, dass beim Menschen und den Säugethieren wohl Täuschungen durch die Substanzaufblähung der Enden der Stäbchen entstanden sein möchten.

Wir haben bei andern Thieren gesehen, dass wir die stäbchenförmigen Bildungen nur da treffen, wo zwischen den Zapfen oder deren Spitzen sich grössere Zwischenräume befinden, da hingegen, wo diese Elemente ihrer Form wegen dicht aneinander liegen, nichts von stäbchenförmigen Gebilden getroffen wird. Es scheint dies am sprechendsten beim Menschen hervorzutreten, wo nach Angabe von H. Müller und Andern die Zapfen im gelben Flecke dicht gedrängt stehen und die Stäbchen dort fehlen; während, je weiter gegen die Peripherie der Retina hin, desto mehr nehmen die Stäbchen zu, während die Zapfen weiter auseinander stehen.

Aus alledem geht hervor, dass die sogenannte Stäbchenschichte aus drei Elementen besteht, nämlich den Zapfen, den Pigmentzellen und einer Zwischensubstanz, welche die leeren Räume zwischen diesen Elementen ausfüllt. Diese Zwischensubstanz tritt in verschiedener Form auf; bald als pigmentirte oder nicht pigmentirte Stäbchen; bald in inniger Verbindung mit den Zellen der lamina pigmenti, bald nur ganz loser, zuweilen scheinbar gar keiner; bald reichen diese Stäbchen nur bis auf die Höhe der Zapfenkörper, bald bis über dieselbe bis auf die äussere Körnerschichte hinunter. Als eine Hauptursache der verschiedenen Gestaltung dieser Substanz muss die Form der auszufüllenden leeren Räume und das gleichzeitige Vorhandensein oder Fehlen von Pigment betrachtet werden. Als Beispiele wiederhole ich folgende Fälle: Bei den Amphibien, wo die Zapfen sich der ganzen Länge nach berühren, tritt diese Zwischensubstanz nur als dünner Ueberzug derselben auf, der nur durch das Vorhandensein von Pigment erkannt werden kann. Bei Rochen und Haien, wo das Pigment fehlt, aber ähnliche Verhältnisse der Zapfen existiren, ist in frischem Zustande nichts von dieser Substanz zu sehen; bei erhärteten Präparaten tritt sie als verschieden geformte Anhängsel an den Zellen der lamina pigmenti zu Tage, auf welche sie sich scheint zusammengezogen zu haben. — Bei Thieren, wo die Zapfen weiter auseinander stehen, geht die Substanz bis auf die Körnerschichte; wo sie enger aneinander liegen, füllt sie nur den Raum zwischen den dünneren Zapfenspitzen aus. Zwischen den Zapfen und deren Spitzen nimmt sie die Form von Stäbchen an; bei Fischen, Reptilien und Vögeln, wo die Spitzen bis zu den Pigmentzellen reichen, haben wir daher auch stäbchenförmige Körper von wenigstens der Länge der Zapfenspitzen oder der ganzen Höhe der Stäbchenschichte. Bei Säugethieren, vielleicht auch bei andern Thieren, wo die Zapfenspitzen nur bis in die Hälfte oder überhaupt lange nicht

bis zu den Pigmentzellen reichen, da zeigt diese Zwischensubstanz innerhalb der Zapfen und eine Strecke weit über ihre Spitzen hinaus die Form von Stäbchen, in dem übrigen leeren Raume aber, zwischen den äussern Enden der Zapfenspitzen und den Zellen der lamina pigmenti, die Form einer gleichmässig verbreiteten, zusammenhängenden weichen Masse, d. h. sie ist formlos. Dieses Verhalten wird durch die Anwesenheit von Pigment mehr oder weniger verdeckt oder modifizirt, indem dadurch der Substanz ein innigerer Zusammenhang ihrer Theile selbst und mit den Zellen der lamina pigmenti ertheilt wird, so dass wir Zellen und Stäbchen als zusammengehörige Theile auftreten sehen unter der Form von Zellen mit Pigmentfortsätzen; oder umgekehrt, da wo das Pigment sich nicht über die Zellen hinaus erstreckt, finden wir die Stäbchen ohne Zusammenhang mit den Zellen oder nur lose durch die formlose Partie der Substanz mit denselben verbunden, wie bei den grössern Haussäugethieren.

Mag diese Substanz aber in irgend beliebiger Form und äusserm Ansehen auftreten, so bildet sie doch niemals ein Gebilde, das in chemisch-physikalischer Beziehung oder in Bezug auf Verbindung mit den übrigen Gebilden der Retina oder endlich nach Form und Funktion mit den Zapfen verglichen werden könnte, so dass man sie als gleichbedeutend oder gleichsam als Geschwistergebilde der Zapfen betrachten könnte. Die Stäbchen der Autoren existiren also als solche nicht, sondern sind Verwechslungen mit verschiedenen andern Gebilden der Retina.

### 2. Die äussere Körnerschichte.

Die äussere Körnerschichte (Taf. I, 6. 8. 22. 24 b. II, 1. 10. 13. 26 b) besteht hauptsächlich aus den Zapfenkörnern, d. h. Zellen mit verhältnissmässig grossem Kerne, die mit den Zapfen bald in innigerer Verbindung stehen, bald nur durch

einen stielartigen Fortsatz an demselben anhängen. Auf der zentralen Seite senden sie einen faserigen Ausläufer aus, der bei vielen Thieren sich mit einem kegelförmigen Körperchen zu verbinden scheint, das an der Grenze der Zwischenkörnerschichte sich befindet (Taf. I, 1. 9. 15. 27. II, 18. 19). Die Zellennatur des Zapfenkorns ist nicht immer sehr deutlich, besonders nicht bei Thieren, wo diese Zellen sehr klein sind, oder auch an erhärteten Präparaten, da durch die Erhärtung diese Zellen eine ziemliche Schrumpfung erleiden, so dass die Membran sich enge um den Kern zusammenzieht. Am deutlichsten tritt ihre Zellennatur an ganz frischen Präparaten zum Vorschein oder solchen aus Reagentien, die eine leichte Aufquellung erlauben.

Die Verbindung mit den Zapfen ist zuweilen eine so innige, dass das Korn den untersten Theil des Zapfens zu bilden scheint, wie bei den Schildkröten (I. 13—23); so dass bei Zapfen, deren Korn sich abgelöst hat, am untern Theile des Zapfenfortsatzes eine förmliche Höhle zur Aufnahme des Kornes zu sehen ist. Besonders deutlich habe ich dies bei Präparaten aus der Müller'schen Flüssigkeit gesehen. Aehnlich, doch nicht ganz so innig, ist die Verbindung bei der Natter (Taf. I, 29), den Fröschen und Kröten (Taf. II, 1—3), einzelnen Fischen (Taf. II, 11. 20. 21), sowie den oben angeführten Säugethieren (Taf. I, 1); bei all diesen Thieren sitzt das Korn unmittelbar dem untern Ende des Zapfens an oder ist wenigstens durch eine kurze und breite Brücke mit demselben verbunden. Bei den Vögeln (Taf. I, 5—8), den Eidechsen (Taf. II, 24—26), den meisten Fischen (z. B. Taf. II, 37), und den Nagethieren (Taf. I, 2), dagegen geschieht die Verbindung nur durch einen stielartigen Fortsatz. Immer aber wird dieses Verhältniss mehr oder weniger durch die Lage des Kornes modifizirt, indem die tiefer liegenden Zellen sich mit einer längern Verbindungsbrücke mit den Zapfen

verbinden müssen als die Zellen der ersten Reihe, die den Zapfen direkte anliegen. Mag nun auch die Verbindung des Zapfens mit dem Korn eine innige oder durch einen Fortsatz vermittelte sein, so geht von dem Zapfenkorn aus ein feines Fäserchen in den Zapfen hinein und steigt bis über die Mitte des Zapfenkörpers. Von diesem Fäserchen, das zuweilen deutliche Varikositäten zeigt, haben wir oben schon gesagt, dass es bei den Rochen (Taf. II, 29) öfters an Spitze und Zapfenkörper hängen bleibt, während der Zapfenfortsatz abgerissen ist. Ohne diesen Zufall würde man wohl dieses variköse Fäserchen nie zu Gesichte bekommen, da es innerhalb des Zapfens durch dessen Substanz versteckt wird. Um also die wirkliche Natur dieser Fortsätze kennen zu lernen, bedürfen wir eines gewissen Härtegrades des Präparates, welcher gerade hinreichend ist, um die Theile deutlicher hervortreten zu lassen und erlaubt, dass das Fäserchen aus seiner Scheide herausgezogen werden kann. Ist das Präparat zu stark erhärtet, so brechen alle Theile auf gleicher Höhe ab, während bei geringer Erhärtung die verschiedene Elastizität der Theile gestattet, dass der eine früher als der andere reisst und so im glücklichen Falle auch an verschiedenen Stellen. Immerhin bedarf es, um vor Irrthümern sicher zu sein, Präparate von Thieren mit starken, grossen Zapfen, also Fische oder Schildkröten; am leichtesten ist der zentrale Fortsatz bei den Rochen zu sehen, sehr schön auch bei Lophius piscatorius (Taf. II, 16). Bei dem erstern bleibt er am Zapfenkörper hängen, zieht sich also aus dem Zapfenfortsatz heraus; bei letzterem bleibt er an dem Korne hängen und zieht sich aus dem Körper der grossen Zapfen dieses Fisches ganz oder theilweisse heraus. Aus der Länge dieses Fortsatzes kann man schliessen, dass sein peripherisches Ende bis über die Mitte des Zapfenkörpers reicht, vielleicht bis in die Nähe der Spitze dringt. — Wie dieser peripherische Fortsatz, so zeigt sich auch der

oben angeführte zentrale Fortsatz zuweilen deutlich varikös, eine Eigenschaft, welche nach M. Schulze mit Sicherheit auf den nervösen Charakter der Faser schliessen lässt.

Nicht immer ist das Zapfenkorn das einzige zellige Gebilde der äussern Körnerschichte, sondern bei vielen Thieren kommen neben demselben noch andere Zellen vor, die bald dem Zapfenkorn fast gleich sind an Form und Grösse, bald aber auch viel kleiner sind; so namentlich bei vielen Fischen (Taf. II, 19) sind sie kaum als Zellen zu erkennen und sind in weit grösserer Anzahl vorhanden als die Zapfenkörner. Müller glaubte, dass diese Zellen oder Körner dieselbe Rolle für die Stäbchen bilden wie die andern für die Zapfen, und nannte sie Stäbchenkorn. Ich habe aber oben schon gesagt, dass ich nie eine Zelle oder ein ähnliches Gebilde der äussern Körnerschichte mit den stäbchenartigen Gebilden der Stäbchenschichte in Verbindung gesehen habe, weder direkte denselben anliegend, noch durch einen feinen Faden verbunden, ausgenommen die Formen, die als Zapfen zu erklären sind, wie z. B. die abnorm gebildeten Zapfen der Vögel oder die stäbchenartigen Zapfen der Nagethiere. — Allerdings sieht man häufig genug diese zweite Art von Zellen ebenfalls mit zwei gegenüberstehenden fadigen Ausläufern versehen gegenseitig in Verbindung treten, aber eben so häufig sind sie ohne Ausläufer und scheinen die Rolle von Bindegewebkörperchen zu spielen. — Diese Zapfenkörner und Zellen sammt ihren Ausläufern sind in eine Interzellular- oder Bindesubstanz eingebettet, welche bald nur eine strukturlose, weiche, molekulare Substanz bildet, bald sich aber mehr dem eigentlichen Bindegewebe nähert. Von den Bildern, welche man in erhärteten Retinapräparaten beobachtet, erhält man die beste Vorstellung, wenn man sich denkt, dass diese weiche, strukturlose Interzellularsubstanz durch die Erhärtungsflüssigkeiten verdichtet werde und dass dieser Erhärtungs- oder Verdichtungs-

prozess am stärksten in der nächsten Umgebung der eingelagerten Gebilde stattfindet, so dass diese gleichsam von einer Scheide oder Hülle dieser dichter gewordenen Substanz umgeben werden. Diese Interzellularsubstanz hat aber nicht bei allen Thieren die gleiche Verdichtungsfähigkeit, da z. B. bei den Schildkröten dadurch isolirbare, selbständige Scheiden für das Zapfenkorn und dessen Ausläufer gebildet werden, während dies bei andern Thieren lange nicht in demselben Grade eintrifft, bei vielen kaum eine Verdichtungsschichte an der Grenze der Körnerschichte deutlich hervortritt. Dieser Umhüllung mit Bindesubstanz haben wir es eben zuzuschreiben, dass der zentrale Fortsatz des Zapfenkorns, welcher die äussere Körnerschichte durchsetzt, nicht immer als Nervenfaser, d. h. als variköse Faser erkannt werden kann, im Gegentheil meistens mehr den Charakter der Bindegewebsfaser trägt, und es kann dies nur bei Präparaten ermittelt werden, bei welchen es gelungen ist, den Ausläufer des Zapfenkorns aus der beschriebenen Bindegewebshülle herauszuziehen oder aber bei Thieren, wo die Interzellularsubstanz ganz weich bleibt, wie bei vielen Säugethieren.

Das angeführte kegelförmige Körperchen (Taf. I, 9. 15. 27. II, 18. 19), mit welchem der faserige Fortsatz des Zapfenkorns in Verbindung tritt, wird von H. Müller nur kurz in folgender Weise angeführt: „Der letztere (der Fortsatz) tritt zwischen den Stäbchenkörnern hindurch und geht an der innern Grenze der Schicht in eine kleine Anschwellung über, welche meist sich als ein rundlich dreieckiges Knötchen darstellt. An wohlgelungenen Schnitten zeigen sich an der äussern Grenze der Schicht, gegen die Stäbchen hin, die kernhaltigen Partien, an der innern Grenze aber die genannten Knötchen in einer regelmässigen Reihe, welche sich meist durch ein etwas helleres Aussehen von der Umgebung auszeichnet. Jene Knötchen, welche häufig in inniger Berührung

untereinander stehen, sind an ihrer innern Seite fast immer abgerissen, und obschon sie sicher mit weiter einwärts gelegenen Theilen in Verbindung stehen, ist die Art derselben äusserst schwierig genau anzugeben.“ — Ich habe diese Beschreibung des fraglichen Gebildes desswegen wörtlich angeführt, weil sie sehr gut beschreibt, wie man die Sache sieht und man zugleich auch sehr deutlich darin die Unsicherheit lesen kann, für was dieses Gebilde zu erklären sei. Aufgefallen ist mir, dass Müller nur bei den Fischen von diesen Knötchen spricht und sie bei den übrigen Thieren mit keinem Worte mehr erwähnt, besonders da sie bei Schildkröten und Vögeln viel grösser sind und deutlicher noch hervortreten als bei den Fischen. Ich muss gestehen, dass diese Körperchen mich fast zur Verzweiflung brachten, denn bald ist es mir vorgekommen, als seien sie zellige Gebilde; bald zeigten mir die überzeugendsten Präparate, dass von einer wirklichen Zelle keine Rede sein kann, da man weder eine deutliche Membran, noch einen markirteren Inhalt, weder Kern, noch Kernkörperchen an denselben unterscheiden konnte; sondern nur ein helles homogenes Körperchen, das mit breiter Basis auf der Zwischenkörnerschichte aufsitzt und mit der Spitze in den faserigen Ausläufer des Zapfenkorns überzugehen scheint. Manchmal, bei grösseren sogar meistens, hatte dieses Körperchen mehr die Form einer Knospe, indem es auf einem dünneren Fusse aufzusitzen schien. — In Bezug auf die Verbindung mit tiefer gelegenen Theilen zeigte sich dieselbe Unklarheit; denn bald schien es einfach mit der Bindesubstanz der Zwischenkörnerschichte in Verbindung zu stehen, bald glaubte man aus seiner Basis eine Faser austreten zu sehen, was zur Seltenheit einmal auch bei isolirten Präparaten sehr deutlich erschien (Taf. I, 26. 27); andere Präparate aber zeigten noch viel deutlicher, dass Zapfen und Korn mittelst dessen Fortsatz mit einer Faser, der Radialfaser, in Verbindung stehen ohne Ver-

mittlung dieses Körperchens und ohne dass es als Anschwellung der Faser figurirte; gegentheils bei isolirten Präparaten dieser Art ist dieses Körperchen ganz abhanden gekommen, zuweilen nur eine Spur in Form eines kleinen Fetzchens Zellgewebe an betreffender Stelle zurücklassend (Taf. I, 7. 18. 19. 20. 23). Dieses letztere Verhalten, das ich als Regel erkennen musste, zeigte mir deutlich, dass dieses Körperchen wenigstens kein wesentlicher Theil des Zapfens und seiner weiteren Verbindung mit den übrigen Theilen der Retina sei und liess mich vermuthen, dass es auf dieselbe Weise entstehen möchte wie die zellgewebigen Hüllen oder Scheiden des Zapfenkorns und dessen Ausläufer, d. h. als verdichtete Bindesubstanz, welche sich kegelförmig von der Grenzschichte der Zwischenkörnerschichte aus der Faser entlang hinaufgezogen habe. Dieser Erklärung stünde bei der Schildkröte und Thieren mit ähnlichem Verhalten ihrer Bindesubstanz nichts entgegen, aber man findet diese Körperchen und zwar sehr schön auch z. B. bei den Vögeln und andern Thieren, bei denen die Bindesubstanz nur selten zu so selbständigen Gebilden erhärtet wie bei der Schildkröte. Ich empfehle diese Körperchen sehr der weiteren Untersuchung, da ihre Bedeutung durchaus noch nicht aufgeklärt ist.

Bei den Knochenfischen ist die äussere Körnerschichte stark entwickelt und wird zum grössten Theil aus Körnern gebildet, deren Zellennatur, bei einzelnen Fischen wenigstens, etwas zweifelhaft ist. Nie habe ich an denselben faserige Verbindungsfaden deutlich unterscheiden können, dagegen hängen sie durch Vermittlung der Interzellularsubstanz zusammen und kleben den vorbeiziehenden faserigen Fortsätzen der Zapfenkörner an. Diese sind deutliche Zellen mit grossem Kern und langem faserigen Fortsatz, der an der Grenze der äussern Körnerschichte in ein dreieckiges Knötchen zu endigen scheint (Taf. II, 18). Die Interzellularsubstanz ist glashell,

durchaus strukturlos und zeigt nur an der Grenze gegen die Stäbchenschichte hin eine Verdichtungsschichte, welche zuweilen als doppelt konturirte Membran sich ablöst und an den Zapfen hängen bleibt (Taf. II, 19. 20). Diese Verdichtungsschichte hat zur Aufstellung einer Membrana limitans externa Veranlassung gegeben. Gegen die Zwischenkörnerschichte hin findet sich nichts dergleichen.

Bei den Knorpelfischen (Taf. II, 26. 28. 37) bilden die Zapfenkörner die einzigen zelligen Gebilde dieser Schichte. Sie stehen in 3—4 Reihen und zeigen je nach ihrer Lage einen längern oder kürzern Fortsatz, mit welchem sie sich mit den Zapfen verbinden; bei den Rochen sind sie mehr rund, bei den Haien sind sie oft länglicht und nähern sich mehr der spindelförmigen Gestalt. Von den dreieckigen Knötchen habe ich bei den Knorpelfischen nichts gesehen.

Bei Kröten und Laubfröschen (Taf. II, 1. 2) besteht die äussere Körnerschichte nur aus einer doppelten Reihe grosser runder Zapfenkörner und ohne alle Beimengung anderer zelliger Elemente. Ihre Zellennatur ist sehr deutlich ausgesprochen, da sie einen grossen Kern besitzen. In Präparaten aus verdünnter Schwefelsäure zeigen sie sich als spitzovale Körperchen (Taf. II, 6. 7), welche mit den Zapfen gerade so in Verbindung zu stehen scheinen, wie die Zapfenkörner der Vögel und Eidechsen, während sie in Oxalsäure-Lösung rund bleiben, durch eine kurze und breite Brücke mit den Zapfen in Verbindung stehen. Diese Wirkung der Schwefelsäure auf die Zapfenkörner findet auch bei andern Thieren statt, nur nicht immer in so auffallendem Grade.

Aehnlich verhalten sich die Zapfenkörner der Nattern (Taf. I, 29), welche, ebenfalls in doppelter Reihe stehend, die einzigen zelligen Gebilde der Schichte bilden. Ihre Fortsätze sind manchmal sehr deutlich varikös; von kegelförmigen Körperchen habe ich bis jetzt nichts gesehen.

Bei den Eidechsen (Taf. I, 24—27) ist das Zapfenkorn spitzoval und sendet nach beiden Seiten hin einen kurzen Fortsatz aus. Bei den Zellen erster Reihe ist der Ausläufer gegen die Zapfen hin nur kurz, der innere dagegen etwas länger; bei den Zellen zweiter Reihe findet das Umgekehrte statt. Der zentrale Fortsatz des Zapfenkorns verbindet sich mit einem kegelförmigen, strukturlosen, hellen Körperchen, das wenigstens im dicken Durchmesser dem Zapfenkorn an Grösse gleichkommt. Bald scheint es mit der breiten Basis flach auf der tiefern Schichte aufzusitzen, bald zeigt es einen kurzen Stiel oder Fuss, mit welchem es aufsitzt und so mehr die Form einer Knospe annimmt. Bei der Eidechse habe ich mehrere Male bei isolirten Präparaten an der Basis dieses Körperchens eine lange Faser austreten sehen, die sich durch ihren Zusammenhang mit einer später zu beschreibenden Zelle der innern Körnerschichte als Radialfaser charakterisirte. Neben den Zapfenkörnern glaubte ich hie und da noch einzelne Zellen zwischeneingestreut gesehen zu haben; es kann dies aber Täuschung gewesen sein und die Zellen könnten auch von wo anders her auf die Körnerschichte gelangt sein. Solche Täuschungen sind sehr leicht möglich und werden am ehesten durch nicht ganz gelungene, etwas schiefe Schnitte hervorgebracht. Die Interzellularsubstanz erscheint als weiche helle strukturlose Bindesubstanz, welche auch bei starker Erhärtung keine isolirbare Scheiden für die eingelagerten Theile bildet.

Anders verhält sich die Interzellularsubstanz bei den Schildkröten, da bildet sie für das Zapfenkorn und dessen faserige Ausläufer eine förmliche zellgewebige Scheide, welche sich isoliren lässt und wenn das Zapfenkorn herausgezogen ist, sich als trichterförmige Kapsel darstellt (Taf. I, 17. 18. 20. 21). Hier ist es, wo man am überzeugendsten darstellen kann, dass das, was sich optisch als zellgewebige Faser darstellt, es durchaus nicht immer in Totalität ist, sondern öfters nur eine

Zellgewebs-Scheide darstellt, welche in ihrem Innern Nervenfasern oder andere Gebilde enthalten kann. Es gelingt nicht selten, Präparate zu erhalten, in welchen das Zapfenkorn mit seinem Ausläufer theilweise aus dieser Scheide herausgezogen ist, so dass die natürliche Verbindung nur wenig gestört ist, die Bedeutung der einzelnen Gebilde aber richtig erkannt werden kann (Taf. I, 18). — Auch die übrige Interzellularsubstanz verdichtet sich etwas, so dass sie bei zerzupften Präparaten als Bindegewebsfetzchen an den stärker erhärteten Theilen hängen bleibt (Taf. I, 19. 21. 22). — Da diese Zellgewebsscheiden alle in derselben Ebene endigen (Taf. I, 21. 22), ob sie den Körnern erster oder zweiter Reihe angehören, so zeichnet sich dadurch eine Grenzlinie der äussern Körnerschichte gegen die Stäbchenschichte, eine eigentliche Membrana limitans externa existirt aber auch hier nicht. An der Grenze der Zwischenkörnerschichte finden wir wieder die kegelförmigen Körperchen, welche bei günstigen Schnitten sehr deutlich hervortreten, da sie ziemlich gross sind.

Aehnlich verhält sich die Bindesubstanz der äussern Körnerschichte bei einigen Vögeln, zeigt aber bei weitem nicht denselben Grad der Verdichtung und Scheidenbildung, wie bei der Schildkröte. Es ist mir aber gerade bei der Taube (Taf. I, 10) aufgefallen, wie sehr der Grad der künstlichen Erhärtung durch Oxalsäure oder Schwefelsäure auf das Verhalten der Bindesubstanz einwirkt, indem nur bei starker künstlicher Erhärtung selbständige isolirbare Scheiden für die Zapfenkörner entstehen, bei leichten Graden aber keine Spur derselben zu entdecken ist. Auch scheint das Alter bei allen Thieren von Einfluss zu sein auf das Verhalten der Bindesubstanz, indem bei ältern Thieren dieselbe mehr entwickelt ist als bei ganz jungen. — Die Zapfenkörner (Taf. I, 6. 8. 9) bilden die einzigen zelligen Gebilde der äussern Körnerschichte und verhalten sich in Bezug auf Form und gegenseitige Lagerung ganz

wie bei den Eidechsen; die Müller'sche Beschreibung ist durchaus naturgetreu. Die kegelförmigen Körperchen an der zentralen Grenze der Schichte treten so deutlich als besondere Gebilde hervor, dass es mir kaum erklärlich ist, dass Müller sie bei der Taube soll übersehen haben; aber trotz dieser Deutlichkeit ist das Wesen derselben nicht weniger unklar. Bei der Taube erhält man leicht und häufig Präparate, wo einzelne Zapfen mit ihrem Korne in Verbindung mit einer Radialfaser isolirt worden sind und nie ist bei solchen Präparaten eine Spur dieses Körperchens (Taf. I, 7. 10) zu sehen; bei andern Thieren, z. B. der Schildkröte konnte man doch hie und da an der entsprechenden Stelle ein kleines Fetzchen Bindegewebe als Ueberbleibsel antreffen, bei der Taube aber nicht das geringste.

Während also bei den Vögeln, Reptilien und Amphibien die äussere Körnerschichte einzig aus den Zapfenkörnern und deren faserigen Ausläufern gebildet wird, so treffen wir bei den Säugethieren wieder ein ähnliches Verhältniss wie bei den Fischen, d. h. neben dem Zapfenkorn finden wir andere zellige Gebilde in ziemlicher Anzahl, immerhin aber nicht in der vorherrschend grösseren Menge wie bei den Fischen. Bei einzelnen wie beim Schaf ist es mir vorgekommen, als ob die Zapfenkörner und andere Zellen so ziemlich in gleicher Anzahl vorkämen, bei andern schienen letztere doch in der Minderheit zu bleiben. Der Grössenunterschied beider Zellen ist ein sehr unbedeutender und nicht konstanter, da allerdings der Mehrzahl nach das Zapfenkorn das grössere ist, zuweilen aber auch das kleinere. Beide Zellen haben ganz das gleiche Aussehen und Charakter und zeigen meist einen deutlich erkennbaren Kern, zuweilen auch zwei Kerne. Der Ausläufer des Zapfenkorns ist beim Kalbe (Taf. I, 1) deutlich varikös, was daher rührt, dass die Interzellularsubstanz nur eine glashelle strukturlose halbflüssige Substanz bildet, welche die ein-

gelagerten Theile wohl zusammenhalten, ihnen aber keine selbständige Scheide abgeben kann, so dass das eigentliche Aussehen der Gebilde nicht verändert oder versteckt wird. — Von den kegelförmigen Körperchen konnte ich bei den Säugethieren nichts finden.

### 3. Die Zwischenkörnerschichte.

Die Zwischenkörnerschichte (Taf. I, 6. 22 c. II, 1. 10. 26 c) ist bei den meisten Thieren nur durch eine Bindesubstanz gebildet, welche eine helle molekulare Masse darstellt und in welcher, mit Ausnahme der von den andern Schichten her durchtretenden Fasern, gewöhnlich weder Zellen noch Kerne, noch ihr eigenthümliche faserige Elemente zu sehen sind. Bei einigen Thieren jedoch treten ganz spezifische Elemente auf, welche der Zwischenkörnerschichte einen eigenthümlichen Charakter verleihen. Bei manchen Fischen nämlich ist die Zwischenkörnerschichte von grossen platten Zellen (Taf. II, 26 c. 33—36) gebildet, deren Inhalt sehr hell ist und bei erhärteten Präparaten sich nur trübt oder äusserst fein granulirt wird; nebst diesem Inhalt besitzen sie einen sehr grossen Kern mit ebenfalls grossem Kernkörperchen. H. Müller scheint angenommen zu haben, dass diese Zellen bei allen Fischen vorkommen, was ich aber nicht bestätigen kann, da mir mehrere vorgekommen sind, bei denen ich diese Zellen nicht mit Bestimmtheit nachweisen konnte. So fand ich bei Trigla gar nichts davon, bei einigen andern Fischen, deren Untersuchung zwar in die erste Zeit meiner Beobachtungen fällt, habe ich nichts von denselben notirt, während zu gleicher Zeit ich sie doch von andern Fischen, so bei Lophius piscatorius ausdrücklich notirt und von Opa abgebildet habe (Taf. II, 13). Da es aber Fische gibt, bei denen diese Zellen nur klein sind, dieselben manchmal sehr hell, fast durchsichtig sind, so können sie sehr leicht übersehen werden, wenn man nicht extra nach

ihnen sucht. Am grössten fand ich diese Zellen bei Thunfischen und Rochen (Taf. II, 26. 33), besonders in Bezug auf ihren dicken Durchmesser, während der Fläche nach gemessen dieselben bei Scomber (Taf. II, 36) nichts an Grösse den andern nachgeben; am kleinsten traf ich sie bei den Lippfischen.

Müller beschreibt diese Zellen als immer mit mehr oder weniger langen Fortsätzen versehen, mit denen sie gegenseitig in Verbindung stehen und zwischen welchen Lücken gebildet werden, die den faserigen Theilen der andern Retinaschichten zum Durchtritte dienen. Auch dies kann nicht für alle Fische bestätigt werden, da z. B. beim Thunfisch und Rochen keine solche Fortsätze beobachtet werden, bei Scomber man kaum von Fortsätzen sprechen kann, sondern eigentlich nur von einem mehr oder weniger tief eingekerbten Rande. Auch wenn man die grössern Vorsprünge Fortsätze nennen wollte, so verbinden sich nicht zwei einander entgegenkommende Fortsätze zweier Zellen, sondern umgekehrt legt sich ein Vorsprung der einen Zelle in eine Auskerbung der andern, ähnlich wie bei einer Schädelnaht. Da Vorsprünge und Lücken nicht immer gerade passen, so entstehen Löcher für den Durchpass von Fasern. Bei andern Fischen dagegen, z. B. der Dorade und einem ihr verwandten in Cannes „Ambrina“ genannten Fische scheinen diese Zellen mehr der Beschreibung Müller's sich zu nähern, indem sie allerdings so tiefe Einkerbungen zeigen, dass man schon von Zellen mit Fortsätzen sprechen kann.

Nebst diesen grossen und ziemlich dicken Zellen kommen aber noch andere vor, welche platter sind, einen kleineren Kern besitzen und wie H. Müller es beschreibt, sehr lange Fortsätze besitzen, mit denen sie in gegenseitiger Verbindung stehen (Taf. II, 33 a. 44 a). Ich muss jedoch gestehen, dass ich diese Gebilde für Zellgewebsfasern mit eingestreuten Zellgewebskörperchen gehalten habe, bevor ich die Müller'sche Arbeit kannte und auch jetzt kann ich mich noch nicht recht

entschliessen, diese Auffassung fallen zu lassen, da oft statt dieser Zellen ein Balken- oder Maschengewebe auftritt (Taf. II, 36 a), dessen ursprüngliche Zusammensetzung aus Zellen keineswegs in die Augen springt; auch findet sich keine Spur mehr von Kernen und zeigen die Balken einen eigenthümlichen Glanz, der dem gewöhnlichen Zellgewebe durchaus abgeht. — Diese Gebilde sind auch bei verschiedenen Fischen auch in verschiedener Menge vorhanden, so gibt es welche, wie Thunfisch und Scomber, wo die grossen dicken Zellen eine Lage bilden; nach aussen von ihnen liegt eine einfache Lage der platten Zellen oder des Balkengewebes, nach innen aber mehrere Lagen dieser Gebilde; während bei den Rochen beide Arten von Zellen nur in einfacher Lage vorhanden sind, bei noch andern Fischen man nur Zellen findet, welche mit der grössern Art verglichen werden können, obgleich sie viel kleiner sind. Ich empfehle diese Zellen dringend der weiteren Prüfung, denn trotzdem dass ich für diese Gebilde die Deutung Müller's mehr oder weniger angenommen habe, so konnte ich mich in vielen Fällen des Gedankens nicht erwehren, dass wir es eigentlich nicht mit Zellen, sondern mit einer strukturlosen Substanz zu thun haben, in welcher sich grosse Kerne oder Zellen eingestreut finden. Durch die Erhärtung könnte eine gewisse Schrumpfung dieser Substanz bewirkt werden, welche sich besonders geltend macht, wenn durch die Präparation Lage, Zusammenhang und Spannung derselben gestört wird, so dass sich die Substanz um die vorhandenen Kerne strahlig zusammenziehen würde. Man sieht manchmal ganz enorme Stücke aus Präparaten frei hervorragen mit zwei und mehreren Kernen, ohne dass man im mindesten eine Grenze zwischen den einzelnen, einer Zelle entsprechenden, Partien erkennen könnte. Ebenso kann weder an isolirten noch zusammenhängenden Exemplaren eine Zellenmembran unterschieden werden, und nicht selten erinnern die zackigen Ränder viel-

mehr an scharfe Bruchflächen (Taf. II, 34) als dem normalen Rand einer Zelle. Umgekehrt dagegen möchte man die Kerne für Zellen halten, besonders da sie bei einigen Haien (Chat de mer und Nessole) gewissen Zellen der innern Körnerschichte fast vollkommen gleichen (Taf. II, 39 a - b).

Ausser den Fischen habe ich nur bei der Schildkröte ähnliche Zellen in der Zwischenkörnerschichte gefunden und wenn H. Müller von der Taube sagt: „Andere Male dagegen sieht man sehr deutlich darin Körperchen liegen, welche ungefähr die Gestalt einer mehr in die Breite gezogenen Birne haben, einen Zellenkern aber nicht deutlich erkennen lassen;“ so ist dies sicher eine Verwechslung mit den kegelförmigen Körperchen, die ich in der äussern Körnerschichte beschrieben habe. Da sie an der Grenze der Zwischenkörnerschichte liegen, so könnten sie auch zu dieser gerechnet werden. Die Zwischenkörnerschichte wird von faserigen Elementen durchsetzt, welche den über- und unterliegenden Schichten angehören; je nach der Dichtigkeit der diese Schichte bildenden Bindesubstanz oder deren Erhärtung durch Reagentien scheinen diese Fasern in Totalschnitten der Retina auch in dieser Schichte durch, so dass ihr Verlauf verfolgt werden kann, oder aber man sieht nur am Rande eines Schnittes, dass die Fasern durch die Schichte passiren, oder endlich man muss dies nur aus isolirten Fasern schliessen, welche im Zusammenhang mit den Elementen der über- und unterliegenden Schichten getroffen werden.

### 4. Die innere Körnerschichte.

Die innere Körnerschichte (Taf. I, 6. 24 d. II, 1. 14. 26 d) wird aus zelligen und faserigen Elementen zusammengesetzt, welche durch eine deutlich nachweisbare Interzellularsubstanz in ihrer gegenseitigen Lage erhalten werden. Die Zellen sind der Mehrzahl nach kleine runde Zellen mit deutlichem Kern

und besitzen ein oder mehrere kurze Ausläufer in Form feinster Fäserchen, mit welchen sie in gegenseitiger Verbindung stehen. Diese Zellen sind meist etwas grösser als die Zellen der äussern Körnerschichte, das Zapfenkorn etwa ausgenommen, das denselben an Grösse meist gleichkommt oder häufig sie sogar noch übertrifft. — An der Grenze gegen die granulöse Schichte hin scheint eine Lage dieser Zellen immer etwas grösser zu sein, bald nur sehr unbedeutend, so dass man es kaum beachtet, bald aber sehr in die Augen springend. In letzterm Falle könnten sie leicht mit Ganglienzellen verwechselt werden, wenn man sie nur isolirt, nicht in ihrer normalen Lage an ganzen Retinaschnitten beobachten würde. Am augenfälligsten sind diese Zellen bei den Hayen (Taf. II, 39 b. 41), wo sie eine Grösse von 0,0043‴ erreichen und einerseits grosse Uebereinstimmung zeigen mit den Ganglienzellen dieser Thiere, anderseits aber den Kernen der grossen Zellen der Zwischenkörnerschichte zum Verwechseln ähnlich sehen. Da wohl die meisten Zellen der Retina als Nervenzellen zu betrachten sind, so ist es eigentlich nicht sehr auffallend, wenn auch ihre Formen sich gleichen oder Uebergangsformen bestehen von den gewohnten Ganglienzellen bis zu den kleinsten Nervenzellen. Von diesen Grenzzellen der innern Körnerschichte sieht man nicht selten äusserst feine Fäserchen sich in die granulöse Schichte hinein erstrecken, wo sie aber früher oder später spurlos verschwinden. In derselben Gegend der innern Körnerschichte, d. h. an ihrer Grenze gegen die granulöse Schichte hin, findet sich noch eine dritte Art von Zellen zwischen die letztgenannten mehr oder weniger eingeschoben, so dass, wenn ich nicht irre, je eine derselben einer der oben beschriebenen Zellen entspricht. Sie zeichnen sich durch ihre längliche, meist spindelförmige Gestalt und ebenfalls bedeutendere Grösse von den gewöhnlichen Zellen dieser Schichte aus und charakterisiren sich besonders dadurch, dass

sie mit den vorbeiziehenden faserigen Elementen in innigere Beziehung treten (Taf. I, 7. II, 6. 18 — 22. 38 — 41). Es hat in weitaus den meisten Fällen den Anschein, als ob die Faser, welche von dem Zapfenkorn ansgehend die beiden Körnerschichten durchsetzt, in dieser Zelle endige und ebenso, als ob von ihrer entgegengesetzten Seite aus die später zu beschreibende Radialfaser entspringe, so dass diese Zelle zur ganzen Faser sich verhalte wie eine bipolare Ganglienzelle zu einer Nervenfaser, dieselbe in ihrem Verlaufe unterbrechend; oder auch, da ihre Zellennatur einigen Forschern zweifelhaft erschien, wurde sie als Anschwellung der Radialfaser bezeichnet und M. Schulze erklärte sie sogar mit Bestimmtheit für Kerne, die als Bindegewebskörperchen zu betrachten seien. — Ueber das Verhältniss dieser Zellen zu den Fasern wird weiter unten die Rede sein, hier aber muss ich entschieden für die Zellennatur derselben einstehen; nicht nur ist dieselbe bei den Oxalsäure- und Schwefelsäurepräparaten meistens deutlich erkennbar, sondern kann bei schwach erhärteter Retina oder Zusatz von etwas Essigsäure oder Glycerin auch bei stärker erhärteten Präparaten auf's zweifelloseste nachgewiesen werden. Bei starker Erhärtung sind diese Zellen, wie übrigens alle andern auch, etwas eingeschrumpft und die Membran enge um Kern und Inhalt zusammengezogen, während sie bei frischen, d. h. nur ganz kurze Zeit in Reagentien gelegenen Präparaten noch mehr oder weniger aufgequollen erscheinen und die einzelnen Theile deutlich unterscheiden lassen. Schulze dürfte zu seiner Behauptung gekommen sein, weil er nur oder doch hauptsächlich Chromsäure-Präparate untersuchte, bei welchen immer nicht nur die fraglichen Zellen, sondern alle andern bis zur Unkenntlichkeit entstellt werden; man vergleiche übrigens nur seine Abbildung, so wird man aus der Zeichnung des Zapfenkorns und der in Rede stehenden Zellen die Richtigkeit meiner Angabe über die Wirkung

der Chromsäure erkennen. — Diese spindelförmigen Zellen setzen sich mit den benachbarten Zellen durch äusserst feine Fäserchen in Verbindung, am deutlichsten mit den nebenliegenden grössern Zellen, von denen eben gesprochen wurde (Taf. II, 39), und senden nebst diesen Verbindungsfäden feine Fortsätze in die granulöse Schichte, in welcher sie oft eine ziemliche Strecke weit verfolgt werden können, oder sie zerfahren gleich nach ihrem Eintritte in die granulöse Schichte pinselförmig in eine Unzahl feinster Fäserchen, welche sich in dem übrigen Gewebe verlieren (Taf. II, 38. 39. 42). — Die Bindesubstanz verhält sich in dieser Schichte ähnlich wie in der äussern Körnerschichte; sie ist im Allgemeinen eine weiche strukturlose, glashelle Masse, die aber bei einzelnen Thieren eine ziemliche Consistenz erreicht, so dass sie nicht nur um die durchtretenden Fasern sich zu Hüllen oder Scheiden verdichtet, sondern durchgehends zu einer fein granulirten brüchigen Substanz erhärtet, welche beim Zerzupfen der Theile in grössern oder kleinern Stücken an den Fasern hängen bleibt und an den Stellen, wo Zellen eingelagert waren, die entsprechende Lücke offen lässt (Taf. I, 22). — Die innere Körnerschichte ist bei den Fischen gewöhnlich weniger mächtig als die äussere, jedenfalls sind die zelligen Elemente weniger zahlreich; bei Amphibien, Reptilien und Vögeln ist sie um ein ziemliches mächtiger; bei den Säugethieren dagegen steht sie der äussern Körnerschichte an Mächtigkeit wieder nach. Eine besondere Eigenthümlichkeit habe ich nur bei der Taube hervorzuheben, bei welcher die länglich ovalen Zellen, die mit den Radialfasern in Verbindung stehen, nicht hart an der Grenze gegen die granulöse Schichte hin gelagert sind, wie dies sonst immer der Fall ist, sondern an der Grenze des mittlern und innern Dritttheils der Schichte (Taf. I, 7).

### 5. Die granulöse Schichte.

Die granulöse Schichte (Taf. I, 6. 19. 24e. II, 1. 10. 26e) scheint bei allen Thieren so ziemlich gleich gebildet zu sein, wenigstens konnte ich nirgends eine wesentliche Verschiedenheit auffinden. Sie zeigt sich auf Schnitten, wie der Name sagt, als eine feine oder weniger fein granulirte Fläche von schwach gelber Färbung, an welcher weder zellige noch faserige Elemente zu erkennen sind. Dagegen erscheint zuweilen eine Art Schichtenbildung in derselben, d. h. eine Zeichnung, als ob sie aus mehrern Lamellen zusammengesetzt wäre. Nur bei stärkerer Vergrösserung und Erhärtung der Retina sieht man, aber nicht bei allen Thieren gleich deutlich, die radial durchtretenden, parallel in gleichmässiger Entfernung von einander angeordneten Radialfasern durchscheinen und nebstdem ein äusserst feines Maschennetz feinster Fäserchen auftreten. Die Grundsubstanz dieser Schichte bildet wieder eine Bindesubstanz, welche sich ähnlich verhält wie in der innern Körnerschichte, d. h. durch Erhärtungsflüssigkeiten zu einer ziemlich spröden, den durchtretenden Theilen fest anhängenden Masse erstarrt und bei starker Erhärtung fast glasig erscheint.

### 6. Die Schichte der Ganglienzellen.

Die Schichte der Ganglienzellen (Taf. I, 6. 19. 24. II, 1. 10. 12. 26) besteht aus einer einfachen oder doppelten, selten mehrfachen Lage grosser Zellen, mit grossem Kern, die sich von den Ganglienzellen anderer Theile des Nervensystems nicht wesentlich unterscheiden. Ihre Grösse ist sowohl in ein und derselben Retina als bei verschiedenen Thieren sehr verschieden, zuweilen hat es den Anschein, als ob sie um so grösser werden, je näher der Peripherie der Retina sie gelegen sind, ich wage aber nicht, dies als Regel aufzustellen. Viele derselben zeigen ein bis mehrere Ausläufer, die oft deutlich

varikös erscheinen; aber von derselben Zelle verhalten sich nicht immer alle Ausläufer gleich, d. h. nicht alle sind gleich dick und nicht alle sind varikös. Ich muss jedoch hier bemerken, dass ich zwischen dem eigentlichen varikös sein einer Faser und einer unebenen ungleich dickern Faser genau unterscheide, denn ohne dies müsste die Zahl der varikösen Fasern in der Retina bedeutend höher gestellt werden. Diese faserigen Ausläufer verfolgen verschiedene Richtungen, die einen scheinen gerade gegen und in die granulöse Schichte hinein zu gehen und sich dort früher oder später zu verlieren und zwar als einfache Faser oder durch Verästelung in eine kleinere oder grössere Zahl feinster Fäserchen, ähnlich wie die Ausläufer der Zellen der innern Körnerschichte. Nie konnte ich einen Ausläufer der Ganglienzellen durch die ganze Dicke der granulösen Schichte mit Sicherheit verfolgen, noch weniger aber ist es mir gelungen, eine Verbindung dieser Ausläufer mit denjenigen der spindelförmigen Zellen der Körnerschichte, respektive der Anschwellung der Radialfasern, wie sie von Müller genannt werden, durch direkte Beobachtung nachzuweisen. Obgleich nicht selten Retinaschnitte getroffen werden, die sehr zu Gunsten einer solchen Verbindung sprechen, so glaube ich doch eine direkte Verbindung der Ganglienzellen mit den Zellen der innern Körnerschichte mittelst eines Ausläufers so lange nicht annehmen zu dürfen, als man nicht durch isolirte Präparate den unumstösslichen Beweis erhält. Hingegen scheint es mir durchaus nicht zweifelhaft und fast an jedem Präparate zu demonstriren, dass die feinen Aestchen der Ausläufer der Ganglienzellen und diejenigen der spindelförmigen und der grossen Grenzzellen der innern Körnerschichte mit einander zu einem Netzwerke feinster Fäserchen in Verbindung treten und so eine indirekte Verbindung der verschiedenen Zellen zu Stande kömmt. Von der Verästelung dieser verschiedenen Ausläufer rührt eben das Bild eines

Maschennetzes her, das bei stärker erhärteten Präparaten und starker Vergrösserung in der granulösen Schichte auftritt. — Die übrigen Ausläufer der Ganglienzellen, welche nicht in die granulöse Schichte eintreten, streifen längs der untern Grenze der granulösen Schichte hin und verbinden sich entweder wieder mit einer andern Ganglienzelle, oder aber sie gehen in die Nervenfaser der folgenden Schichte über.

Beiderlei Verbindungen habe ich mehrmals sehr schön und zweifellos beobachtet; einmal ist es mir sogar gelungen, ein Präparat zu finden, das eine Ganglienzelle mit einem Fortsatze in Verbindung mit einer zweiten Ganglienzelle zeigte, während sie mit einem zweiten Fortsatze mit einer Nervenfaser in Verbindung stand (Taf. II, 32). — Nun aber gibt es noch viele Ganglienzellen, an welchen nichts von solchen Ausläufern entdeckt werden kann und diese bilden mitunter sogar die grosse Mehrheit; aufgefallen aber ist mir, dass diese fortsatzlosen Ganglienzellen meist noch von einer granulösen Masse umgeben scheinen, die von dem Gewebe der granulösen Schichte nicht unterschieden werden kann, d. h. wohl, dass sie noch innerhalb der granulösen Schichte liegen, während die erstern am Rande derselben und entschieden ausserhalb liegen. Dieser Befund könnte auch so ausgelegt werden, dass statt einzelner grösserer Ausläufer, welche sich später verästeln, bei diesen Ganglienzellen sogleich eine Anzahl feinster Fäserchen entspringen, wovon mir jedoch kein ähnliches Beispiel in andern Theilen des Nervensystems bekannt ist. — Da die Radialfasern auch diese Schichte durchsetzen, so liegen die Ganglienzellen zwischen diesen Fasern und je nach der Dicke der unterliegenden Nervenschichte entweder am dünnen Theile derselben oder an der Stelle, wo sich die Radialfaser zu ihrem trichterförmigen Ende verbreitert, in welchem Falle oft die Ganglienzelle so dicht an dieser Faser anliegt, dass man glaubte eine Verbindung beider Theile an-

nehmen zu dürfen; besonders in Fällen wo sie durch stärker erhärtete Interzellularsubstanz gleichsam an einander gekittet und mit einander isolirt angetroffen werden. Eine andere als die eben genannte Art der Verbindung konnte ich zwischen Ganglienzellen und Radialfasern nicht auffinden. — Wie auch Müller angibt, trifft man zuweilen neben den Ganglienzellen freie Kerne derselben und mitunter trifft man Stellen, wo freie Kerne, kleine und grössere Ganglienzellen so gruppirt sind, dass man sich des Gedankens nicht erwehren kann, es möchte hier eine Neubildung von Ganglienzellen stattfinden. Die grössten Ganglienzellen habe ich bei der Schildkröte getroffen und bei den Rochen.

### 7. Die Nervenfaserschichte.

Die Nervenfaserschichte (Taf. I, 6. 19. 24. II, 10. 13. 26) wird aus den feinsten, blassen, Varikositäten zeigenden Nervenfasern gebildet, die nur bei einigen Fischen und den Kaninchen gegen die Eintrittsstelle des Optikus hin markhaltig sind; der Uebergang der markhaltigen in die blasse Faser findet allmälig ohne Unterbrechung durch eine Nervenzelle statt. Da die Nervenfasern parallel mit den übrigen Schichten der Retina verlaufen, einzelne Fasern bis an die Peripherie derselben gelangen, andere schon früher, so zu sagen an allen Punkten des Radius von der Peripherie der Retina bis zur Eintrittsstelle Fasern endigen, so ist die Mächtigkeit dieser Schichte natürlich dem entsprechend an der Peripherie am geringsten, im Zentrum am mächtigsten. Auf welche Weise aber die Mehrzahl dieser Nervenfasern endigen, ist noch unklar, denn ausser der Verbindung mit den Fortsätzen der Ganglienzellen ist noch keine andere Endigungsweise bekannt geworden, und doch muss eine solche vorkommen, da die Zahl der Ganglienzellen und ihre Fortsätze gegenüber der Zahl der Nervenfasern doch zu klein erscheint, so dass man unmöglich

diese Art von Endigung, wie H. Müller, als die einzige annehmen kann. Eine Verbindung der Nervenfasern mit den Radialfasern konnte ich ebenfalls nie beobachten.

### 8. Die Begrenzungshaut und die Radialfasern.

Es ist mir nicht recht klar geworden, ob Müller und Andere unter der Begrenzungshaut die Membrana hyaloidea des Glaskörpers verstanden haben oder eine der Retina eigenthümliche strukturlose Haut. Sollte letzteres der Fall sein, so müsste ich den Irrthum berichtigen und erklären, dass eine solche Grenzmembran in Wirklichkeit nicht existirt. Bei Schnitten, von denen die hyaloidea schon abgelöst ist, kann leicht die Täuschung einer Grenzmembran entstehen, wenn sich das Präparat dem Beschauer etwas schief repräsentirt, so dass die Grundfläche der erweiterten Endigungen der Radialfasern theilweise sichtbar wird; es scheint dann, als ob man es mit einer doppeltkonturirten Membran zu thun hätte. Diese Täuschung kann man aber leicht als solche entdecken, indem auch die Enden isolirter, einzelner Radialfasern durch doppelte Konturen begrenzt erscheinen; lässt man diese rollen etc., so sieht man deutlich, dass die doppelten Konturen sich von einander entfernen und wieder nähern und den Umfang der Basis der trichterförmigen Erweiterung repräsentiren. Hat man es aber von der Fläche gesehen mit membranartigen Stücken zu thun, so gehören sie immer der hyaloidea an.

Die Begrenzungshaut, Membrana limitans interna, wird als strukturloses Häutchen beschrieben, das innig mit den Enden der Radialfasern zusammenhängt, ja sogar nach Einigen durch diese Enden gebildet sein soll. Dass letzteres nicht der Fall ist, kann man leicht nachweisen, indem man bei nicht zu stark erhärteten Präparaten den Glaskörper etwas unschonend aus dem geöffneten Auge entfernt; alsdann bleibt die Begrenzungshaut zuweilen ganz oder in grossen Stücken an

dem Glaskörper hängen und kann dann isolirt untersucht werden. Auf diese Weise zeigt sie sich als selbständige, glashelle, glatte, strukturlose Membran, auf welcher stellenweise noch Theile der übrigen Retina hängen geblieben sind. Sehr oft aber zeigt sie sich, wie H. Müller sich ausdrückt, als eine strukturlos-areolirte Membran und wenn man dann genauer nachsieht, so entdeckt man auf derselben ein Epithelium, das aus sehr hellen, ziemlich grossen, kernhaltigen Zellen gebildet wird (Taf. I, 3. 4. II. 24. 25. 40), die zuweilen durch gegenseitigen Druck polygonal erscheinen. Dieses Epithelium ist durchaus übersehen worden, weil es sehr leicht an der Retina hängen bleibt, auf deren Fläche sie von der Zeichnung der Enden der Radialfasern nicht unterschieden werden können. Auch sind sie im frischen Zustande so hell und durchsichtig, dass sie sehr leicht übersehen werden; an Präparaten hingegen, die schon längere Zeit in Reagentien gelegen sind, oft so aufquellen, dass sie kaum mehr als Zellen erkannt werden können. Mitunter gelingt es, dieselben an Schnitten als einfache Lage von Zellen auf der innern Grenze der Retina beobachten zu können, oder als membranartige Fetzchen zusammenhängend frei herumschwimmen zu sehen, am leichtesten aber entdeckt man sie, wenn man den Glaskörper als Ganzes aus dem eröffneten Auge heraushebt und die äussere Fläche der anhängenden Membrana limitans untersucht, auf welcher sie von der Fläche gesehen als Epithelium, an Falten der Haut als einfache Lage von Zellen sich darstellen oder auch einzeln auf der sonst entblösten Haut liegen geblieben sind.

Das erste Mal habe ich diese Zellen an einem jungen Merlucius gesehen, später aber bei fast allen Thieren wieder getroffen, weitaus am schönsten habe ich sie beim Meeraal gefunden, wo sie eine Grösse von 0,006—0,007‴ besitzen mit einem 0,0008—0,0012‴ grossen Kern. An Oxalsäure- und

Schwefelsäure-Präparaten von 3—4 Tagen sind sie leicht zu finden, an Chromsäure-Präparaten dagegen schwieriger, weil sie sehr blass und durchsichtig werden. — So sehr diese Zellen in membranartigem Zusammenhange das Aussehen von einem Epithelium darbieten, besonders da sie auf einer strukturlosen Haut aufliegen, so drängt sich einem doch auch zuweilen die Idee auf, dass sie vielleicht eine wichtigere Rolle spielen möchten, da sie ganz an die grossen hellen Zellen der lamina spiralis erinnern, ebenso leicht aufquellen und wie jene mit faserartigen Gebilden in Verbindung stehen; hier nämlich mit den Radialfasern. Wir werden gut thun, zuerst diese zu besprechen, bevor wir auf die gegenseitige Verbindung eintreten.

Mit dem Namen „Radialfaser" wird ein faseriges Gebilde bezeichnet, welches mit einem kegelförmigen Ende auf der Membrana limitans interna aufsitzt, Nerven-, Ganglienzellen- und granulöse Schichte durchsetzt, an der innern Grenze der innern Körnerschichte durch ein zelliges Gebilde (Anschwellung) unterbrochen scheint, als faserige Fortsetzung die Körnerschichten durchzieht, um als einfache oder verästelte Faser mit den Gebilden der Stäbchenschichte in Verbindung zu treten (Taf. I, 10. 19. 20. 24. 28. II, 5. 6. 22. 23. 38—45). In Bezug auf ihren Charakter werden sie bald als nervöse, bald als rein bindegewebige Gebilde betrachtet. Letztere Ansicht wurde besonders von M. Schulze verfochten, der sie nur für Bindegewebs- oder Stützfasern hält, welche weder von zelligen Gebilden unterbrochen werden, noch mit den Elementen der Stäbchenschichte in Verbindung treten.

Den bisherigen Beschreibungen und Deutungen der Radialfasern kann ich mich nicht ganz anschliessen; denn sicherlich haben wir es mit einem komplizirteren Gebilde zu thun, als Müller und Schulze glaubten. Bei einzelnen Thieren fällt schon beim ersten Blick die verschiedene Dicke dieser Faser in den verschiedenen Schichten auf; bei andern aller-

dings scheint die Faser in anscheinend gleicher Dicke und äusserm Ansehen durch alle Schichten zu gehen und nur durch die gewisse spindelförmige Zelle eine Unterbrechung oder Anschwellung zu erleiden. Bei genauerer Betrachtung erkennt man aber auch in diesen Fällen, dass die Faser der granulösen Schichte und diejenige der innern Körnerschichte nicht ganz dasselbe Gebilde sein könne, sondern dass zu ersterer noch etwas hinzugekommen sei, um letztere zu bilden, diese also schon ein komplizirtes Gebilde sei. — Verfolgen wir die Faser stückweise von ihrem zentralen angeschwollenen Ende durch alle Schichten der Retina bis zu ihrem peripheren Ende in der äussern Körnerschichte.

H. Müller braucht für die Beschreibung des zentralen Endes der Radialfaser einen eigenthümlichen Ausdruck, indem er sagt: „Das innere Ende erscheint, wenn sie isolirt sind, im Profil gewöhnlich zu einem dreieckigen, scharf abgesetzten Körperchen angeschwollen, welches der optische Ausdruck eines Kegels ist.“ — Man sollte demnach glauben, dass Müller diese Enden für solide Kegel, nicht für hohle Trichter gehalten hat, als welche sie sich in Wirklichkeit darstellen; und auch Schulze scheint übersehen zu haben, dass sie hohl sind. Man kann sich davon häufig auf das allerbestimmteste überzeugen, indem man bei geeigneten Präparaten geradezu in die Höhlung des Trichters hineinsieht; ferner dass nicht selten fremde Körperchen oder Zellen in dieselben hineingerathen und endlich, dass man bei isolirten Präparaten den Trichter faltig kollabirt sieht, gewöhnlich wie ein Schirmzelt drei- bis vierzipfelig gefaltet (Taf. II, 5. 6). — Zuweilen aber finden wir statt eines Trichters eine Verästelung der Radialfaser, d. h. mehrere auseinander strahlende faserige Fortsätze, welche an ihrem Ausgangspunkte durch eine Zwischensubstanz auf eine kurze Strecke weit verbunden sind (Taf. I, 4. II, 22. 23. 25. 39). Es scheint von der Präparation abzuhän-

gen, ob diese Fäserchen auseinander strahlen oder untereinander wie ein nasser Pinsel verklebt sind; ebenso scheint es theilweise wenigstens von der Behandlung mit Reagentien abzuhängen, dass die Radialfasern ein Mal ein häutiges trichterförmiges Ende zeigen, andere Male ein faserig verästeltes. Ich sage: theilweise hängt es davon ab, weil wir gegen den Hintergrund des Auges viel öfter die verästelte Form treffen, gegen die Peripherie hin häufiger die trichterförmige. Es rührt dies offenbar daher, dass das Ende der Radialfaser eigentlich eine Verästelung derselben ist und dass die Aestchen durch eine strukturlose Bindesubstanz untereinander zu solchen Trichtern verbunden werden. Diese Bindesubstanz aber verhält sich in quantitativer Beziehung an den verschiedenen Lokalitäten der Retina umgekehrt wie die Mächtigkeit der Nerven- und Ganglienschichte, d. h. sie wird gegen den Hintergrund des Auges immer mehr durch die Nervenfasern und Ganglienzellen verdrängt. Das trichterförmige Ende schwindet gegen den Grund des Auges immer mehr und in der Nähe der Eintrittsstelle des Sehnervens findet man nur noch eine leichte Andeutung derselben. Letzteres scheint aber nebstdem auch noch seinen Grund darin zu finden, dass die Radialfaser gegen diese Stelle hin sich nicht mehr verästelt. — Es ist begreiflich, dass bei erhärteten Präparaten die Enden der Radialfasern oft eigenthümliche Formen zeigen, je nachdem das Reagens auf die Bindesubstanz eingewirkt hat; so zeigen sich bei sehr spröden Präparaten oft Löcher in den Trichtern durch ausgefallene Stücke erhärteter Bindesubstanz, oder umgekehrt kann man durch sehr wässerige Lösungen ein Aufquellen derselben veranlassen. Aber noch in anderer Beziehung verhalten sie sich verschieden; bald erscheinen sie nämlich ganz blass und leer, besonders wenn sie isolirt und kollabirt sind; bald hingegen erscheinen sie glänzend schwarz konturirt, wie wenn ein ziemlich stark lichtbrechender Inhalt in denselben enthalten wäre.

Dieser Charakter erstreckt sich nicht nur auf die unterste trichterförmige Partie der Radialfaser, sondern oft weit hinauf in den faserig aussehenden Theil derselben. Dem entspricht auch, dass man nicht selten, wie auch H. Müller schon bemerkt zu haben scheint, eiweissartige Tropfen austreten sieht, von denen Müller glaubt, dass sie mit Zellen verwechselt worden seien; sie sind aber sehr leicht von Zellen zu unterscheiden, namentlich von den oben beschriebenen Epitheliumzellen auf der Aussenseite der Membrana limitans, welch letztere Zellen immer einen deutlichen Kern zeigen. Ich habe oben gesagt, dass diese Zellen mit faserigen Gebilden der Retina in Verbindung stehen, es sind dies eben die Radialfasern, respektive die feine Endverästelung derselben. Es gelingt nicht selten, in feinen Schnitten von Präparaten, die einige Tage in Oxalsäure-Lösung, namentlich aber in verdünnter Schwefelsäure gelegen haben, die Verbindung dieser Fäserchen mit den Zellen zu beobachten und zwar nicht nur bei Merluzzo, von dem ich ein Präparat abgebildet habe (Taf. II, 25), sondern bei verschiedenen Thieren. Man sieht dann die Fäserchen die Zellen wie Arme umschliessen und bis über die Mitte der Zellen reichen. Sind nun diese Fäserchen durch eine Zwischensubstanz zu einem Trichter verbunden, so liegt in je einem Trichter eine solche Zelle und füllt denselben mehr oder weniger aus. Das Ende der Radialfaser ist somit durch Vermittlung dieser Zellen mit der Membrana limitans verbunden, d. h. alle Theile unter sich durch eine Bindesubstanz, die wir durch die ganze Retina als helle strukturlose Masse verbreitet finden. Es ist also leicht erklärlich, dass Müller in den Radialfaserendigungen nicht selten Kerne zu beobachten glaubte, da die Zellen in denselben schwer zu entdecken sind, wenn sie nicht durch Aufquellung hervortreten (Taf. II, 39). Dagegen scheint Michaelis diese Zellen mit den abgerissenen Radialfasern auf der Membrana limitans gesehen zu haben,

aber wie es scheint nur einzelne, nie epithelienartig in grössern Massen. Ob Vintschgan diese Zellen gesehen hat, kann ich nicht entscheiden, da ich seine Arbeit leider nicht besitze; nach den Mittheilungen H. Müller's in seinen Noten zu schliessen, hat Vintschgan aber doch manches richtig gesehen, vielleicht aber mangelhaft beschrieben oder mit andern Gebilden verwechselt, jedenfalls aber scheinen Vintschgan und Müller sich gegenseitig nicht immer richtig verstanden zu haben. — Die trichterförmige Erweiterung der Radialfasern erstreckt sich je nach der Lokalität der Retina und also auch je nach der Mächtigkeit der Nervenschichte sehr verschieden weit an die Faser hinauf, wie wir schon erörtert haben; auch ist dieselbe bei verschiedenen Thieren ungleich gestaltet, so dass wir bald einen hohen schlanken Trichter, bald einen niedern breiten vor uns sehen; bald geht die Erweiterung noch über die Ganglienschichte hinauf, bald erkennt man erst in dieser Schichte den Beginn derselben. Nicht selten sind die Ganglienzellen so in diese Theile hineingedrängt, dass durch dieselben die Erweiterung der benachbarten Radialfasern eingedrückt oder verengt wird, während andere Male die Faser in dieser Schichte schon fadenartig schlank ist und leicht die Täuschung veranlasst, dass man glaubt, die Faser gehe an die Ganglienzelle über. Eine Verbindung dieser Nervenzellen mit den Radialfasern habe ich jedoch nie beobachten können, so sehr manchmal der Anschein dafür spricht; immer konnte ich durch verschiedene Manipulationen, Rollen des Präparates oder Zusatz von Reagentien, die Täuschung aufklären. — In der granulösen Schichte haben wir nun eine platte, gleichmässig dicke, ganz gerade gestreckte Faser vor uns, die bei einzelnen Thieren sehr fein ist, bei andern aber eine ansehnliche Dicke besitzt, bis auf 0,0008‴ und mehr. Sie erscheint an isolirten Fasern meistens ganz blass, in Schnitten aber oder wenn mehrere miteinander mit ihren zugehörigen

übrigen Retinagebilden isolirt sind, erscheinen sie öfter dunkel konturirt und erwecken die Neigung, sie für feine Röhren zu halten; natürlich kann dies nur bei dickern Fasern der Fall sein, denn bei denjenigen Thieren, wo sie sehr fein sind, ist von einem röhrenartigen Aussehen keine Spur. Diese Beschreibung ist im Widerspruche mit derjenigen M. Schulze's, der sie namentlich in seiner Abbildung möglichst uneben, selbst zackig darstellt, was mit der Angabe Müller's übereinzustimmen scheint, dass die Radialfaser in der granulösen Schichte den Anschein habe, feine Fäserchen abzugeben oder aufzunehmen. Dieses zackige Aussehen, wie Schulze es darstellt, kann man an stark erhärteten Präparaten immer antreffen, es ist dasselbe veranlasst durch das Hängenbleiben fest gewordener Bindesubstanz. Wir haben aber oben gesehen, dass die Bindesubstanz den durchgehenden Fasern zuweilen einen selbständigen Ueberzug oder Hülle verschafft, jedenfalls aber in innigere Verbindung mit allen von ihr eingeschlossenen Theilen steht, da sie ganz die Rolle der Interzellularsubstanz anderer Gewebe spielt. Es ist daher gar nicht zu verwundern, dass bei stark erhärteten Präparaten diese Substanz spröde und brüchig geworden, nicht nur diesen Fasern, sondern auch zuweilen den Zellen der Körnerschichte als zackige Masse anhängen bleibt. In schwach erhärteten Präparaten wird man die Radialfasern nie so sehen, wie Schulze sie abbildet und auch die Angabe Müller's dürfte sich auf solche erhärtete Präparate gestützt haben, da ich eine Abgabe feiner Fäserchen nie beobachten konnte; die Radialfaser geht wie gesagt glatt und gerade durch die granulöse Schichte, ohne sich am Gewebe derselben im mindesten zu betheiligen. So gelangt sie an die Grenze der innern Körnerschichte und trifft hier ein Gebilde, von welchem angenommen wurde, dass es der Faser selbst angehöre, dieselbe ähnlich einer Ganglienzelle die Nervenfaser unterbreche, so dass letztere auf der entgegenge-

setzten Seite der Zelle unverändert ihren Lauf fortsetze, um die äussern Partien der Retina zu durchsetzen; es ist dies die oben angeführte, stets längliche, oft spindelförmige Zelle der innern Körnerschichte (Taf. I, 7. 18—22. II, 6. 38—43). Schon Schulze hat erklärt, dass diese Zelle nur ein Kern sei, die Radialfaser nichts angehe, derselben nur anliege, also nicht als Anschwellung der Faser, noch als Analogon einer Ganglienzelle betrachtet werden dürfe, und glaubt, es spiele dieselbe die Rolle von Bindegewebskörperchen. — Ich stimme Schulze ganz bei, dass dieses Körperchen nicht in den Verlauf der Radialfaser eingeschoben ist, sie nicht unterbricht, weder als Verdickung noch ganglienzellenartig, die Faser geht an demselben vorbei und beide Gebilde liegen nur sehr dicht beieinander. Das ist aber alles, was ich bestätigen kann, das Uebrige scheint mir nicht richtig. Wir haben oben schon von der unzweifelhaften Zellennatur dieses Körperchens gesprochen; um all die feineren Verhältnisse der Retina richtig zu erkennen und zu beurtheilen, muss man durchaus neben den Chromsäure-Präparaten auch solche aus Schwefelsäure- und Oxalsäure-Lösungen vergleichen und nicht nur das; man muss die Retina von verschiedenen Thieren untersuchen, denn bei dem einen Thiere ist dieses Gebilde, bei dem zweiten ein anderes Gebilde leichter und deutlicher zu erkennen. In Bezug auf die Frage, ob diese Zelle in keiner Beziehung zu der Radialfaser stehe oder in welcher, bin ich zu der Ansicht gekommen, dass das gegenseitige Verhältniss darin besteht, dass die Radialfaser unverändert an der Zelle vorbeigeht, während diese einen faserigen Fortsatz nach aussen schickt, der sich meist unmittelbar über der Zelle, zuweilen aber erst eine Strecke weit höher oben der Radialfaser eng anschliesst und mit derselben von einer gemeinschaftlichen Bindegewebshülle eingeschlossen wird. Die Umhüllung der Bindesubstanz verdeckt die beiden Fasern gänzlich, so dass man der auf diese Weise entstande-

nen Faser der innern Körnerschichte ihre Zusammensetzung nicht ansieht und nur durch die etwas vermehrte Dicke aufmerksam gemacht wird. — Zweifelhafte Präparate sieht man in grosser Menge, das erste zweifellose habe ich an einer Taube beobachtet zu einer Zeit, wo ich noch ganz die Auffassung H. Müller's theilte, die Zellen seien integrirende Bestandtheile der Faser selbst. Die bei der Taube unverkennbare Zelle lag durch einen ziemlich langen Fortsatz mit der Radialfaser verbunden frei und quer über dieselbe hinweg gelagert und schien auf der freien Seite einen zentralen Fortsatz abzugeben, der aber kurz abgerissen war (Taf. I, 10). Dieser zu deutliche Befund lenkte meine Aufmerksamkeit besonders auf dieses Verhalten der Zelle zur Faser und ähnliche Präparate fanden sich nun häufiger, aber doch mehr vereinzelt, bis ich einen Fisch aus der Familie der Haie (Chat de mer) erhielt, bei dem die fraglichen Verhältnisse sehr deutlich und leicht zu studiren sind. Bei diesen Thieren ist die Faser der innern Körnerschichte wenigstens doppelt so dick als diejenige der granulösen Schichte und spaltet sich gegen letztere Schichte hin in 2—4 Fortsätze, von denen einer seitlich zu der bewussten spindelförmigen Zelle geht, während die andern als direkte Fortsetzung der Faser an der Zelle vorbeiziehen und sich als Radialfasern herausstellen, d. h. mit trichterförmigen Enden an der limitans endigen (Taf. II, 38. 39). Noch deutlicher ist das Verhältniss bei einem andern Hai (Nessole), wo die Faser der innern Körnerschichte ganz verschieden von derjenigen der granulösen Schichte ist, oder vier und mehr Mal so dick ist und oft ein deutlich röhrenartiges Aussehen zeigt (Taf. II, 41 — 44). Ich muss hier einschalten, dass auch hier diese Faser oder Röhre bald ganz matt und leer erscheint, bald glänzend und mit einer stark lichtbrechenden Substanz erfüllt, und wieder ist ersteres bei isolirten, aus allem Zusammenhang gerissenen Präparaten der Fall, letzteres bei solchen, wo die zu-

gehörigen Theile in Verbindung geblieben sind. Aus dem zentralen Ende dieser Röhre treten wieder die oben genannten Ausläufer hervor, der Fortsatz für die spindelförmige Zelle und gewöhnlich zwei Radialfasern; man sieht hier aber zweifellos, dass es von einander unabhängige, selbständige Gebilde sind, welche sich erst in der Röhre verbinden. Diese ist offenbar nichts als eine etwas stärker entwickelte Zellgewebsscheide, welche die vereinigten Fortsätze umhüllt und so zu einem eigenthümlichen Gebilde gestaltet, das wegen des oben angedeuteten Inhalts nicht selten stark an dunkelrandige Nervenfasern erinnert. Zuweilen scheint die genannte Zellgewebshülle nicht nur die Fortsätze, sondern auch die Zelle mit einzuschliessen (Taf. II, 43. 44), wodurch der Fortsatz der Zelle verdeckt wird und wenn sich das Präparat so dem Beschauer entgegenstellt, dass die Zelle über die Ausläufer zu liegen kommt, so entsteht leicht die Täuschung, als ob die Fasern alle aus der Zelle entspringen (Taf. II, 42. 43), während dieselbe nur einen zentralen Ausläufer aussendet, der sich in der Regel rasch in viele kleine Zweige verästelt (Taf. I, 10. II, 38. 39. 41). Nur isolirte Präparate, die durch Rollen derselben etc. von allen Seiten betrachtet werden können, sind geeignet, alle Verhältnisse deutlich zu zeigen, während in Schnitten vielfache Irrungen entstehen können.

Vor einer Täuschung muss man sich bei diesen Thieren wohl in Acht nehmen, dass man nicht glaubt annehmen zu dürfen, der zentrale Fortsatz der spindelförmigen Zelle könne sich unter Umständen ebenfalls zu einer Radialfaser gestalten. Es kommt nämlich nicht selten vor, besonders bei Nessole, dass ein Aestchen des zentralen Ausläufers der spindelförmigen Zelle unverästelt bis tief in die granulöse Schichte gelangt und wenn es an isolirten Präparaten erhalten bleibt nur wenig kürzer ist als die Radialfaser; so dass man glauben könnte, man habe es mit einer solchen zu thun, nur sei das trichterförmige

Ende abgerissen (Taf. II, 43). Diese Verwechslung kann um so leichter stattfinden, als bei diesen Thieren die Radialfasern in der granulösen Schichte ausserordentlich fein sind. Aber auch hiervor möchte ich warnen, dass man vielleicht aus dem Vorkommen so langer Ausläufer der spindelförmigen Zelle schliessen möchte, dass diese sich mit den Ganglienzellen in direkte Verbindung setzen, und wiederhole hier die bestimmte Ansicht, dass dies in der Regel nicht der Fall ist, will aber allerdings nicht verschweigen, dass ich ein Mal, aber auch nur dieses einzige Mal ein Präparat von Chat de mer getroffen habe, bei welchem die spindelförmige Zelle durch einen feinen Ausläufer mit einer Ganglienzelle verbunden war (Taf. II, 45) und füge die naturgetreue Abbildung des Präparates, wie es gefunden wurde, bei; glaube aber, dass dies ein abnormes Vorkommen ist. Hat man bei diesen Thieren das gegenseitige Verhältniss der betreffenden Gebilde einmal genau erkannt, so hat es keine Schwierigkeiten mehr, dasselbe auch bei den andern Thieren zu erkennen. An der Stelle der spindelförmigen Zelle trifft man öfters statt derselben ein zackiges Körperchen, fast wie ein Knochenkörperchen aussehend. Oft ist es zweifelhaft, ob es eine durch die Reagentien entartete spindelförmige Zelle sei, welcher Partien erhärteter Bindesubstanz anhängen, oder ob abgerissene Verbindungsfaden ihm das zackige Aussehen verleihen. Andere Male aber ist es ganz sicher, dass man es mit keiner Zelle zu thun hat, sondern nur mit dem Bindegewebe, das die betreffenden Gebilde hier umgeben hat, das bei etwas starker Erhärtung die Gestalt beibehalten hat trotzdem die Zelle durch den Schnitt oder überhaupt die Präparation herausgelöst worden ist und also eine leere Bindegewebskapsel darstellt (Taf. II, 39 a).

Kehren wir wieder zu unserer Radialfaser zurück. Von der Vereinigungsstelle der eigentlichen Radialfaser mit dem Fortsatze der spindelförmigen Zelle an geht die Faser in

ziemlich gleicher Dicke durch die innere Körnerschichte und die Zwischenkörnerschichte, auch ohne dass auf diesem Wege ihr Aestchen zu- oder abgegeben würden. In der äussern Körnerschichte ist ihr Verhalten wieder bei verschiedenen Thieren auch ein verschiedenes und richtet sich dasselbe nach der Beschaffenheit der äussern Körnerschichte und der Stäbchenschichte. Da wo letztere aus sehr vielen dicht zusammengedrängten, kleinen Zapfen gebildet wird und demgemäss auch die äussere Körnerschichte aus zahlreichen Elementen zusammengesetzt ist, da spaltet sich die Radialfaser in mehrere Aestchen baumartig und verbindet sich so mit den Zellen der äussern Körnerschichte und durch diese mit den Zapfen (Taf. II, 38. 39. 42. 43), so dass also für viele Thiere die Behauptung H. Müller's ganz richtig ist, dass auf je eine Radialfaser mehrere Elemente der Stäbchenschichte kommen und die bekannte Zeichnung ihre Richtigkeit hätte, wenn man die dort gezeichneten Stäbchen mit kleinen schlanken Zapfen vertauschte. Es ist dies aber nicht allgemeine Regel, denn bei denjenigen Thieren, die grosse, starke Zapfen besitzen, wo die äussere Körnerschichte nur aus einer doppelten Reihe grosser Zapfenkörner besteht, da kommt sicher nur ein Zapfen auf je eine Radialfaser (Taf. I, 7. 10. 18—21. 23. 26). Ich muss jedoch sogleich beifügen, dass auch bei diesen Thieren es vorkommt, dass mehrere Zapfen 2—3 auf einer Radialfaser sitzen (Taf. II, 6), allein es ist dies nicht Regel und findet sich nur gegen die Peripherie der Retina hin, während ich es im Grunde des Auges nie beobachtet habe. M. Schulze stellt nun gar die Behauptung auf, dass die Radialfasern gar nicht mit den Elementen der äussern Körnerschichte und der Stäbchenschichte in Verbindung treten, was gewiss ein grosser Irrthum ist; denn wenn auch H. Müller, wegen der Feinheit des Objekts, sich nicht ganz sicher glaubte, dass beim Menschen und überhaupt da wo die Radialfasern sich verästeln,

diese Aestchen mit den Zellen der äussern Körnerschichte in direkte Verbindung treten oder sich nur zwischen denselben verlieren; so hätten eben Müller und Schulze ein Objekt wählen sollen, wo die Verhältnisse leichter zu studiren sind, d. h. die Retina eines Thieres mit grossen, starken Zapfen und grossem Zapfenkorn und nebstdem sich nicht allein an Chromsäurepräparate halten sollen, deren Erhärtungsgrad schwer zu bestimmen ist und die Gewebselemente gar zu sehr verändert werden. — Bei der Schildkröte, die allerdings nicht Jedem gerade zur Verfügung steht, sind die Verhältnisse am klarsten und leichtesten zu untersuchen, aber auch bei den Eidechsen und sogar bei den Vögeln kann man sich ohne Schwierigkeit zahlreiche Präparate verschaffen, die den Beweis liefern, dass die Radialfaser mit dem Zapfenkorn und durch dieses mit den Zapfen in Verbindung steht; in gleicher Weise für die verästelten Radialfasern liefern die Haie sehr geeignete Präparate. Dass man sehr häufig Radialfasern trifft, welche nur allmälig auszulaufen scheinen, ohne mit irgend welchen Gebilden in Verbindung zu treten, namentlich verästelte Radialfasern, versteht sich von selbst; man braucht nur stark erhärtete Präparate zu wählen, wo die Theile sehr spröde geworden sind, da springt eben bei der Präparation alles ab; die feinen Verbindungsfäden mit den Zellen brechen und man hat nichts als einige leere Zweige. Die Zeichnung von Schulze ist ohne Zweifel Bildern entnommen, die von stark erhärteten Präparaten herrühren, die Zeichnung ist aber sonst sehr gut, denn man sieht ihr auf den ersten Blick die glasartige Sprödigkeit des Präparates an, wie es in überhärteten Stücken zu beobachten ist. Zur Konstatirung der betreffenden Verhältnisse eignen sich Schwefelsäurepräparate weitaus am besten.

Es frägt sich nun, was sind diese Aestchen? sind es Aeste der Radialfasern allein oder betheiligt sich der betreffende Fortsatz der spindelförmigen Zelle an der Verästelung

und welche Rolle spielt dabei die Bindegewebshülle, welche beide umschliesst? — In Bezug auf letztere kann man sich bei Haien leicht überzeugen, dass sie theilweise oder grösstentheils sich an dem bindegewebigen Netzwerke der Zwischenkörnerschichte betheiligt und sich also nach und nach wieder in die allgemein verbreitete Bindesubstanz verliert. Ohne Zweifel aber erhalten auch die Aestchen eine sehr feine Umhüllung. Da wo die Radialfaser sich nicht verästelt, begleitet die Bindegewebshülle dieselbe bis zu ihrer Verbindung mit dem Zapfenkorn und verliert sich in der Umhüllung dieses letztern, wie schon oben angedeutet wurde. Diese Verhältnisse sind ebenfalls nur bei einzelnen Thieren deutlich nachzuweisen, denn bei den meisten ist die Bindesubstanz so zart, dass sie nur schwer darzustellen ist. — Die Frage über den Charakter der Aestchen muss ich ganz unentschieden lassen, da ich das gegenseitige Verhalten beider Fasern im Innern der Zellgewebshülle nicht verfolgen konnte, also auch nicht weiss, ob sie getrennt neben einander hergehen oder sich zu einer Faser vereinigen. Letzteres dürfte man ohne weiteres annehmen wenn man von der nervösen Natur beider Fäserchen überzeugt wäre, sie bildeten dann zusammen eine gemeinsame Nervenfaser; ein sehr häufiges Vorkommen; allein diese Frage ist noch keineswegs entschieden. So viel ist sicher, dass der deutlich variköse Fortsatz des Zapfenkorns sich in der Bindegewebshülle der Radialfaser verliert, also wahrscheinlicher Weise mit den ihr entgegenkommenden Fasern in derselben Scheide in Verbindung tritt, entweder mit beiden oder nur mit einem, dass also eine oder beide dieser Fasern nervöser Natur sein müssen. Ist der Fortsatz der spindelförmigen Zelle nervöser Natur, was wegen der direkten oder indirekten Verbindung dieser Zelle mit den Ganglienzellen sehr wahrscheinlich ist, so könnte der Fortsatz des Zapfenkorns unmittelbar in denselben übergehen, so dass eine

nervöse Verbindung zwischen Zapfen und Ganglienzelle hergestellt wäre; dieses Verhältniss würde nicht geändert, wenn beide Fasern in der gemeinsamen Hülle für Nervenfasern erklärt werden müssten. Wenden wir uns also wieder zur Radialfaser und untersuchen wir die Gründe, welche für oder gegen den nervösen Charakter auch dieser Faser sprechen.

M. Schulze hat gezeigt, dass die feinsten Nervenfasern der Sinnesorgane Varikositäten zeigen, welche Eigenschaft sie von andern faserigen Gebilden unterscheide, und wirklich zeigen auch in der Retina alle Fasern der Nervenschichte solche Varikositäten. Daraus hat man nun eine Art Gesetz gemacht und erklärt, jede variköse Faser ist eine Nervenfaser, jede nicht variköse Faser ist keine Nervenfaser. Demnach wären die Radialfasern keine Nervenfasern, da so viel ich weiss, noch Niemand Varikositäten an denselben entdeckt hat; und Schulze steht auch nicht an, ihnen den nervösen Charakter durchaus abzusprechen und sie für reine Zellgewebsfasern zu erklären. Dass die Radialfaser nicht rein nervöser Natur ist, geht aus obiger Beschreibung derselben wohl deutlich hervor; ist sie aber desshalb auch rein bindegewebiger Natur? Ist überhaupt die Folgerung richtig, dass weil jede variköse Faser eine Nervenfaser ist, auch jede nicht variköse Faser keine Nervenfaser sei? Kann es nicht Nervenfasern geben, die unter Umständen keine Varikositäten zeigen, d. h. die Eigenschaft verlieren, variköse zu werden? Ich neige mich zu der Ansicht, dass das Schulze'sche Gesetz, wenigstens in seinem negativen Satze, noch nicht ohne weiteres darf angenommen werden und mache nur auf einige Inkonsequenzen aufmerksam, die nothwendig durch dasselbe veranlasst würden. — Eine Ganglienzelle wird als Nervenzelle betrachtet, besonders wenn sie direkte mit einer Nervenfaser in Verbindung steht; wenn nun zwei solcher Ganglienzellen durch einen nicht varikösen Fortsatz oder Faser verbunden sind, so müsste man diese Verbindungsfaser

nur als Zellgewebsfaser betrachten, überhaupt jeder nicht variköse Fortsatz der Ganglienkugel entbehrte jeder funktionellen Bedeutung, mit Ausnahme derjenigen einer mechanischen Verbindung mit andern Theilen. Nun aber zeigt es sich gerade in der Retina, dass weitaus die meisten Ausläufer der Ganglienzellen keine Varikositäten besitzen, weder die Verbindungsfäden unter sich, noch diejenigen, welche in die granulöse Schichte treten, es hätte somit die oben angeführte Verbindung der Ganglienzellen mit der spindelförmigen Zelle und durch diese mit den Elementen der höher gelegenen Schichten gar keine Bedeutung. Mit Ausnahme der Ausläufer des Zapfenkornes finden sich in der ganzen Retina keine Fasern, die Varikositäten zeigen, wenn man von der Nervenfaserschichte absieht. Mit welchem Rechte behauptet man dann aber von den Zellen der Körnerschichten, dass sie Nervenzellen sind, und wie sollen sie ihre nervösen Eigenschaften geltend machen, wenn ihre nicht varikösen Verbindungsfäden ebenfalls nicht nervös sein können? Mit welchem Rechte vergleicht man dann überhaupt die Retina mit einem flächenhaft ausgebreiteten Ganglion? Ferner mache ich darauf aufmerksam, dass der Ausläufer des Zapfenkorns bei einigen Thieren wenigstens sehr deutlich varikös ist, dass er aber in seinem Verlaufe nichts mehr davon erkennen lässt, weil er sich in einer Bindegewebshülle versteckt; ist dies schon in der Nähe seines Ursprunges nachweisbar der Fall, was spricht dann gegen die Wahrscheinlichkeit, dass auch im weitern Verlaufe vielleicht in der ganzen Radialfaser eine solche nervöse Faser verborgen sein könne, deren Varikositäten durch die Umhüllung mit Bindesubstanz entweder verdeckt werden oder deren Entstehung verhindert wird. Es wäre also sehr leicht möglich, dass die Radialfaser trotz ihrem äussern Aussehen dennoch nervöse Elemente enthalten könnte, und wirklich scheinen mir einige Verhältnisse der Ra-

dialfaser darauf hinzudeuten. Vor allem ist sie keine einfache Faser, sondern, wie wir oben gesehen haben, ein mehr oder weniger zusammengesetztes Gebilde; das Auslaufen eiweissartiger Tropfen aus ihren Enden, das glänzende dunkelkonturirte Aussehen der Faser und deren Enden während ihrer Verbindung mit den zugehörigen Theilen, das leere und matte Aussehen, wenn sie aus dem Zusammenhange herausgerissen sind, ihr gerade gestreckter Verlauf und regelmässige Gruppirung in der granulösen Schichte und ihre Endigung im Epithelium der Hyaloidea, die Art ihrer Verbindung mit den übrigen Retinagebilden, namentlich den Zapfen der Stäbchenschichte, die Gleichmässigkeit aller Radialfasern in der gleichen Retina und die unwesentlichen Verschiedenheiten bei verschiedenen Thieren; alles dies spricht dafür, dass die Radialfaser nicht nur eine Stützfaser ist, dass sie eine höhere Bedeutung hat, wahrscheinlich nervöse Elemente enthält und vielleicht in Bezug auf Funktion eine der wichtigsten Rollen spielt.

## II. Retina der wirbellosen Thiere.

Leider habe ich nur wenige Untersuchungen über die Retina der wirbellosen Thiere anstellen können; dennoch aber theile ich das Wenige mit, das ich bieten kann, in der Hoffnung, dass es als Anknüpfungspunkt für weitere Untersuchungen dienen möchte.

### I. Retina der Cephalopoden.

Die Retina der Cephalopoden (Taf. III, 27—34) zeigt ebenfalls mehrere Schichten, die aus verschiedenen Gewebselementen gebildet sind. Verfolgt man sie von Innen nach Aussen, so treffen wir nach Entfernung der Linse und des Glaskörpers zuerst auf eine feine strukturlose Membran, auf deren Innenfläche stets eine Menge von Krystallen liegen,

die Otolithen sehr ähnlich sind. Solche Krystalle habe ich auch schon bei andern Thieren in grösserer oder geringerer Menge auf der Innenfläche der Membrana limitans, respektive hyaloidea des Glaskörpers getroffen, war aber nie ganz sicher, ob sie nicht Kunstprodukte seien, entstanden durch die Einwirkung der angewandten Reagentien. Bei den Cephalopoden ist dies aber sicher nicht der Fall und sie gehören zum Normalzustande des Auges.

Auf der Aussenfläche der strukturlosen Haut liegt ein Epithelium (Taf. III, 27 g. 28. 29), d. h. eine Lage 0,0043—0,0052''' grosser, heller Zellen, mit deutlich hervortretendem Kerne. Diese Zellen erinnern sogleich an diejenigen, welche bei den Wirbelthieren an derselben Stelle gefunden werden; sie lösen sich ebenfalls leicht von der strukturlosen Membran ab und schwimmen einzeln oder gruppenweise herum, wenn sie nicht an der folgenden Schichte der Retina hängen geblieben sind. An solch isolirten Zellen sieht man immer einen sehr feinen aber kurzen Faden hängen, der bei allen Zellen so ziemlich gleich lang und abgerissen erscheint. Die Zellen quellen sehr leicht auf und werden dadurch oft unkenntlich; an ganzen Schnitten z. B. erscheinen sie dann oft in Form von Zylindern, weil sie sich nur einseitig ausdehnen können. Oefters scheinen sie zu platzen und so zu Grunde zu gehen, wenigstens findet man zuweilen statt der Zellen nur Rudimente derselben.

Die folgende Schichte (Taf. III, 27 a. 30) besteht aus senkrecht stehenden, 0,1600—0,1800''' langen und 0,0017—0,0026''' dicken, glashellen, stark glänzenden Stäbchen, die dicht an einander liegen und nur schwer sich isoliren. Das innere Ende derselben ist abgerundet und enthält in seinem Innern eine Anhäufung von Pigment (Taf. III, 31); das äussere Ende sitzt auf einer ebenfalls stark pigmentirten Anschwellung auf (Taf. III, 27. 32). Bei nicht malträtirten Prä-

paraten erscheinen die Stäbchen äusserlich leicht pigmentirt, d. h. in der Zwischensubstanz, welche die Stäbchen gleichsam aneinander kittet, finden sich braune Pigmentkörnchen eingestreut. In mehrfacher Lage erscheinen die Stäbchen gelb, fast braungelb (Taf. III, 28) gefärbt, in einfacher Lage oder einzeln sind sie dagegen glashell (Taf. III, 27, 30). Sie scheinen feine Röhrchen zu sein, denn man sieht sehr oft von der Pigmentanhäufung des zentralen Endes aus einen sehr feinen pigmentirten Streifen in der Mitte des Stäbchens dessen ganzer Länge nach herunterziehen oder einzelne Pigmentkörnchen in genanntem Verlaufe liegen; oder man sieht nichts von Pigment, dagegen eine dunklere Linie in derselben Richtung wie von einem leeren Raume oder einer durchgehenden Faser, die das Licht anders bricht als die übrige Substanz des Stäbchens. Die Annahme einer durchgehenden feinen Faser gewinnt dadurch an Wahrscheinlichkeit, dass von den zentralen Enden der Stäbchen ein feines Fäserchen ausläuft, das sich mit den oben genannten Zellen hinter der hyaloidea verbindet (Taf. III, 27. 28. 30). Das äussere Ende des Stäbchens steckt in einer dichten Pigmentschichte (Taf. III, 27 b) in welcher man im Zusammenhange nichts unterscheiden kann; lösen sich aber die Stäbchen von der übrigen Retina ab, was viel leichter geschieht, als einem oft lieb ist, so erkennt man, dass jedes Stäbchen an seinem äussern Ende mit einem ovalen, dicht pigmentirten, 0,0096‴ grossen Körperchen in Verbindung steht und zwar entweder unmittelbar oder mit einem mehr oder weniger langen Stiele. Bei Präparaten, die schon einige Tage in Reagentien gelegen sind, lockert sich das Pigment und man erkennt, dass dieses Körperchen eine kernhaltige Zelle ist mit röthlich gefärbtem Inhalte (Taf. III, 32); das schwarze Pigment ist also nur äusserlich um dieselbe herumgelagert. In Bezug auf die Verbindung dieser Zellen mit den Stäbchen bin ich nicht ganz klar geworden, da das Pigment

äusserst störend ist und die Behandlung mit Kali oder Natron nebst dem Pigment auch die übrigen Theile zerstört. Bei Octopus wollte es mir vorkommen, als ob ein feiner faseriger Fortsatz der Zelle in das Innere des Stäbchens eindringe, dessen Ende zur Aufnahme dieses Fortsatzes etwas verdickt oder erweitert schien; allein bei Sepia und Loligo konnte ich nichts dergleichen entdecken, weil das Pigment sich auf keine Weise entfernen liess. Ich habe Grund zu vermuthen, dass bei jüngern Thieren das Pigment den betreffenden Theilen weniger innig anliegt und wahrscheinlich leichter zu entfernen ist, wesshalb ich zu dieser Untersuchung möglichst junge Thiere empfehle, die mir leider fehlten.

Auf diese Pigmentschichte folgt wieder eine Schichte Stäbchen oder faserartiger Gebilde (Taf. III, 27 c. 33. 34), welche ebenfalls dicht nebeneinander liegend senkrecht auf der Fläche der Retina stehen, aber nicht den Glanz der ersteren besitzen, sondern eher matt sind; auch sieht man sie selten so gleichmässig zylindrisch, sondern sie zeigen meist Unregelmässigkeiten, dünnere und dickere Stellen, welche zuweilen wie Varikositäten sich ausnehmen. Meist erscheinen sie homogen, wenigstens lassen sie weder einen innern Kanal, noch eine durchtretende Faser erkennen, nur hie und da tritt bei den genannten varikösen Erweiterungen das Bild einer aufgeblähten dünnen Hülle auf, welche eine scharfmarkirte Faser einschliesst (Taf. III, 34). — Der Name Stäbchen ist für diese Gebilde entschieden unpassend, aber nicht weniger scheint es der Name Faser zu sein. Ihr inneres Ende steckt in der oben genannten Pigmentschichte, welche leider verhindert ihre Verbindung mit den Gebilden der innern Schichten genauer zu ermitteln. Es gelingt zwar oft sie gruppenweise oder einzeln zu isoliren und dann trägt jedes dieser Stäbchen an seinem innern Ende ein pigmentirtes Köpfchen (Taf. III, 27. 33. 34) meist von länglich ovaler Form, ähnlich denen, die

sich am äussern Ende der Stäbchen erster Schichte befinden und ebenso von gleicher Grösse, so dass man erwarten sollte, in ihnen nach Entfernung des Pigments ebenfalls eine Zelle zu finden. Dem ist aber nicht so; es scheint dieses Köpfchen nichts als ein Pigmenthäufchen zu sein, das sich um das Ende dieser Gebilde oder ihre Verbindung mit den Endzellen der Stäbchen fester angelagert hat; denn eben so oft, als man sie als runde Köpfchen antrifft, sieht man sie spitz, zackig oder wie verletzt, und nie ist etwas anderes als Pigment darin zu erkennen. — Am äussern Ende findet sich eine Anschwellung oder Erweiterung, in welcher ein 0,0043''' grosser Kern (Taf. III, 27. 33 d. 34) oder Zelle, mit röthlichem Inhalte eingelagert ist und nach dieser Anschwellung oder hinter dieser Zelle setzt sich das stäbchenartige Gebilde fort, aber verdünnt, faserartig, glattrandiger als der innere Theil, zuweilen sogar dunkel konturirt und einer Nervenfaser sehr ähnlich. So trifft sie die Nervenschichte (Taf. III, 27 f), in deren Elemente sie überzugehen scheint, welche sich auf ähnliche Weise ausbreiten wie bei den Wirbelthieren. — In ganzen Schnitten zeigen sich die genannten rothen Zellen in einer nach beiden Seiten ziemlich scharf begrenzten Schichte gelagert, welche aus 3—4 Lagen dieser Zellen gebildet wird. Dieser Anordnung der Zellen gemäss findet sich auch die Länge der Stäbchen zweiter Schichte verschieden, je nachdem sie sich mit einer höher oder tiefer gelegenen Zelle verbindet und in gleichem Verhältnisse umgekehrt ist auch der äussere oder faserige Theil hinter der Zelle länger oder kürzer. Am Rande von Schnitten erkennt man dieses Verhältniss oft sehr deutlich, während an ganz isolirten Gebilden man die verschiedenen Formen nicht recht verstehen lernt. Da der faserige oder äussere Theil weniger Raum einnimmt als der innere, so ist eine Zwischensubstanz zwischen die Fasern eingelagert in Form einer granulösen gelblich tingirten Masse, welche nicht wenig an die granulöse

Schichte der Wirbelthierretina erinnert (Taf. III, 24 e). Auch liegt an der Grenze dieser Schichte eine einfache Lage länglich ovaler Zellen, mit röthlichem Inhalte, die weit auseinander liegen und nur in Schnitten durch ihre regelmässige Lagerung auffallen, sonst aber gar nichts Charakteristisches zeigen weder nach Aussehen, noch nach ihrer Verbindung mit andern Theilen. Nur die Lagerung unmittelbar über der Nervenschichte erinnert an die Ganglienzellen der Wirbelthiere, sonst aber rechtfertigte nichts diesen Vergleich. Nur bei Octopus fand ich einmal diese Zellen den gewöhnlichen Ganglienzellen ziemlich ähnlich.

In ganzen Schnitten (Taf. III, 27) gruppiren sich also die Elemente der Retina in folgender Weise von innen nach aussen: Zuerst eine feine glashelle strukturlose Haut, dann eine Schichte epitheliumartiger Zellen, dann die Stäbchenschichte, hierauf die Pigmentschichte, dann eine Schichte heller, nicht glänzender, stäbchenartiger Gebilde oder Fasern, dann mehrere Lagen rother Zellen, hierauf eine gelblich granulöse Schichte, in welcher faserige Elemente in radialer Richtung undeutlich durchscheinen, dann eine einfache Lage länglicher, ebenfalls roth gefärbter Zellen und endlich die Schichte der Nervenfasern, begrenzt durch eine strukturlose Membran von ziemlicher Festigkeit, welche bräunlich granulirt erscheint und viele grosse Lücken oder Löcher besitzt, in welchen Nester eigenthümlich glänzender kernhaltiger Zellen liegen.

## 2. Retina der Gliederthiere.

Da Cornea, Linse und Glaskörper ausser dem Bereiche meines Themas liegen, so habe ich denselben auch nur geringere Aufmerksamkeit gewidmet und bemerke hier nur, dass ich unter dem Ausdruck Krystallkörper den ganzen kegelförmigen, lichtbrechenden Apparat hinter einer Cornealfacette verstehe.

Bei Palinurus ist der Krystallkörper (Taf. III, 1) sehr

gross, 1,3500‴ lang und in der Nähe der Facette 0,0700‴ dick; während er im frischen Zustande glashell und stark lichtbrechend ist, wird er durch Erhärtungsflüssigkeiten getrübt und gegen die zentrale Spitze hin grob granulirt. Dieses spitze zentrale Ende geht in 2—3 Fortsätze oder Röhren über, die mit einer Menge von Fettkügelchen, ähnlich den Milchkügelchen erfüllt sind. Diese Fortsätze verschmälern sich nun rasch auf 0,0083‴ Durchmesser und durchsetzen in regelmässigen gegenseitigen Abständen eine gelblich gefärbte granulöse Schichte (Taf. III, 2), die ganz das Aussehen der granulösen Schichte der Wirbelthiere darbietet. Am Ende dieser Schichte senken sie sich in eigenthümliche spindelförmige Körper, welche dicht in schwarzrothes Pigment eingehüllt eine nach beiden Seiten scharf begrenzte Schichte bilden. Betrachtet man diese spindelförmigen Körper (Taf. III, 2. 3. 4) genauer, wenn sie isolirt und von anhängendem Pigment möglichst befreit sind, so zeigt ihre Oberfläche tiefe Längsfurchen, die eben so vielen Längswülsten entsprechen, so dass diese Körper aus einer Anzahl dünnerer spindelförmiger Körper zusammengesetzt erscheinen. Zuweilen erkennt man noch feine Querfurchen, die aber meistens nur durch kleine Querstriche auf den Wülsten angedeutet sind. Da das Pigment an ihrer Oberfläche sehr fest anhaftet und auch in die Furchen oder Zwischenräume dieser Körper hineingedrängt scheint, so gelingt es selten, das Innere dieser Körper zu sehen und nur an zufällig verletzten Stellen entdeckt man, dass sie aus einer hellen, das Licht stark brechenden, gelatinösen Masse gebildet werden. Nach innen verschmälern sich diese Körper meist rasch zu einem dünnen kurzen Stiele, der besonders dicht mit Pigment umgeben ist und gewöhnlich scharf abgestutzt endigt (Taf. III, 2). Gewöhnlich bleiben diese Körper an den Röhren oder Verbindungsstielen mit dem Krystallkörper hängen, nicht selten werden sie aber von denselben abgestreift

und man beobachtet dann, dass aus dem abgerundeten und mit rothem Pigment noch dicht belegten Ende des Fortsatzes vier Fasern heraushängen, deren Länge meistens genau der Länge des spindelförmigen Körpers entspricht, aus welchem sie herausgezogen wurden (Taf. III, 5). Behandelt man diese Verbindungsstücke mit Essigsäure oder untersucht man sie von Augen, die schon vier Tage und mehr in Oxalsäurelösung gelegen hatten, so bemerkt man, dass der Inhalt sich etwas aufhellt und vier ganz gestreckt verlaufende haarartige, sehr feine Fasern ohne Varikositäten zum Vorschein kommen (Taf. III, 6), welche sehr weit hinauf in dem Fortsatze bis in die Nähe des Krystallkörpers sich verfolgen lassen; dort aber entziehen sie sich dem Auge unter der zu grossen Menge von Fettkügelchen. Die aus den Enden der Verbindungsstücke heraushängenden Fasern sind also ohne Zweifel die Fortsetzung der innerhalb derselben verlaufenden Fasern. Das zentrale, sich stielartig verdünnende Ende der spindelförmigen Körper erweist sich nach längerer Anwendung von Oxalsäure ebenfalls als aus vier faserigen Fortsätzen zusammengesetzt, welche durch Pigment gleichsam zusammengekittet und jeder einzeln zudem mit einer Pigmenthülle überzogen ist (Taf. III, 3. 4). Diese Fortsätze zeigen an ihrem Ende eine kolbige Anschwellung und gelingt es, das Pigment vollständig zu entfernen, so erkennt man, dass sie aus einer hellen, aber blassen Faser mit endständiger Zelle bestehen, auf deren zentraler Seite sich ein kurz abgerissener Ausläufer befindet (Taf. III, 3).

Wir haben oben gesehen, dass die Schichte der spindelförmigen Körper auch nach innen scharf begrenzt ist; diese Begrenzung geschieht durch eine glashelle, durchlöcherte Haut (Taf. III, 7. 8. 9. 11a), auf welcher also die spindelförmigen Körper mit ihren Stielen aufsitzen. Sie ist ebenfalls mit Pigment stark belegt, besonders auf der äussern Seite und das Pigment dringt auch in die Löcher ein, so dass sie von dem-

selben ausgefüllt erscheinen; auf den ersten Blick erscheint ein isolirtes Stück dieser Membran keineswegs als durchlöcherte Haut, sondern als eine aus pigmentirten Zellen zusammengesetzte Membran (Taf. III, 9). Wird aber das Pigment entfernt, was bei isolirten Stücken durch die Präparation oft geschieht, so entdeckt man statt der dunkeln pigmentirten Kerne helle Löcher, die noch einige Pigmentkörnchen enthalten oder auch ganz von demselben befreit erscheinen (Taf. III, 7). Betrachtet man die Membran auf Umschlagstellen, so erscheinen an der Stelle der Löcher kleine Kanäle, welche von würfelförmigen Stücken umgeben werden (Taf. III, 8. 11). Es ist also diese Membran eine aus kurzen, hellen, nur hie und da eine Spur eines Kerns zeigenden Zylindern gebildete Haut, zwischen denen sich die angeführten Kanäle befinden und dem Baue der Membran entsprechend, in regelmässigen Abständen gruppirt sind. — Hinter dieser Membran befindet sich nun die Ausbreitung des Sehnerven in folgender Weise: Nachdem die Nervenfasern aus dem Ganglion des Sehnerven als blasse, ziemlich dicke Fasern ausgetreten sind, ordnen sie sich zu regelmässigen Zügen, die gerade auf die durchlöcherte Membran zustreben, in deren Nähe sie noch einen leichten Ueberzug von Pigment erhalten, welches theils in freiem körnigem Zustande, theils in sternförmige Zellen eingeschlossen sich auf und zwischen die Nervenfasern ablagert (Taf. III, 8. 10. 11).

Aus dieser Anordnung der vor und hinter der durchlöcherten Membran gelagerten Gebilde ist es leichter zu schliessen, auf welche Weise wohl dieselben in gegenseitige Verbindung treten möchten, als dies durch direkte Beobachtung nachzuweisen; aber mit Hülfe der Behandlung mit Oxalsäure und Schwefelsäure gelingt auch dieses. Nebst der gewöhnlichen erhärtenden Wirkung scheinen diese Reagentien den Zusammenhang der Pigmentkörner unter sich und mit den übrigen Gewebselementen zu lockern, so dass letztere sich leichter

isoliren und von Pigment befreit darstellen lassen. Auf diese Weise erhält man Präparate, welche klar und deutlich den Durchtritt der Nervenfasern durch die Löcher oder Kanäle obiger Membran zeigen und ihre Verbindung mit den von aussen her ihnen entgegenkommenden Fortsätzen der spindelförmigen Körper (Taf. III, 8). Innerhalb der Kanäle erleidet die Nervenfaser eine leichte Kompression, während sie unmittelbar vor und hinter der Membran etwas aufgebläht erscheint (Taf. III, 4); während wir aber von der äussern Anschwellung wissen, dass sie von einer eingeschalteten Zelle gebildet wird, kann nicht dasselbe von der zentralen Anschwellung gesagt werden, die wirklich nur eine Auftreibung der Nerven zu sein scheint und sich ganz so darstellt, wie die Endigung der Gehörnerven vor den Löchern der Habenula perforata in der Schnecke der Säugethiere (Taf. III, 10).

Ist es mir auch gelungen, Präparate zu finden, die den Beweis leisten, dass die aus den spindelförmigen Körpern austretenden zentralen Ausläufer mit den Nervenfasern in direktester Verbindung stehen, so fehlt mir immer noch der unumstössliche Beweis des direkten Uebergangs der zentralen Ausläufer mit den auf der äussern Seite eintretenden vier Fasern, da ich ihn nie in Wirklichkeit gesehen habe. Wir haben aber oben dargethan, dass dies im höchsten Grade wahrscheinlich ist, so dass man ohne Zweifel annehmen darf, dass die genannten Ausläufer, sowie die in den Verbindungsstücken eingeschlossnen Fasern nervöser Natur, ja sogar direkte Fortsetzungen der Nerven des Ganglion opticum seien. Durch Obiges wird auch dargethan, dass diese Fasern die spindelförmigen Körper ohne Unterbrechung durchsetzen, dass letztere also nicht einen Bestandtheil oder Verdickung der Nervenfaser selbst darstellen, sondern eine Kapsel oder Apparat, welcher dieselben umgibt oder einschliesst. — Die Nervenfaser zeigt nicht an allen Stellen ihres Verlaufes ganz dasselbe Aussehen; wäh-

rend sie innerhalb der durchlöcherten Membran eine ziemlich dicke, blasse Faser darstellt, zeigt sie sich zwischen der Membran und den spindelförmigen Körpern schon ziemlich dünner, und noch viel dünner in den Verbindungsstücken der spindelförmigen Körper mit dem Krystallkörper, wo sie nur noch eine sehr feine, aber etwas steife und glänzende Faser darstellt.

Ganz in ähnlicher Weise verhalten sich diese Gebilde auch bei den übrigen langschwänzigen Meerkrebsen, nur lassen sich nicht immer alle einzelnen Theile so genau beobachten wie bei Palinurus. Während jedoch bei Palinurus ein Krystallkörper sich mit mehreren spindelförmigen Körpern verbindet, so hängt derselbe bei den kleineren Krebsarten, z. B. den Garneelen nur mit einem einzigen zusammen, der zudem dünner, schlanker erscheint, einen ähnlichen, aber doch etwas einfacheren Bau besitzt (Taf. III, 12. 13. 16). Wir finden zwar wie bei Palinurus einer Anzahl tiefer Längsfurchen ebensoviele Längswülste entsprechen und die Längswülste durch Querfurchen wieder in kleinere Partien abgetheilt, so dass, wenn das Pigment so ziemlich entfernt ist, der helle gelatinöse Körper eine Zeichnung zeigt, welche sehr an die quer gestreiften Muskeln vieler niedern Thiere erinnert; beim ersten Blick aber fällt auf, dass die Längswülste in geringer Anzahl vorhanden sind, ich habe deren nie mehr wie vier gezählt, und dass dafür die Querfurchen tiefer gehen und weiter auseinander stehen als bei Palinurus, ferner dass diese Furchung sich auch auf den Verbindungsstiel mit dem Krystallkörper ausdehnt, oft sogar ziemlich weit an demselben hinauf reicht. Auch bei diesen Thieren sind die spindelförmigen Körper dicht in Pigment eingehüllt, es löst sich aber dasselbe bei Behandlung mit Reagentien leichter ab, so dass der Bau der fraglichen Körper leichter studirt werden kann, wenigstens in soweit es die äussern Formen betrifft, denn obgleich sie aus einer gelatinösen Masse gebildet sind, lassen sie doch die Theile im

Innern nicht durchscheinen. So ist es mir bei diesen kleineren Krebsen nicht gelungen, die feinen Fasern im Verbindungsstücke der spindelförmigen Körper mit dem Krystallkörper zu sehen und schliesse auf dieselben nur aus der übrigen Aehnlichkeit der Theile mit denjenigen bei Palinurus und daraus, dass wenn man die spindelförmigen Körper auseinander reisst, ebenfalls vier feine Fasern zum Vorschein kommen; dass das untere stielartige Ende der Körper ebenfalls aus vier Fasern zusammengesetzt ist, welche mit den aus dem Sehnervenganglion austretenden Nerven sich direkte verbinden. Auch die entsprechenden Anschwellungen habe ich getroffen, die ausser- und innerhalb der durchlöcherten Membran bei Palinurus beschrieben wurden, diese Membran selbst aber habe ich leider nie darstellen können.

Bei den Krappen sind ebenfalls ähnliche Verhältnisse wie bei den langschwänzigen Krebsen, aber die Modifikationen sind bedeutender. So finden wir bei grossen Krappen wieder einen Krystallkörper mit mehreren spindelförmigen Körpern verbunden, bei kleineren nur mit einem; bei grösseren die Verbindungsstücke von ziemlicher Länge (Taf. III, 14), bei kleineren verschwindend kurz, so dass der Krystallkörper direkte auf dem spindelförmigen Körper aufzusitzen scheint (Taf. III, 15) und endlich bei den kleinsten, spinnenähnlichen Krappen treffen wir die Uebergangsformen zu den entsprechenden Gebilden der Insekten. Es ist nämlich der spindelförmige Körper stark in die Länge gezogen, fast zylindrisch geworden und die Längsfurchen und Wülste ganz verschwunden, während die Querfurchen noch als feine Strichelung angedeutet sind. Dagegen sieht man im Innern der hellen gelatinösen Substanz die vier feinen Fasern in ihrem ganzen Verlaufe und zwar bis in den Krystallkörper hinein. Ebenso kann ihre Verbindung mit den Opticus-Fasern beobachtet werden und ihr Durchtritt durch die durchlöcherte Membran, welche

ich bei den Krappen wieder ohne Mühe darstellen konnte. Sie ist aber weniger dick und macht den Eindruck, als ob sie aus flachen Zellen zusammengesetzt wäre, zwischen denen sich Lücken zum Durchtritte der Nerven befinden.

Wir haben oben bei Palinurus gesehen, dass der leere Raum zwischen den Krystall- und spindelförmigen Körpern und deren Verbindungsstücken durch eine granulöse Bindesubstanz ausgefüllt ist, so dass sie eine zusammenhängende Schichte bildet, in welcher die genannten Gebilde eingelagert erscheinen. Bei den Insekten finden wir eine ähnliche Substanz, aber nicht mehr in zusammenhängender Schichte, sondern in mehr oder weniger zylindrische oder stäbchenförmige Partien abgetheilt, welche die nervösen Gebilde in ihrem Zentrum einschliessen. Am schönsten sind diese Gebilde bei den fast immer zu habenden Fliegen und Wespen zu sehen, bei denen die Stäbchen, um den Ausdruck Leidig's zu gebrauchen, folgendermassen zusammengesetzt sind (Taf. III, 20—23): der kegelförmige Krystallkörper steckt in einer becherförmigen Hülle, welche sich nach unten scharf abschliesst, nicht etwa in eine Spitze ausläuft; an dieses quer abgesetzte Ende legt sich nun die granulöse Substanz an, welche allerdings in stäbchenförmige Partien abgegrenzt ist, aber wie mir scheint nicht durch eine Membran; es müsste diese denn verschwindend zart sein. Gerade unter dem Krystallkörper zeigt sich eine mehr buckelige Anschwellung, welche durch eingestreute Kerne (oder Zellen) veranlasst wird; aber auch in den übrigen Partien der Bindesubstanz treten hie und da Kerne auf; da sie aber vereinzelt bleiben, so üben sie keinen besondern Einfluss auf die Form des Stäbchens aus, wie dies unter dem Krystallkörper der Fall ist. In der Mitte dieser Stäbchen verlaufen vier glänzende, gerade gestreckte glatte Fasern, in regelmässigen gegenseitigen Abständen, parallel sich nicht unmittelbar berührend, sondern

wie es scheint durch eine helle, gelatinöse Zwischensubstanz von einander und von der granulösen Substanz getrennt. Das innere Ende dieser Stäbchen spitzt sich rasch zu, die äussere umhüllende Masse verdünnt sich, so dass das zugespitzte Ende fast nur aus den vier, an dieser Stelle dicht aneinander gedrängten Fasern besteht. Eine grosse Rolle spielt aber noch das Pigment, welches hier in ziemlich bunten Farben auftritt und in verschiedener Form abgelagert ist. Die Hülle des Krystallkörpers ist gewöhnlich mit braunem, zuweilen auch gelbem, körnigen Pigment dicht eingehüllt; ausserdem findet sich noch braunes oder violetrothes oder gelbes Pigment in langgeschwänzten Zellen abgelagert, deren Körper, am Ende des Krystallkörpers sitzend, den Raum zwischen diesem und der buckeligen Anschwellung der granulösen Partie des Stäbchens ausfüllt (Taf. III, 21. 23). Ein Ausläufer der Zelle wendet sich nach oben dem Krystallkörper entlang und endigt am Rande desselben zuweilen mit einer leichten Anschwellung; ein zweiter Fortsatz wendet sich nach unten und zieht sich längs dem Stäbchen hinunter bis gegen sein inneres Ende. Hier finden sich nun wieder Pigmentzellen, welche ähnliche Ausläufer nach oben schicken und ich bin nicht ganz sicher, ob die auf- und absteigenden Ausläufer der Zellen sich kreuzen oder aber mit einander in Verbindung treten. Letzteres schien mir zwar das wahrscheinlichere, allein der Umstand, dass die Färbung des Pigments nicht immer ganz dieselbe ist für die obern und untern Zellen, spricht eher für eine Kreuzung, obgleich ebenfalls hervorgehoben werden muss, dass der Ausläufer der Zelle, welche am Krystallkörper sitzt und der diesen letztern begleitet auch nicht immer dieselbe Pigmentirung zeigt wie derjenige, der sich dem Stäbchen entlang nach unten zieht (Taf. III, 19. 20). Gewöhnlich finden wir vier solcher Zellen, welche das Ende des Krystallkörpers umgeben und dem entsprechend auch vier

nach oben strebende Ausläufer; dagegen ist es mir vorgekommen, als ob die untern Ausläufer zuweilen in grösserer Zahl vorhanden wären, ich bin aber der Sache nicht ganz sicher. Endlich finden wir noch zwischen den Stäbchen feine Tracheen von innen her sich bis gegen den Krystallkörper hin erstrecken. Die Stäbchen sind also durch die Pigmentfasern und die Tracheen begrenzt und gestützt, denn die weiche granulöse Substanz, welche ihre Hauptmasse bildet, verändert ihre Form allsogleich, sobald ihr die genannte Stütze genommen wird. Alle diese Theile bilden eine gemeinsame Schichte, die Stäbchenschichte, welche nach innen scharf begrenzt wird, was wieder durch eine helle, mit buntem Pigment aber dicht belegte Membran geschieht, in welcher sich ebenfalls regelmässig gruppirte Löcher befinden, welche eine Verbindung der vor- und rückwärts der Membran gelegenen Theile gestattet. Letztere bestehen in den nervösen Elementen des Ganglion opticum, deren Anordnung ich aber nicht so genau verfolgt habe, um eine detaillirte Beschreibung geben zu können; im Allgemeinen dürfte dieselbe so ziemlich mit derjenigen der Krebse übereinstimmen, aber aus ungleich feineren Elementen bestehen, deren isolirte Darstellung ausserordentlich schwer fällt. — Obgleich also die grösste Wahrscheinlichkeit der direkten Verbindung dieser Theile mit den Stäbchen vermittelst der Löcher in der Grenzmembran vorhanden ist; auch die zugespitzten Enden der Stäbchen, sowie die Uebereinstimmung ihrer Entfernung mit derjenigen der Löcher; die Analogie mit den Theilen des Krebsauges sehr zu Gunsten dieser Ansicht sprechen; so muss ich doch gestehen, dass ich diese direkte Verbindung nie direkte beobachtet habe und also auch nicht angeben kann, ob die vier eingeschlossenen Fasern der Stäbchen gemeinsam oder isolirt durch die Löcher treten, oder umgekehrt nur feine nervöse Elemente des Opticus, oder überhaupt wie die Verbindung stattfindet.

Bei andern Insekten scheint nur eine, aber etwas dickere Faser in der Mitte des Stäbchens zu verlaufen und man erkennt ganz deutlich, dass der spitz kegelförmige Krystallkörper unmittelbar in dieselbe übergeht; dass wenigstens dessen Hülle sich in eine ähnliche Hülle oder feine Röhre fortsetzt, in welcher ein das Licht stark brechender Inhalt enthalten ist (Taf. III, 24. 25. 26). Ob in dieser Röhre nebstdem noch eine oder mehrere feinere Fasern enthalten sind, kann in derselben selbst nicht erkannt werden, dagegen scheint sich aus derselben eine sehr feine Faser im Zentrum des Krystallkörpers hinauf zu erstrecken.

Die umgebende, das Stäbchen bildende Substanz, sowie die Pigmentirung ist auch nicht immer so scharf von einander geschieden wie bei den Fliegen und Wespen, sondern man findet alle Uebergangsformen vom granulösen zum rein faserigen Bau derselben, so z. B. fand ich bei einer Heuschrecke das Stäbchen aus langen kernhaltigen, pigmentirten Fasern zusammengesetzt, die durch eine nicht isolirbare Bindesubstanz zusammengehalten werden (Taf. III, 25).

Schliesslich möchte ich noch eine Bemerkung über den Krystallkörper der Gliederthiere beifügen. Ich war sehr oft im Zweifel, ob der Krystallkörper nicht aus 2, 4 oder mehr Stücken zusammengesetzt sei oder ob die die Grenzen der einzelnen Stücke darstellenden Linien nicht Fasern seien, die im Innern des Krystallkörpers verlaufen (Taf. III, 24. 26). Man sollte meinen, es sei dies nicht so schwer zu entscheiden und doch gestehe ich, dass ich nicht für alle Fälle ein bestimmtes Urtheil abgeben möchte. Bei einzelnen Thieren habe ich mich auf das Bestimmteste überzeugt, dass der Krystallkörper aus mehreren prismatischen Stücken zusammengesetzt ist, so z. B. bei Lithobius (Taf. III, 17. 18. 19), bei der Heuschrecke, den Libellen und einzelnen Krebsen; dagegen glaubte ich mich ebenfalls nicht getäuscht zu haben, wenn ich bei einzelnen

Thieren im Glaskörper feine scharfe Fasern, bald nur eine, bald vier derselben gesehen habe. So bei kleinen Krappen und Grillen. Ich bedaure sehr, diesem Punkte früher keine Aufmerksamkeit geschenkt zu haben, wie ich überhaupt die Untersuchung nicht ernsthaft auf die wirbellosen Thiere auszudehnen beabsichtigte und eigentlich immer nur die ungesuchte Gelegenheit dazu benutzte. Wenn man bei den Fliegen einen Krystallkörper gerade von oben betrachtet, dass man bis auf dessen Grund hinunter sieht, so fallen einem vier glänzende helle Punkte auf, die dicht neben einander liegend den Eindruck des Querschnitts der in den Stäbchen enthaltenen vier Fasern machen; mehr als das ist bei den Fliegen innerhalb des Krystallkörpers von den Fasern nicht zu sehen, aber ebensowenig von einer Zusammensetzung des Krystallkörpers aus verschiedenen Theilen. Aus diesem Befunde wird man schliessen dürfen, dass die genannten Fasern bis in den Grund des Krystallkegels eindringen, dort aber entweder sehr fein sich weiter fortsetzen, dass sie sich bis jetzt der Beobachtung entzogen hatten, oder was wahrscheinlicher ist, stumpf endigen. Wenn hingegen, wie bei Lithobius, in der Profilansicht des Krystallkörpers (Taf. III, 17. 18) faserähnliche Zeichnungen beobachtet werden, und der Querschnitt (Taf. III, 19), respektive bei Beobachtung von oben, eine rosettenartige Zeichnung darbietet, so wird man sich schwerlich irren, wenn man daraus auf die Zusammensetzung des Krystallkörpers aus mehreren prismatischen Stücken schliesst; wenn dann aber zugleich im Zentrum der Rosette sich noch ein rundes Scheibchen zeichnet, das nebstdem noch eine andere Lichtbrechung besitzt als die übrigen Partien, so ist man wieder in Versuchung, dieses Scheibchen für den Querschnitt einer Faser zu halten und da derselbe nicht nur im Grunde, sondern bei verschiedenen Einstellungen sichtbar ist, daraus schliessen, dass die Faser bis auf eine gewisse Höhe in den Glaskörper eintritt. In diesem

Falle hätten wir es also mit beidem zu thun, mit einem zusammengesetzten Bau des Krystallkörpers und dem Eintritt einer Faser, respektive Nervenfaser in denselben. Ich habe diese Verhältnisse hier nur desswegen aufgeführt, damit spätere Forscher sich nicht allzuschnell für das eine oder andere entscheiden, sondern genau die Sache zu ergründen suchen; sie werden sich dabei dann überzeugen, dass die Schwierigkeiten grösser sind, als man glauben sollte.

## III. Vergleich der Retinagebilde der verschiedenen Thiere.

Leidig hat den Versuch gemacht, die Gebilde der Wirbelthierretina mit denjenigen der wirbellosen Thiere zu vergleichen; gewiss eine glückliche Idee, die wesentliche Fortschritte für die anatomische und physiologische Erkenntniss der Retina versprochen hatte. Es will mir aber scheinen, dass Leidig zu sehr generalisirt hat und auf der einen Seite Gruppen von Gebilden, die allerdings zusammen ein gewisses Ganzes bilden, mit einzelnen Theilen auf der andern Seite verglichen hat. Um deutlich zu sprechen, er hat seine Stäbchen der Gliederthiere mit den Stäbchen der Wirbelthiere verglichen, was zu weit gegangen ist; desshalb hat auch seine Vergleichung nicht den Einfluss auf die funktionelle Deutung der einzelnen Retinagebilde gehabt, den man erwartet hatte.

Wenn ich in dem Folgenden ebenfalls den Versuch wage, eine Vergleichung der Retinagebilde der verschiedenen Thiere zu machen, so verkenne ich keineswegs die grossen Schwierigkeiten, die sich demselben entgegenstellen und fühle mich auch ausser Stande, ihn vollkommen durchzuführen. Soll man aber ein Thema desswegen aufgeben, weil man zum voraus weiss, dass man es nicht erschöpfen kann? Gewiss nicht, denn

sonst hätte wohl die Wissenschaft geringe Fortschritte gemacht.

Der grösste Unterschied scheint zwischen dem Wirbelthierauge und dem facettirten Auge der Gliederthiere zu bestehen, während das Auge der Cephalopoden sich dem erstern wieder mehr zu nähern scheint. Abstrahiren wir aber für einmal auf Cornea und Linse, stellen wir uns alle Krystallkörper eines facettirten Auges vereinigt vor und setzen diesen idealen Körper dem Glaskörper gleich, so geben wir dem Gliederthierauge eine Form, die den übrigen Augen sehr ähnlich ist.

Bei den Krebsen finden wir, dass von dem Krystallkörper aus, in eine bindegewebige Hülle eingeschlossen, sich Fasern bis weit zurück erstrecken, um sich mit den nervösen Elementen des Ganglion opticum zu verbinden, nachdem sie einen eigenthümlichen hellen glänzenden Körper, den sogenannten spindelförmigen Körper, passirt haben. Die Form dieses Körpers verändert sich mehr oder weniger je nach der Art des Thieres, so dass sie von der kurzen spindelförmigen Gestalt mit vielen Längs- und Querfurchen alle Abstufungen zeigt bis zu der mehr zylindrischen Form mit nur leicht angedeuteter Furchung; dabei hat sich aber der Körper dem Verbindungsstiele nach hinauf gezogen oder um allen Variationen Rechnung zu tragen, Verbindungsstiel und spindelförmiger Körper sind ineinander aufgegangen. Diese Gestalt finden wir schon bei den kleinen Krappen und treffen sie auch in verschiedener Abstufung bei den Insekten als Normalform. Bei den Insekten nämlich ziehen sich im Innern stäbchenförmiger Körper ebenfalls Fasern durch deren ganze Länge, welche sich mit den Elementen des Ganglion opticum verbinden; auch hier sind diese Fasern in eine gelatinöse Masse eingehüllt, die dem Ganzen einen Glanz und durchaus eigenthümlichen Charakter verleiht. — Eine ähnliche Form treffen wir wieder bei den Cephalopoden, bei welchen sich wieder von dem Glaskörper

aus feine Fasern innerhalb heller glänzender Röhrchen oder Stäbchen hinziehen, die sich mit den innern Theilen der Retina verbinden. Nun scheint die Hauptschwierigkeit zu kommen, das Analogon dieser Gebilde in der Wirbelthierretina zu finden. Ich finde es mit Leidig in den Zapfen, aber nicht, wie er, in diesen allein, sondern mit den ihnen zugehörigen Radialfasern. Ich vergleiche die Zapfen mit den spindelförmigen Körpern der Krebse und mit der gelatinösen Substanz, welche bei Cephalopoden und Insekten im Innern der Stäbchen die Fasern umgeben; die Radialfaser aber vergleiche ich mit dem Verbindungsstück zwischen Krystall- und spindelförmigem Körper, respektive mit den in den Stäbchen enthaltenen Fasern der Cephalopoden und Insekten.

Auf die Aehnlichkeit der chemisch-physikalischen Eigenschaften dieser Gebilde brauche ich nicht näher einzutreten, weil schon Leidig darauf aufmerksam gemacht hat, füge aber noch einige andere Momente bei, welche den Vergleich rechtfertigen. Wir haben gesehen, dass vom Zapfenkorn aus eine feine variköse Faser in den Zapfen eindringt, welche auf der andern Seite des Zapfenkorns als nervöser Fortsatz sich in der Radialfaser verliert. Von den Wahrscheinlichkeiten, dass dieser Fortsatz sich bis ans Ende der Radialfaser erstrecken könnte, haben wir oben schon gesprochen, ja sogar Spuren gefunden, dass auch in den Radialfasern einzelner Thiere eine helle glänzende Substanz im Innern enthalten sei. Die Radialfaser führt aber wieder wie die mit ihr verglichenen Fasern von dem Glaskörper in die Zapfen und von diesen allerdings auf sehr verschiedene Weise zu den eigentlich nervösen Gebilden der Retina, d. h. sie ist mittelst der spindelförmigen Zelle der innern Körnerschichte und deren Fortsätze mit den Ganglienzellen und Nervenfasern der Opticus-Ausbreitung verbunden. Noch mehr, wir haben gefunden, dass das zentrale Ende der Radialfaser aus mehreren Fäserchen gebildet wird,

welche sich mit epithelienartigen Zellen auf der hyaloidea verbinden und bei den Cephalopoden finden wir ganz gleiche Zellen im Zusammenhang mit den Fäserchen, welche die Stäbchen durchziehen. — Allerdings kann ich bei den Gliederthieren nichts von solchen Zellen finden, denn das schiene mir doch etwas zu gezwungen, die bei vielen Gliederthieren oben im Krystallkörper sich vorfindenden vier Kerne oder Zellen zum genannten Vergleiche herbeizuziehen. Dennoch kann ich nicht verschweigen, dass es mir einige Male scheinen wollte, dass diese vier Zellen mit den Fasern, welche in den Krystallkörper eintreten, in gewisser Beziehung stehen. Da ich aber, wie oben schon gesagt, die eben angedeuteten Verhältnisse der Fasern zum Krystallkörper nicht hinreichend verfolgt habe, so bleibt die Bemerkung ohne allen Werth, wenn sie nicht durch spätere Untersuchungen bestätigt werden sollte. Die Hauptschwierigkeit unsers Vergleichs liegt in der Lage der Zapfen, welche bedingt, dass die vom Glaskörper herkommende Faser sie nicht ganz durchsetzt, um auf der entgegengesetzten Seite sich mit den Fasern des Sehnerven zu verbinden. Ich glaube aber doch, dass dies keine wesentliche Verschiedenheit ist, wenn nur nachgewiesen ist, dass die Faser ins Innere der Zapfen eintritt, geschehe dann die weitere Verbindung wieder nach rückwärts oder nach vorwärts. — Eine fernere Aehnlichkeit finde ich in der Pigmentirung. Bei den Wirbelthieren finden wir die Zapfen mehr oder weniger von Pigment umgeben; in der übrigen Retina sonst kein Pigment. Bei den Krebsen mit spindelförmigen Körpern sind letztere dicht in Pigment eingehüllt, die Verbindungsstücke mit dem Krystallkörper aber nicht. Da wo der spindelförmige Körper an den Verbindungsstücken sich gleichsam hinaufzieht oder beide Theile in einander übergehen, da erstreckt sich das Pigment soweit als die gelatinöse Substanz die Fasern umhüllt, bei sehr vielen, den meisten Insekten also bis zum Krystallkörper.

Aber auch bei den Cephalopoden finden wir diese Pigmentirung der ganzen Stäbchen, welche vielleicht hier nur desswegen eine geringere ist, weil die beiden Enden der Stäbchen stärker mit Pigment versehen sind. — Bei den Wirbelthieren steht das Pigment mit zylindrischen hellen Zellen in Beziehung, welche eine membranartige Schichte bilden; das Pigment ist bald mehr bald weniger innig mit diesen Zellen verbunden, oft auf faserige Fortsätze derselben abgelagert, welche zwischen die Zapfen eindringen. Finden wir bei den Krebsen nicht auch eine Grenzmembran, aus hellen zylindrischen Stücken bestehend, deren Abstammung aus Zellen kaum zweifelhaft ist und ist das Pigment nicht ebenfalls mit denselben innig verbunden, so dass man oft Mühe hat, sie rein von Pigment befreit darzustellen? Finden wir nicht auch bei den Insekten eine ähnliche Membran, auf welcher das Pigment ebenfalls dichter abgelagert ist und begleiten bei diesen Thieren nicht auch pigmentirte faserige Fortsätze die Stäbchen in ihrem ganzen Verlaufe?

Allerdings fehlt uns bis jetzt eine ähnliche Membran bei den Cephalopoden, allein man darf noch hoffen sie zu finden, da wegen der dichten Pigmentanhäufung an der entsprechenden Stelle die Abwesenheit so wenig bewiesen ist als das Vorhandensein. Eine weitere Aehnlichkeit finde ich in der gelblich gefärbten granulösen Zwischensubstanz, welche zwischen den Krystall- und spindelförmigen Körpern bei Palinurus eine zusammenhängende Schichte bildet und ihre Verbindungsstücke in ihrem Verlaufe stützt; mit der ähnlich aussehenden Substanz, welche bei den Fliegen und Wespen den Körper der Stäbchen bildet und ebenso mit der granulösen Schichte der Wirbelthiere, obgleich an letzterem Gewebe noch faserige Elemente Theil nehmen, die bei den andern fehlen. Offenbar ist nebst der Aehnlichkeit des äussern Ansehens und des Gewebes auch die Funktion so ziemlich die-

selbe, d. h. es scheint diese Substanz bestimmt zu sein, die durchtretenden Fasern in ihrem gerade gestreckten Verlaufe und regelmässigen Abständen zu stützen.

Wie wir bei den Wirbelthieren das Zapfenkorn treffen, so sehen wir bei den Cephalopoden die Stäbchen mit einer Zelle verbunden und ebenso bei den Crustaceen sich die Fasern, nachdem sie aus dem spindelförmigen Körper ausgetreten sind, mit einer Zelle verbinden. Was die übrigen Theile der Retina betrifft, so finden wir allerdings bei allen Thieren Nervenzellen und Nervenfasern sich in mehr oder weniger regelmässiger Anordnung gruppiren; aber schon die verschiedene Richtung, in welcher sich diese Elemente bei verschiedenen Thieren zu einander gegenseitig stellen, bedingt die grosse Schwierigkeit eines Vergleiches der einzelnen Theile. Man könnte vielleicht die Schichte rother Zellen bei den Cephalopoden mit der Körnerschichte der Wirbelthiere vergleichen; ebenso die Ausbreitung der Opticus-Fasern zur Nervenschichte; hingegen wüsste ich die oben beschriebenen Stäbchen zweiter Reihe der Cephalopoden keinem Gebilde bei andern Thieren zu vergleichen, wenn nicht vielleicht mit den dicken Nervenfasern bei Palinurus, welche direkte auf die durchlöcherte Haut hinziehen; auch diese zeigen ein etwas eigenthümliches Aussehen und unverhältnissmässige Dicke für blosse Nervenfasern.

Soll ich nun aus diesen Vergleichungen auf die funktionelle Bedeutung einzelner Retinagebilde schliessen, so ergeben sich mir ganz andere Resultate, als H. Müller sie aus seinen Studien gewonnen hat. Ich stimme Müller vollkommen bei, dass weder die Nervenschichte, noch die Ganglienzellen, noch die granulöse, noch die Körnerschichte geeignet sind, der Licht-Perception zu dienen; muss aber meine Bedenken tragen, dies für die Stäbchenschichte, respektive die Zapfen anzunehmen.

Bei Besprechung dieser Frage bringe ich in Erinnerung, dass wir die Zapfen nicht mit den Leidig'schen Stäbchen der Gliederthiere verglichen haben, sondern nur mit einzelnen Theilen derselben; nur mit dem hellen, gelatinösen Körper, der bei den Krebsen die spindelförmigen Körper bildet, bei den Insekten in mehr zylindrischer Form die Fasern in den Stäbchen direkte umgibt, bei den Cephalopoden mit den Stäbchen der ersten Reihe.

Bei den Insekten lässt sich nichts gegen den Lichtempfang durch die Stäbchen einwenden; bei den Cephalopoden dagegen scheint dies schon zweifelhafter, weil das innere Ende der Stäbchen, also dasjenige, das dem Lichte ausgesetzt ist, eine Pigmentanhäufung zeigt, die dem Durchtritte der Lichtstrahlen, wenn auch vielleicht kein vollkommenes Hinderniss entgegenstellt, doch wohl hinreichend ist, das Zustandekommen eines deutlichen Bildes hinter derselben zu verhindern. Ebenso kann man sich nicht recht denken, dass bei den Krebsen durch den langen dünnen Stiel hindurch, der zudem mit Fettkügelchen dicht erfüllt ist, ein unverdorbenes Bild auf die spindelförmigen Körper fallen könne und wenn dies auch für möglich gehalten würde, so könnte doch nach der Anschauungsweise Müller's über die Aufnahme von Bildern durch die Elemente der Stäbchenschichte nur ein Bild von der Grösse des kleinsten Durchmessers des Verbindungsstückes auf den spindelförmigen Körper gelangen und demgemäss alle Theile eines Bildes ausfallen, die zwischen diese Querschnitte zu liegen kommen. Endlich kann ich mir auch bei den Wirbelthieren nicht recht denken, dass alle vor der Stäbchenschichte gelegenen Theile der Retina dem durchaus ungehinderten Durchtritte der Lichtstrahlen keine Hindernisse setzen sollten. Man mag noch so viel schönes über die Durchsichtigkeit dieser Theile sagen, so steht doch fest, dass die Retinagefässe mit dem Augenspiegel beobachtet werden kön-

nen und dass man unter Umständen selbst den Schatten seiner eigenen Gefässe sehen kann; mir scheint dies Beweis genug für die unvollkommene Durchsichtigkeit dieser Gebilde. Angenommen, auch diese und die übrigen Theile besitzen eine fast vollkommene Durchsichtigkeit, so ist damit noch keineswegs bewiesen, dass die ganz verschieden organisirten Schichten und jede Schichte auf allen Punkten auch das gleiche Brechungsvermögen haben; müssten da nicht Ablenkungen und Unregelmässigkeiten in denselben stattfinden, die sehr störend auf das Entstehen eines deutlichen Bildes auf der Stäbchenschichte wirken müssten?

Es ist nothwendig, dass das für die Perception des Lichts bestimmte Organ in durchaus ungehinderter Weise dem Lichte ausgesetzt sei, eine Bedingung, deren Wichtigkeit auch H. Müller stark genug gefühlt zu haben scheint, da er nicht unterlassen konnte die günstige Lage der Enden der Radialfasern und der Stäbchen bei den Cephalopoden hervorzuheben. Die Idee, dass die Radialfaser das lichtempfangende Organ sei, hat H. Müller wieder verlassen wegen dem verschiedenen Verhalten ihrer Enden an verschiedenen Partien der Retina, vielleicht auch weil er den Zusammenhang der Radialfasern mit den Zapfen nicht mit voller Sicherheit behaupten konnte; und M. Schulze wollte ihr den Todesstoss geben, indem er sie für reine Bindegewebsfasern erklärte. Wir haben aber oben schon gesehen, dass dies keineswegs bewiesen ist, im Gegentheil die grösste Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, dass die Radialfasern Fasern spezifischer Natur seien, um nicht geradezu den Ausdruck Nervenfaser zu gebrauchen, und dass die Formirung eines trichterförmigen Endes von dem zufälligen Verhalten der Bindesubstanz an dieser oder jener Stelle der Retina abhängig ist, also nicht die Hauptsache sein kann. Ich möchte die verlassene Idee

wieder aufnehmen und den Radialfasern die Eigenschaft der Lichtperception zuschreiben.

Schon von selbst wird man darauf hingedrängt, das lichtpercipirende Organ an der innern Oberfläche der Retina unmittelbar hinter dem Glaskörper, respektive Krystallkörper zu suchen, da wir nachweisen können, dass an dieser Stelle noch ein deutliches Bild zu Stande kommen kann und es mir wenigstens nicht bekannt ist, dass dies von tieferen Stellen auch noch bewiesen werden kann. Was finden wir aber bei den verschiedenen Thieren an dieser Stelle? Ueberall die Endigung von Fasern, welche in eigenthümliche helle, glänzende, gelatinöse Körper eindringen und sich auf ihrem weiteren Verlaufe mit Nervenzellen und Nervenfasern verbinden, d. h. direkte oder indirekte in die Fasern des Sehnerven übergehen. Bei allen Thieren also finden wir die Endigung spezifischer Fasern unmittelbar hinter dem Glaskörper, bei den Wirbelthieren und Cephalopoden in Verbindung mit Epitheliumzellen, die, wie anderwärts, zum Schutze dieser Faserenden dienen, während sie bei den Gliederthieren eines solchen Schutzes oder Stütze nicht bedürfen. Diese Uebereinstimmung bei allen Thieren spricht sehr zu Gunsten meiner Annahme und wird auch nicht geschwächt, selbst wenn durch spätere Untersuchungen bestätigt würde, dass bei einzelnen oder vielen Thieren diese Fasern nicht unmittelbar am Grunde des Krystallkörpers endigen, sondern mehr oder weniger weit in denselben hineindringen. Denn mit der Annahme, dass Fasern den Lichteindruck aufnehmen können, muss man die Ansicht fallen lassen, dass der Querdurchschnitt des percipirenden Organs im Verhältniss zur Grösse des aufzunehmenden Bildes stehen müsse. Ueberhaupt kann mit Recht gefragt werden, warum man eine solche Uebereinstimmung für die Aufnahme eines Lichteindruckes verlange, während dies für die Weiterleitung desselben noch nie verlangt wurde. Dass eine gewisse Regelmässig-

keit in der Anordnung der percipirenden Gebilde günstig oder nothwendig sei, wird man nicht in Abrede stellen; aber eine solche Regelmässigkeit finden wir ebenso bei den Radialfasern, wie bei den Zapfen, da gerade ihre Enden durch die Epitheliumzellen in regelmässige Abstände gestellt werden. Die Variationen in der Grösse dieser Zellen sind aber keine grösseren als diejenigen der Zapfen und in Fällen, wie bei den Gliederthieren, wo die Stellung der Faserenden nicht durch solche Zellen regulirt wird, da entspricht dieser Bedingung der regelmässige Bau des Krystallkörpers, kurz des ganzen Leidig'schen Stäbchens.

Wenn mich die nähere Betrachtung und gegenseitige Vergleichung der einzelnen Theile des Sehorgans verschiedener Thiere zu dem Schlusse führten, dass die den Zapfen entsprechenden Theile der Retina sich nicht besonders eignen zur Perception des Lichts, dass es andere Theile sein müssen, die dem Lichte direkter ausgesetzt sind und dass es demgemäss die unmittelbar hinter dem Glaskörper, respektive Krystallkörper endigenden Fasern sein könnten; so haben mir diese Vergleichungen noch keineswegs die Mittel an die Hand gegeben, auch die Art der Perception oder den Vorgang bei derselben zu erklären. Während nach Müller der Vorgang nach rein optischen Gesetzen erklärt wird, so würde man mit diesen kaum ausreichen, wenn die Radialfaser als Organ des Lichtempfangs erklärt würde; man müsste wahrscheinlich andere physikalisch-chemische Gesetze zu Hülfe rufen. Einstweilen aber begnüge ich mich damit, auf die anatomischen Verhältnisse aufmerksam gemacht zu haben und will nicht schon detaillirt auf die Funktion der einzelnen Theile eingehen, bevor ihr feinerer Bau vollkommen nachgewiesen ist; ich fühle selbst zu sehr die Lücken, die noch auszufüllen sind, um nicht zurückgehalten zu werden vor allzu kühnen Schlüssen. Dennoch kann ich mich nicht enthalten, noch darauf aufmerksam zu

machen, dass wie man die Weiterleitung der Empfindungen durch die Nerven mit elektrischen Zuständen derselben in Beziehung setzt, man auch die Aufnahme des Lichteindruckes unter ähnlichen Gesetzen könnte zu Stande kommen lassen und dass bei einer derartigen Auffassung der Vorgänge es nicht mehr auffallen würde, dass die mit den Zapfen zu vergleichenden Gebilde eigentlich mehr einem elektrischen Apparate gleichsehen als einem optischen.

Ich schliesse diese Mittheilungen mit der Bitte um nachsichtige Beurtheilung, namentlich aber mit dem Wunsche, dass durch dieselben die Forscher auf's Neue aufgemuntert werden, sich der Erforschung des so interessanten und wichtigen Organs zu widmen; denn wir sind noch weit von einem Abschlusse entfernt, abgesehen von den vielen Irrthümern, die wahrscheinlich noch verbessert werden müssen.

Ende Mai 1866.

## ANHANG.

Während die Publikation obiger Mittheilungen sich verzögerte, hatte ich Gelegenheit noch einige ergänzende Untersuchungen anzustellen und mich mit der neuesten Literatur, wenigstens einem Theile derselben, welche diesen Gegenstand behandelt, bekannt zu machen, was mich veranlasst hat, noch einen kleinen Anhang folgen zu lassen.

Weil ich bei der Kröte und dem Laubfrosch zwischen den grossen Zapfen keine zweite kleinere Sorte finden konnte, so beeilte ich mich nachzusehen, ob die Angabe H. Müller's richtig sei, dass bei Rana esculenta kleine Zapfen vorkommen, die denjenigen der übrigen Wirbelthiere ähnlich seien. Ich war sehr überrascht, dieselben sogleich zu sehen (Taf. II, 8); sie scheinen ziemlich regelmässig mit den grossen Zapfen ab-

zuwechseln, wie mir aber scheint, nur nach einer Richtung, da man in demselben Präparate Schnitte findet, die zwischen den grossen keine kleine Zapfen zeigen und Schnitte, bei denen dies ganz regelmässig vorkommt. Der Körper der kleinen Zapfen steht auf der gleichen Höhe mit dem Körper der grossen Zapfen, und der Fetttropfen, an gewohnter Stelle zwischen Körper und Spitze gelagert, ist sehr schwach gelb gefärbt; der Fortsatz grenzt sich durch eine scharfe Linie von dem Verbindungsstücke mit dem Zapfenkorn ab. Weder die grossen noch die kleinen Zapfen verbinden sich ausschliesslich nur mit der obern oder untern Reihe der Körner. — Es wollte mir zuweilen vorkommen, als ob die zwei verschiedenen Formen der Zapfen verschiedene Entwicklungsstadien repräsentiren, als ob die kleineren in den grossen stecken, deren lange Spitzen eine Art Scheide bilden würden; aber nie konnte ich Präparate finden, die ganz überzeugend waren. Auffallend ist mir nur, dass bei Kaulquappen vom Laubfrosch ich nun auch solche kleinere, aber etwas unregelmässig gebaute Zapfen fand, die keine Fetttropfen enthielten; und wenn ich dies zusammenhalte mit der Beobachtung, dass die Stäbchenschichte bei den Kaulquappen sich nicht an allen Stellen der Retina gleich entwickelt; dass man an einzelnen Stellen die grossen Zapfen schon vorfindet, während sie an andern noch fehlen, so scheint es mir nicht so ungereimt zu sein, daran zu denken, dass die beiden Formen der Zapfen wieder nur verschiedene Entwicklungsstufen darstellen. — Bei Triton habe ich ebenfalls neben grossen Zapfen kleinere getroffen, die aber nur in der Zapfenspitze einen wesentlichen Unterschied zeigten (Taf. II, 9). Diese war um vieles kleiner, dünner und meist an den Rändern wie wellig oder gesägt aussehend. Auch bei den Tritonen ist es mir vorgekommen, als ob die kleinen eigentlich nur in den grössern versteckt liegen, denn nicht selten sieht man abgefallene Zapfenspitzen, die im Innern eine entschiedene Höh-

lung zeigen (Taf. II, 9*), welche der Form und Grösse nach den kleinen Zapfen entsprechen könnten. Zudem trifft es sich, dass gerade solche Zapfenspitzen blass, matt, leer erscheinen, während die im Zusammenhang stehenden glänzend und scharf konturirt sind. — Eine eigenthümliche Form hat bei den Tritonen das Zapfenkorn, das einen länglichen, dunkel granulirten Körper darstellt von 0,0070—0,0087''' Länge und von ungefähr der halben Dicke, welcher auch nicht die geringste Spur eines Kernes durchblicken lässt. Diese Körper stehen dicht gedrängt in einer einfachen Reihe und nehmen durch gegenseitigen Druck oft eigenthümliche Formen an. Das wellig gezackte Aussehen der Ränder der Zapfenspitzen findet sich sehr deutlich ausgesprochen bei den kleinen Zapfen der Tritonen, oft stark angedeutet auch bei den grossen Zapfen dieser Thiere, namentlich aber der Kaulquappen, und Spuren davon trifft man bei den Zapfenspitzen sehr vieler Wirbelthiere. Soll dies etwas ähnliches sein, wie die Furchung der spindelförmigen Körper und Stäbchen der Gliederthiere? Leidig scheint dies anzunehmen, da er von den Stäbchen der Arthropoden sprechend mit dem Satze schliesst: „Sie zeigen eine feine Querstrichelung, die auch in den grossen Stäben der nackten Amphibien, namentlich nach Wasserzusatz erkennbar ist.“

Ferner hatte ich Gelegenheit, eine neugeborne Katze zu untersuchen und war sehr erstaunt, die Retina noch weit in der Entwicklung zurück zu finden, da noch nicht alle Schichten scharf von einander getrennt waren. Die ganze Retina hatte eine Dicke von 0,1212''', von einer Stäbchenschichte war noch nichts Charakteristisches zu erkennen, die noch vereinigten Körnerschichten bestanden aus 0,0026 — 0,0043''' grossen nach beiden Seiten hin lang zugespitzten Zellen, welche unter sich und mit faserigen Gebilden, die schon deutlich entwickelt waren, in Verbindung standen. An der äussern Grenze dieser Körnerschichte schienen die Zellen statt nach beiden Seiten

sich zuzuspitzen, im Gegentheil sich nach aussen abzuplatten, so dass sie mehr kegelförmig waren und auf der nach aussen gekehrten Basis sah man bei isolirten einzelnen Zellen nichts deutliches, bei ganzen Schnitten aber machte es den Anschein, als ob man es mit einem Flimmerepithelium zu thun habe, mit kurzen und feinen Zilien; von Stäbchen und Zapfen keine Spur. Sollten diese Randzellen das spätere Zapfenkorn werden und die feinen Zilien vielleicht die in die Zapfen eintretenden nervösen Ausläufer? — Auf der innern Seite der Körnerschichte lagen runde Zellen von 0,0026—0,0035‴ Grösse mit grossem Kern und dunkel granulirtem Inhalt in einfacher oder doppelter Lage angeordnet. Hierauf kam eine 0,0149—0,0181‴ mächtige Schichte, die der granulösen Schichte ähnlich sah, zugleich aber auch eine Längsfaserung zeigte, welche dem Vorhandensein von Nervenfasern zugeschrieben werden muss. Es scheint also granulöse und Nervenfaserschichte noch nicht vollkommen ausgeschieden zu sein und es liegen auch die Nervenzellen in einfacher Lage nicht ausserhalb der Grenze dieser Schichte, sondern noch innerhalb derselben, was übrigens auch bei vielen Fischen normaler Weise vorzukommen scheint. Die Nerven- oder Ganglienzellen messen 0,0035—0,0043‴ und zeichnen sich vor den runden Zellen der innern Grenze der Körnerschichte nur dadurch aus, dass sie etwas grösser sind; die letztern machen ganz den Eindruck kleiner Ganglienzellen. — Von den Radialfaserenden habe ich noch nichts Bestimmtes gesehen.

Diese Beschreibung stimmt so ziemlich mit dem überein, was uns Hensen in Virchow's Archiv Bd. XXX über die Entwicklung der Retina sagt, und auch die dort gegebenen Bilder entsprechen dem, was ich gesehen habe, fast ganz; ich bedaure sehr, keine Zeichnungen gemacht zu haben, meine Untersuchungen wurden eben unterbrochen. Jedenfalls geht aus beiden Untersuchungen hervor, dass die Elemente der

Stäbchenschichte nicht aus der Retina selbst hervorgehen, jedenfalls später als alle andern Gebilden der Retina entwickelt werden, vielleicht in näherer Beziehung mit den Pigmentzellen stehen, „da sie mit diesen vom äussern Theile der Augenblase gebildet zu werden scheinen,“ wie Hensen sich ausdrückt. Es wäre von grösstem Interesse, die Entwicklung der Elemente der Stäbchenschichte genau zu kennen, namentlich wenn sich mit grösserer Bestimmtheit herausstellte, dass ihre Entwicklung und diejenige der übrigen Retina mehr oder weniger unabhängig von einander wären.

Endlich habe ich auch die Arbeit von M. de Vintschgau erhalten und mit um so grösserer Aufmerksamkeit studirt, als ich mit Bedauern erkennen musste, wie sehr H. Müller Unrecht hatte, dieser Arbeit nicht mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Ich finde, dass sie ein sehr würdiger Vorläufer seiner Arbeit ist, und wenn auch vieles nicht ganz richtig gedeutet wurde, so kann man doch meistens ohne Schwierigkeit erkennen, was Vintschgau gesehen hat und kann den Fehler korrigiren.

So scheint mir, dass Vintschgau die kegelförmigen Körperchen an der innern Grenze der äussern Körnerschichte bei den Vögeln, der Schildkröte, vielleicht auch bei den Fischen gesehen, ihnen aber zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt hat, so dass er sie schlechtweg als Zellen der Zwischenkörnerschichte beschreibt. Die Beschreibung dieser letztern Schichte bei den Fischen und die Abbildung derselben beruhen offenbar auf schiefen Schnitten oder etwas dicken Präparaten, bei welchen durch Druck die grossen, glatten Zellen sich umgelegt hatten; dabei wurde die innere Körnerschichte total übersehen, vermuthlich desswegen, weil sich die Retina der Fische ausserordentlich leicht gerade an der Grenze der Zwischenkörnerschichte spaltet. — Ein schwacher Punkt scheint mir seine Vereinigung der Radialfasern mit den

Nervenzellen zu sein. Bald scheint er die Verbindung der grössern Randzellen der innern Körnerschichte mit dem Fortsatze der spindelförmigen Zellen so gedeutet zu haben, bald scheint er wirklich einige Male die Verbindung einer Ganglienzelle mit der spindelförmigen Zelle durch einen einfachen Ausläufer beobachtet zu haben, verwechselt aber diesen Ausläufer mit der Radialfaser; oder er hat sogar die Epithelialzellen der limitans zuweilen gesehen und mit Nervenzellen verwechselt oder endlich das oft sehr täuschende dichte Anliegen der Ganglienzellen an den Radialfasern für wirkliche Verbindung genommen. Am meisten aber hat mich seine Beschreibung der Elemente der Stäbchenschichte interessirt. Vor allem hebe ich hervor, dass Vintschgau in seinen Abbildungen den Zapfen eine ganz andere Form gibt als H. Müller, dass sie dagegen vollkommen der von mir beschriebenen Form entspricht. Da Vintschgau die Augen in Chromsäure erhärtete, so muss ich schliessen, dass die Chromsäure unter Umständen gerade so einwirkt wie die Oxalsäure und Schwefelsäure, vielleicht dass es nur auf den Konzentrationsgrad der Lösung ankommt. Ferner mache ich darauf aufmerksam, dass Vintschgau den Zusammenhang der Zapfen mit den Radialfasern ebenfalls auf das bestimmteste behauptet und dass er in Bezug auf die Stäbchen für Menschen und Säugethiere wohl im Allgemeinen die Ansichten Koelliker's und Müller's angenommen hat, dass ihm aber schon bei den Kaninchen die eigenthümliche Form der Stäbchen auffällt und bei den Schafen geradezu behauptet, dass es zwischen den Zapfen keine Stäbchen gebe, sondern nur auf den Zapfen und knüpft dieses Verhalten an den Umstand, dass die Zapfen bei diesen Thieren eng aneinander liegen. Diese Behauptung muss nun allerdings dahin berichtigt werden, dass trotzdem Stäbchen vorhanden sind; sich aber kaum weiter als die Zapfenspitzen erstrecken, nicht wie bei vielen andern Säugethieren

bis auf die Körnerschichte. Vintschgau macht überhaupt keinen bestimmten Unterschied zwichen Stäbchen und Zapfenspitzen, da er beide Cilindretti nennt. Bei den Vögeln, Reptilien und Fischen will aber Vintschgau nichts mehr von Stäbchen wissen zwischen den Zapfen; ob er sie wie ich für Pigmentfortsätze und ähnliche Gebilde gehalten hat, kann ich nicht entscheiden, da er der Pigmentzellen und Pigmentfortsätze nirgends in eingehender Weise erwähnt. — Von einer eigentlichen Membrana limitans externa will auch er nichts wissen und erklärt die scheinbare Grenzlinie zwischen Stäbchen- und Körnerschichte ganz ähnlich, wie ich es gethan habe. — In Bezug auf das Cephalopoden-Auge hebe ich hervor, dass Vintschgau ebenfalls als erste Schichte unmittelbar hinter einer strukturlosen Membran, welche er geradezu Membrana limitans nennt, eine Schichte von Zellen mit feinen faserigen Ausläufern beschreibt, die sich mit den Fasern oder Stäbchen der folgenden Schichte verbinden. Von diesen letzteren behauptet er mit Unrecht, dass ihr inneres Ende nur bei Octopus und Loligo mit Pigment versehen sei, während bei Sepia dasselbe fehle. Leider hat Vintschgau unterlassen die Fasern oder Stäbchen zweiter Reihe in seinen Abbildungen zu zeichnen, so dass man nach denselben schliessen sollte, er habe sie ganz übersehen; dem ist aber nicht so, da er im Texte derselben ausdrücklich erwähnt. Seine in der Abbildung mit e bezeichnete Schichte kann ihren Ursprung nur einem schiefen Schnitte verdanken, da bei reinen Schnitten die Stäbchen zweiter Reihe deutlich zum Vorschein kommen.

C. Ritter hat über die Struktur der Retina nach Untersuchungen am Wallfischauge geschrieben. Ich muss gestehen, dass mir in dieser Schrift vieles total unverständlich war, besonders seine Darstellung des Bindegewebes in der Retina. In einem Schlusssatze sagt er zwar deutlich: „Ueberall ist die zweiästige Faserzelle das Grundelement,“ aber es dürfte wohl

Herrn Ritter schwer fallen, bei allen Thieren und in allen Schichten der Retina solche zweiästige Zellen mit Kernen nachzuweisen. Ich theile die Ansicht Müllers durchaus, dass bei vielen Thieren weder in der granulösen Schichte noch in der Zwischenkörnerschichte Kerne oder Zellen gefunden werden, während dies bei andern Thieren, wenigstens in letzterer Schichte, allerdings der Fall ist, oft sogar kolossale Zellen getroffen werden, wie bei einigen Fischen. Ebenfalls unverständlich ist mir, wie er die sogenannten Radialfasern aus einer Anzahl übereinander stehender und sich verbindender zweiästiger Zellen sich zusammensetzen lässt, um grosse Bogen zu bilden. Jedenfalls ist die angeführte Präparationsmethode durchaus verwerflich, besonders als einzige oder Hauptmethode, weil bei Zerzupfungspräparaten alle Theile aus ihrer Lage kommen, die verschiedensten Formen und Kunstgebilde entstehen können, die zu den grössten Irrthümern führen. — In Bezug auf die Stäbchenschichte war es mir interessant zu vernehmen, dass Ritter und nach seiner Angabe auch W. Krause im Innern der Stäbchen (Zapfen) einen zentralen Faden gefunden haben, den Ritter mit einem Knöpfchen endigen lässt. Das Ende des in die Zapfen eintretenden Fadens konnte ich mit Sicherheit nie sehen, so dass ich nicht weiss, ob der Faden spitz oder stumpf endigt. In Bezug auf die Stäbchen selbst scheint aber Ritter noch nicht ganz im Klaren zu sein, da er offenbar Stäbchen und Zapfen durcheinander wirft; es würde ihm wohl nicht möglich sein, den eben erwähnten Fortsatz oder Faden im Innern der eigentlichen Stäbchen, so denjenigen des Menschen nachzuweisen, während ich gerne annehmen will, dass der Nachweis derselben in den Zapfen aller Säugethiere, überhaupt der Wirbelthiere, möglich ist, obgleich es mir nur bei wenigen Thieren gelungen ist, denselben darzustellen. Ohne Zweifel entsprechen seine „Körnerzellen“ den spindelförmigen Zellen der innern Kör-

nerschichte; was aber Ritter über deren Fortsätze sagt, ist gerade das Gegentheil von dem, was ich gesehen habe, so dass ich an eine Verwechslung von aussen und innen glauben würde, wenn Ritter sich nicht ganz bestimmt und unzweideutig ausdrücken würde. So viel aber ist sicher, dass der oder die Fortsätze, welche von der Körnerzelle, respektive spindelförmigen Zelle in die granulöse Schichte ein- und vielleicht auch durchtreten, mit den Müller'schen Radialfasern nicht verwechselt werden können, denn während letztere bei vielen Thieren auf den ersten Blick auffallen, müssen erstere mit grosser Aufmerksamkeit gesucht werden. Die von Müller beschriebenen Radialfasern sind nicht zweierlei Art, sondern immer ein und dasselbe Gebilde mit den gleichen Verbindungen mit den übrigen Elementen der Retina.

Von R. Schelske finde ich in Virchow's Archiv Bd. XXVIII eine Arbeit über die Membrana limitans, in welcher behauptet wird, dass die mit salpetersaurem Silber behandelte Membran die Zeichnung eines feinen Netzwerkes oder Mosaik zeige und dass die Form der einzelnen Mosaikstücke der Form der Enden der Radialfasern entspreche, aus welchen sie zusammengesetzt werde. Ich habe die genannte Präparation nicht versucht, dagegen sehr häufig beobachtet, dass nach Entfernung des Glaskörpers nicht nur die Membrana limitans, sondern die ganze Netzhaut sich in einer Weise runzelig zusammenzog, die ganz den Bildern Schelske's entspricht. Es ist dies die Wirkung der Zusammenziehung des Bindegewebes in der Retina, welches durch den Glaskörper im ausgedehnten Zustande erhalten wird; entfernt man diesen, so schrumpfen nicht nur die Retina, sondern Chorioidea und alle übrigen Theile des Bulbus, soweit es ihre Konstruktion erlaubt. Das würde nun an und für sich nicht hindern anzunehmen, dass die Form der Radialfaserendigungen bestimmend auf die Kontraktion der limitans wirken könne und also eine entspre-

chende Zeichnung entstände. Allein dies scheint mir desswegen nicht wahrscheinlich zu sein, weil im Grunde der Retina und beim Menschen besonders im gelben Flecke die Radialfaserendigungen so verschwindend klein werden, dass sie unmöglich in der von Schelske angegebenen Weise sich auf der limitans zeichneten; zum wenigsten müsste die Mosaik eine weit regelmässigere sein, da die Radialfaserendigungen in je den einzelnen Bezirken der Retina keineswegs so grosse Verschiedenheiten zeigen, wie sie in der Zeichnung und den Massangaben von Schelske aufgeführt sind. Zudem glaube ich nachgewiesen zu haben, dass die Radialfaserendigungen keineswegs zur Bildung der Membrana limitans verschmelzen, sondern dass diese eine selbständige Haut ist, die nur durch Vermittlung eines Epithels mit den Radialfasern in Verbindung steht.

Im Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. II, pag. 165 wiederholt M. Schulze seine Behauptung, dass die Radialfasern in keiner Verbindung mit den Zapfen und Stäbchen stehen, sondern in der Membrana limitans externa endigen. Wie ich schon oben gezeigt habe, ist dies sicher ein Irrthum, der sich leicht durch die Untersuchung verschiedener Thieraugen nachweisen lässt, namentlich solcher, bei denen die Radialfasern im Grunde der Retina sich nicht verästeln. Ebenso hat Schulze sich gewiss getäuscht, wenn er die von den Zapfen ausgehenden Fasern in der Zwischenkörnerschichte sich verlieren lässt, nachdem sie die radiale Richtung verlassen und die der Fläche angenommen haben. Wenn M. Schulze diese Zapfenfasern für Nervenfasern erklärt, so stimmt dies mit meinen Befunden überein und wenn er glaubt, sie für ein Bündel feinster Nervenfäserchen halten zu müssen, weil sie „ähnlich den aus breiten markhaltigen Nervenfasern isolirten Axenzylindern eine parallele Längsstrichelung“ zeigen, so werde ich mich nur freuen können, wenn es sich bestätigen

würde; ich muss aber gestehen, dass ich von einer solchen Strichelung nichts gesehen habe, ebensowenig als von einem Zerfall der Zapfenfaser in viele feinste Fäserchen in der Zwischenkörnerschichte. Es scheint mir, dass das räthselhafte kegelförmige Körperchen, in welchem auch Schulze die Zapfenfaser scheinbar endigen lässt, diesen Forscher ebenfalls in Verlegenheit gesetzt habe, für was dasselbe zu halten sei, da er kein entschiedenes Urtheil über dasselbe fällt. Hingegen scheint mir gerade das, was mich zum Theil veranlasst hat, diese Körperchen für kegelförmige Erhebungen der Bindesubstanz der Zwischenkörnerschichte zu halten, Schulze auf den Schluss geführt zu haben, dass die Zapfenfaser in feinste Fäserchen zerfalle, welche die Richtung der Schichte annehmen. Durch das Heranziehen der Bindesubstanz an die Zapfenfaser entsteht zuweilen eine strichelige Zeichnung, besonders bei mehr oder weniger isolirten Präparaten; Schulze scheint nun diese Zeichnung für eine wirkliche Zerfaserung gehalten zu haben, ich nur für eine Faltung, entstanden durch Schrumpfung der Bindesubstanz. Mag sich aber jene Ansicht auch bestätigen, so bleibt der Nachweis noch zu leisten, ob die Fäserchen nervösen oder bindegewebigen Ursprungs sind, d. h. ob sie wirklich der nervösen Zapfenfaser oder nur deren Scheide ihren Ursprung verdanken. Ich meinerseits zweifle keinen Augenblick, dass die Hauptfaser sich bis in die innere Körnerschichte fortsetzt und erst dort sich in die Radialfaser und den Fortsatz theilt, welcher zu der spindelförmigen Zelle geht. Wenn sich die Zusammensetzung der Zapfenfaser aus feinen Nervenfäserchen bestätigt, so wäre damit bewiesen, dass der Fortsatz der spindelförmigen Zelle und die Radialfaser sich zu einer zusammengesetzten Nervenfaser vereinigten. — Was nun die von Schulze angeführten Stäbchenfasern betrifft, so wiederhole ich, nie eine solche gesehen zu haben, also auch von einer Abweichung ihrer Richtung und deren Verlauf in

der Zwischenkörnerschichte nichts beobachtet zu haben; ich bedaure nur, dass Schulze die Methode nicht genannt hat, mittelst welcher er dazu gelangt ist, die Stäbchenfasern sichtbar zu machen und selbst zu isoliren.

Leidig hat in einer neuesten Schrift „über das Auge der Gliederthiere nach neuesten Untersuchungen“ so ziemlich alles bestätigt, was er in seiner frühern Arbeit „zum feineren Bau der Arthropoden“ (Müller's Archiv 1855) aufgestellt hat. Ich bedaure sehr, diese Arbeiten vorher nicht gekannt zu haben, wie ich überhaupt ganz unvorbereitet meine Untersuchungen unternommen hatte, ich wäre dadurch auf so manches hingewiesen worden, was ich ohne sie vernachlässigte. Im Allgemeinen stimmen aber meine Untersuchungen so ziemlich mit denen Leidig's überein, in einigen speziellen Punkten jedoch, und wie mir scheint, gerade den wichtigsten, finden sich einige Differenzen. Ein Hauptunterschied liegt darin, dass Leidig seine Stäbchen nicht nur theilweise, sondern gänzlich als nervöses Gebilde hinstellt, die spindelförmigen Gebilde der Krebse und anderer Gliederthiere als Anschwellungen des „Nervenstabes“ und die Krystallkegel als Endigung desselben, d. h. ebenfalls als integrirenden Bestandtheil des Nervenstabes betrachtet, welche Gebilde nicht verschiedene, aber zu einem Organe verbundene Elemente seien, sondern nur verschieden ausgebildete und untrennbare Theile eines Ganzen darstellen. Leidig vergleicht auch seinen ganzen Nervenstab mit den Zapfen oder Stäbchen der Wirbelthiere. — Nach meiner Ansicht sind dagegen die Theile zu trennen und jeder wieder für sich mit den Gebilden der Wirbelthierretina zu vergleichen. Leidig scheint die in seinen Stäbchen enthaltenen spezifischen Fasern nicht gesehen oder was viel wahrscheinlicher ist, sie irrig gedeutet zu haben; denn seine Abbildung der Stäbchen von Acridium cœrulescens spricht gar zu sehr für die eben ausgesprochene Ansicht. Er hält die Zeichnung dieser Fasern für

den Ausdruck der Kanten eines vierkantigen Stabes und lässt sich auch dadurch nicht beirren, dass er genöthigt ist den Krystallkörper nicht allein als vierkantig zu erklären, sondern als aus vier Segmenten zusammengesetzt. — Ich habe oben gezeigt, dass bei den Krebsen die von mir beschriebenen Fasern ohne Schwierigkeit isolirt werden können, dass sogar ihre Verbindung mit je einer Nervenfaser des Ganglion opticum dargestellt werden kann. Ich bitte nur Leidig, das Auge eines Hummers einige Tage in Oxalsäurelösung zu legen und dann zu untersuchen, und ich zweifle keinen Augenblick, dass er nicht lange nach den von mir abgebildeten Präparaten suchen muss, da wohl bei dem Hummer die Präparation so gut gelingen wird wie bei Palinurus. Hat er die Verhältnisse bei den Krebsen nur einmal deutlich gesehen, so wird er sich nicht versagen können auch bei den Fliegen, Wespen etc. die Theile so zu deuten wie ich, obgleich es hier nur schwer gelingt die Fasern zu isoliren. Ich wiederhole also, dass ich an den Leidig'schen Stäbchen nur diese spezifischen Fasern für eigentlich nervöse Gebilde halte, den Krystallkörper dagegen dem Glaskörper vergleiche und die spindelförmigen Körper der Krebse etc. den Zapfen der Wirbelthiere. — Leidig hat die durchlöcherte Membran, welche die Stäbchenschichte von der eigentlichen Nervenschichte trennt, als „Boden der Sclerotica“ angeführt, aber nicht näher beschrieben. Ich kann ihm durchaus nicht beistimmen, diese Haut für einen Theil der Sclerotica anzusehen, womit auch gesagt wäre, dass nur die Stäbchenschichte die Retina bildete, die hinterliegenden nervösen Gebilde aber nur Theile des Opticus seien. Aber gerade diese Theile entsprechen der Körner-, Nervenzellen- und Nervenfaserschichte der Wirbelthiere und sind ein Bestandtheil der Retina, welche wie die Retina der Wirbelthiere zwar nicht ein flächenhaft, aber strahlig ausgebreitetes Ganglion bildet, an dessen Peripherie die spezifischen Ele-

mente, die Stäbchen, liegen. Ich habe die genannte Membran mit der lamina pigmenti Chorioideae des Wirbelthierauges verglichen und bin durch die Beschreibung Leidig's nicht von dieser Anschauung zurückgekommen. — In Bezug auf Chorioidea und Iris stimmen unsere Angaben so ziemlich überein, nur muss ich gestehen, dass mich die Annahme von quergestreiften Muskelfasern in diesen Stäbchen sehr überrascht hat. Ich habe zwar, wie oben schon gesagt, mehrmals deutlich eine helle, glänzende, gelatinöse Grundsubstanz dieser Pigmentfasern gesehen, eine Querstrichelung aber nicht beachtet, wesshalb mir nicht von weitem in Sinn kam diese Gebilde für Muskelfäden zu erklären, sondern habe sie mit den Pigmentfortsätzen der Zellen der lamina pigmenti der Wirbelthiere verglichen. Wenn aber Leidig die Kontraktion der Iris, also die Thätigkeit dieser Fasern direkte beobachtet hat, so ist kein Zweifel mehr möglich. — Leidig sagt: „Der lichtempfindende Theil sind die Nervenstäbe und ihre Enden, die sogenannten Krystallkegel, oder vielleicht liesse sich vom physiologischen Standpunkte aus annehmen, die bezeichneten Theile seien lichtbrechend und lichtempfindend zugleich.“ Ich habe oben die Krystallkörper mit dem Glaskörper verglichen, habe ihm also neben einer lichtbrechenden Eigenschaft auch die Funktion zugetheilt, das lichtempfindende Organ von dem hauptlichtbrechenden Organe der Linse so weit zu trennen, als die optischen Verhältnisse des letztern es benöthigen, damit ein scharfes Bildchen auf das erstere gelangt. Ich stelle mir nämlich vor, dass diejenige Stelle, an welcher das schärfste Bild zu Stande kommt, zugleich die sei, an welcher der Lichteindruck auf das empfindende Organ am stärksten sei, was allerdings noch bewiesen sein müsste; denn bei photographischen und andern optischen Apparaten ist die Stelle des schärfsten Bildes nicht immer diejenige, wo die chemische Wirkung der Lichtstrahlen am stärksten sich äussern kann, und im

Auge könnte etwas Aehnliches stattfinden. Leidig meint, die Krystallkörper wären ganz überflüssig, wenn sie nur die Bedeutung einer Linse hätten, da nach Experimenten das Bild auch ohne ihre Mitwirkung durch die Hornhautfacetten allein entsteht; allein es ist wohl zu bedenken, dass dasselbe auch von der Linse der Wirbelthiere gesagt werden kann und Niemanden ist es bisher eingefallen den Glaskörper für lichtempfindend zu halten.

Hensen hat in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XV 1865 Untersuchungen über das Cephalopoden-Auge niedergelegt; da meine Beschreibung nicht ganz mit derjenigen Hensen's übereinstimmt, so bin ich genöthigt auf einige Punkte nochmals einzutreten.

Zuerst kommt die Zellenschichte, welche schon Vintschgau und Pacini beschrieben hatten und die Hensen glaubt streichen zu dürfen. Ich wiederhole, dass diese Schichte von Zellen bei Augen, die frisch in Oxalsäurelösung gelegt wurden, nie mangelt, während sie nicht mehr zu sehen oder nur schwer zu erkennen ist, sobald das Thier schon einige Zeit todt war, bevor die Augen exstirpirt wurden. Ich verwendete nur Augen, die einem Thiere entnommen wurden, das unmittelbar vorher durch Kopfabschneiden getödtet wurde, also die Augen in durchaus frischem Zustande exstirpirt und in Oxalsäure gelegt werden konnten. Die Veränderungen und Zersetzung nach dem Tode treten bei diesen Thieren ungleich rascher ein als bei den Wirbelthieren oder Gliederthieren, so dass man nicht vorsichtig genug sein kann, um sich vor Irrungen zu schützen. Die Zellen haben deutliche Kerne und können ohne Schwierigkeit isolirt werden, sie fallen aber sehr leicht von den Stäbchen ab und schwimmen in membranartigen Fetzen oder vereinzelt in der Flüssigkeit des Präparates herum. — Die Beschreibung des Balkennetzes und der Zellenschichte ist nur schwer zu verstehen und ich kann mich nicht

enthalten die Ansicht auszusprechen, Hensen habe sich die Präparate durch seine Auspinselungen total verdorben. Nur seine Fig. 67 hilft einem erkennen, dass diese Schichten dasselbe sind, was ich unter Stäbchen zweiter Reihe und rother Zellenschichte beschrieben habe. Wenn nun Hensen die rothen zelligen Gebilde mit den zugehörigen faserigen Theilen gerne als Ganzes, d. h. als zylindrische Zellen mit rothem Kern betrachtet, so kann ich gegen diese Auffassung nicht viel einwenden, obgleich sie mir nicht ganz die richtige scheint, besonders da nicht selten an varikösen Stellen dieser Zylinder im Innern eine scharfe Faser zum Vorschein kommt, was zu der genannten Auffassung nicht gut passt. — Von einer Grenzhaut des stratum epitheliale und stratum conjunctivum, wie Hensen die Retina spaltet, habe ich nichts gesehen; es wäre mir aber sehr interessant, wenn diese Beobachtung bestätigt würde, da mir gerade diese Membran bei meiner Vergleichung der Retinagebilde als Analogon der lamina pigmenti und der durchlöcherten Haut der Gliederthiere für die Cephalopoden mangelte. Während Hensen in jedem Stäbchen „einen zentralen Kanal annimmt, der mehr oder weniger mit Pigment gefüllt zu sein pflegt und in dessen Ende bei Eledone der birnförmige Pigmentkörper liegt," spricht Babouchin nur von „sehr feinen aus Pigment bestehenden Fäden", die die Stäbchen durchziehen. Ich habe oben nicht gewagt mich mit voller Bestimmtheit auszudrücken, da aber Hensen des bestimmtesten behauptet beobachtet zu haben, dass von dem Stäbchenkorn aus eine Faser in die Stäbchen eintrete und seine Beschreibung und Abbildungen über diesen Punkt kaum einen Zweifel zulassen, so scheint mir hinlänglich bewiesen zu sein, dass von dem Stäbchenkorn aus eine Faser in und durch die Stäbchen trete, um sich mit den Epitheliumzellen auf der äussern Fläche der strukturlosen Haut zu verbinden, ähnlich wie die Radialfasern bei den Wirbelthieren sich mit

den Epithelzellen der limitans verbinden. Ich bedaure nur, dass es auch Hensen nicht gelungen ist die direkte Verbindung des Zapfenkorns mit den rückwärts gelegenen Gebilden der Retina genauer zu ermitteln. — Auf pag. 183 finde ich die Bemerkung: „Die Netzhaut der Wirbelthiere ist Produkt des äussern Keimblattes; die Radiärfasern sind somit keine Bindegewebe.“ — Stellte sich diese Schlussfolgerung als berechtigt heraus, so fände dadurch meine oben ausgesprochene Ansicht über die Radialfasern eine wesentliche Unterstützung.

H. Müller hat in der Würzburger naturwissenschaftlichen Zeitschrift Bd. III 1862 Mittheilungen über das Auge des Chamäleon gemacht. Nach diesen bestünde die Stäbchenschichte nur aus Zapfen, welche gegen die Fovea hin immer länger und dünner werden; ihre Aehnlichkeit mit Stäbchen wird besonders hervorgehoben. Mit diesen Zapfen stehen nun Zapfenkörner direkte oder mittelst dünner Faden in Verbindung und von der zentralen Seite des Kornes geht ein faseriger Ausläufer aus, welcher die äussere und Zwischenkörnerschichte durchsetzt und in der innern Körnerschichte auf unbestimmte Weise sich verliert. Diese Durchsetzung geschieht aber merkwürdiger Weise nicht auf geradestem, d. h. radialem Wege, sondern in sehr schiefer, fast horizontaler Richtung. — Bis hierher konnte ich aus diesen Angaben noch nichts absonderliches schliessen, es wäre die eigenthümliche Richtung der Zapfenfasern (um diesen Ausdruck beizubehalten) das einzige auffallende. Allein Müller gibt des weiteren an, dass neben diesen Zapfenfasern noch eine zweite Sorte von Fasern, welche die äussern Retinaschichten radial durchsetzen, vorkommen; Fasern, welche sich mehrfach verästeln und deren peripherisches Ende sich ähnlich verbreitere und zur limitans externa verhalte wie die Radialfasern zur limitans interna. Von einem Zusammenhang dieser Fasern mit den eigentlichen

Müller'schen Radialfasern wird nichts gesagt, ebensowenig von einem solchen der Zapfenfasern mit den letztern, so dass wir beim Chamäleon drei verschiedene Fasersysteme hätten, die schiefen Zapfenfasern und die zwei radialen, nach Müller zellgewebigen Fasern der innern und äussern Retinaschichten. Da ich weder bei den Eidechsen, noch den Schildkröten oder irgend welchen andern Thieren etwas ähnliches gesehen habe, im Gegentheil den innigen Zusammenhang oder die Verbindung der Zapfenfasern mit den radialen Zellgewebs(?)-Fasern aller Retinaschichten nachgewiesen habe, so kann ich einige Zweifel in die Genauigkeit der Beobachtungen Müller's nicht unterdrücken und muss zum wenigsten annehmen, dass auch beim Chamäleon die radialen Fasern der verschiedenen Schichten in innigem gegenseitigem Zusammenhange stehen, d. h. trotz des verschiedenen äussern Ansehens in den verschiedenen Schichten, dennoch ein Ganzes bilden, wie z. B. bei den Haien, wo die Radialfaser ein so abweichendes Ansehen in den zentralen oder den peripheren Theilen der Retina zeigt. In Bezug auf die Verbreiterung des peripheren Endes könnte vielleicht das Verhältniss ein ähnliches sein wie bei der Schildkröte, wo es sich zur Aufnahme des Zapfenkornes trichterförmig erweitert. Dagegen könnte ich mir die Ausnahmsbildung denken, dass der periphere Ausläufer der spindelförmigen Zelle der innern Körnerschichte isolirt bis zum Zapfenkorne verlaufen könnte, statt sich mit der Radialfaser zu vereinigen und so das darstellte, was Müller die Zapfenfaser nannte. — Mit Vermuthungen ist aber nicht gedient, wesshalb ich nicht versäumen werde, Gelegenheit zu suchen, an frischen oder kurze Zeit eingelegten Augen des Chamäleon die Untersuchungen zu wiederholen; was vielleicht schon bei meinem nächsten Winteraufenthalt in Palermo möglich gemacht werden kann. Es würde mich um so mehr interessiren, das wirkliche Sachverhältniss kennen zu lernen, als man jetzt auf einmal auch

bei andern Thieren die Stäbchen und Zapfenfasern sich umbiegen lässt und die bisher fast überall als strukturlos befundene Zwischenkörnerschichte aus den horizontalen Zügen dieser Fasern konstruiren will.

Babuchin Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Auges, in der gleichen Zeitschrift Bd. IV 1863. Leider kann ich Babuchin auf das Gebiet der Entwicklungsgeschichte nicht folgen, weil mir zu wenige Beobachtungen zu Gebote stehen. In Bezug auf die Entwicklung der Zapfen sind die Angaben Babuchin's denjenigen von Hensen geradezu entgegen und auch meine Beobachtung an der neugebornen Katze stimmt nicht damit, da ich bei derselben noch keine Spur von Zapfen vorgefunden habe, während die übrigen Schichten der Retina doch schon ziemlich deutlich geschieden waren. Dagegen habe ich auch bei Kaulquappen des Laubfrosches die Entwicklung der Zapfen schon in früherer Periode als bei der Katze angetroffen und im Grunde des Auges schon vollkommen entwickelte, sogenannte Stäbchen gesehen, während an der Peripherie der Retina noch nichts von denselben zu sehen war. Interessant ist mir, dass Babuchin die Entwicklung der Stäbchen und Zapfen des Frosches durchaus gleich geschehen lässt; ja in den Stäbchen sogar die gelben Fetttropfen im Beginne gefunden hat, so dass der einzige Unterschied die stärkere Entwicklung der Spitze ist. Meine Vermuthung, es möchten die zwei Formen von Zapfen nur zwei verschiedene Entwicklungsstufen repräsentiren, ist durch die Arbeiten Babuchin's zwar nicht bestätigt, da er nirgends angibt, dass die Zapfen sich später zu Stäbchen umwandeln; allein unwahrscheinlicher ist sie dadurch auch nicht geworden, da das angegebene Verhalten der Fetttropfen zur verschiedenen Ausbildung der ursprünglichen Bildungszellen noch mehr darauf hinweisen könnte. Wir haben schon bei den Zapfen der Vögel etc. gesehen, dass mit dem Schwinden der Fetttropfen auch

die Entwicklung der Zapfenspitze eine bedeutendere wird, während umgekehrt diejenige der übrigen Theile des Zapfens zurückbleibt. Auf pag. 78 und 79 spricht Babuchin sich ganz entschieden für die Identität der Stäbchen und Zapfen in genetischer und morphologischer Beziehung aus und was er hier in Bezug auf die Elemente der Stäbchenschichte bei den Fröschen sagt, gilt gewiss nicht weniger für die meisten Formen der Zapfen anderer Thiere, die bisher für Stäbchen erklärt wurden. — Es scheint mir ferner nicht vollständig aufgeklärt zu sein, ob die Zapfen wirklich aus den äussersten Zellen der Retina selbst entstehen oder ob sie in etwelcher Beziehung stehen zur Entwicklung der lamina pigmenti. Babuchin spricht sich zwar ganz entschieden zu Gunsten der erstern Ansicht aus, aber ich vermisse nähere Angaben über das Verhalten der Pigmentzellen mit ihren Fortsätzen und was mich ganz besonders stört, ist, dass er das Pigment dieser Zellen immer auf der äussern, der Stäbchenschichte abgewandten Seite zeichnet. Mit diesen Zweifeln will ich den ausgezeichneten Untersuchungen Babuchin's nicht im geringsten zu nahe treten, sondern wünsche damit nur auf einige noch nicht ganz aufgeklärte Punkte aufmerksam zu machen. Ebenso wäre es von höchstem Interesse, wenn es Babuchin gelingen würde, seinen Satz auf Seite 78: „Es unterliegt keinem Zweifel, dass einige dieser (Zellen-) Fortsätze mit Ausläufern der Ganglienzellen in Verbindung stehen, während andere wahrscheinlich in Opticusfasern übergehen," vollkommen sicher zu stellen. Wie ich in meinen Mittheilungen ausgesprochen habe, ist es nicht ganz wahrscheinlich, dass alle Fasern der Nervenschichte in Ganglienzellen endigen, wie H. Müller angenommen hat, und ich freue mich durch Babuchin in dieser Ansicht unterstützt zu werden. Die Sache scheint mir von grossem Interesse zu sein, weil ein verschiedenes Verhalten der Nervenfasern zu den Ganglienzellen auch die Ver-

schiedenheit der durch die Nervenfasern weiter geleiteten Eindrücke leichter erklären würde. — Auch Babuchin leugnet die Existenz einer selbständigen Membrana limitans externa und behauptet die Zellennatur für alle sogenannten Körner der Retina.

Im V. Bande derselben Zeitschrift 1864 gibt Babuchin Mittheilungen über den Bau der Cephalopodenretina. Diese Angaben stimmen fast vollkommen mit dem, was ich gesehen habe, und während Babuchin die Struktur der Stäbchen genauer beobachtet hat als ich, so freue ich mich seine Beobachtungen durch eine genauere Erforschung der Pigmentschichte ergänzen zu können. Es ist nämlich Babuchin entgangen, dass im Innern der pigmentirten Endanschwellung der Stäbchen eine Zelle versteckt liegt, die dem Zapfenkorn bei andern Thieren entspricht und es bleibt nur noch übrig, die Art des Zusammenhanges der von mir genannten Stäbchen zweiter Reihe (B. nennt sie nur Ausläufer der Nervenzellen) mit dem Zapfenkorn zu ermitteln; denn obgleich Babuchin den gröbern Zusammenhang der verschiedenen Elemente der Retina an isolirten Präparaten nachgewiesen hat, so scheint auch ihm das fatale Pigment die Einsicht in die feinere Konstruktion verlegt zu haben. — In dem Anhang zu dem Beitrage der Entwicklungsgeschichte der Retina vertheidigt Babuchin die Selbständigkeit der faserigen Ausläufer der Zellen, respektive der Radialfasern gegenüber M. Schulze und gibt ganz dieselbe Darstellung des gegenseitigen Verhaltens der Fasern und der Bindesubstanz, wie ich sie oben ausgeführt habe; eine nicht unwesentliche Unterstützung für meine Ansicht, dass die Radialfasern keineswegs nur rein bindegewebiger Natur und nur Stützfasern im Sinne Schulze's seien. — Dass meine oben ausgesprochenen Zweifel über die Entwicklung der Zapfen nicht ganz unbegründet waren, wird dadurch bestätigt, dass Babuchin selbst seine frühern Angaben nun

auf Seite 142 etwas modifizirt; seine Angaben sind aber noch zu unbestimmt; hoffen wir, dass seine fortgesetzten Bemühungen ihn recht bald mit bestimmteren Resultaten belohnen werden.

---

## Erklärung der Abbildungen.

### Taf. I.

Fig. 1. Elemente der Stäbchenschichte vom Rind, Schaf und Schwein.
» 2. Zapfen des Kaninchens.
» 3. Epitheliumzellen der Membrana limitans, resp. hyaloidea vom Schweine.
» 4. Dieselben Zellen in ihrer Lage zur Nervenfaserschichte und ihre Verbindung mit den Radialfasern.
» 5. Zapfen der Taube: a. mit rothen Fetttropfen und rothem körnigem Pigment im Zapfenkörper; b. abnorme Zapfen ohne Fetttropfen.
» 6. Schnitt aus der Retina des Huhns (die seitlich stehenden Buchstaben bezeichnen hier, wie bei allen übrigen Schnitten, die Schichten der Reihe nach, wie im Texte).
» 7. Zwei Zapfen isolirt in Verbindung mit ihrem Zapfenkorn und der Radialfaser, welche durch eine spindelförmige Zelle unterbrochen scheint. Letztere liegt nicht wie gewohnt an der Grenze der granulösen Schichte, sondern an der äussern Grenze des mittlern Dritttheils der innern Körnerschichte (Taube).
» 8 u. 9. Zeigt die Verbindung des Zapfenkorns mit dem kegelförmigen Körperchen und die gegenseitige Lagerung der Elemente der äussern Körnerschichte (Taube).
» 10. Eine Radialfaser der Taube. Das periphere Ende erweitert sich zu einer selbständigen Hülle für das (hier herausgefallene) Zapfenkorn, von ihr geht eine Faser aus, die sich spaltet und während der eine Ast sich als eigentliche Radialfaser fortsetzt, verbindet sich der andere mit der querüber liegenden spindelförmigen Zelle.
» 11. Pigmentzelle vom Huhn mit langen Pigmentfortsätzen.
» 12. Pigmentzelle der Schildkröte (Chelonia imbricata).
» 13. Zapfen der Schildkröte, theils in Verbindung mit dem Zapfenkorn, theils abgerissen von demselben.
» 14. Abnorme Zapfen der Schildkröte.
» 15. Zapfen in Verbindung mit dem kegelförmigen Körperchen, isolirt (Schildkröte).
» 16. Zeigt die veränderte Form, welche die Zapfen annehmen, wenn

die Retina in der Müller'schen Flüssigkeit erhärtet worden ist (Schildkröte).

Fig. 17. Isolirte Zellgewebsscheiden für das Zapfenkorn (Schildkröte).

» 18. Die Zellgewebsscheide ist etwas aufgebläht und von dem Zapfenkorn und dessen zentralen Ausläufer abgehoben, so dass diese Theile deutlich sichtbar werden (Schildkröte).

» 19. Schnitt des zentralen Theils der Retina der Schildkröte, zeigt die trichterförmigen Enden der Radialfasern, ihr Verhalten zur Nervenfaser- und Nervenzellenschichte, sowie zur granulösen Schichte, welche sie durchsetzen, um in der innern Körnerschichte mit den spindelförmigen Zellen und durch diese weiter sich mit den Zapfen zu verbinden.

» 20. Ein Zapfen in Verbindung mit seiner Radialfaser mehr oder weniger isolirt (Schildkröte).

» 21. Verhalten der Radialfasern in der äussern und innern Körnerschichte, ihre erweiterten peripherischen Endigungen zur Aufnahme des Zapfenkorns, ihre Verbindung mit den spindelförmigen Zellen und ihre Beziehungen zur Bindesubstanz zeigend (Schildkröte).

» 22. Dasselbe, aber mit Erhaltung der kegelförmigen Körperchen und der Zellen der Zwischenkörnerschichte (Schildkröte).

» 23. Dasselbe an einem isolirten Präparate.

» 24. Schnitt der Retina der Eidechse.

» 25. Feiner Schnitt der äussern Hälfte der Retina der Eidechse.

» 26 u. 27. Zeigt das Verhalten des Zapfenkorns zum kegelförmigen Körperchen und die Verbindung mit der Radialfaser (Eidechse).

» 28. Granulöse Schichte und Endigung der Radialfasern (Eidechse).

» 29. Zapfen der Natter mit und ohne Fetttropfen.

## Taf. II.

Fig. 1. Schnitt der Retina der Kröte.

» 2 u. 3. Isolirte Zapfen mit Zapfenkorn.

» 4. Pigmentzellen mit gelben Fetttropfen (Kröte).

» 5. Schnitt der zentralen Partie der Retina der Kröte.

» 6. Radialfasern in Verbindung mit den Zapfenkörnern ($SO_3$-Präparat).

» 7. Zeigt den Einfluss der $SO_3$ auf die Zapfen und ihr Korn (Kröte).

» 8. Grosse und kleine Zapfen von Rana esculenta.

» 9. Zapfen von Triton.

» 10. Schnitt der Retina von Trigla. Zeigt die weit auseinander stehenden Zwillingszapfen und zwischen denselben die stäbchenförmige Zwischensubstanz.

» 11. Zapfen der Trigla.

» 12. Schnitt der zentralen Hälfte der Retina von Trigla.

» 13. Schnitt der Retina von Opa. Zeigt die stäbchenförmige Stützsubstanz in mächtiger Lage zwischen Zapfen und Körnerschichte.

Fig. 14. Zapfen und Pigmentzellen von Opa.
» 15. Zapfen von Lophius piscatorius, links kleine abnorme Zapfen.
» 16. Zeigt den Fortsatz des Zapfenkorns, welcher in den Zapfenkörper eindringt: a. unvollkommen herausgezogen; b. ganz herausgezogen.
» 17. Pigmentzellen mit ihren langen Pigmentfortsätzen von Lophius piscatorius.
» 18. Zapfen mit Korn und Zapfenfaser mit kegelförmigem Ende (Scorpæna).
» 19 u. 20. Dasselbe von Merluccius. Die Interzellularsubstanz der äussern Körnerschichte ist zu einer selbständigen Grenzmembran verdichtet.
» 21. Zeigt das seitliche Aufsitzen der Spitze auf dem Zapfenkörper (Merluccius).
» 22 u. 23. Radialfasern von Merluccius.
» 24. Epitheliumzellen der Membrana limitans.
» 25. Dieselben in ihrer Lage und Verbindung mit den Radialfasern (Merluccius).
» 26. Schnitt der Retina von Rochen.
» 27 u. 28. Isolirte Zapfen und Zapfenspitzen von Rochen.
» 29. Gruppe abgerissener Zapfenspitzen (Rochen).
» 30. Zellen der lamina pigmenti (Rochen).
» 31. Mehrere Zapfen gruppiren sich zu einer Faser, welche mit einer Zelle der innern Körnerschichte in Verbindung tritt.
» 32. Zeigt, wie die Ganglienzellen durch Fortsätze unter sich und mit den Nervenfasern in Verbindung stehen (Rochen).
» 33. Isolirte grosse Zelle der Zwischenkörnerschichte, umgeben von der kleineren Art dieser Zellen (Rochen).
» 34 u. 35. Grosse Zellen der Zwischenkörnerschichte von Nessole (Hai).
» 36. Solche Zellen von Scomber von der Fläche und von der Seite gesehen: a. Balkengerüste der Zwischenkörnerschichte.
» 37. Isolirte Zapfen mit Korn von Chat de mer (Hai).
» 38 u. 39. Verhalten der Radialfaser zu den Zellen der äussern Körnerschichte (Zapfenkörner), zu den spindelförmigen Zellen und deren Ausläufern (Chat de mer).
» 40. Epithelzellen der Membrana limitans (Hai).
» 41—44. Verhalten der Radialfaser im zentralen und peripheren Theile der Retina von Nessole, ihr Verhältniss zu den spindelförmigen Zellen und deren Ausläufern.
» 45. Eine spindelförmige Zelle ist durch eine Faser mit einer Ganglienzelle in direkte Verbindung gesetzt (Chat de mer).

## Taf. III.

Fig. 1. Krystallkörper von Palinurus, deren spitzes Ende in mehrere Fortsätze oder Aeste sich spaltet, welche mit Fettkügelchen erfüllt sind.

» 2. Verlauf dieser Fortsätze in einer gelblich granulösen Schichte in regelmässigen Abständen und ihre Verbindung mit stark pigmentirten spindelförmigen Körpern (Palinurus).

» 3. Ein solcher Körper isolirt zeigt am einen Ende den Verbindungsstiel mit dem Krystallkörper, am andern den Austritt von vier Fasern mit zelliger Anschwellung an ihren Enden (Palinurus).

» 4. Zeigt das Verhalten der vier Fasern vor und hinter der durchlöcherten Membran, sowie während ihres Durchgangs durch dieselbe.

» 5. Verbindungsstiele zwischen Krystall- und spindelförmigem Körper von letzterem losgelöst, zeigen an ihrem roth pigmentirten Ende vier austretende feine Fasern (Palinurus).

» 6. Dasselbe mit Essigsäure behandelt zeigt die Fasern auch innerhalb der Verbindungsstiele.

» 7. Stück der durchlöcherten Membran von Pigment möglichst befreit (Palinurus).

» 8. Ein gleiches Stück auf dem Durchschnitte gesehen. Man sieht den Durchtritt der Nervenfasern durch die Kanäle der Membran, ihre Einschnürung innerhalb und Anschwellung jenseits derselben.

» 9. Ein Stück dieser Membran noch ziemlich pigmentirt. Die austretenden Fasern sind nur in ihrer angeschwollenen Partie von Pigment überzogen (Palinurus).

» 10. Nervenfasern, welche, aus dem Ganglion opticum kommend, in regelmässigen Zügen gegen die durchlöcherte Membran ziehen, zeigen eine kolbige Anschwellung vor dem Eintritte in die Membran (Palinurus).

» 11. Schnitt, welcher eine Gruppe Nervenfasern c zeigt, welche aus dem entsprechenden Stücke der durchlöcherten Membran a herausgezogen sind; b stellt die zapfenartigen Stücke der Fasern dar, welche aus den Kanälen der Membran herausgezogen sind (Palinurus).

» 12 u. 13. Spindelförmige Körper von Garneelen.

» 14. Ebensolcher einer Krappe.

» 15. Spindelförmiger Körper einer Krappe mit den austretenden Fasern (die Anschwellungen der Fasern sind zu plump gezeichnet).

» 16. Solche von Garneelen in Verbindung mit Krystallkörpern.

» 17. Krystallkörper und Stäbchen von Lithobius.

» 18 u. 19. Die Krystallkörper von der Seite und von oben gesehen.

» 20. Stäbchen der Wespe zeigen innerhalb einer granulösen Masse vier in der Mitte verlaufende Fasern; die Pigmentzellen mit ihren Ausläufern sind vom Krystallkörper abgestreift.

Fig. 21. Stäbchen einer andern Wespe.
» 22. Eine Pigmentzelle isolirt.
» 23. Krystallkörper und oberer Theil eines Stäbchens der Rossfliege mit den Pigmentzellen.
» 24. Krystallkörper und oberster Theil der Stäbchen von Libellen.
» 25. Dasselbe von einer Heuschrecke.
» 25'. Zeigt die Zusammensetzung der Stäbchen aus kernhaltigen Fasern (Heuschrecke).
» 26. Krystallkörper und Stäbchen des Schwalbenschwanzes.
» 27. Schnitt der Retina der Cephalopoden.
» 28. Epithelialzellen der Membrana hyaloidea mittelst faseriger Ausläufer mit den Stäbchen verbunden (Sepia).
» 29. Isolirte kernhaltige Zellen der Membrana hyaloidea.
» 30. Einfache Lage von Stäbchen mit den abgerissenen Fäserchen an ihren Enden.
» 31. Pigmentanhäufung im Innern des zentralen Endes der Stäbchen, von welchen sich ein feiner Pigmentstreifen durch das ganze Stäbchen bis zu dessen äusserm Ende zieht.
» 32. Verbindung des äussern Endes der Stäbchen mit röthlichen Zellen (Zapfenkorn), welche von Pigment dicht eingehüllt sind.
» 33. Stäbchen zweiter Reihe und deren Kerne oder Zellen.
» 34. Stäbchen zweiter Reihe isolirt.