

Studien zur vergleichenden Histologie der Retina.

Von

Dr. **P. Schiefferdecker**, Prosector in Göttingen.

Hierzu Tafel XXII, XXIII und XXIV.

1. Zur Kenntniss des Stützgewebes.

Im Jahre 1877 fand ich bei Untersuchung der Retina eines Kaninchens, deren Elemente durch Behandlung mit Ranvier'schem Alkohol isolirt waren, zufällig Zellen, welche sich als die von W. Müller mit dem Namen der „tangentialen Fulcrumzellen“ bezeichneten erwiesen. Die charakteristischen Form- und Lageverhältnisse, welche diese Zellen hier und bei anderen Thieren zeigten, veranlassten mich, die Untersuchung auf Wirbelthiere aller Klassen auszudehnen und auch die Müller'schen Stützfasern, welche ähnlich charakteristische Formen darboten, in den Kreis der Untersuchung hineinzuziehen. Diese Arbeit, welche im Laufe der Jahre mehrfach unterbrochen, doch im ganzen zusammenhängend fortgesetzt wurde, ist nun so weit gefördert, dass ich es wagen zu können hoffe, sie der Oeffentlichkeit zu übergeben, wenngleich ich mir selbst sehr wohl bewusst bin, wie viel Lücken noch auszufüllen sind. Die oft recht grosse Schwierigkeit der Untersuchung, wie die der Beschaffung des Materials mögen zur Entschuldigung für manche Unvollständigkeit dienen.

Die Müller'schen Stützfasern und die tangentialen Fulcrumzellen W. Müller's bilden zusammen den Haupttheil der Stützsubstanz der Retina und erscheinen als morphologisch gleichwerthig. Während die Müller'schen Stützfasern die Retina radiär durchsetzen, liegen die tangentialen Fulcrumzellen parallel den übrigen Schichten der Retina. Demgemäss schlage ich vor, die Namen dieser Zellen zu ändern und die ersteren als „radiäre

Stützzellen“, die letzteren als „concentrische Stützzellen“ zu bezeichnen. Ich werde mich im Folgenden dieser Namen bedienen, welche mir den Vorzug der Einfachheit und Klarheit vor den bis jetzt üblichen zu haben scheinen, da sie Lage, Zweck und auch Beschaffenheit der zu bezeichnenden Gebilde hervorheben, insofern sie die Zellnatur derselben und ihre Verschiedenheit von Bindegewebszellen betonen. „Tangential“ liegen die Zellen, wie schon erwähnt, nicht, sondern „concentrisch“.

Beide Zellarten sind von lange her bekannt. Die radialen sind auch im wesentlichen so genau und eingehend beschrieben worden, dass ich die sehr grosse Literatur hier vernachlässigen zu können glaube mit Ausnahme einiger weniger Angaben bei strittigen Punkten. Trotz dieser vielfachen Bearbeitungen scheint mir indess auf manche Dinge, wie z. B. auf die charakteristische Form dieser Zellen noch zu wenig Gewicht gelegt worden zu sein. Allerdings ist ja dabei auch zu berücksichtigen, dass dieses Studium dann erst ein wahres Interesse für den betreffenden Forscher erhalten konnte, wenn man die concentrischen Stützzellen in ausgedehntem Maasse der Beobachtung unterzog. Diese letzteren sind nun aber bis jetzt eigentlich recht stiefmütterlich behandelt worden, woran allerdings wohl mit der Umstand Schuld sein mag, dass sie viel schwieriger zu untersuchen sind, als die radialen und auf senkrechten Schnitten gerade bei den höheren Thieren durchschnittlich nur wenig in's Auge fallen.

Zuerst gesehen sind dieselben wohl von H. Müller, jenem ausgezeichneten Erforscher der Retinastructur. Im Jahre 1851 berichtet derselbe in der physikal.-medizin. Gesellschaft zu Würzburg „Ueber sternförmige Zellen der Retina“ (1. 2). Er beschreibt dieselben hier von Knorpel- und Knochenfischen und giebt an, dass man bisweilen zwei Lagen deutlich unterscheiden kann: die eine bestehend aus unregelmässig polygonalen, etwas körnigen Zellen, die durch kurze und zum Theil sehr breite Brücken mit einander so in Verbindung stehen, dass an manchen Stellen bloss Lücken bleiben, die kleiner sind als die Zellen, die zweite zusammengesetzt aus Zellen, deren zahlreiche Fortsätze verhältnissmässig zum Körper sehr entwickelt sind, indem dieser die Breite der stärkeren Aeste manchmal kaum übertrifft und die Länge der letzteren nahe 0,1^{mm} vom Kern aus beträgt. Die äussersten Zweige dieser Zellen anatomosiren nun ebenfalls und bilden so ein Netz,

durch dessen Maschen die radialen Fasern hindurch treten. Müller führt ferner an, dass bei anderen Fischen an analoger Stelle ein Netz von streifigen Strängen vorkomme, die kaum eine Spurzelliger Natur zeigen und sich mehr wie ein Fasergewebe ausnehmen. Müller lässt es zweifelhaft, ob jene Zellen Nervenzellen seien, neigt indessen mehr dazu, sie dem Stützgewebe zuzurechnen.

Im Jahre 1853 bespricht Müller (3) ebendasselbst wieder diese Zellen und führt an, dass sie in der Zwischenkörnerschicht von Fischen und Schildkröten vorkommen.

In eben diesem Jahre findet Vintschgau (4) auch derartige Zellen, ohne indess soviel von denselben wahrzunehmen, als Müller schon gesehen hatte.

Zu gleicher Zeit beschrieb Leydig (5) Zellen mit vielen Fortsätzen aus dem Auge des Störs als Ganglienzellen. In seiner gleich zu erwähnenden Arbeit ist Müller der Ansicht, dass dieselben nicht Nervenzellen gewesen seien, sondern die von ihm schon gefundenen sternförmigen Zellen mit nicht nervösem Charakter.

Im Jahre 1856 geht H. Müller in einer grösseren Arbeit (6) über die Retina näher auf die betreffenden Zellen ein und giebt Abbildungen von denselben. Taf. I, Figg. 9—11 zeigen solche vom Kaulbarsch. An Fig. 9 sieht man die beiden schon oben erwähnten Lagen, und Müller fügt die Beobachtung hinzu, dass die schlankeren, ein weitmaschigeres Netzwerk bildenden Zellen, die innere der beiden Lagen einnehmen. Vom Barsch wird eine ähnliche Zelle abgebildet. „Bei einigen Fischen“, sagt H. Müller (6, pag. 19), „(z. B. *Cyprinus barbus*, *Leuciscus*) findet sich an analoger Stelle ein dichtes Netz von streifigen ramificirten Strängen, 0,002—0,006 mm breit, welche ähnliche Lücken lassen wie jene Zellen, an denen aber eine Zusammensetzung aus Zellen kaum zu erkennen ist, ob schon einzelne dickere Stellen den Zellenkörpern zu entsprechen scheinen. Bisweilen fand ich ein solches Netz von Strängen neben deutlichen Zellen. Bei Rochen und Haien sind den oben beschriebenen ähnliche zum Theil kolossale Zellen sehr deutlich“. „Wenn demnach das Vorkommen solcher Zellen in der angegebenen Schicht (Zwischenkörnerschicht) bei Fischen allgemein zu sein scheint, so ist es auffallend, dass evident ähnliche Zellen mir bis jetzt ausserdem nur bei Schildkröten vorgekommen sind, wo sie ebenfalls mit vielen und langen Fortsätzen versehen sind, deren Anastomosen

ich übrigens dort noch nicht gesehen habe.“ In Hinsicht auf die Bedeutung der Zellen glaubt Müller nicht, dass sie nervös seien. Als Beispiel für die Zellen bei den Schildkröten bildet er solche von *Chelonia Midas* ab und bemerkt dazu in der Erklärung der Abbildungen ausdrücklich, dass ein Kern hier nicht zu sehen war. In einer Anmerkung (6, pag. 35) sagt er: „Bowman giebt an, bei den Schildkröten besonders schön die Nervenzellen mit Fortsätzen gesehen zu haben. Vielleicht hat er diese Zellen mit darunter begriffen.“

Max Schultze (7) bestätigt 1859 das Vorkommen der Zellen bei Fischen, und giebt Abbildungen derselben auf einem Querschnitt der Retina (Fig. 5 f) und von der Fläche gesehen (Fig. 6) von *Raja clavata*. Doch geben seine Beobachtungen nicht ein so genaues Bild der wirklichen Verhältnisse der Zellen wie die so ausgezeichneten von H. Müller.

Bei seiner Untersuchung der Froschretina fand Manz (8) 1861 in der Zwischenkörnerschicht Zellen von der Grösse und Form der äusseren Körner, welche manchmal eine einfache recht regelmässige Reihe bilden. Nach seiner Beschreibung und Abbildung zu schliessen werden diese Zellen wohl concentrische Stützzellen gewesen sein.

Heinemann (9) macht 1864 Mittheilungen über den Bau der Vogelretina und erwähnte dabei (pag. 258) „an die äussere Körnerschicht stossende kleine Zellen mit körnigem Inhalt“, von denen er meint, dass sie wahrscheinlich den von H. Müller bei Fischen beschriebenen grossen Zellen analog seien.

Steinlin (10) giebt 1865 eine genauere Beschreibung nebst Abbildung dieser Zellen bei Fischen, ohne indess mehr zur Kenntniss zu bringen als H. Müller. Auch des Vorkommens der Zellen bei der Schildkröte thut er Erwähnung.

Bei einem Säugethiere, dem Ochsen, fand Kölliker (11) unsere Zellen. Er sagt darüber (pag. 689): „Es fanden sich nämlich hier (in der Zwischenkörnerschicht) wagerecht liegende grössere Zellen mit deutlichen Kernen und ebenfalls wagerecht abgehenden Ausläufern, die auf senkrechten Schnitten wie bipolare Nervenzellen sich ausnahmen, höchst wahrscheinlich jedoch ebenfalls nur der Binde substanz der Retina angehören.“

W. Krause veröffentlichte 1868 seine Untersuchungen über die *Membrana fenestrata* (12), worin er die grossen von H. Müller gesehenen Zellen als *Membr. perforata* zusammenfasste. Genauer

werden wir auf diese Arbeit wegen der darin ausgesprochenen ganz eigenartigen Ansichten über die Retinastructur noch später einzugehen haben.

Landolt (13) bemerkt 1871 in seinen Beiträgen zur Anatomie der Retina von Frosch, Salamander und Triton kurz, dass er die von Manz beschriebenen Zellen und ebenso die nach Krause die Membr. fenestrata bildenden nicht habe finden können.

Beim Pferde wurden die concentrischen Stützzellen dann von Rivolta (14) 1871 gefunden. Diese Arbeit war mir nicht zugänglich. Aus der folgenden (15) ist zu entnehmen, dass Rivolta die Zellen für nervös hielt: „Non esitai un istante a collocarle fra le cellule nervose, poichè la loro forma, il contenuto e la varicosità dei prolungamenti le identificava no alle cellule nervose.“

Wie ebenfalls aus der folgenden Arbeit (15) hervorgeht, leugnete Rivolta, dass in der Retina des Pferdes eine Krause'sche Membrana fenestrata existire „in luogo di tale membrana esiste uno strato di cellule multipolari, collocate orizzontalmente, che sembrano alquanto appianate, di forma fusiformi, rotonde, stellate, del diametro di 0,016—0,04 mm.“ (15, pag. 303).

Im darauf folgenden Jahre beschreiben Golgi und Manfredi (15) dieselben Zellen vom Pferde und geben Abbildungen derselben, sowohl von einer frei isolirten Zelle wie eine Flächenansicht eines Stückes der äusseren granulirten Schicht mit der Schicht der concentrischen Stützzellen und einem Theile der inneren Körnerschicht. Die Zellen werden dargestellt und beschrieben als grosse kernhaltige, abgeplattete mit vielen sich theilenden Fortsätzen, die varicös erscheinen, versehene Zellen, deren Fortsätze mit denen benachbarter sich kreuzen und so ein Flechtwerk darstellen. Aehnliche Zellen kommen auch in der Nervenfaserschicht vor, doch sind dieselben viel kleiner und zarter. Golgi und Manfredi weisen die Ansicht von Rivolta, dass die Zellen nervös seien, zurück.

Sodann gedenkt 1874 Schwalbe (16) unserer Zellen ausführlicher und giebt (p. 393) eine Abbildung derselben (Flächenansicht des von den Zellen gebildeten Netzwerkes). Das Präparat wurde gewonnen durch eine Flächenspaltung der Retina des Pferdes nach Behandlung mit verdünnter Chromsäure (ebenso wie bei Golgi und Manfredi), isolirt hat Schwalbe die Zellen nicht. Er sieht auf dem so gewonnenen Flächenpräparate „zahlreiche

nach den verschiedensten Richtungen innerhalb der Ebene der äusseren granulirten Schicht verlaufende sich verfilzende Fasern. Von Stelle zu Stelle sind in dies Flechtwerk schöne, runde, homogene Kerne mit glänzenden Kernkörperchen eingebettet. Dieselben zeigen sich von einer flachen Ansammlung feinkörniger Substanz umgeben, die an ihren Rändern zahlreiche einfache und verästelte Fortsätze abgiebt.“ Schwalbe hält die Zellen nicht für nervös und meint, dass die zahlreichen in der Schicht verlaufenden varicösen Fäserchen nichts mit den Ausläufern dieser Zellen zu thun haben. Er sagt dann ferner: „Dass auch bei anderen Säugethieren die entsprechenden Elemente nicht fehlen, beweist das Vorkommen von Kernen, die nach M. Schultze innerhalb dieser Schicht allgemein, wenn auch spärlich verbreitet sind. Ich habe mich von ihrer Existenz im Auge des Menschen überzeugt.“ Schwalbe giebt dann Abbildungen von den schon H. Müller bekannten Zellen der Fische, und zwar vom Hecht: kernhaltige Zellen mit ganz kurzen Fortsätzen in einer äusseren, kernhaltige Zellen mit längeren Fortsätzen in einer inneren Schicht, in der ersten überall Grenzlinien zwischen den einander berührenden Fortsatzenden sichtbar, in der zweiten die Fortsätze ohne solche ineinander übergehend. Dann endlich beschreibt er noch eine dritte äusserste Lage „auf der äusseren Seite der äusseren granulirten Schicht, die bisher noch nicht bekannt war. Dieselben scheinen mir von der wesentlichsten Bedeutung für das Verständniss der granulirten Substanz überhaupt und stellen sich an Chromsäurepräparaten folgendermassen dar (dazu Figur). In einer dünnen Schicht eines aus feinen mit Körnchen besetzten Bälkchen gestrickten Netzwerks erscheinen kleine kugelige granulirte Kerne ohne Kernkörperchen in ziemlich regelmässigen Abständen von einander eingebettet. Um diese Kerne herum verdichtet sich das Netzwerk jedesmal zu einer feinkörnigen Masse, so dass dadurch das Ganze in einzelne Zellenterritorien zerfällt. Denken wir uns die Kerne hinweg, so haben wir ein Bild, welches dem der inneren granulirten Schicht der Fische nach derselben Behandlung vollkommen gleicht. Wenn wir nun ferner die Ansammlung feinkörniger Substanz um die Kerne dichter, das die Zellenterritorien verknüpfende Netzwerk dagegen sehr weitmaschig und spärlich werden lassen, so erhalten wir die Zellen der äusseren granulirten Schicht des Pferdes. Andererseits beweist das von M. Schultze beim Rochen beschriebene Bild, dass

auch die inneren Zellen stellenweise das Bild der granulirten Substanz, so wie ich sie § 18 geschildert habe, darbieten können. Wenn wir ferner wissen, dass die äussere granulirte Schicht sich in ganz ähnlicher Weise bildet, wie die innere (Babuchin), so können wir die Verschiedenheiten beider nur noch darin finden, dass in der äusseren die embryonalen Bildungselemente der granulirten Substanz bei spärlicher Bildung der letzteren wohl erhalten bleiben, stellenweise sogar sich zu wohl charakterisirten Zellen verschiedener Art entwickeln, während in der inneren granulirten Schicht die zelligen Elemente sehr zurücktreten. Mit demselben Recht, wie wir die Hauptmasse der inneren granulirten Schicht für nicht nervös erklärt haben, müssen wir dasselbe auch für die äussere annehmen, trotz der grossen Aehnlichkeit der Zellkerne mit denen von Ganglienzellen. Letztere scheint lediglich ein interessantes Document für die gemeinsame Abstammung der Elemente der granulirten Substanz, sowie der Ganglienzellen der Retina aus demselben vom Keimblatt gelieferten Bildungsmateriale der Netzhaut zu sein.“

Im Jahre 1873 schon war die grosse Arbeit von Langerhans (17) über *Petromyzon Planeri* erschienen. In dieser findet sich auch eine eingehende Beschreibung der Retina. Langerhans beschreibt in dieser eine doppelte Schicht von Ganglienzellen, welche sehr gross und auffallend seien, und zwischen denen eine Schicht von Opticusfasern — secundäre Schicht — eingeschoben sei, so dass diese drei Lagen von aussen nach innen aufeinander folgten, aussen unmittelbar an die äussere granulirte Schicht anstossend, innen an die inneren Körner, auf welche dann die unregelmässig gelagerte primäre Schicht der Opticusfasern gefolgt von der inneren granulirten sich anschlossen. Langerhans schliesst sich in dieser Deutung des Befundes im wesentlichen an M. Schultze an, welcher 1871 eine kleinere Mittheilung über die Retina der Neunaugen gemacht hatte (18).

Gegen diese Auffassung von M. Schultze und Langerhans, dass die ebenbeschriebenen Zellen nervös seien, wendet sich W. Müller 1874. Er ist der erste, welcher die Zellen als eine besondere von der äusseren granulirten getrennte Schicht beschreibt, der er den Namen der „Schicht der tangentialen Fulcrumzellen“ giebt. Erst über dieser Schicht (nach aussen vor ihr) findet der Contact der Nervenenden und Sehzellen statt. Bei Petro-

myzon ist die Schicht höher entwickelt, als bei irgend einer der folgenden Wirbelthierklassen, und sie wird dargestellt von zwei Etagen grosser quadratischer Zellen, zwischen welchen eine Schicht ganz flacher, in faserartige Ausläufer sich fortsetzender Zellen gelagert ist. Die Entwicklung dieser zwischenliegenden Zellen und ihre allmähliche Abflachung lässt sich während des Larvenstadiums Schritt für Schritt verfolgen. Weder diese noch die grossen Zellen sind nervös. Bei *Petromyzon Planeri* besteht ein Zusammenhang der oberen Zellenlage mit dem Fulcrumnetz der Schicht der Nervenansätze, bei *Petromyzon fluviatilis* und *Lampetra* fehlt derselbe. „Unter den höheren Vertebraten zeigt nur die Klasse der Fische eine Annäherung in dem Verhalten der Schicht an *Petromyzon*; die Modificationen des Baues sind aber in den einzelnen Familien so beträchtlich, dass schon aus diesem Umstande sich ergibt, dass in derselben ein fundamentaler Bestandtheil der Retina nicht gegeben ist. Am nächsten steht dem Befunde bei *Petromyzon* der Bau der Schicht bei den Percoiden, wie aus der Fig. 7c auf Taf. XIII ersichtlich ist. Die äussere Lage quadratischer, mit grossem Kern versehener Zellen stimmt hier mit der entsprechenden von *Petromyzon* nahezu überein, die innere Schicht dagegen hat eine Anpassung erfahren, in Folge deren sie aus mehreren Lagen grosser, aber flacher Zellen sich zusammensetzt. Bei den Cyprinoiden und Lophobranchiern sind beide Schichten wieder erkennbar, aber die innere ist weniger entwickelt als bei den Percoiden. Bei den Selachiern sind die quadratischen Zellen überhaupt in Wegfall gekommen, um einer einfachen, stellenweise doppelten Lage grosser, in radialer Richtung mässig abgeflachter, am Rande mit kurzen Ausläufern versehener Zellen Platz zu machen.

Bei den höheren Vertebraten findet sich die ganze Schicht nur in einem Rudiment; ich rechne hierher die einfache unzusammenhängende Lage rundlicher Zellen, welche besonders deutlich bei Reptilien und Vögeln der inneren Fläche der Schicht der Nervenansätze dicht anliegt und am gehärteten Präparate nicht selten durch einen schmalen Raum von den unten liegenden Elementen der Retina getrennt ist.

Ich vermag in der ganzen Schicht weiter nichts zu sehen, als eine Sicherungsvorrichtung, durch welche die zarten Fortsätze der Zellen des Ganglion retinae in ihrer Lage befestigt werden, und bringe damit das Vorhandensein der Lücken in Zusammenhang,

welche zwischen den mächtigen Zellkörpern in fast regelmässigen Abständen angebracht sind.“

Etwas früher schon bespricht auch M. Schultze (20) wieder diese Zellen in seinem Aufsätze über die Retina in Strickers Handbuch der Gewebelehre. Er erkennt dieselben als sicher nicht nervös an, und lässt sie in ihrer höchsten Entwicklung bei den Fischen eine nach innen von der äusseren granulirten Schicht gelegene besondere Lage bilden, welche er mit dem in seiner früheren Arbeit (7) bereits sich findenden Namen Stratum intergranulosum fenestratum bezeichnet. „Die Substanz der kernhaltigen und durch Ausläufer anastomosirenden oder wie mit einem Loch-eisen ausgestossenen Platten besitzt häufig die Structur netzförmig gestrickter (Plagiostomen) oder fibrillärer Bindesubstanz (Perca) und hängt, wie ich gezeigt habe, mit derjenigen der radialen Stützfasern oft direct zusammen. Bei *Perca fluviatilis* finde ich diese gefensterte Zwischenkörnerschicht aus drei besonderen Lagen zusammengesetzt. Die Mitte nehmen die platten sternförmigen Zellen ein, welche vielfach anastomosiren, deren Ausläufer aber auch ebenso breit wie die Zellen werden können, so dass die Schicht mehr einem Netz breiter, kernhaltiger Fasern gleicht. Dieselbe wird auf der einen Fläche bedeckt von einem Netz dünner, den elastischen Fasern ähnlich sich verzweigender und durchflechtender Fasern, welche in einfacher Lage ein weitmaschiges Geflecht bilden. Auf der anderen Fläche liegt eine dünne Platte scheinbar feinkörniger, mit runden Kernen durchsetzter Substanz von grosser Zartheit, in welcher sich runde Löcher befinden.“

Eine genauere Beschreibung dieser Schicht vom Hecht liefert 1874 Reich (21). Er findet hier die Zwischenkörnerschicht aus vier bis fünf Lagen bestehend, von denen die drei oder vier äusseren aus wirklichen Zellen, die innerste aber aus einem Geflechte von band- oder strangartigen Gebilden aufgebaut sind. Die Bestandtheile dieses Geflechts, welches der inneren Körnerschicht anliegt, sind 0,003–0,005 mm (einige auch mehr) breite und bis 0,2 mm lange offenbar platte Stränge, welche stellenweise eine ziemlich deutliche Streifung und an den Enden zuweilen eine mehr oder weniger ausgeprägte Auffaserung zeigen. Ein Kern ist in ihnen sehr selten zu finden. Auf diese folgen nach aussen zwei andere aus sternförmigen, tiefgelappten, einen granulirten Kern tragenden Zellen bestehend, deren oft lange Fortsätze anastomo-

siren und so rundliche oder ovale Lücken zwischen sich lassen. An Querschnitten der Retina erscheinen die Zellen als sehr schmale Streifen mit prominirenden ovalen Kernen. Die Retina spaltet sich leicht in dieser Schicht, welche vielleicht einem Lymphraum analog wäre, der von den beschriebenen Zellen ausgekleidet würde. Durch die Lücken zwischen den Zellen treten alle senkrecht durch die Retina ziehenden Theile, welche die innere und äussere Körnerschicht verbinden. Die nächste Lage, die äusserste der Zwischenkörnerschicht besteht aus Zellen von ganz anderer Art. Dieselben sind grösser, mehr oder weniger polygonal, haben eine beträchtliche Dicke, sind fein granulirt und enthalten einen grösseren, hyalinen, runden oder ovalen Kern mit glänzendem Kernkörperchen. Diese Zellen anastomosiren auch untereinander. Diese Zellen ähneln durchaus Nervenzellen. Ob sie wirklich solche sind, ist nicht möglich zu entscheiden. Verf. hat an Osmiumsäurepräparaten gearbeitet und auch Isolationspräparate angefertigt nach Behandlung mit verdünnter Osmiumsäure durch Schütteln.

Ebenfalls mit der Retina des Hechts beschäftigt sich Retzius in seiner 1871 schon abgeschlossenen, 1881 erst veröffentlichten Arbeit über die Netzhaut (22). Betreffs unserer Zellen sagt er folgendes (p. 93): „Die Zwischenkörnerschicht besteht beim Hecht aus nicht weniger als drei getrennten Lagen, nämlich: zu innerst ein etwas weitmaschiges und dünnes Balkenwerk einander in allen Richtungen kreuzender, recht grober, fast gleich dicker, der Länge nach feinstreifiger Balken, welche wahrscheinlich aus demselben Gewebe bestehen, wie die Stützfasern, dann folgen die von H. Müller beschriebenen eigenthümlichen, grossen, viel verzweigten, kernführenden, feinstreifigen, platten Zellen, welche wahrscheinlich auch zu demselben Gewebe wie die Stützfasern gehören, endlich findet sich nach aussen hin eine Lage feinkörniger Substanz, welche der moleculären Schicht ähnlich ist. Den Verlauf der Kernfortsätze durch die Zwischenkörnerschicht wahrzunehmen ist grossen Schwierigkeiten unterworfen, es gelang mir jedoch, dieselben durch die beiden ersten Lagen dieser Schicht zu verfolgen. Die Fortsätze sammeln sich nämlich zu Bündeln an und dringen durch grössere oder kleinere Löcher hindurch, welche in beinahe gleichen Entfernungen in den Balken- und Zellenlagen vorhanden sind.“

Die 1876 erschienene Arbeit von Krause über die Nerven-

endigung in der Retina, in welcher auch Beobachtungen über unsere Zellen sich vorfinden, werde ich mit den anderen Arbeiten dieses Autors gemeinsam später besprechen.

Eine kurz mitgetheilte Beobachtung, welche vielleicht auf concentrische Stützzellen zu beziehen ist, veröffentlichte 1875 Ewart(24). Er sagt, dass er an derselben Stelle, an der Schwalbe vom Hecht eine Schicht von grossen flachen kernhaltigen Zellen (in der Substanz der äusseren granulirten Schicht) beschrieben habe, eine Schicht, deren Zellen eine entschiedene Aehnlichkeit mit den von Schwalbe beschriebenen hätten, bei einem Hühnchen gefunden habe. An manchen Stellen des Präparats habe er sogar den Eindruck erhalten, dass zwei solche Zellschichten vorhanden seien, welche dann wohl entweder auf beiden Seiten der äusseren granulirten Schicht oder in deren Substanz liegen müssten.

Merkel (26) erwähnt 1876 in seiner Arbeit über die menschliche Retina die concentrischen Stützzellen nur kurz, indem er hervorhebt, dass solche in der menschlichen Retina sicher nicht vorhanden seien. Beim Rinde habe er sie auch gesehen, ähnlich wie Rivolta, Golgi und Manfredi, sowie Schwalbe sie vom Pferd beschreiben (p. 20, 21).

Merkel war so freundlich, mir Zeichnungen zur Verfügung zu stellen, auf denen nach früher von ihm angefertigten Präparaten derartige Zellen auf Quer- und Flächenschnitten der Retina von Rind und Hecht zu sehen waren.

Ranvier (25) beschreibt 1882 an der äusseren granulirten Schicht drei verschiedene Lagen kernhaltiger, nicht nervöser Zellen (p. 974—76):

1) Cellules basales externes, welche an der äusseren Grenze der Schicht zwischen den Stäbchen und Zapfenfasern liegen. Sie werden abgebildet und beschrieben zunächst vom Gecko, doch wird bemerkt, dass sie auch bei anderen Thieren vorkämen, z. B. Pelobates (auch Abbildung), Frosch. Nach den Abbildungen liegt eine Reihe von grossen, mehr rundlichen als ovalen Kernen der äusseren Seite der äusseren granulirten Schicht entweder unmittelbar an, oder in der Nähe derselben.

2) Cellules basales interstitielles, welche in der Dicke der Schicht liegen. Sie werden als grosse rundliche Zellen mit sehr grossen Kernen von Pelobates abgebildet, doch wird angegeben, dass man dieselben auch öfters beim Frosch antrifft.

3) Cellules basales internes, welche an der inneren Seite der äusseren granulierten Schicht (plexus basal nach Ranvier) anliegen und den von H. Müller früher beschriebenen Zellen entsprechen. „Chez ces animaux (perche, brochet) les cellules basales internes forme deux couches distinctes, qui se montrent très nettement sur des coupes de la rétine faites perpendiculairement à sa surface . . . la plus externe de ces couches est formée de cellules relativement épaisses, l'autre de cellules minces. Dans les préparations obtenues par dissociation . . . ces cellules se montrent étoilées, ramifiées, anastomosées les unes avec les autres de manière à constituer un réseau élégant, comparable à celui que forme les cellules basales de l'épithélium olfactif.“ Auch bei der Katze finden sich ähnliche Zellen, welche aber in einer Schicht liegen und auf dem Querschnitt ziemlich weit von einander entfernt erscheinen, isoliert man sie nach Maceration in Drittelalkohol, so sind es „cellules élégantes, munies d'un très grand nombre de prolongements aplatis et ramifiés.“

Im Jahre 1883 erwähnt Schwalbe (27) in einem Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane kurz das Vorkommen der betreffenden Zellen, ohne näher auf die Frage einzugehen (pag. 102).

In demselben Jahre giebt A. Dogiel (28) eine eingehende Beschreibung des Baues der Retina beim Stör. Er unterscheidet in der Schichteintheilung der Retina eine besondere „Schicht der sternförmigen Zellen“, welche zwischen der „Schicht der Nervenansätze“ und der „mittleren gangliösen Schicht“ resp. durch diese hindurch bis zur „Schicht des Neurospongium“ reicht, und in dieser „Schicht der sternförmigen Zellen“ lässt er liegen: eine doppelte Lage der sternförmigen Zellen und die tangentialen Fulcrumzellen von W. Müller. Er sagt pag. 462: „Die Schicht der sternförmigen Zellen ist doppelt, d. h. besteht aus zwei Lagen flacher Zellen. Die obere (äussere) Lage liegt unmittelbar unter der Schicht der Nervenansätze, die untere (innere) liegt dem Neurospongium auf. Beide Lagen sind durch einen breiten Zwischenraum getrennt, verbinden sich aber durch Queranastomosen, die den Zwischenraum überbrücken (Fig. 1, z).“ Die Zellen der oberen Lage werden beschrieben und abgebildet als grosse, flache, kernhaltige Gebilde mit breiten, aber kurzen Fortsätzen und concaven Rändern. Die Fortsätze benachbarter Zellen stossen in einer leicht gezackten Linie unmittelbar aneinander; diese Grenzlinie kann durch Silber

deutlicher gemacht werden. Die Zellen der unteren (inneren) Lage sind ausgesprochen sternförmig, mit zahlreichen sich theilenden, vielfach in dünne Fasern auslaufenden Fortsätzen, die mit benachbarten anastomosiren. Die Zellen sind kernhaltig. Durch Silber sind keine Zellgrenzen nachzuweisen. In dem Raum zwischen beiden Lagen befinden sich grössere Lymphräume, die an gehärteten Präparaten mit feinkörnig geronnener Lymphe erfüllt sind. „Hier sei (pag. 464) nur noch erwähnt, dass man an Retina-schnitten in der geronnenen Lymphe ziemlich grosse, ovale Kerne sieht (Fig. 1, l), die manchmal in ziemlich gleicher Entfernung von einander liegen, streckenweise aber ganz fehlen (Fig. 1, k). Sie gehören flachen Zellen an, deren Grenzen durch die geronnene Lymphe verdeckt werden und entsprechen den tangentialen Fulcrumzellen W. Müller's. Als viereckige, kernhaltige Platten, wie sie W. Müller bei *Petromyzon* und *Salensky* beim Sterlett zeichnen, erscheinen sie nur, wenn das Gewebe in Alkohol geschrumpft ist; an Osmiumpräparaten sieht man solche Platten niemals. Ueber die Form dieser Zellen kann ich keine bestimmten Angaben machen, glaube aber, dass sie an der Wandbildung der beschriebenen Lymphräume participiren.“

In seiner Untersuchung über die Retina¹ des Menschen beschreibt A. Dogiel (29) dann 1884 Zellen, welche nahe der Schicht der Nervenansätze liegen und multipolar sind, indem sie mehrere peripherische und einen centralen Fortsatz besitzen. Ich werde auf diese Arbeit bei der Besprechung meiner Funde noch genauer einzugehen haben.

W. Krause's letzte Arbeiten über unseren Gegenstand (30, 31) will ich theilweise im Zusammenhange mit seinen früher erwähnten Publikationen, theilweise bei Beschreibung der einzelnen von mir gemachten Beobachtungen besprechen.

Endlich habe ich noch zu erwähnen, dass Herr Dr. Nordenson, welcher hier in Göttingen seit längerer Zeit über die Anatomie des Auges arbeitet, mir mündlich die Mittheilung machte, dass er die betreffenden Zellen bei mehreren Säugethieren und dem Menschen gefunden habe, und auch die Güte hatte, mir seine Präparate zu zeigen und theilweise zur Benutzung zu überlassen.

Ich habe dann selbst eine vorläufige Mittheilung über die Resultate meiner Arbeit 1884 veröffentlicht (32). Derselben sollte eigentlich damals die Veröffentlichung der Arbeit auf dem Fusse

folgen, durch besondere Verhältnisse einerseits aber und durch weitere Ausdehnung der Untersuchung nach bestimmten Richtungen hin andererseits, sind mehr als zwei Jahre seit der Veröffentlichung jener vergangen. Die damals veröffentlichten Resultate sind jetzt, wie man sehen wird, in mancher Hinsicht vermehrt und in mancher modificirt worden.

Wie man aus dieser Uebersicht der einschlägigen Literatur ersieht, waren die concentrischen Stützzellen wohl vielfach gesehen worden, auch bei Wesen aus allen Klassen aufgefunden worden, doch fehlte bis jetzt noch ein Zusammenhang zwischen diesen Funden, die immer mehr oder weniger individuell genannt werden konnten. Die beiden einzigen Forscher, welche einen Versuch gemacht hatten, einen allgemeineren Zusammenhang festzustellen, W. Müller und W. Krause, hatten zu wenig untersucht und theilweise auch das gefundene nicht richtig gedeutet. Ich will nun in dieser Arbeit den Versuch machen zu zeigen, dass wir hier in den concentrischen Stützzellen ein Zellsystem vor uns haben, welches ein sehr charakteristisches für die Retina und für jede Gattung ist und sich in seinen Hauptbestandtheilen durch alle Klassen der Wirbelthiere verfolgen lässt.

Ueber die von mir zu diesen Untersuchungen benutzte Technik habe ich Folgendes anzugeben:

Da es nothwendig war, Zellen in ihrer Grösse und Form zu betrachten, welche mitten in der Retina eingebettet lagen, so war es vor allem nöthig, eine gute Isolationsmethode zu haben. Als solche benutzte ich zuerst das Einlegen in Ranvier'schen Alkohol; bald fand ich aber, dass eine andere Flüssigkeit mir für die meisten Augen bessere Dienste leistete. Dieselbe war folgendermaassen zusammengesetzt:

Aq. dest.	20	Vol. Th.
Glycerin	10	" "
Methylalkohol	1	" "

Ich will diese Mischung der Kürze halber „Methylmixtur“ nennen. In ein mässiges Quantum dieser wird das aufgeschnittene Auge oder die Retina allein hineingelegt und bleibt darin mehrere Tage. Wie lange, richtet sich leider ganz nach dem individuellen Falle. Sei es nun, dass ich diese Mischung oder den Ranvier'schen Alkohol benutzte, jedenfalls wurde an dem geeignet erscheinenden Zeitpunkte ein Stückchen Netzhaut herausgenommen und

in wenig Wasser in einem Reagenzglase geschüttelt. Ist die Retina richtig erweicht, so zerfällt sie mässig leicht in ihre Bestandtheile. War dieser Zerfall eingetreten, so wurde das Reagenzglas in ein Uhrschildchen entleert, und in dieses noch einige Tropfen von Glycerin und von einer kalt gesättigten wässerigen Lösung von pikrokarminsaurem Natron¹⁾ hineingethan. Dann wird alles zur besseren Mischung mit einer Nadel durchgerührt und das Uhrschildchen in einen Schwefelsäure-Trocken-Apparat gestellt. Hier dunstet dann bald das Wasser ab, und die isolirten Retina-Elemente bleiben schön gefärbt in rothem Glycerin liegen und können darin beliebig lange Zeit aufbewahrt werden.

Hat man den Zeitpunkt für das Herausnehmen aus der Mischung richtig getroffen, so kann man sämmtliche Elemente der Retina (nur die Stäbchen und Zapfen sind in ihrer Form stärker verändert) wohl erhalten und isolirt finden. Es kann aber auch leicht vorkommen, dass eine ganze Anzahl derselben gut isolirt erscheint und manche dagegen sich so gut wie gar nicht isolirt haben. So ist man dann öfters genöthigt, neue Präparate einzulegen und auf's neue zu probiren. Ich habe von dieser Launenhaftigkeit der Isolirmethode, wenn ich dieses eigentlich ganz falsche Wort hier gebrauchen darf, öfter sehr eklatante Beispiele gehabt, und bin bis zuletzt meines Erfolges nie sicher gewesen. Selbstverständlich ist es ausserdem natürlich, dass die Theile ganz lebensfrisch in die Mischung kommen müssen, wenn man wirklich gute Präparate haben will, aber diese Bedingung gilt ja für alle histologischen Untersuchungsmethoden.

Zum Härten der Augen wurde Müller'sche Flüssigkeit, Chromsäure 1 : 600 und Acet. pyrolignos. 1 Th. zu 3 Th. Aq. destill. angewendet. Ich möchte letzteren Stoff empfehlen, er liefert sehr klare Bilder mit im ganzen wenig Veränderungen der Elemente. Bei Augen kleinerer Thiere ist auch die Ranvier'sche Methode: kurzes Härten in Osmium resp. Osmiumdampf und dann Müller'sche Flüssigkeit recht gut. Recht wichtig scheint es mir zu sein, das Auge womöglich nicht zu öffnen, bis es gehärtet ist, was bei kleineren und mittleren Augen auch ganz gut auszuführen geht.

Um das Auge zu schneiden, wird es am besten in Celloidin

1) Dasselbe ist aus Rostock von Herrn Dr. Witte zu beziehen.

eingebettet. Es wird zunächst in der bekannten Weise in absoluten Alkohol und Aether gelegt, und von da in nicht zu dicke Celloidinlösung. Von dieser wird eine grössere Menge zugesetzt. Man schliesst das Gefäss zunächst, um das Auge während einiger Tage von dem Celloidin erst gründlich durchdringen zu lassen, dann lüftet man den Deckel zuerst wenig, in den folgenden Tagen mehr, um ein allmähliches Verdunsten des Alkohol und Aether herbeizuführen und so das Celloidin um das Präparat und dadurch langsam wieder dasjenige im Präparat einzudicken. Ist diese Eindickung soweit vorgeschritten, dass man bei Druck mit der weichen Fingerspitze kaum noch oder gar nicht mehr einen Eindruck in die Celloidinmasse macht, so ist die Masse genügend fest; man giesst nun schwachen Alkohol, vielleicht von 50 %, hinauf, und am folgenden Tage kann man dann die feste Masse mit dem Messer aus dem Gefässe lösen und schneiden. Man bekommt auf diese Weise Präparate, welche schon von Anfang an sehr hart sind, ohne Luftblasen, und bei denen die Retina entweder keine oder nur sehr geringe Veränderungen zeigt. Die Consistenz ist genügend, um mit Alkoholbenetzung des Messers regelmässige Schnitte von 0,01 mm von nicht zu grossen Stücken zu gestatten. Und das ist hinreichend dünn, um alles nothwendig zu sehen.

Paraffineinbettung kann ich für die Retina nicht empfehlen. Dieselbe verändert die Elemente derselben zu stark, um sie für histologische Untersuchungen brauchbar erscheinen zu lassen.

Die Präparate wurden dann entweder ungefärbt untersucht oder mit einem beliebigen Kernfärbemittel behandelt. Auf Differenzialfärbungen habe ich mich bei den vorliegenden Untersuchungen nicht eingelassen. Mir schien es sicherer, nach Form- und Lageverhältnissen zu urtheilen als nach Farbenreaktionen in einem Organ, in welchem die einzelnen Elemente sich so nahe stehen und über welches ausgedehntere Erfahrungen über Differenzfärbungen noch nicht vorliegen.

Osmiumsäure habe ich als Härtungsmittel so viel wie möglich vermieden, da ich gleich zuerst genügend Gelegenheit zu beobachten hatte, wie leicht dieses Mittel zu Täuschungen Veranlassung bieten kann, indem es manches Vorhandene verschleiert, anderes nicht Vorhandene vortäuscht, beides im Wesentlichen durch seine energische härtende Wirkung mit Gerinnselbildung.

Dass es ausserdem wesentlich das Verständniss erleichtert,

wenn man mehrere verschiedene Methoden bei Augen desselben Thieres anwendet, ist ja selbstverständlich. Ebenso brauche ich wohl die Wichtigkeit von möglichst schief liegenden Flächenschnitten nicht besonders hervorzuheben.

Da es mir in den vorliegenden Untersuchungen nicht nur darauf ankam, die Form und Lage der Zellen, sondern auch ihre Grössenverhältnisse wiederzugeben, so wurden alle Zeichnungen mit dem Winkel'schen Zeichenprisma in ihren Umrissen ausgeführt, und damit die Vergleichung auch für den Leser eine leichte sei, wurden alle wesentlichen Theile bei einer Vergrößerung gezeichnet und überhaupt für die Abbildungen nur möglichst wenig verschiedene Vergrößerungen gewählt.

Bevor ich nun zu der Beschreibung der Stützelemente bei den verschiedenen Thieren übergehe, will ich erst einiges allgemeinere vorausschicken, um unnöthige Wiederholungen zu sparen und das allgemeine Verständniss der Einzelbeschreibungen zu fördern.

Wie leider nur zu wohl bekannt, sind die beiden „granulirten Schichten“ ein dunkler Punkt in der Anatomie der Retina. Ich habe mich hier mit ihrer Structur auch nicht weiter beschäftigt und kann nur angeben, dass mir die innere granulirte Schicht je nach der Präparationsmethode und dem Thiere bald mehr körnig bald mehr netzförmig erschienen ist, manchmal so klar netzförmig, dass man nur überrascht sein konnte, in anderen Fällen wieder eine sehr deutliche Granulirung zu sehen. Auf den Zeichnungen ist diese Schicht daher im allgemeinen nur andeutungsweise behandelt worden, da es für die gegenwärtige Untersuchung nur auf die Markirung ihrer Lage ankam. Ganz ähnlich habe ich es mit der äusseren granulirten Schicht gehalten, wiewohl hier gemäss ihrer näheren Beziehungen zu den zu untersuchenden Theilen mehr Rücksicht auf die wesentliche Beschaffenheit zu nehmen war. Auch hier kann ich nur sagen, dass die Schicht bisweilen ausgeprägt körnig erschien, dass bisweilen dagegen nur ganz deutlich eine feine körnige Linie durch die bekannten Fusskegel der Stäbchen und Zapfenfasern gebildet wurde, während das übrige ein Flechtwerk von Fasern zu sein schien. Die hier näher zu behandelnden Stützelemente, die concentrischen Stützzellen, haben, wie ich gleich besonders hervorheben will, mit dieser Schicht, meiner Meinung nach, absolut nichts weiter zu thun, als dass sie zum Theil ihre

Fortsätze in sie hinein schicken. Demgemäss sind diese Zellen auch als eine ganz besondere Schicht abgetrennt von der äusseren granulirten zu behandeln. Diese letztere dient im wesentlichen wohl, wie das ja bekannt ist, zur Endausbreitung der Nervenfasern, bevor sie an die Neuroepithelien herantreten und zur Verbindung mit diesen, wenn man die Enden der Kegel noch mit zu der Schicht ziehen will, was meiner Meinung nach indessen durchaus nicht richtig ist, ganz ähnlich wie die innere granulirte Schicht zur Ausbreitung der Fortsätze der Ganglienzellen und zur Verbindung derselben mit den Fortsätzen der inneren Körner, es sind beides Nervenplexusschichten, daher der Name „Plexus basal“ für die äussere durchaus bezeichnend ist. Wie wenig die eigentliche Verbindungsstelle der Nerven mit den Neuroepithelien an den Fusskegeln mit dieser Schicht zu thun hat, sieht man ja schon bei den Thieren, bei denen eine Faserschicht sich zwischen beide einschiebt.

Ferner will ich gleich bemerken, dass ich in der Schicht der concentrischen Stützzellen beim erwachsenen Thier zwei Hauptarten von Zellen unterscheide: kernhaltige und kernlose. Unter den kernhaltigen unterscheide ich wiederum drei Lagen: die äussere, mittlere und innere. Die kernlosen Zellen können ebenfalls in verschiedenen Lagen vorkommen, deren Ort sich dann je nach ihrem Verhalten zu den kernhaltigen leicht bestimmen lässt.

Was die radialen Zellen anlangt, so gehen dieselben bei allen Thieren, die ich untersucht habe, in Uebereinstimmung mit der Ansicht der grossen Majorität der Forscher von der Membrana hyaloidea bis zur Limitans externa. Die Membrana hyaloidea ist eine zum Glaskörper gehörende structurlose Haut, welche den Enden der Stützfasern so nahe anliegt, dass die Grenzen derselben als Abdruck auf ihr zu erkennen sind. Bei der Härtung löst sie sich leicht ab und folgt dem Glaskörper, der durch die Härtung schrumpft. Die inneren Endpunkte der Stützfasern, welche kegelförmig anschwellen, verbinden sich mit ihren Rändern zu einer grossen Endplatte, welche die Retina nach innen hin (natürlich nicht lückenlos) abschliesst: Margo limitans. Jede Stützzelle trägt dann an einer Stelle ihres Verlaufs, gewöhnlich in der inneren Körnerschicht einen Kern, der in einer Verbreiterung der Zelle liegt, und endigt an der Limitans externa, welche wohl als Cuticularbildung aufzufassen ist. Diese letztere bildet ein Netz mit

polygonalen oder kreisförmigen Maschen, durch welche die Neuroepithelien hindurchtreten. Von den Bälkchen treten feine nadelartige Fortsätze ab, welche, zwischen den Neuroepithelien gelegen, diese umgeben. Ob man diese feinen Nadeln als Enden der Verzweigungen der Stützzellen aufzufassen hat, welche die Cuticula durchbohren, oder ob sie zu vergleichen sind den Flimmerhärchen, welche auf dem Cuticularsaum einer Flimmerzelle aufsitzen, ist schwer zu sagen. Bisweilen hat es den Anschein, als ob sie in der That sich direkt an die Fortsätze anfügend diese fortsetzten, doch scheint mir im ganzen die letztere Auffassung der ganzen Sachlage nach die grössere Berechtigung zu haben.

Gehen wir nun zur Beschreibung der Befunde bei den einzelnen untersuchten Thieren über.

I. Fische.

a) Cyclostomata. *Petromyzon fluviatilis*.

Von diesem Thiere hatte ich zwei Augen zur Untersuchung, eines von mir vor mehreren Jahren in Methylmixtur eingelegt, aber nicht zu dem richtigen Zeitpunkte zerschüttelt, ein anderes von einem Thiere, welches ganz in Chromsäure gehärtet war, welches ich der Güte von Herrn Prof. Ehlers verdankte. Es liessen sich an diesen beiden Augen indess die meisten wesentlichen Sachen untersuchen.

Taf. XXIII, Fig. 59 giebt den grössten Theil eines Querschnitts der Retina wieder. Wie man sieht, folgt auf die schmale äussere Körnerschicht und die als feiner Streifen angedeutete Schicht der Enden der Neuroepithelien zusammen mit einigen nicht näher erkennbaren Dingen, welche als äussere granulirte bezeichnet sind (die letztere ist als Schicht bei *Petromyzon* kaum zu erkennen), eine Schicht von mächtig grossen Zellen, polygonal von Gestalt, oft mehr würfelförmig, und bald darauf eine zweite aus ähnlichen Zellen zusammengesetzt, welche ebenfalls unregelmässig polygonal, manchmal auch mehr kubisch oder parallelepipedisch sind. Beide Zellarten sind feinkörnig und besitzen grosse Kerne mit Kernkörperchen. Dicht an der äusseren Lage finden sich anliegend, zwischen ihr und der äusseren Körnerschicht, mehr oder weniger weit in die granulirte hineinragend kleine mehr spindelförmige Zellen, welche auch häufig in die Lücken zwischen die grossen

Zellen hineinragen. Auch sie zeigen deutliche Kerne. Diese drei Schichten sind die äusseren, mittleren und inneren concentrischen Stützzellen mit Kernen. Die, welche keine Kerne besitzen, liegen bei *Petromyzon fluviatilis* in zwei Schichten. Die äussere derselben befindet sich zwischen den mittleren und inneren kernhaltigen, die innere an der inneren Seite der letzteren. Beide bestehen aus langen faserartigen Gebilden, von denen die inneren die breiteren sind.

Taf. XXIII Fig. 61 zeigt vier innere kernhaltige Zellen der Fläche nach aus einem Schüttelpräparat. Man sieht, dass die Zellen kurze dicke Fortsätze haben, welche sich an die benachbarter Zellen anlegen, wobei die Zellgrenzen noch deutlich erkennbar sind. Zwischen den Zellen bleiben so Lücken übrig, begrenzt von den Körpern und Fortsätzen und durch diese treten die die Retina radiär durchsetzenden Gebilde. Die Zellen der mittleren Schicht sind ganz ähnlich geformt und aneinander gefügt. Ueber die der äussersten Schicht kann ich nur wenig sagen. Ich habe nur einmal auf einem Isolationspräparat Zellen gefunden, welche ihnen zu entsprechen schienen. Taf. XXIII Fig. 62 zeigt dieselben. Sie erscheinen hier spindelförmig, an beiden Seiten freidendig. Die Zellen sind so klein und an Schnitten so schwer näher zu untersuchen, dass ich nicht mehr über sie aussagen kann. Auf Taf. XXIII Fig. 60 kann man dann an einem Flächenbilde, welches ebenfalls einem Isolationspräparate entstammt, recht gut die verschiedenen Elemente der beschriebenen vier inneren Schichten miteinander vergleichen. Man sieht von innen auf das Stück herauf, und bemerkt so zu oberst lange faserähnliche Gebilde, welche in der Mitte sich verbreitern. Dieselben sind platt, und zeigen auch bisweilen ausser der mittleren stärksten Verbreiterung noch geringere nach den Enden zu. Dieselben liegen dicht zusammen, sich nach allen Richtungen hin schneidend und bilden so einen Filz mit unregelmässigen Lücken. Im ganzen scheinen dieser Fasern nicht sehr viele zu sein, die Schicht erscheint auf dem Querschnitt recht dünn. Darauf folgen dann die inneren kernhaltigen Zellen, von denen eine ganze Anzahl zu sehen ist. Darauf die kernlosen der äusseren Schicht. Es sind dies noch schmalere Fasern als die der inneren, augenscheinlich nicht so flach, in grösserer Menge vorhanden und sich wiederum nach allen Richtungen verfilzend. Es sind die schmalsten derartigen Gebilde, welche mir unver-

ästelt bei meinen Untersuchungen vorgekommen sind. Auf sie folgen dann noch tiefer liegend einige wenige mittlere kernhaltige Zellen.

Die kernhaltigen Zellen scheinen sich in Bezug auf Grösse einigermaassen nach der Dicke der Retina zu richten, wenigstens gilt das für die mittleren und inneren. Ich habe dieselben am grössten und am meisten parallelepipedisch dicht am Opticuseintritt gefunden, nach den Seitentheilen zu nahm die Grösse ab, und die Form war nicht mehr so regelmässig.

Durch die Lücken zwischen den Zellen treten, wie ich oben schon erwähnte, die radiär verlaufenden Gebilde hindurch. Jene bilden also gewissermaassen die Thore, durch die alles hindurch muss, was aus der inneren in die äussere Körnerschicht will. Demgemäss sieht man häufig die elliptischen äusseren Körner sich diesen Thoren gemäss richten, wie das ziemlich deutlich auch auf der Querschnittszeichnung hervortritt. Ausserdem hängt diese Richtungsnahme allerdings auch wohl damit zusammen, dass durch die Thore die radialen Stützzellen treten und sich kegelförmig von da aus in ihre Aeste auflösen, zwischen denen dann die äusseren Körner liegen. Die letzteren scheinen übrigens bei Petromyzon mitunter auch weit nach diesen Lücken hinzutreten, ja vielleicht noch in dieselben sich hineinzulegen. Es hat mir wenigstens den Eindruck gemacht, als ob die ovalen Zellkerne, welche man häufig am Beginn der Lücke zwischen den mittleren concentrischen Zellen liegen sieht, äussere Körner wären. Bei Petromyzon ist, wie oben schon erwähnt, die äussere granulirte Schicht so wenig ausgebildet, dass man sie als Grenzlinie kaum benutzen kann, und die Elemente liegen im ganzen in der Retina recht unregelmässig. Ich habe die radialen Stützzellen auf den Isolationspräparaten, da diese nicht gut gelungen waren, nicht ordentlich isolirt gesehen, und muss mich daher auf die Schnitte auch in Bezug auf sie beschränken. Danach scheinen es ziemlich dünne glatte faserähnliche Zellen zu sein, deren Kernanschwellung an sehr verschiedenen Stellen liegen kann. Entweder in der inneren granulirten oder an irgend einer Stelle der inneren Körnerschicht. Ob auch zwischen den concentrischen Stützzellen, das war mir nicht möglich zu entscheiden. Es ist dieses eine Eigenthümlichkeit von Petromyzon, die vielleicht auch für die tiefe, ursprüngliche Stellung dieses Thieres spricht, dass eine solche Willkür in dieser

Beziehung herrscht. Es ist ja bekannt, dass nicht nur hierin Petromyzon eine Ausnahmestellung einnimmt, man wird ja auch auf der vorliegenden Zeichnung die dünnen dicht an der inneren Grenze der inneren granulirten Schicht oder in dieser hinlaufenden Bündel der Opticusfasern leicht erkennen und ebenso die ganz unregelmässig durch die innere granulirte Schicht zerstreuten Ganglienzellen. In Bezug auf diese möchte ich indessen doch hervorheben, dass, wie namentlich auch Flächenschnitte lehren, die Mehrzahl der Ganglienzellen in der inneren Partie der inneren granulirten sich befindet und einige auch immer in einem hohlen Raum sich vorfinden, der von den kegelförmigen inneren Enden der Stützzellen gebildet wird. Diese Enden scheinen sich im inneren Theile der inneren granulirten Schicht zu theilen und so in mehreren Aesten schon diese Schicht zu verlassen. In dem eben erwähnten Hohlraum scheinen sich diese Aeste zu kreuzen; ob sie wirklich anastomosiren, konnte ich nicht entscheiden. Schliesslich haben sie jedenfalls kegelförmige Verbreiterungen und verschmelzen. Den Abdruck ihrer verschmolzenen Faserpunkte kann man auf einem kleinen, einem Isolationspräparat entnommenen Stückchen der Membrana hyaloidea sehen in Taf. XXIII, Fig. 63. Man sieht, dass die Felder verschieden gross sind, und es ist wohl möglich, dass die verschiedene Grösse, wenigstens in den Extremen, mit davon herrührt, dass getheilte und ungetheilte Zellenden neben einander liegen. Der eben erwähnte, von den inneren Enden durchsetzte, von dem Margo limitans begrenzte Raum ist derselbe, in welchem sonst Opticusfasern und Ganglienzellen (diese letzteren liegen ja allerdings, wie bekannt, bei allen Thieren theilweise auch in der inneren granulirten Schicht) hinter einander liegen und der im Vergleich mit entsprechenden Räumen am Centralnervensystem von Henle und Merkel (33) seiner Zeit beschrieben worden ist. Uebrigens ist dieser Raum, wie es scheint, auch am grössten in den mittleren Theilen der Retina und nimmt nach den Seiten hin ab, um an der Ora serrata resp. etwas vorher unsichtbar zu werden.

Wie man bei Vergleich leicht sehen wird, stimmt meine Beschreibung und Abbildung in vielen Theilen mit der von W. Krause (31) gegebenen überein, weniger schon mit der unvollständigeren von W. Müller. Nach der Abbildung zu urtheilen, welche W. Krause (31) einer Arbeit von Sacchi von Petromyzon

marinus wiedergibt, müssen auch bei diesem Thiere die Verhältnisse ähnliche sein.

Maasse:

*) äuss. c. k. Stz.	Länge	ca. 10 μ .
m. „ „ „	Durchm.	„ 14—20 μ .
	Dicke	„ 12—16 μ .
inn. „ „ „	Durchm.	„ 20—27 μ .
	Dicke	„ 12—16 μ .
inn. c. kl. Stz.	Länge	„ 114—156 μ .
	Breite in d. Mitte	6—8 μ .
r. Stz.:	Länge	ca. 114 μ .

b) Plagiostomen.

1) *Acanthias vulgaris*.

Die Verhältnisse der kernhaltigen concentrischen Zellen sind hier denen bei *Petromyzon* noch ziemlich ähnlich. Man findet wiederum, wie auf Taf. XXIII, Fig. 64, welche einen Theil eines Querschnitts der Retina darstellt, sichtbar, die drei Schichten; die äussersten Zellen habe ich hier nur als Kerne gesehen, welche theils nach aussen von den mittleren, theils in den Lücken zwischen denselben nach dem Ausgange derselben zu lagen; die mittleren sind dicke massige Gebilde, und ähnlich, wenn auch weniger massig, die inneren. Die mittleren Zellen sind hier weniger dick im Verhältniss zur Breitenausdehnung wie bei *Petromyzon*, man wird das erkennen aus dem Querschnittsbilde und aus der Flächenansicht einer solchen Zelle Taf. XXIII, Fig. 66. Der Flächenausdehnung nach sind sie grösser als die von *Petromyzon*, sie haben wieder kurze Fortsätze, mit denen sie zusammenhängen. An den Berührungsstellen kann man wiederum die Zellgrenzen wahrnehmen. Zwischen den Zellen liegen die bekannten Lücken. Eigenthümlich ist es, dass diese Zellen mitunter, z. B. nach Härtung in Acet. pyrolign. ein sonderbar streifiges Aussehen bekommen, so als wenn sie aus lauter feinen Fädchen zusammengesetzt wären, die sich unter spitzen Winkeln kreuzten. Ein Bild, das sehr erinnert an die bekannten Formen der Art, welche Ganglienzellen häufig darbieten. Bei Alkohol tritt die Erscheinung weniger hervor und noch weniger oder gar nicht bei Müller'scher Flüssigkeit, worin sie einfach körnig aussehen. Das faserige Bild ent-

*) Betreffs dieser Abkürzungen verweise ich auf die Erklärung der Abbildungen.

spricht durchaus dem, welches M. Schultze von den betreffenden Zellen bei *Raja clavata* giebt. Auch bei *Torpedo ocellata* habe ich dasselbe beobachtet, hier auch nach Alkoholbehandlung. Wahrscheinlich beruht die scheinbare Faserung auf Faltungserscheinungen der Oberfläche.

Weit mehr verändert sind die inneren Zellen. Sie sind zu platten, vielstrahligen, kernhaltigen Gebilden geworden, mit mächtig langen Fortsätzen, welche sich wiederum mit denen benachbarter Zellen verbinden. An den Stellen, an denen Theilungen der Fortsätze vor sich gehen, zeigt die Zelle gewöhnlich eine leichte Anschwellung. Die zwischen den Fortsätzen bleibenden Lücken sind sehr gross.

Auch hier sieht man vielfach, wie das auch der Querschnitt zeigt, dass die äusseren Körner sich nach den Eingängen der Lücken hin richten. Die Gründe dafür sind wohl dieselben, welche ich oben bei *Petromyzon* anführte. Ebenso scheint es auch wieder, dass äussere Körner bis in diese Lücken hinabtreten. Von einer äusseren granulirten Schicht ist auch hier wenig zu sehen.

Kernlose Zellen habe ich bei *Acanthias* nicht auffinden können.

Die radialen Stützzellen sind schön entwickelt. Taf. XXIII, Fig. 65 zeigt eine solche, welche aber etwas vor dem Ende an der Lim. ext. abgerissen ist. Ihr Kern liegt regelmässig in der inneren Körnerschicht. Ihr äusseres Ende ist glatt, tritt durch die Lücken der concentrischen Zellen hindurch, theilt sich dicht an der inneren Grenze der äusseren Körner in eine Anzahl feiner Aeste, welche einen Haufen äusserer Körner zwischen sich fassen, so dass man sehr gewöhnlich auf Isolationspräparaten diesen ganzen äusseren Theil mit Körnern erfüllt findet. Auf der gezeichneten Zelle erblickt man zwischen diesen äusseren Verzweigungen dünne Membranen ausgespannt, welche einen grossen Theil jedes Astes mit dem benachbarten verbinden. Solche Häute sind häufig zu beobachten, kommen aber nicht allen Fasern zu. Sehr eigenthümlich ist das Verhalten des inneren Endes der Zelle. Dasselbe zerfällt nämlich ziemlich bald unterhalb des Kerns in eine Anzahl langer feiner Aeste, welche die innere granulirte Schicht glatt durchsetzen, um dann schliesslich mit kleinen kegelförmigen Anschwellungen oder unten spitz zulaufend zu endigen. Mitunter geht von dem inneren Ende vor der Theilung auch noch der eine oder andere kurze Fortsatz ab, wie auch an der abgebildeten

Zelle einer zu sehen ist. Dass diese Stützzellen mit benachbarten Zellen mittelst ihrer Fortsätze sich verbinden, habe ich nie beobachtet.

M a a s s e :

m. c. k. Stz. = Durchm. circ. 60 μ . Dicke 8–10 μ .

r. Stz. = Länge circ. 200 μ .

2) *Mustelus vulgaris*.

Von diesem Thiere stellte mir Herr Prof. Ehlers gütigst einige Embryonen zur Verfügung, gehärtet in Alkohol. Ich habe ein Auge von einem 215 mm langen Thiere untersucht, und in diesem auf Querschnitten bereits die beiden Reihen der grossen kernhaltigen Zellen deutlich nachweisen können. Die äusseren, kleinen Zellen habe ich nicht gefunden. Die erst erwähnten grossen Zellen waren kleiner als bei den von erwachsenen Exemplaren herrührenden Augen von *Acanthias*.

Die radialen Stützzellen zeigten hier sehr vielfach (indess durchaus nicht alle) eigenthümliche, platte Verbreiterungen, welche ganz plötzlich aus dem schmalen glatten Körper hervorgingen. Dieselben erschienen leicht granulirt, und auf den ersten Blick sah es öfter so aus, als ob die Zellen mehrkernig wären, da diese körnigen Verbreiterungen den eigentlichen Kernanschwellungen ähnlich sahen. Bei genauerer Untersuchung konnte man aber stets nachweisen, dass nur ein Kern vorhanden war. In Taf. XXIII, Fig. 67 habe ich ein Stück einer solchen Zelle dargestellt.

3) *Torpedo ocellata*.

Herr Prof. Merkel hatte die Güte, mir mehrere Augen von *Torpedo ocellata* zur Untersuchung zu übergeben, welche er selbst frisch in Alkohol gelegt hatte. Es liessen sich von diesen Augen auch mittelst längeren Schüttelns in der Schüttelmaschine Isolationspräparate herstellen.

Taf. XXIII, Fig. 68 zeigt einen Theil eines Querschnitts der Retina. Man sieht die dichte Reihe der äusseren Körner, eine äussere granulirte Schicht ist wie bei *Acanthias* eigentlich nicht vorhanden. Unmittelbar an den unteren Enden der Körner bemerkt man einige grosse rundliche Kerne, welche in grösseren Entfernungen von einander gelegen sind und im wesentlichen in dem Raum zwischen den unteren Enden der Körner und den grossen kernhaltigen Zellen liegen, diesen ganz nahe kommend,

zum Theil aber auch noch zwischen die Körner hineinragen. Die Entfernungen zwischen den Kernen sind verschieden gross, ungefähr entsprechen sie den Kernabständen der grossen Zellen. Ich halte diese wieder für die äusseren concentrischen Stützzellen. Auf diese folgen die grossen kernhaltigen concentrischen Zellen (mittlere und innere) in den bekannten zwei Lagen. Beide sind sehr platt geworden, der Kern tritt als deutliche Anschwellung über den Zellkörper hervor. Taf. XXIII, Fig. 70 zeigt eine der mittleren Zellen isolirt der Fläche nach. Dieselbe besitzt einen grossen, ungefähr kreisförmigen Kern mit deutlichem Kernkörperchen, einen platten, granulirten Körper und mässig lange Fortsätze, an denen an einer Seite noch Stücke von solchen einer benachbarten Zelle ansitzen. Eine Zelle aus der inneren Schicht, an der ebenfalls noch ein Stück einer Nachbarzelle fest sitzt, zeigt Taf. XXIII, Fig. 72. Man sieht, dieselbe ist grösser, mehr in die Länge gestreckt und besitzt längere Fortsätze als die vorige. Taf. XXIII, Fig. 71 lässt dann an einer im Profil gesehenen Zelle, von der ich nicht sagen kann, ob sie der mittleren oder inneren Schicht angehört, wahrscheinlich aber der ersteren, deutlich die Dünnhheit der Zellplatte erkennen. Vergleicht man die eben besprochenen Bilder mit denen der Zellen auf dem Querschnittsbilde, welches bei derselben Vergrösserung gezeichnet worden ist, so wird man unschwer erkennen, dass die Entfernung der Kerne auf der Querschnittszeichnung mitunter geringer ist, als der Entfernung zweier Zellen entsprechen würde, derartig neben einander gelegt, dass die Enden der Fortsätze sich gerade berührten. Es ist daher wohl wahrscheinlich, dass häufiger die Zellplatten einer Schicht sich über einander schieben, wie wir das deutlich ausgesprochen später wieder finden werden. Ob ausser diesen kernhaltigen Zellen noch andere kernlose existiren, ist mir bei diesem Thiere nicht ganz klar geworden. Wenn solche vorhanden sind, können sie jedenfalls nur ganz gering an Menge sein und müssen sehr feine Fasern darstellen. Auf Taf. XXIII, Fig. 73 sieht man einige Zellen der inneren Schicht von einem Schüttelpräparate und bemerkt, dass über sie hin feine Fasern ziehen, ebenso sieht man faserähnliche Gebilde auf Taf. XXIII, Fig. 69 ebenfalls aus einem Schüttelpräparat, hier unmittelbar anliegend einer äusseren Zelle. Ob diese Fasern nun aber wirklich als kernlose concentrische Zellen aufzufassen sind, oder etwelche andere faserige Gebilde

sind, an denen es ja in der Retina nicht mangelt, das habe ich nicht zu entscheiden vermocht.

Da die Lücken zwischen den Zellen recht gross sind, so ist ein so deutliches Richten der äusseren Körner nicht vorhanden.

Die durch die Lücken tretenden radialen Zellen gehen an ihrem äusseren Ende unter ziemlich spitzen Winkeln in ihre Aeste auseinander, ihre Kerne liegen in der inneren Körnerschicht, durchschnittlich ganz nahe an der inneren granulirten. Ihre inneren Enden zeigen wieder einen frühen Zerfall in einer Anzahl feiner Aeste, welche als solche glatt die granulirte Schicht durchsetzen, um dann am Ende kegelförmig anzuschwellen und zu verschmelzen. Doch scheinen nicht alle Zellen in der Beziehung sich gleich zu verhalten, ich habe wenigstens nach der Ora serrata zu auf Querschnitten auch nicht getheilte Zellen in grösserer Anzahl gesehen.

M a a s s e:

m. c. k. Stz.: längster Durchm. c. 52 μ .

inn. c. k. Stz.: „ „ „ 73—118 μ .

r. Stz.: Länge 118—101 μ .

c) Ganoidei.

Accipenser sturio.

Von Accipenser sturio habe ich eine Anzahl von Augen untersucht. Taf. XXIV, Fig. 74 und Fig. 75 zeigen Querschnittsbilder eines Theiles der Retina nach Härtung in Müller'scher Flüssigkeit. Man sieht leicht, dass, wie Dogiel (28) richtig angiebt, die äusseren Körner noch theilweise die Limitans ext. überragen, ein Verhalten, das übrigens bei sehr vielen Thieren vorkommt. Auf die Körnerschicht folgt eine im allgemeinen radiär streifige Partie, gebildet durch die Ausstrahlungen der verästigten radialen Zellen und die Enden der Neuroepithelien bis zu der leicht punktirt angedeuteten Reihe der Fusskegel. Ziemlich unmittelbar an dieser anliegend erscheinen dann in vielen Fällen sofort grosse, massige, körnige Zellen mit grossen rundlichen Kernen, an manchen Stellen schieben sich aber noch kleinere Zellen ebenfalls mit grossen Kernen ein, auf welche dann erst jene grossen Zellen folgen. Die granulirte Schicht ist auch hier nur wenig entwickelt. Sehr vielfach liegen diese kleineren Zellen an solchen Stellen, an welchen zwei grosse mit Ausläufern zusammenstossen und so mehr

Platz lassen, da sie an diesen Stellen weniger dick erscheinen. Die grossen Zellen selbst sind ziemlich unregelmässig gestaltet, liegen bisweilen in einer Schicht, schieben sich aber auch übereinander, so dass gewaltige Massen an manchen Stellen entstehen. Diese Anhäufungen können so dick werden, dass dieselben, wie man auf Taf. XXIV, Fig. 75 bemerkt, fast durch die ganze innere Körnerschicht hindurchreichen. Sie reichen aber nicht ganz hindurch, sondern es legen sich auf ihrer inneren Seite noch neue Zellen an, welche dann allerdings ganz hindurchgehen und sich mit Theilen ganz unmittelbar an die innere granulirte anschmiegen. Diese inneren Zellen sehen auf Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit weniger stark granulirt aus, heller, glänzender, wie das etwas stark ausgeprägt, auf den Figuren wiedergegeben ist. Bei Behandlung mit Osmiumsäure sehen übrigens beide Zellarten ziemlich gleich dunkel aus, in Methylnixtur sind die äusseren Zellen grobkörniger als die inneren, welche sehr feinkörnig erscheinen. Diese helleren Zellen sind nun dünner, gestreckter als die vorigen und besitzen lange Fortsätze. Mit diesen reichen sie oft von der inneren granulirten bis an die äusseren Zellen oder deren Nähe hin. Auch diese Zellen besitzen grosse rundliche Kerne mit deutlichen Kernkörperchen. Auf den Abbildungen sieht man mehrfach auch Stücke solcher Zellen, welche, die wunderlichsten Formen bildend, in dem leeren Raume liegen. Dieser Raum zeigt sich nun sehr vielfach bei derartigen Präparaten erfüllt mit einer granulirten Masse, einer geronnenen Substanz, welche auch auf der Abbildung Taf. XXIV, Fig. 74 angedeutet ist. Da die grossen massigen körnigen Zellen oft ähnlich gekörnt sind und sehr dünn durchsichtig auf den feinen Schnittpräparaten, so ist es mitunter gar nicht leicht zu sagen, wo eine Zelle aufhört und die geronnene Substanz beginnt. Diese drei eben beschriebenen Zellarten halte ich nun wieder für die drei Lagen der concentrischen Stützzellen. Dass die mittleren und inneren denselben entsprechen, scheint mir zweifellos zu sein, ein Zweifel könnte nur bestehen betreffs der äusseren. Dogiel (28) giebt in seiner sehr eingehenden Beschreibung der Stör-Retina an, dass an derselben Stelle, an welcher meine äusseren Zellen liegen, sich subepitheliale Ganglienzellen fänden. Es ist der Beschreibung und Abbildung nach durchaus wahrscheinlich, dass er dieselben Zellen meint, wie ich. Er beschreibt sie als mit einer mässigen Anzahl

von Ausläufern versehene Zellen, welche sie nach aussen, innen, und den Seiten hin entsenden. Die seitlichen sind die zahlreichsten, der innere liegt immer mit den Bündeln der Radialfasern zusammen, und kann daher auf Querschnitten nicht gesehen werden und der äussere ist sehr kurz, wird von den Neuroepithelien verdeckt und ist daher auf Querschnitten der Retina auch nicht zu sehen. So erscheinen die Zellen dann auf Querschnitten fortsatzlos, nach aussen convex. Nun ist es ja recht schwer nur nach der Form zu beurtheilen, ob eine Zelle der Retina eine Ganglienzelle ist oder nicht, namentlich bei diesen niederen Thieren, das beweist schon der Umstand, dass so viele Verwechselungen hier vorgekommen sind und die concentrischen Stützzellen zuerst meistens für nervöse Gebilde gehalten worden sind. Dass diese Zellen also Fortsätze besitzen und ganglienähnlich aussehen, würde noch kein Grund sein, sie dafür ohne weiteres zu halten. Nun spricht ihre Lage entschieden gegen Gangliennatur, denn der Stör wäre darnach zunächst das einzige Wesen, welches an dieser Zelle Ganglien besässe. Liesse es sich wirklich nachweisen, dass diese Zellen Ganglienzellen sind, so würde es mir in hohem Grade wahrscheinlich sein, dass auch bei anderen Thieren derartige Zellen vorkommen, und dann würden ja die von mir bis jetzt als äussere concentrische Stützzellen beschriebenen Gebilde zunächst in Frage kommen. Nun lassen sich solche aber bei manchen Thieren ganz bestimmt als nicht nervös und zu den concentrischen gehörig nachweisen, bei den bisher beschriebenen ferner haben sie ebenfalls keine besondere Aehnlichkeit mit Ganglienzellen, nur hier beim Stör erscheinen sie diesen ähnlich wegen der Massigkeit ihres Körpers. Diese Massigkeit besitzen aber alle concentrischen Zellen dieses Thieres, und so komme ich denn zu dem Schluss, dass es immer noch das Wahrscheinlichste ist, dass sie zu den concentrischen Zellen zu rechnen sind. Die horizontal verlaufenden Fortsätze würden hierbei durchaus natürlich sein und was den äusseren und inneren Fortsatz anlangt, so ist die Beschreibung derselben eine so seltsame, dass ich mir noch nicht denken kann, dass sie ganz richtig ist. Bei Zerzupfungspräparaten aus Osmium kann man alles Mögliche und Unmögliche zu sehen bekommen, Bilder, die man manchmal mit dem, was man von derselben Retina bei anderen Präparationsmethoden sieht, absolut nicht vereinigen kann, so dass ich es für sehr schwer halte, nach der-

artigen Präparaten auch bei sorgfältigem Arbeiten alles sicher der Natur gemäss festzustellen. Ich habe auf Isolationspräparaten mehrfach kleinere Zellen gesehen, welche mit einer Anzahl feinerer Randfortsätze versehen waren, und die sich von den wirklichen Ganglienzellen ohne Schwierigkeit unterscheiden liessen, doch habe ich nicht die Gewissheit erlangen können, dass diese Zellen auch der Lage nach mit jenen des Querschnitts übereinstimmten. Sie konnten jedenfalls nur kleine concentrische Zellen sein, aber möglicherweise eben auch direkt zu den mittleren gehören.

In Bezug auf die anderen grossen Zellen ist mir die Beschreibung von Dogiel auch nach einer Richtung hin nicht ganz verständlich. Er beschreibt dieselben als sternförmige Zellen in zwei verschiedenen Lagen, wovon die der äusseren Lage kürzere Fortsätze besitzen als die der inneren. Die Fortsätze der Zellen der äusseren Lage legten sich an einander, liessen aber noch Zellgrenzen erkennen; die der inneren gingen unmittelbar in einander über. Ausser diesen nimmt er nun aber noch die „tangentialen Fulcrumzellen“ W. Müller's an, von denen er sagt, dass man ihre Kerne wohl in der geronnenen Lymphe zwischen den sternförmigen Zellen sehen könne, dass es ihm aber nicht gelungen sei, die Form der Zellkörper eben wegen der bedeckenden Lymphgerinnsel zu eruiren. Mir scheint, dass diese sternförmigen Zellen eben die „tangentialen Fulcrumzellen“ sind, und wenn Dogiel noch Kerne in der geronnenen Lymphe bemerkt hat, so sind das höchst wahrscheinlich solche von tangentialen Fulcrumzellen gewesen, deren Grenzen, wie ich oben schon angeführt, in Folge der Lymphgerinnsel oft schwer festzustellen sind, aber diese Zellen sind dann ebenfalls solche sternförmige gewesen. Was nun die genauere Form dieser Zellen anlangt, so habe ich auf Taf. XXII, Fig. 1b eine mittlere abgebildet. Wie man sieht, schliesst sich dieselbe in ihrer Gestalt durchaus den bisher von anderen Fischen beschriebenen an, ist aber weit grösser, und ähnelt auch einigermaassen der Abbildung von Dogiel (28. Fig. 64). Auch dass zwischen den Fortsätzen benachbarter Zellen bei der Verbindung noch Zellgrenzen sichtbar bleiben, stimmt mit dem oben Gesagten und mit Dogiel's Angabe.

Eine Zelle der inneren Schicht ist in Taf. XXII, Fig. 1a wiedergegeben. Wie man bemerkt, ist die Zelle mächtig gross und hat sehr lange, relativ dünne Fortsätze. Soweit stimme ich auch mit

der Abbildung von Dogiel (28. Fig. 65) ziemlich überein, dagegen finde ich die Zellfortsätze nicht so gleichmässig glatt, wie er sie zeichnet, sondern mit Anschwellungen versehen, namentlich an den Stellen, an denen Aeste abgehen. In dieser Beziehung gleichen diese Zellen sehr denen von *Acanthias*, bei welchen, wie ich oben hervorhob, auch so sehr lange Fortsätze mit Anschwellungen an den Stellen des Abtritts von Aesten sich regelmässig vorfinden. Nur sind die Zellen des Störs wieder massiger als die des Hais entsprechend dem Typus der anderen. Taf. XXII, Fig. 2 zeigt noch zwei derartige Zellen in Verbindung mit einander. Mit H. Müller möchte ich annehmen, dass die Ganglienzellen, welche Leydig (5. Taf. I. Fig. 5) aus der Stör-Retina abbildet, solche Zellen gewesen sind, die ja in der That gar nicht zu übersehen waren und viel mehr in's Auge fielen als die relativ kleinen, wirklichen Ganglienzellen.

Was die kernlosen concentrischen Zellen betrifft, so habe ich dieselben auf Querschnitten nicht nachweisen können. Eine dicke besondere Lage scheinen sie also nicht zu bilden. Dagegen habe ich auf den zerschüttelten Präparaten aus Methylmixtur zwei Gebilde gefunden, welche durchaus den Eindruck derartiger Zellen machten. Der Leser wird dieses noch mehr finden, wenn er die Formen der entsprechenden Zellen von den noch später zu beschreibenden Fischen vergleichen will. Es sind, wie Taf. XXII, Fig. 3 a. b zeigt, ganz platte, spindelförmige Gebilde, welche in der Mitte eine ziemliche Breite besitzen.

Was die radialen Zellen anlangt, so habe ich von diesen in Taf. XXII, Fig. 4 a. b. c. d vier Formen abgebildet. Wie man bemerkt, sind es im allgemeinen feste, glatte, faserähnliche Gebilde. Die Kernanschwellung liegt, wie die Querschnitte Taf. XXIV, Fig. 74. 75 zeigen, dicht an der inneren granulirten an, das innere Ende durchsetzt glatt und ungetheilt diese Schicht, um mehr oder weniger stark konisch am Ende anzuschwellen. Gewöhnlich ist diese Anschwellung nur nach einer Seite stärker, so dass man auf eine längliche Fussplatte heraufsieht (α), welche scheinbar in der Fortsetzung der Faser liegt. Auch Dogiel bildet (28. Fig. 62) die Fussplatten an der Limitans so in die Länge gezogen ab. Am äusseren Ende theilt sich die Zelle, an der Oeffnung der Lücke zwischen den concentrischen Zellen angelangt, in eine Anzahl kurzer Aestchen, welche die kurze Strecke bis zur Limitans mehr

oder weniger schräg durchlaufen. Da die mittleren concentrischen Zellen relativ sehr gross sind, so sind die Lücken ziemlich weit von einander entfernt. Daraus folgt, dass diejenigen radialen Zellen, welche nach den Partien der Limitans hinlaufen, welche etwa der Mitte einer solchen Zelle entsprechen, bei der sehr geringen Entfernung des Limitans von den concentrischen Zellen seitlich ausserordentlich stark umbiegen müssen, um zu ihren Endpunkten rechtzeitig zu gelangen. Dadurch kommen jene Arcadenbildungen zu Stande, welche auch Dogiel hervorhebt. Dass bei diesen Arcaden die benachbarten Zellen anastomosiren, habe ich aber nie bemerkt, und auf den Isolationspräparaten hätte man doch Andeutungen davon finden müssen, wenn solche Anastomosen in Wahrheit beständen. Dass die Stützzellen sehr häufig in engen Gruppen zusammenliegen, wie es Dogiel beschreibt und abbildet, kann ich bestätigen, es ist das ziemlich natürlich, da sie mit ihren äusseren Enden durch eine relativ kleine Oeffnung hindurchtreten müssen. Ich habe indessen auch Stellen der Retina gesehen, wo sie wohl nahe aneinander lagen, aber doch nicht solche ausgeprägten Bündel bildeten. Es kommt eben augenscheinlich beides vor.

Einer Eigenthümlichkeit der radialen Stützfasern habe ich hier dann noch Erwähnung zu thun, die ich bis jetzt nur beim Stör gefunden habe. Von der Stelle der Kernanschwellung nämlich gehen vielfach feine Fasern aus, welche nach innen ziehend jedenfalls in die innere granulirte Schicht eintreten müssen, da ja die Kerne dieser Schicht schon dicht anliegen oder doch in ihrer Nähe sich befinden. Dabei kann nun die Kernanschwellung auch mehr oder weniger stark als Fortsatz aus der Faser hervorragen, so dass unter Umständen ein längeres Stück zwischen dem Kern und dem faserähnlichen Hauptzellkörper sich einschalten kann. Taf. XXII, Fig. 4a zeigt eine Zelle, bei der nur wenige Fäserchen von der sonst ganz wie gewöhnlich aussehenden Zelle abtreten; denkt man sich diese fort, so erhält man eine radiale Stützzelle, wie sie meistens beim Stör vorkommt. In 4b ist der Kern schon weiter herausgerückt, noch mehr in 4c und Fig. 4d zeigt einen deutlichen langen Stiel. Da ich diese eigenthümlichen Fäserchen sonst, wie gesagt, noch nicht gefunden habe, so vermag ich eine Deutung derselben nicht zu geben. Die einzigen nicht nervösen Gebilde, welche sonst Fortsätze in die innere granulirte Schicht hineinsenden, sind ja die sogenannten Spongioblasten. Ob

solche beim Stör vorhanden sind, ist nicht leicht zu sagen. Man sieht in der inneren Körnerschicht überhaupt nur wenig Körner, wie das auch Dogiel angiebt. Ueber die Bedeutung der Spongioblasten weiss man noch nichts, in Folge dessen ist es auch nicht möglich zu sagen, ob man annehmen kann, dass sie durch derartige Anhänge an Stützzellen vertreten werden.

Maasse:

m. c. k. Stz.: längster Durchm. c. 85 μ .

inn. c. k. Stz.: „ „ „ 174—414 μ .

c. kl. Stz.: Länge: 114—160 μ , Breite: 12 μ .

r. Stz.: Länge 104—127 μ .

Andere Ganoiden standen mir leider zur Untersuchung nicht zu Gebote.

d) Dipnoi.

Von Herrn Prof. Ehlers wurden mir je ein Auge von *Ceratodus* und *Protopterus* zur Verfügung gestellt. Dieselben waren in schwachem Alkohol conservirt, und wenn sie auch nicht für alle Details einer Retina-Untersuchung zu benutzen waren, so waren sie doch hinreichend gut conservirt, um das für die vorliegende Untersuchung nothwendigste constatiren zu lassen.

1) *Ceratodus Forsteri*.

Aehnlich wie *Torpedo* sich an *Acanthias* anschliesst, scheint es *Ceratodus* in Bezug auf den Stör zu thun. D. h. während die übrigen Retina-Elemente (z. B. die Stäbchen und Zapfen) noch ganz den Typus der Ganoiden zeigen, haben sich die kernhaltigen concentrischen Stützzellen aus jenen massigen Elementen des Störs zu platten, zarteren Gebilden umgewandelt und wie bei *Torpedo*, so treten auch hier die äusseren concentrischen Zellen jetzt als grosse runde Kerne deutlich hervor. In Folge der Art der Conservirung des Auges habe ich die einzelnen Elemente nicht gut isolirt sehen können, indessen so weit man die Formen der Zellen nach Flächenschnitten beurtheilen konnte, war auch insofern eine Annäherung an die Formen von *Torpedo* zu bemerken, als die inneren Zellen nicht so sehr gross waren, und somit der Unterschied in der Grösse der mittleren und inneren nicht so bedeutend wie beim Stör. Also auch in dieser Hinsicht steht *Torpedo* dem Hai ganz ähnlich gegenüber wie *Ceratodus* dem Stör. Wie man

auf Taf. XXIV, Fig. 79, welche ein Stück eines Querschnitts der Retina darstellt, und auf Tafel XXIV, Fig. 80, welche ein Stückchen der Retina aus einem Zerzupfungspräparat wiedergiebt, leicht erkennen wird, liegen die mittleren und inneren concentrischen Zellen einander ziemlich dicht an, und ebenso fügen sich aussen unmittelbar die grossen Kerne der äusseren Zellen an, welche hier schon fast ganz zwischen die Endpartieen der Neuroepithelien hineinragen. In der That geht die Grenzlinie der Basen der Fusskegel der Sehzellen derartig an den Kernen vorüber, dass nur ein kleiner Theil nach innen darunter hervorragt. Es ist dieses Verhältniss also auch ähnlich wie beim Stör, bei dem die Zellen verschieden weit in die Schicht der Sehzellen hineinragten, aber immer noch mit ihrem inneren Ende, mit dem sie ja den mittleren Zellen unmittelbar anlagen, daraus hervorragten.

Ob hier kernlose Zellen vorhanden sind, ist mir wieder zweifelhaft geblieben. Es ist die Feststellung derselben, wenn sie nicht in dicken Schichten vorkommen, immer sehr schwer, wenn man nicht gute Isolationspräparate anfertigen kann, und auch mit Hülfe dieser ist der Nachweis oft noch recht mühsam und zeitraubend. So kann ich darüber nur sagen, dass ich bisweilen faserähnliche Bildungen, welche eventuell als solche gedeutet werden konnten, bemerkt habe, so auch auf jenem Stückchen, welches Taf. XXIV, Fig. 80 abgebildet worden ist, zwischen äusseren concentrischen Zellen und mittleren. Doch kann ich Sicheres darüber nicht aussagen.

Die radialen Zellen sind hier ganz auffallend breite hautartige Gebilde, wie man auf beiden Abbildungen wird erkennen können. Sie sind schleierartig zart, und theilen sich nach dem Durchtritt durch die Zelllücken in eine Anzahl sehr breiter, aber ebenso platter Zacken mit stark ausgerundeten Winkeln, welche zwischen den Sehzellen aufsteigen. Ihre Kernanschwellungen liegen in der inneren Körnerschicht verstreut, im Ganzen ungefähr in der Mitte derselben. Ihre inneren Enden scheinen ungetheilt zu verlaufen.

Wie man auf beiden Zeichnungen bemerkt, sind die Elemente der Retina sehr gross. Die Innenglieder der Stäbchenzellen erscheinen zum grossen Theile stark aufgequollen, wohl als Folge der mangelhaften Conservirung. Die Zapfen besitzen Oeltropfen wie die des Störs.

2) *Protopterus annectens*.

Dieses Thier ist sehr interessant, da es auch in seiner Retinaformation den direkten Uebergang von den Fischen zu den Amphibien bildet. Die Elemente der Retina, namentlich auch ihre Kerne, sind mächtig gross. Die Stäbchen und Zapfen schliessen sich noch ganz an *Ceratodus*-formen an. Die Schichten der concentrischen Zellen zeigen auf's Deutlichste den Amphibientypus, wie wir ihn später noch genauer kennen lernen werden. Man bemerkt bei diesem Thier (siehe Taf. XXIV, Fig. 76, welche einen Theil eines Querschnittes der Retina darstellt) zuerst eine deutliche breite Schicht, welche ihrer Lage nach als äussere granulirte zu bezeichnen wäre, wenn sie auch in Wirklichkeit nur wenig granulirt erschien und mehr einen streifigen Typus zeigte. An dieser liegen nach aussen unmittelbar grosse rundliche Zellkerne an, welche aber durch grosse Zwischenräume, die nicht gleichmässig sind, getrennt werden. Sie sind von den äusseren Körnern ziemlich leicht durch ihre runde Form, den Mangel von Fortsätzen, und ihre etwas tiefere Lage zu unterscheiden. Ihre inneren Enden liegen wieder noch etwas nach innen von den Fusskegelbasen, oder höchstens in einer Linie mit diesen. Ich halte diese runden Kerne wieder für den Ausdruck meiner äusseren concentrischen Zellen. An der inneren Seite der granulirten Schicht liegen ebenso ovale, quergestellte Kerne, auch in unregelmässigen Entfernungen von einander. Diese Kerne liegen bisweilen der inneren Grenze der Schicht einfach an, bisweilen ragen sie ein Ende in dieselbe hinein, liegen dann also etwas weiter nach aussen als die anderen. Auf Isolationspräparaten kann man mitunter nachweisen, dass diese Kerne an ihrem äusseren, platteren Theile einen membranartigen Zellkörper tragen, wie Taf. XXIV, Fig. 77 es zeigt. Diese Zellplatte ist nur klein, namentlich im Vergleich zu dem riesigen Kern und wird daher leicht übersehen. Das Bild erinnert sehr an die eine in Taf. XXIII, Fig. 71 dargestellte Zelle von *Torpedo*, nur dass diese weit grösser ist und die Zellplatte dicker. Ich halte diese Zellen für meine mittleren und inneren concentrischen Zellen, und halte es für wahrscheinlich, dass jene erst angegebene Ungleichheit der Lage dieser Zellen zu der granulirten Schicht, in welche die einen weiter hineinragen als die anderen, auf die Anordnung der Zellen in zwei Reihen zurückzuführen ist, entsprechend den mittleren und inneren Zellen. So

kann man deren Vorhandensein also nachweisen, aber die Zellen erscheinen rudimentär gegenüber der mächtigen Entwicklung, welche wir bisher kennen gelernt haben. Dass die eventuellen Fortsätze dieser Zellen anastomosiren, ist ja möglich, bei der Kleinheit der Zellen aber unwahrscheinlich.

Ich erwähnte schon oben, dass die äussere granulirte Schicht hier ein durchaus faseriges Gepräge hat. Es liegen in ihr, soweit man das nach Zerzupfungspräparaten beurtheilen kann, längere, ziemlich starke Fasern, welche ich auf den zwei Abbildungen Taf. XXIV, Fig. 76 und Fig. 78 angedeutet habe. Dass dieselben nervös sind, glaube ich nicht; dazu sind sie zu stark, auch haben sie nicht das Aussehen von Nervenfasern, ich halte es für wahrscheinlich, dass es kernlose concentrische Zellen sind, und dass wir in ihnen auch bereits jene Elemente zu erkennen haben, welche von den Amphibien an durch alle Klassen der Wirbelthiere, wie wir sehen werden, zu verfolgen sind.

Die radialen Zellen scheinen hier denen von *Ceratodus* noch sehr nahe zu stehen. Es sind wieder breite durchsichtige Gebilde, welche mit ihren sich verästelnden äusseren Enden in Menge zwischen den concentrischen Stützzellen liegen, deren Lücken ja hier nun gross genug sein werden, um beliebig viele Gebilde hindurchzulassen. Die Kernanschwellungen liegen wieder zerstreut durch die ganze innere Körnerschicht, zu einem grösseren Theile auch der inneren granulirten Schicht unmittelbar an. Die inneren Enden scheinen wieder unverästelt weiter zu verlaufen.

Die grossen runden Kerne an der äusseren Seite der inneren granulirten Schicht, welche sich durch ihre Grösse von den übrigen inneren Körnern unterscheiden, kann man wohl als Spongioblasten deuten.

Da ich weder von *Ceratodus* noch von *Protopterus* gute isolirte Elemente erhalten habe, so muss ich auf Maassangaben verzichten.

e) Teleostei.

a) Physostomi.

1) Hecht, *Esox lucius*.

Die Knochenfische haben einen besonderen Typus der Bildung der concentrischen Zellschichten, welcher sich ungemein deutlich nach allen Richtungen hin entwickelt beim Hecht ausspricht, so

dass man dieses Thier sehr gut als Hauptbeispiel wählen kann. Taf. XXIV, Fig. 88 zeigt einen Theil eines Retinaquerschnittes aus dem mittleren Theile des Auges nach Härtung in Chromsäure von 1:600. Die äussere Körnerschicht und die breite, ein faserig netzförmiges Gefüge zeigende äussere granulirte Schicht sind fortgelassen, und nur die Grenze gegen die concentrischen Zellen ist durch eine Linie ungefähr angedeutet. Die äussere granulirte Schicht besteht hier aus einem innern dichteren, querfaserigen Theil, an den sich nach aussen eine Art von grobem Netzwerk anschliesst, aus sich durchkreuzenden, nach verschiedenen Richtungen laufenden Fasern gebildet, zu denen auch die Aeste der radialen Zellen gehören. Aus diesem Netz geht schliesslich eine mehr oder weniger deutliche Schicht mehr radiär zu den Enden der Neuroepithelien hinlaufender Fasern hervor. Die Fusskegel der Neuroepithelien liegen hier also weit von dem mehr querfaserigen Theile der granulirten ab. Durch das grobe Netzwerk werden oft eine Menge grösserer hellerer Lücken gebildet. Nach den seitlichen Partien der Retina wird die ganze Schicht schmaler und die Abtheilungen erscheinen nicht mehr so deutlich. An der inneren Grenze der granulirten unmittelbar anliegend bemerkt man eine Reihe von kleinen, auf dem Querschnitt spindelförmig erscheinenden kernhaltigen Zellen. Etwas weiter nach innen eine Reihe recht grosser kernhaltiger Zellen, welche ebenso wie die vorigen zusammenzuhängen scheinen. Darauf folgt eine weitere Schicht kernhaltiger Zellen, welche mitunter auch doppelt erscheinen kann, manchmal bemerkt man auch schräg liegende Zellen, welche von der vorigen Schicht zu ihr hinziehen. Diese Zellen sind weit schmaler auf dem Querschnitt, die Kerne liegen in grösseren Abständen von einander. Dann endlich folgt eine weitere Schicht, in der Kerne nicht sichtbar sind, diese macht auf dem Querschnitt den Eindruck, als ob sie aus concentrischen, in mehreren Schichten liegenden Fasern zusammengesetzt sei. Diese genannten Schichten deute ich als die äusseren, mittleren und inneren kernhaltigen Zellen und die kernlosen. Dass die äusseren concentrischen Zellen hier an der inneren Seite der granulirten Schicht erscheinen, während ich sie oben bei *Protopterus*, wo diese Schicht zuerst deutlich in Erscheinung trat, an die äussere Seite derselben verlegt habe, darf nicht als etwas besonders Wichtiges aufgefasst werden. Die concentrischen Zellen haben mit dem Nervenplexus, welcher den

wesentlichen Bestandtheil der äusseren granulirten Schicht bildet, absolut keinen Zusammenhang. Entwickelt sich dieser Nervenplexus nun stärker, so dass eine eigene Schicht sich in Folge dessen abzeichnet, so kann diese zu den concentrischen Zellen beliebig liegen. Bei *Protopterus* entwickeln sich, wie es scheint, zwischen der äusseren und mittleren Schicht kernlose concentrische Zellen, dadurch wird der Zwischenraum zwischen beiden noch grösser, hier fallen diese Zellen an dieser Stelle fort und liegen an der inneren Seite der inneren kernhaltigen Zellen. Andere Zellen, welche zwischen den Fussenden der Sehzellen gelegen den äusseren concentrischen Zellen ihrer Lage nach sonst noch entsprechen könnten, giebt es hier beim Hecht nicht. Schwalbe (16 p. 395 u. 397) beschreibt allerdings vom Hecht Zellen, welche auf der äusseren Seite der äusseren granulirten liegen, und die er für besonders wichtig hält für das Verständniss der granulirten Schichten. Ich habe seine Angaben oben in der Literaturübersicht angeführt. Er giebt eine Abbildung dieser Zellen, auf der man sie von der Fläche sieht und auf p. 397 eine, auf welcher man sie im Profil sieht. Nach dieser Abbildung und der Beschreibung, in welcher gesagt wird: „Beim Hecht habe ich in einem Falle beobachtet, dass jeder Zapfenfaserkegel in eine Aushöhlung seiner inneren Fläche das kernhaltige Centrum einer der äussersten granulirten Zellen aufnahm, jedoch stets durch eine scharfe Linie davon abgegrenzt war“, ist der Ort, an dem man diese Zellen zu finden hat, ja ganz genau bestimmt. Ich habe nun natürlich mit aller Sorgfalt nach denselben gesucht, bedauere aber sagen zu müssen, dass ich sie nicht habe finden können. Ich habe an diesen Stellen immer nur Fusskegel gesehen, welche häufig etwas körnig erschienen, aber Kerne oder Zellen waren nicht vorhanden, und die Präparate waren so klar und scharf in Bezug auf die Sichtbarkeit der Elemente, dass man nicht annehmen konnte, dass derartige Zellen übersehen werden konnten. Damit fällt dann natürlich auch die Theorie, welche Schwalbe mit diesen Zellen in Verbindung brachte, wenigstens soweit als diese Zellen eine Stütze für dieselbe sein sollten. Dagegen hat Schwalbe die kleinen Zellen, welche ich als äusserste Schicht beschreibe, wohl nicht gesehen, wenigstens deutet in seiner Beschreibung, die ja ziemlich eingehend ist, nichts darauf hin. Ich will hier gleich bemerken, dass zwischen den äusseren Körnern hier auch runde Kerne mehr-

fach zerstreut liegen, bald nahe den Fusspunkten, bald in der mittleren Partie, bald nahe der Limitans, welche ihrer Form nach sicher nicht zu den Sehzellen gehören, doch bin ich ausser Stande sie näher zu deuten.

Isolationspräparate lehren nun über die Form der in den concentrischen Schichten enthaltenen Gebilde Folgendes.

Die Elemente der äussersten Schicht sind die kleinsten. Es sind ziemlich platte, nach der kernhaltigen Mitte zu leicht anschwellende, mässig stark granulirte Zellen, mit einer grösseren oder geringeren Anzahl von Fortsätzen versehen, welche mit denen benachbarter Zellen sich verbinden. Taf. XXIV, Fig. 91 zeigt eine Gruppe solcher Zellen in Umrisszeichnungen und lässt die zahlreichen kleinen Lücken erkennen, die zwischen ihnen liegen. Wie bei allen diesen Zellschichten scheint auch hier häufig der Fall vorzukommen, dass Aeste der Zellen auch nach innen abgehen, um sich entweder mit doppelt liegenden Zellen derselben Schicht oder mit denen einer anderen zu verbinden. Man sieht, der Typus dieser Zellen ist vollkommen der der sonstigen concentrischen Zellen, und wenn die Zellen beim Stör nach Dogiels Beschreibung im Wesentlichen Randfortsätze besaßen, so passt das zu diesen sehr gut.

Die Zellen der mittleren Schicht sind weit grösser als die vorigen und stimmen in Grösse und Beschaffenheit recht gut mit den früher beschriebenen. Taf. XXIV, Fig. 93 zeigt sie in Umrisszeichnungen in der halben Vergrösserung wie die äusseren, Taf. XXII, Fig. 15a in geringerer Vergrösserung. Man bemerkt ausserdem, dass bei den in letzterer Abbildung dargestellten die Fortsätze noch kürzer und damit die Lücken zwischen den Zellen noch kleiner sind. Diese Abbildung stimmt recht gut überein mit der, welche Schwalbe giebt (16. p. 394). Es scheint also die Form dieser Zellen leichten Modificationen, die sich wahrscheinlich nach den mehr in der Mitte oder mehr seitwärts befindlichen Lagerungsorten richten werden, unterworfen zu sein. Der Zellkörper ist wieder granulirt, platt, aber meist dicker als der Kern. An den Stellen, an denen die Fortsätze sich aneinanderfügen, sind häufig Zellgrenzen sichtbar, bisweilen fehlen dieselben aber auch.

Die inneren Zellen sind platter als die vorigen, auch granulirt, zeigen eine Kernanschwellung, sind grösser und besitzen längere Fortsätze, die sich wieder miteinander verbinden, ohne dass

man Zellgrenzen wahrnehmen kann. Taf. XXIV, Fig. 92 zeigt derartige Zellen in Umrisszeichnungen in demselben Maassstabe wie die anderen, und Taf. XXII, Fig. 15b in geringerem Maassstabe ein Zellnetz mit verschiedenen übereinander befindlichen Lagen bildend. Diese Neigung sich zu schichten erklärt es auch, warum man oft diese Schicht doppelt auf dem Querschnitte sieht, und warum die verschiedenen Autoren beim Hecht oft verschieden viele Schichten angeben.

Wie man bemerkt, sind die Beschreibungen, welche verschiedene Forscher, so Retzius, Schwalbe, Reich, von diesen Theilen der Hechtretina gegeben haben, im Wesentlichen naturgetreu gewesen, nur die äusseren Zellen scheinen ihnen entgangen zu sein.

Die noch weiter nach innen liegende Schicht der kernlosen concentrischen Zellen ist auch schon mehrfach gesehen worden, doch sind ihre Elemente bis jetzt noch nicht hinreichend isolirt worden, um sie genau zu erkennen. Taf. XXII, Fig. 16 stellt ein solches Element dar. Es sind, wie man sieht, sehr lange, platte, spindelförmige Gebilde, welche an den beiden Enden recht fein auslaufen. Die Länge ist in der That ganz ausserordentlich, und beträgt z. B. für die abgebildete Zelle ungefähr $420\ \mu$, also beinahe einen halben Millimeter. Diese Zellen bilden nun, sich nach allen Richtungen durchflechtend, einen dichten Filz, ganz ähnlich wie ihn Taf. XXII, Fig. 10 von derselben Schicht aus der Retina des Brachsen darstellt. Auf diese Schicht folgt dann weiter nach innen erst die eigentliche innere Körnerschicht.

In dieser sieht man auf dem Querschnittsbilde Taf. XXIV, Fig. 88 leicht die Radialzellen mit ihren Kernanschwellungen, welche ungefähr die Mitte der Schicht bevorzugen. Auch hier liegen, wie beim Stör, die radialen Zellen vielfach in Gruppen und dann natürlich auch die Kerne auf einem Haufen, aber es kommen auch viele einzeln verlaufende Zellen vor. Die Länge dieser radialen Elemente ist gemäss der bedeutenden Dicke der Retina eine beträchtliche und variirt natürlich erheblich zwischen Mitte und Rand. Der äussere Theil der Zellen ist zunächst glatt, theilt sich wieder am Ausgange der Lücken, und verläuft dann wie bisher beschrieben. In der Nähe der Kernanschwellung oder von dieser selbst, gehen häufig dickere oder dünnere Fortsätze aus, welche oft so aussehen, als wenn sie mit denen benachbarter Zellen wohl anastomosirt hätten, ohne dass mir eine solche Anastomose bisher wirklich vor-

gekommen wäre. (Siehe Taf. XXIV, Fig. 90.) Der innere Theil ist, soweit er die innere granulirte Schicht durchsetzt, auch glatt, doch gehen in der Nähe seiner Austrittsstelle und nach derselben häufig wieder den obigen ähnliche Fortsätze ab. Das Ende ist dann entweder kurz getheilt oder einfach.

Maasse:

äuss. c. k. Stz.:	längster Durchm.	30—37 μ .
m. „ „ „	„ „	48—66 μ .
inn. „ „ „	„ „	56—121 μ .
c. kl. Stz.:	Länge	420 μ , Breite 6 μ .
r. Stz.:	Länge: Mitte	340 μ , Ora serrata 116 μ .

2) Brachsen, *Abramis brama*.

Bei diesem Thiere lassen sich im ganzen dieselben Schichten in derselben Folge erkennen, wie beim Hechte. Nur in Betreff der äusseren kernhaltigen Zellen kann ich hier nichts Genaueres angeben, da ich zu der Zeit als ich den Brachsen untersuchte, diese Zellen noch nicht als eine besondere Lage unterschied. Taf. XXII, Fig. 5b zeigt eine Zelle der mittleren Schicht, Taf. XXII, Fig. 5a, 6, 7 solche der inneren Schicht theils für sich, theils im Zusammenhange mit benachbarten.

Taf. XXII, Fig. 8 zeigt dann zwei Zellen der kernlosen Schicht. Dieselben sind etwas kürzer und breiter als die vom Hecht, aber sonst diesen und ebenso den früheren ganz ähnlich. Taf. XXII, Fig. 10 giebt einen Theil von einem Stückchen dieser Schicht aus einem Isolationspräparat wieder, welches die kernlosen Zellen in ihrer Lage zueinander erkennen lässt. Man sieht das Bild ist ein ganz ähnliches wie das zuerst von der inneren kernlosen Schicht beim Neunauge gegebene, und es ist recht interessant, dass diese Zellen sich an derselben Stelle in so ähnlichen Formen wiederholen. Man könnte daraus mit einiger Wahrscheinlichkeit den Schluss ziehen, dass die kernlosen Zellen des Störs auch ähnlich liegen. Doch müssen diese dann jedenfalls eine vielfach durchbrochene Schicht bilden, da zweifellos bei jenem Thier die kernhaltigen inneren Zellen an manchen Stellen bis unmittelbar an die innere granulirte Schicht heranreichen.

Die radialen Zellen verhalten sich ähnlich denen des Hechts Taf. XXII, Fig. 9 giebt eine solche wieder.

Maasse:m. c. k. Stz.: längster Durchm. ca. 28 μ .inn. c. k. Stz.: „ „ „ 85 μ .c. kl. Stz.: Länge 239—302 μ , Breite 8—10 μ .r. Stz.: Länge ca. 176 μ .**3) Karpfen. *Cyprinus carpio*.**

Auch bei diesem Thiere sind alle Schichten vorhanden, ganz ähnlich wie bei Hecht und Brachsen. Die äusseren kernhaltigen Zellen liegen hier indess nicht wie beim Hecht in einer so schön zusammenhängenden klaren Schicht, sondern mehr vereinzelt wie bei den früher beschriebenen Fischen: Neunauge, Stör, Hai. Die mittleren und inneren concentrischen Zellen sind als zwei deutlich getrennte einfache Reihen sichtbar, die mittleren wieder dicker als die inneren. Nach innen von den letzteren liegt dann wieder die Schicht der kernlosen, welche wiederum aus schmalen, spindelförmigen, platten Elementen sich zusammensetzt, deren Länge ungefähr 146 μ , deren Breite ungefähr 6 μ beträgt. Dieselben sind also in beiden Dimensionen kleiner als die von Hecht und Brachsen; da bei auf dem Querschnitt der Retina auch nicht so deutlich hervortreten, ist anzunehmen, dass sie auch nicht in so dicker Schicht liegen. Ueber die radialen Stützzellen ist nichts besonderes zu sagen.

 β) *Anacanthini*.

Von diesen habe ich nur *Pleuronectes Platessa*, die Maischolle, untersucht, und zwar auch zu einer Zeit, in der ich auf die äusseren concentrischen Stützzellen noch nicht aufmerksam geworden war. Ich kann daher über diese hier nichts aussagen. Die anderen beiden kernhaltigen Schichten sind vorhanden und zeigen auch ähnlichen Typus wie bei den früheren Thieren. Merkwürdig ist es, dass die Zellen derselben Schichten ihrer Grösse nach so sehr variiren. So zeigen Taf. XXII, Fig. 12 und Fig. 11 e (erstere bei stärkerer Vergrösserung in der tieferen Lage) Zellen, welche zweifellos der mittleren Schicht angehören, aber ungemein klein erscheinen gegenüber der mächtigen Zelle in Taf. XXII, Fig. 11 d. Uebrigens sind diese grossen Zellen weit seltener als die kleineren, so dass es scheint, dass sie auf einem beschränkten Platze der Retina nur sich finden. Aehnlich verhalten sich die Zellen der inneren Schicht. Taf. XXII, Fig. 11 a, c

und Fig. 12, letztere in der oberflächlicheren Schicht zeigen derartige sehr zierliche kleinere Zellen. Man sieht, dass sie weitläufige Netze bilden auf der inneren Seite der mittleren. Taf. XXII, Fig. 11 b zeigt uns aber eine Zelle, welche dem ganzen Habitus nach nichts anderes als eine Zelle der inneren Schicht sein kann, die ganz bedeutend grösser ist als jene. Vergleicht man die Maasse, so findet man merkwürdigerweise, dass in beiden Schichten etwa das gleiche Verhältniss zwischen grossen und kleinen Zellen besteht. In beiden sind die grossen nämlich etwa doppelt bis dreimal so gross als die kleinen.

Ebenso verhält sich die Maischolle auch abweichend in Bezug auf die kernlosen Zellen. Während diese bei den bisher beschriebenen Fischen im ganzen leicht zu finden sind, fand ich zuerst bei der Maischolle gar nichts von ihnen und schliesslich ein in Taf. XXII, Fig. 13 dargestelltes Gebilde, welches mir noch zweifelhaft ist. Dasselbe kann ja seinem ganzen Typus und seiner Grösse nach nur zu den concentrischen Zellen gehören und ist kernlos. Doch ist der eine Fortsatz nicht vollständig, endigt noch ziemlich dick, wenn auch bis zu diesem Ende sich zuspitzend, so dass ^{die} Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, dass dieses ganze Stück nur ein Fortsatz einer allerdings mächtig grossen kernhaltigen Zelle sein kann. Sollte dieses Gebilde wirklich eine kernlose Zelle darstellen, so wäre es noch sehr auffallend, dass diese sich verästelte, da ja bisher alle derartigen Zellen einfache Spindeln darstellten.

Betreffs der radialen Zellen, von denen Taf. XXII, Fig. 14 eine wiedergibt, ist nichts Besonderes auszusagen.

Maasse:

m. c. k. Stz.: grösster Durchmesser:

a) grosse Zellen 125 μ .

b) kleine Zellen 45—62 μ .

inn. c. k. Stz.: grösster Durchmesser:

a) grosse Zellen 375 μ .

b) kleine Zellen 112—204 μ .

r. Stz.: circa 190 μ lang.

Dass bei den Acanthopteri derartige Zellen in mehrfachen Lagen, deren Typen den bisher beschriebenen entsprechen, vorkommen, ist ja bereits durch die Untersuchungen von H. Müller bekannt.

Amphibien.

a) Anuren.

Rana esculenta.

Ich erwähnte oben bei Beschreibung von *Protopterus annectens*, dass der Typus der concentrischen Stützzellen dieses Thieres bereits vollständig dem der Amphibien entspräche. Man wird die Aehnlichkeit in den Elementen beider Thiere leicht herausfinden, wenn man die Abbildungen der Zellen des Frosches mit denen von *Protopterus* vergleicht. Taf. XXIV, Fig. 81 zeigt einen Theil eines Retinaquerschnitts. Es ist hier eine deutliche äussere granulirte Schicht unterscheidbar, welche ein streifiges Aussehen hat, wobei aber zwischen den die Streifen bedingenden Fasern auch Körnchen zu liegen scheinen. An der inneren Seite dieser Schicht sieht man regelmässig in nicht grossen Zwischenräumen grössere quergestellte Kerne liegen, die auch von anderen Beobachtern schon beschrieben worden sind. Ausser diesen kommen aber mitunter auch solche zur Beobachtung, welche weiter in die Schicht hineinrücken, ja unter Umständen sogar mitten in derselben zu liegen scheinen. Endlich findet man auch hin und wieder Kerne, welche mehr rundlich oder mehr quer oval erscheinend auf der Aussenseite der äusseren granulirten Schicht befindlich dieser dicht anliegen. Auf Isolationspräparaten kann man nachweisen, dass die an der inneren Seite der äusseren granulirten Schicht befindlichen Zellen eine Gestalt besitzen, welche Taf. XXII, Fig. 18 wiedergiebt. Man sieht hier einen grossen Kern, der an seiner nach aussen gewandten Seite eine schmale Zellplatte trägt, ganz ähnlich also wie bei *Protopterus*, nur dass bei *Rana* die Elemente kleiner sind, und auch vielleicht die Zellplatte im Verhältniss zum Kern noch kleiner ist. Von den äusseren Zellen habe ich nur die Kerne sehen können. Diese Zellen in ihren drei Lagen halte ich für die äusseren, mittleren und inneren concentrischen kernhaltigen Zellen. Man bemerkt leicht, dass die hier beschriebenen Zellen aller Wahrscheinlichkeit nach identisch sind mit denen, welche *Ranvier* als *cellules basales externes*, *interstitielles* und *internes* bezeichnet. Seiner Abbildung nach (25. Fig. 323) muss *Pelobates* sehr grosse Zellen der Art besitzen, ich habe dieses Thier nicht mehr untersuchen können. Ob diese Zellen anastomosiren, ist schwer zu sagen, gerade wie bei *Protopterus*, ich möchte es in-

dess bei der geringen Ausdehnung der Zellplatte nicht für wahrscheinlich halten.

Einer anderen Art von Elementen thut aber bisher kein Beobachter Erwähnung, der kernlosen concentrischen Zellen. Diese liegen bei *Rana*, und von nun an bei allen weiteren Thieren, zwischen den äusseren und mittleren concentrischen kernhaltigen Zellen, also, da, wie wir sehen werden, an dieser Stelle auch gewöhnlich die äussere granulirte Schicht zu liegen pflegt, in diese eingebettet. Ich habe bei *Protopterus* sicher Fasern finden können, wie ich oben schon hervorhob, welche diesen zu entsprechen scheinen, für *Ceratodus* bin ich meiner Sache nicht sicher. Hier bei *Rana* sind es kleine zarte Gebilde, welche sich verästeln, wie Taf. XXII, Fig. 19 erkennen lässt. Und zwar ist die Form derartig, dass man einen faserartigen Körper unterscheiden kann, dessen beide Enden sich in Aeste auflösen. Manchmal findet man Aeste auch nur an einem Ende, und dann können Formen entstehen, die auf den ersten Blick den faserartigen Hauptkörper nicht mehr so deutlich erkennen lassen. Es ist also die spindelförmige Faser auch hier die Grundform der Gestalt und aus ihr gehen erst die mannigfachen sonstigen Formen hervor. Bei *Protopterus* war es mir nicht gelungen diese Gebilde soweit zu isoliren, dass ich bestimmen konnte, ob sie verästelt waren oder nicht. Taf. XXIV, Fig. 82 zeigt ein Stückchen Froschretina aus einem Isolationspräparat. Man sieht deutlich zwei derartige Zellen in der äusseren granulirten Schicht, von denen die eine frei hervorragt. Diese kernlosen Zellen geben vermöge ihrer Dicke wohl die Hauptveranlassung zu dem concentrisch streifigen Aussehen der äusseren granulirten, doch liegen ausserdem ja natürlich noch eine Menge von feineren nervösen Gebilden in ihr, die dieses Aussehen verstärken.

Die radialen Zellen sind mächtig entwickelt, wie bei allen Amphibien, ähnlich wie es ja auch die Zellen von *Protopterus* sind, doch haben sie nicht den zarten platten Körper dieser, sondern sind starke, kräftige Zellen. Die Zellen der dickeren Theile der Retina sind lange, schlanke Gebilde, welche in der Gegend der äusseren, granulirten Schicht in ihre äusseren Aeste zerfallen, welche sich wieder theilen können und schliesslich an die Limitans befestigen (siehe Taf. XXII, Fig. 20 a); der Kern sitzt gewöhnlich mehr seitlich der Zelle an, manchmal ist aber auch die gewöhnliche Kernanschwellung vorhanden (Fig. 20 c). Die Kerne liegen

alle in der inneren Körnerschicht gewöhnlich mehr im inneren Theil derselben bis zur Mitte hin. Das innere Ende der Zelle durchsetzt glatt die innere granulirte Schicht, schwillt dann konisch an und verschmilzt schliesslich mit den benachbarten (Fig. 20 a). Je kürzer die Zellen werden, um so mehr wird der Körper derselben aber rauh und dornig, so dass mitunter die seltsamsten Formen entstehen können. Fig. 20 c zeigt eine Zelle, welche im Ganzen wohl noch glatt ist, aber an ihrem inneren Ende eigenthümliche, nach innen ragende Fortsätze und trichterförmige oder kragenartige Bildungen erkennen lässt. Dieselben zeigt schräg von Innen gesehen Fig. 20 d, noch rauher ist das innere Ende von Fig. 20 b und e, Fig. 20 f zeigt eine kurze Theilung des inneren Endes, wobei die einzelnen Aeste durch feine Membranen wie durch Schwimmhäute mit einander verbunden sind. Dornenartige kurze Fortsätze aus dem faserartigen Körper zeigen die Zellen in Fig. 20 d, f, b, e in einer grösseren Menge und Ausdehnung. Bei letzterer sind einzelne dieser Fortsätze membranartig geworden, und Membranen können auch vorkommen an den äusseren Aesten der Zellen und diese mit einander verbinden, doch hebe ich ausdrücklich hervor, dass solche Membranen durchaus nicht allen Fasern zukommen, ja nicht einmal der Mehrzahl. Es kann am äusseren Ende auch eine Art von doppelter Theilung stattfinden, indem ein Hauptast schon früher von dem Stamme sich entfernt, so auf Fig. 20 f. Zu diesem häutigen und dornigen Zelltypus gehört wohl auch die von Ranvier (25. Fig. 319) dargestellte Zelle von Triton, wenn bei dieser nicht ein Theil der auffallend zahlreichen Membranen auf die Einwirkung der Osmiumsäure zurückzuführen ist. Osmiumsäure ist gerade in dieser Beziehung ein sehr gefährliches Reagenz. Sie giebt in der Retina eine solche Menge Gerinnungsproducte, welche in Folge der eigenthümlichen Structurverhältnisse der Retina oft so unschuldig und natürlich aussehen, dass es einem schwer werden würde, sie als Gerinnungsproducte zu betrachten, wenn man nicht zu diesem Schritte in Folge der durch andere Präparationsmethoden erhaltenen Bilder genöthigt würde. In Folge des starken und kräftigen Baues dieser Zellen ist es bei Amphibien auch leichter als bei anderen Thieren, sich von dem Verhältniss der radialen Zellen zur Limitans externa und zu den äusseren Körnern zu überzeugen. An den Zellen der Fig. 20 sitzt überall ein Stück Limitans an. Man be-

merkt, dass die Aeste der Zellen sich entweder einfach als kleine Fasern an die strichförmig erscheinende cuticulare Membran ansetzen, oder dass unter Umständen auch kleine dreieckige (konische) Anschwellungen an den Ansatzstellen sich finden. Auf Fig. 20 d sieht man schräg von oben her auf ein Stückchen Limitans herauf. Man bemerkt die grossen Löcher für die Neuroepithelien, sieht die schmalen Ringe um diese Maschen, und von ihnen ausgehend kleine Stückchen der abgerissenen benachbarten.

b. Urodelen.

Von diesen wurden untersucht *Triton cristatus*, *Salamandra maculosa*, *Siredon pisciformis*, welche ich hier gemeinsam durchsprechen will.

Bei *Triton* scheinen die kernhaltigen concentrischen Zellen der beiden inneren Reihen ähnlich vorzukommen wie beim Frosch. Auf dem Retinaquerschnitt ist allerdings von denselben nur wenig zu sehen. Die colossalen Elemente, namentlich die Kerne sind ja so gross, liegen so enge aneinander, die Zellplatten sind so sehr klein, dass man nur in Ausnahmefällen sich hier über diese Zellen orientiren kann. Auch auf dem Isolationspräparat ist es schwer die Zellen zu finden. Taf. XXII, Fig. 21 A zeigt eine solche. Wenn man sie mit denen vom Frosch vergleicht, ist die Aehnlichkeit gross genug, um sie ihrer Bedeutung nach zu erkennen, hat man aber solche Zellen noch nicht gesehen, würde man sie bei *Triton* wohl nicht auffinden. Die Zellplatte ist eben ungemein klein geworden gegenüber dem Kern. Bei *Salamandra* und *Siredon*, welche beide ja noch grössere Elemente haben, ist es mir nicht gelungen die Zellen zu finden. Die Zellplatten werden eben wahrscheinlich noch kleiner geworden sein und dann entgehen sie zu leicht dem suchenden Auge.

A. Dogiel scheint diese Zellen bei *Triton* auch gefunden zu haben, freilich ohne sie ihrer Bedeutung nach zu erkennen. In seiner Arbeit über den Bau der Retina von *Triton cristatus* (34) betrachtet er Zellen als nervöse innere Körner ab, welche mir ziemlich zweifellos die von mir als concentrische Zellen gedeuteten zu sein scheinen. Sie haben dieselbe Lage, haben dieselben kleinen Zellplatten. Man vergleiche zu diesem Zweck nur die auf seiner Taf. XXII mit 2c, 2e, 13 bezeichneten Figuren. Aeusserer concen-

trische kernhaltige Zellen habe ich bei diesen Thieren nicht finden können.

Kernlose concentrische Zellen habe ich hier ebenfalls nicht sehen können. Ich zweifle indess deshalb nicht im geringsten daran, dass sie vorhanden sein werden. Ich habe so oft bei Thieren, bei denen diese kernlosen sehr gross und schön entwickelt waren, sehr lange gesucht bis ich eine fand, so dass hier, wo die Zellen ja jedenfalls nur sehr klein und zart sind, ein Nichtfinden etwas rein Zufälliges nicht nur sein kann, sondern wahrscheinlich ist.

Die radialen Zellen sind auch bei diesen Thieren auf's schönste und kräftigste entwickelt. Taf. XXII, Fig. 11 a b, zeigt solche von Triton, Taf. XXII, Fig. 22 a, b c solche von Salamandra. An den ersteren sieht man wieder sehr schön die kegelförmigen Ansätze an die *Limitans externa*. Die hier abgebildeten Zellen sind im allgemeinen glatt, doch gilt von ihnen dasselbe wie von denen des Frosches, dass sie in verschiedenen Theilen der Retina verschieden beschaffen sind und je kürzer um so dorniger und häutiger. Als Beispiel einer solchen Zelle kann ja auch die schon oben citirte Ranvier'sche Abbildung von Triton dienen. Fig. 22 a zeigt eine Zelle, bei der ziemlich viel Membranen vorhanden sind. Die Kerne der Zellen liegen wieder in der inneren Körnerschicht ähnlich wie beim Frosch, die Theilung in äussere Aeste beginnt in der Nähe der äusseren granulirten oder in dieser. Die inneren Enden sind entweder einfach oder ganz kurz getheilt. Mitunter sind dieselben häutig platt mit dickeren Rippen wie auf Fig. 22 b und c.

Bei den Zellen dieser Thiere wie bei denen des Frosches sieht man auf das Klarste, wegen der Grösse der Theile eben noch klarer als bei anderen Thieren, dass die äusseren Körner, resp. die inneren Enden der Neuroepithelien sich nicht mit den radialen Zellen verbinden, wie W. Krause das ja seit langer Zeit behauptet, sondern nur zwischen den Aesten der Zellen liegen und von diesen eben gestützt werden. Ich habe hier, in den oben citirten Abbildungen, von Frosch, Triton und Salamandra derartige Neuroepithelheile zwischen den Aesten der Zellen liegend abgebildet und glaube, dass die Bilder an sich so klar sind, dass ich eine nähere Beschreibung nicht nöthig habe.

Maasse:**Rana:**

m. und inn. c. k. Stz.: Länge der Zellplatte 20—23 μ .

c. kl. Stz.: Länge 39—50 μ . Breite: 0,5 μ —2 μ .

r. Stz.: Länge 100—200 μ .

Triton:

m. und inn. c. k. Stz.: Länge der Zellplatte 14 μ .

r. Stz.: Länge: Mitte 275 μ , Ora serrata 81 μ .

Salamandra:

r. Stz.: Länge der einen abgebildeten Zelle 208 μ .

Reptilia.**a) Cheloniae.****1) Emys europaea.**

Wie der Querschnitt der Retina auf Taf. XXIV, Fig. 84 zeigt, liegen bei Emys der inneren Seite der äusseren granulirten Schicht grössere Kerne in einer Reihe an, welche theilweise von einer grösseren Menge einer körnigen Substanz umgeben sind. Dieses sind wieder die mittleren und inneren kernhaltigen concentrischen Zellen. Einen Unterschied in der Lage der einzelnen, so dass man zwei Schichten unterscheiden konnte, habe ich hier nicht finden können. Man kann hier also nur von einer Schicht derselben sprechen. Isolirt sieht man eine solche Zelle in Taf. XXII, Fig. 23 a von einem Thier, und Fig. 23 b drei von einem anderen Thier, Es sind Zellen mit grossem Kern und flachem Körper, aus dem der Kern buckelförmig hervortritt. Der flache Körper ist leicht granulirt und besitzt eine Anzahl von Fortsätzen. Ob diese mit solchen benachbarter Zellen anastomosiren, ist schwer zu sagen, doch habe ich niemals Bilder gehabt, welche für Anastomosen sprachen, so dass ich gerade wie bei den Amphibien mich gegen ein Anastomosiren aussprechen möchte.

Ob bei Emys äussere kernhaltige Zellen vorkommen, ist mir zweifelhaft geblieben. Man sieht häufig zwischen denjenigen Gebilden, welche man als zweifellose Neuroepithelien erkennen kann, kleinere rundliche Kerne, welche zwischen den Fussenden jener dicht an der äusseren Seite der äusseren granulirten Schicht anliegen. Aber einmal rücken diese Zellen mitunter auch weiter

von dieser Schicht ab zwischen die Neuroepithelien hinein, und zweitens sieht es manchmal auch so aus, als ob diese Kerne mit zu den Neuroepithelien zu rechnen seien, und zwar gerade dann, wenn man noch eine Protoplasmaumhüllung wahrnehmen kann. Auf Taf. XXIV, Fig. 85 sind solche Kerne (bei α) von einem Stückchen der Retina aus einem Zerpupfungspräparat nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit dargestellt. Hier liegen dieselben recht weit von der äusseren granulirten und damit den anderen concentrischen Zellen entfernt. Auf demselben Präparat bemerkt man auch noch zwei innere concentrische Zellen.

Die kernlosen concentrischen Zellen sind hier wieder kräftiger entwickelt als die kernhaltigen, ähnlich wie beim Frosch. Es sind wiederum Formen, welche sich aus der einfachen spindelförmigen Faser ableiten lassen. Mitunter findet man auch noch solche, so auf Taf. XXII, Fig. 24 b von demselben Thiere, von dem oben die kleineren kernhaltigen Zellen stammten. Dieselbe Figur zeigt eine zweite Zelle, bei der einfach eine Gabelung beider Enden eingetreten ist. Fig. 24 a zeigt dann eine Anzahl von Zellen von dem Thiere, von welchem die grössere kernhaltige Zelle herührte. Diese lassen immer noch den spindelförmigen Körper erkennen, besitzen aber schon eine Menge von Fortsätzen, welche von den Seiten abgehen. Man sieht, es sind relativ grosse Gebilde, welche ein feinkörniges Gefüge besitzen, in denen aber von einem Kern niemals etwas zu sehen ist. Diese Zellen liegen hier wiederum in der äusseren granulirten Schicht, wie beim Frosch, also nach aussen von und unmittelbar an den mittleren — inneren kernhaltigen. Auf Taf. XXIV, Fig. 85 sieht man eine solche Zelle hervorragen und von einer zweiten ein Stück in der Schicht. Diese Zellen hat H. Müller, wie oben angeführt, zwar nicht bei Emys, aber doch bei Chelonia schon gesehen und abgebildet, und er hatte damals auch die Kernlosigkeit derselben besonders hervorgehoben.

Die radialen Zellen zeichnen sich dadurch aus, dass ihre äusseren Aeste sehr kurz und relativ stark sind, während der innere Theil in eine Anzahl zarter und langer Fortsätze zerfällt. Die Kernanschwellung liegt in der inneren Körnerschicht gewöhnlich näher der inneren Partie derselben und sehr bald nach innen von dem Kern tritt die Theilung der Zelle ein. Die Aeste sind glatt und durchsetzen als solche die innere granulirte Schicht, sie

endigen in kegelförmigen Anschwellungen. Taf. XXII, Fig. 25 a, b c, d, e zeigt eine Anzahl derartiger Zellen von demselben Thiere, von dem Fig. 23 a und Fig. 24 a herrühren. Wie man bemerkt, theilt sich die Zelle nach innen zunächst gabelförmig in zwei Hauptäste, von denen dann ein jeder wieder in zwei weitere zerfällt. Bei Fig. 25 e ist nur der eine Ast wieder getheilt, bei Fig. 25 a verbinden sich zweimal zwei Aeste anastomotisch, während der eine ganz unten wieder noch einmal sich gabelt, so dass doch vier Fusspunkte herauskommen. Mitunter können diese Aeste auch membranartige Verbreiterungen zeigen, so Fig. 25 d; und ebenso können zwischen den kurzen äusseren Aesten Membranen sich vorfinden, im ganzen sind die Zellen aber glatt und membranlos. Diese eigenthümliche lange Theilung der inneren Zellenden, welche, wie wir sehen werden, auch den anderen Reptilien und den Vögeln zukommt, habe ich sonst nur noch bei den Plagiostomen gefunden. Bei Emys sieht man dann noch ganz besonders gut die von der Limitans ausgehenden kleinen Nadeln oder Härchen (siehe Taf. XXII, Fig. 25 f.), welche um die ausserhalb der Limitans liegenden Theile der Neuroepithelien dichte manschettenartige Kränze bilden.

Maasse:

m. und inn. c. k. Stz.: grösster Durchmesser:

a) kleineres Thier 23—31 μ .

b) grösseres Thier 60—66 μ .

c. kl. Stz.: 1) grösster Durchmesser, 2) Breite.

a) kleineres Thier 1) 60—104 μ , 2) 2 μ .

b) grösseres Thier 1) 48—104 μ , 2) 3—5 μ .

rad. Stz.: Länge:

a) kleineres Thier 160—198 μ .

b) grösseres Thier 164—191 μ .

Die Zellmaasse der in der Grösse nur mässig verschiedenen Thiere stimmen ziemlich. Da nur wenige Zellen gemessen wurden, kann der Grössenunterschied der kernhaltigen Zellen zufällig sein, bedingt durch die der Lage entsprechende Verschiedenheit der Grösse bei demselben Thier.

2) Chelonia Midas.

Von diesem Thiere standen mir nur zwei Osmiumpräparate zu Gebote, doch war das meiste wesentliche auch an diesen zu

erkennen Dank den ungemein grossen Elementen dieses Thieres. Taf. XXIV, Fig. 83 zeigt ein Stück eines Schrägschnittes der Retina, der indess so wenig schräg getroffen ist, dass er einem Querschnitte recht nahe steht. Man sieht darin leicht eine dicke Schicht von faserartigen Gebilden, welche sich innen an die äussere granulierte Schicht an- resp. in dieselbe noch hineinlegt, und nach innen, dieser Schicht anliegend, eine grosse kernhaltige Zelle, dann folgen die Kerne der Radialzellen, inneren Körner, innere granulierte Schicht. Die kernhaltige Zelle repräsentirt die mittleren und inneren concentrischen kernhaltigen Zellen. Gerade wie bei Emys liegen diese Zellen hier in einer Reihe der äusseren granulierten, resp. hier in diesem Falle der mächtigen Schicht der kernlosen Zellen an. Isolirt sieht man solche Zellen auf Taf. XXII, Fig. 26 a, b. Es sind wieder kernhaltige Zellplatten mit leichter Körnung und einer Anzahl von Fortsätzen, von denen ich nicht annehme, dass sie anastomosiren. Der Kern springt gemäss seiner grösseren Dicke wieder aus der Zelle hervor, oder besser gesagt, buckelt dieselbe aus. Von den äusseren Zellen gilt hier dasselbe, was ich bei Emys sagte.

Die kernlosen Zellen sind mächtige Gebilde und erinnern sehr an die Zellen der Fische. Sie lassen die spindelförmige Grundform deutlich erkennen, so Taf. XXIV, Fig. 94 b, welche eine Zelle zeigt, die nur an dem einen Ende eine ganz kleine Gabelung und einen kleinen Fortsatz in ihrem Verlaufe besitzt, ähnlich auch Taf. XXII, Fig. 27, wo die Zelle indess schon eine früher eintretende, breitere Gabelung aufweist, deren Enden abgerissen sind. Dann finden sich aber auch Formen, an denen mehr Fortsätze sich entwickeln, so Taf. XXIV, Fig. 94 a. Diese Zellen bilden, wenn sie in ihrer natürlichen Lage in Stücken der Schicht isolirt werden, einen Filz, der genau so aussieht, wie der von den Fischen, z. B. der von Brachsen in Taf. XXII, Fig. 10 abgebildete. Es sind also jedenfalls principiell dieselben Elemente, nur dass sie an einem anderen Orte liegen. Man kann daraus schliessen, dass die kernlosen Zellen, welche wir sonst bei anderen Thieren finden, und die wegen ihrer Kleinheit und relativ geringen Anzahl sich nicht in solch grossen Schichtstücken isoliren lassen, doch im Grunde ebenso zu einander liegen, wie diese grossen von Chelonia und die von den Fischen. Und man sieht an diesem Beispiel auch wieder deutlich, wie diese concentrischen Zellen mit der äusseren granu-

lirten eben nichts weiter zu thun haben, als dass sie eventuell an demselben Platze liegen, sie haben mit ihrer Structur keinen Zusammenhang und liegen je nach der Massenhaftigkeit ihrer Anhäufung theils in ihr, theils an ihr an.

Die radialen Zellen scheinen, so weit ich das an den Osmiumpräparaten constatiren konnte, ganz ähnlich denen von Emys zu sein.

Die kernlosen Zellen, welche H. Müller seiner Zeit von der Schildkröte abbildete, stammten von *Chelonia* her, und wenn man seine Abbildung mit der Natur vergleicht, so ist es einmal zweifellos, dass er dieselben Gebilde gesehen hat, die ich hier als concentrische kernlose Zellen beschreibe, und dann, dass er mit relativ vielen Fortsätzen versehene abgebildet hat, immerhin kann man aber auch aus seinen Abbildungen natürlich deutlich die langgestreckte spindelförmige Grundform noch heraus erkennen. Diese Zellen sind bei *Chelonia* in der That so massenhaft vorhanden und so gross, dass es unmöglich ist sie nicht zu sehen.

Maasse (nach Osmiumpräparaten):

m. u. inn. c. k. Stz.: grösster Durchmesser: 79—83 μ .

c. kl. Stz.: " " " 155—255 μ .

Breite: 8—12 μ .

b) *Sauria*.

Lacerta vivipara.

Die Verhältnisse sind hier denen der Schildkröten so ungewöhnlich ähnlich, dass ich mich sehr kurz fassen kann.

Äussere kernhaltige Zellen sind nicht mit Sicherheit nachzuweisen. Mittlere und innere sind in einer an der äusseren granulirten Schicht innen anliegenden Reihe zu sehen. Isolirt sind es kleine Zellen (s. Taf. XXII, Fig. 28) mit dünnen, leicht granulirten, Fortsätze tragenden Zellplatten, stark vorgebuckeltem Kern, und wahrscheinlich nicht anastomosirenden Fortsätzen.

Die kernlosen Zellen sind wieder langgestreckte Gebilde, welche namentlich an den Enden eine Anzahl feiner gabelförmiger Aeste zeigen (siehe Taf. XXII, Fig. 29).

Die radialen Zellen, von denen man auf Taf. XXII, Fig. 30 a, b, c, d vier Formen sieht, haben gleichfalls den Typus der entsprechenden Zellen der Schildkröten. Auch besitzen sie mitunter Membranen zwischen den äusseren Aesten, welche letzteren wiederum

in der Gegend der äusseren granulirten Schicht entstehen. Die inneren Enden sind ebenfalls in der Majorität der Fälle langgetheilt, doch kommen auch ungetheilte vor (Fig. 30 b) und Uebergänge zu solchen, indem der eine der beiden durch Gabelung entstandenen Hauptäste sich nur ein kürzeres Ende entwickelt und schliesslich in feinen Fasern endigt, die in der inneren granulirten Schicht wahrscheinlich schon aufhören. So auf Fig. 30 d, a. Die deutliche Kernanschwellung liegt wiederum in der inneren Körnerschicht.

Maasse:

m. und inn. c. k. Stz.: grösster Durchm.: 41—50 μ .

c. kl. Stz.: „ „ 100 μ . Breite: 3 μ .

r. Stz.: Länge: 110—125 μ .

Von Schlangen habe ich *Tropidonotus natrix* untersucht, doch ist es mir bisher nicht geglückt die Zellen nachzuweisen.

Die radialen Zellen scheinen hier an ihren inneren Enden dieselbe lange Theilung zu besitzen, wie bei den bisher besprochenen Reptilien.

Von Krokodilen standen mir Augen leider nicht zu Gebote.

Vögel.

Von Vögeln habe ich untersucht: Huhn, Krähe, Ente, welche sich alle drei so gleichartig verhalten, dass ich sie hier gemeinsam besprechen kann.

Diese Vögel schliessen sich in ihrem Bau unmittelbar den Reptilien an. Taf. XXIV, Fig. 87 giebt ein Stückchen eines Retinaquerschnittbildes aus einem Schüttelpräparat wieder aus dem Auge einer jungen Ente. Man sieht die Limitans, die äusseren Körner, die äussere granulirte Schicht, und deren innerer Seite unmittelbar anliegend eine Reihe von Kernen mit im Profil strichähnlichen, schmalen Zellplatten, eventuell auch noch etwas körnige Substanz um den Kern. Diese Zellen entsprechen wieder den mittleren und inneren kernhaltigen Zellen. Aeussere Zellen habe ich bei Vögeln nicht finden können.

Eine ähnliche Zelle zeigt von demselben Thiere Taf. XXII, Fig. 36 A, vom Huhn Taf. XXII, Fig. 31 b, und eine gleiche von der Fläche gesehen Taf. XXII, Fig. 31 a. Man sieht, es sind wieder kleine, flache Zellen mit einer Anzahl kurzer Fortsätze versehen,

die wohl nicht mit benachbarten anastomosiren. Dieselben schliessen sich in ihrer Form und Grösse unmittelbar an die der Reptilien an.

Die kernlosen Zellen sind ebenfalls denen der Reptilien durchaus ähnlich. Die von einer jungen Ente stammenden auf Taf. XXII, Fig. 36 B, a, b, c dargestellten würde man z. B. mit denen von Emys direkt verwechseln können. Die vom Huhn (Taf. XXII, Fig. 32) und von der Krähe (Taf. XXII, Fig. 34 a, b) sind schlanker, und dadurch von denen der Reptilien unterscheidbar, sonst haben sie aber auch dieselben Formen, so z. B. Fig. 34 b, welche Fig. 36 B, a von Ente und Taf. XXIV, Fig. 94 a von *Chelonia* entspricht. In allen ist eben immer auch wieder ein faserartiger spindelförmiger Hauptkörper zu erkennen und Fortsätze, welche entweder von dem einen Ende desselben hervorgehen, so dass das andere Ende dann frei bleibt und die Spindelform bewahrt, oder die Fortsätze gehen nach beiden Seiten vom Körper ab, und beide Enden bleiben frei. Die Aeste selbst können sich dann wiederum theilen. Diese Zellen liegen gerade so wie bei den Reptilien in der äusseren granulirten Schicht, in welche auch die Fortsätze der kernhaltigen Zellen ja hineinragen. Taf. XXIV, Fig. 81 und 86 zeigen von Ente und Krähe derartige Zellen, welche noch theilweise in der granulirten Schicht liegen, theilweise aus derselben hervorragen. Auf der letzteren Abbildung liegt die Zelle in einem Stückchen der granulirten Schicht, welches eine ziemliche Breite besitzt, so dass man schräg von oben her auf die äussere Fläche heraufsieht und die tieferen Partien, welche bei tieferer Einstellung gezeichnet sind, daher über die oberflächlichen zu liegen kommen. So sieht man auch einen einer kernhaltigen concentrischen Zelle angehörigen Kern, der durch die granulirte durchschimmert, bei β , hier höher liegen als den Körper der kernlosen Zelle, welche oberflächlicher liegt bei α . Sonst erblickt man noch die Fusskegel einiger Neuroepithelien und die Limitans.

Was die radialen Stützzellen anlangt, so sind auch diese denen der Reptilien durchaus gleich. Taf. XXII, Fig. 36 zeigt zwei von einer jungen Ente, Fig. 33 vom Huhn, Fig. 35 von der Krähe. Alle Zellen haben deutliche Kernanschwellungen, die in der inneren Körnerschicht liegen. Von dieser Stelle aus steigt der Stamm der Zelle glatt oder kurze Aeste tragend mehr oder weniger weit nach aussen auf, bis in der Nähe der äusseren granulirten Schicht der Zerfall in Aeste stattfindet. Diese sind relativ kurz, und tragen häufig an ihren Enden wieder deutlich jene schon früher beschrie-

benen conischen Anschwellungen, an denen dann unmittelbar die Limitans ansitzt. Auch hier können dann wieder Membranen vorkommen, wie auf Fig. 35, wo noch ein Korn dazwischen liegt. Das innere Ende der Zelle theilt sich wieder sehr bald nach innen von dem Kern, die Äeste sind oft recht fein und reissen leicht ab, sie durchsetzen glatt die innere granulirte Schicht und endigen kegelförmig anschwellend. Auch hier bei den Vögeln findet man immer Zellen, welche einfach endigen, wie bei den Reptilien, aber auch hier bilden sie die entschiedenen Ausnahmen.

Maasse:

Ente.

m. und inn. c. k. Stz.: grösster Durchm. 20—23 μ .

c. kl. Stz.: „ „ 52—82 μ , Breite 1,5—2,5 μ .

r. Stz.: Länge 110—125 μ .

Kräh.

c. kl. Stz.: grösster Durchm. 100—104 μ , Breite 1 μ .

r. Stz.: 100—120 μ .

Huhn.

m. und inn. c. k. Stz.: grösster Durchm. 39—50 μ .

c. kl. Stz.: „ „ 94—129 μ , Breite 0,75—1,00 μ .

Säugethiere.

Bei den Säugern waren die concentrischen Zellen, wenigstens die kernhaltigen, schon mehrfach gesehen. Wie aus der oben angeführten Litteratur hervorgeht, hatten Kölliker und Merkel sie beim Rinde, Rivolta, Golgi und Manfredi und Schwalbe beim Pferde, Ranvier bei der Katze, Schwalbe und Dogiel beim Menschen, Nordenson bei verschiedenen Säugethieren gefunden, und zum Theil auch als zur Stützsubstanz gehörend gedeutet. Sei es mir gestattet hier jetzt kurz die Resultate meiner Untersuchungen mitzutheilen.

Ich will zu diesem Zwecke die verschiedenen von mir untersuchten Thiere hier zusammenfassen, da dieselben sämmtlich denselben Typus erkennen liessen. Den Menschen will ich zuletzt gesondert besprechen.

Die äusseren kernhaltigen Zellen habe ich bei den Säugern nicht gefunden.

Die mittleren und inneren liegen wieder in einer Reihe an

der inneren Seite der äusseren granulirten Schicht an. Es sind platte, sehr stark verästelte Zellen von ungemeiner Grösse mit grossem ungefähr kugeligem oder ovalem Kern und Kernkörperchen. Der den Kern umgebende Theil des Zellkörpers ist relativ gering an Masse, doch grösser wie bei den vorigen Klassen mit Ausnahme der Fische. Der Zelleib ist dicht am Kern gewöhnlich feinkörnig, die Ausläufer erscheinen mehr homogen. Während der Kern sich deutlich färbt, bleibt der Zellkörper hell, ungefärbt oder färbt sich doch nur schwach. Die Fortsätze der Zellen sind so lang, dass sie grösser sind als die Entfernung von einem Zellkern zum anderen, wenn die Zellen sich in der natürlichen Lage an der äusseren granulirten Schicht befinden, es ist in Folge dessen nothwendig, dass die einzelnen Zellen mit ihren Ausläufern in das Gebiet benachbarter Zellen hineinragen, und dass die Ausläufer sich durchflechten. Ein Anastomosiren derselben mit denen benachbarter Zellen habe ich nie gesehen und nehme es nicht an. Die Ausbreitung der feineren Fortsätze geht in der äusseren granulirten Schicht vor sich und hier bilden dieselben also ein dichtes Geflecht, zwischen dessen Fasern eine Anzahl Lücken übrig bleiben, durch welche die die Retina senkrecht durchsetzenden Elemente hindurchtreten. Die Zellkörper mit den Kernen und ebenso gewöhnlich der Anfang der grösseren Fortsätze liegen regelmässig wie bei den drei letzten Klassen auch nach der inneren Körnerschicht hin frei. Oefters sieht es auf dem Retinaquerschnitt so aus, als wenn um jeden dieser grossen Zellkörper ein heller Hof läge, doch ist dies durchaus nicht immer der Fall. Man wird das eben Gesagte wohl erkennen können auf Taf. XXIV, Fig. 95, welche einen Theil eines Retinaquerschnitts vom Kaninchen nach Goldbehandlung wiedergiebt, und auf Taf. XXIV, Fig. 97, welche ein Stück eines Querschnitts der Pferderetina zeigt. Beide Präparate verdanke ich Herrn Dr. Nordenson. Auf der ersten Abbildung sieht man die grossen, hier querovalen Kerne mit deutlichen Kernkörperchen, theilweise von einem hellen Hofe umgeben, die Zellkörper traten bei dieser Färbung nicht besonders gut hervor. Auf dem Präparat vom Pferd sind auch die Zellkörper (β) deutlich sichtbar und ebenso die Anfänge der Fortsätze. An einer Stelle, bei β' , bemerkt man, dass der Kern soweit nach innen tritt, dass er bei der sehr schmalen inneren Körnerschicht die innere granulirte erreicht.

Auf Taf. XXIII, Fig. 43 b sieht man dann eine derartige Zelle vom Kaninchen isolirt von der Fläche. Diese Zelle ist bei derselben Vergrösserung gezeichnet wie alle anderen, man erkennt so leicht die kolossale Grösse derselben, welche alle bisherigen übertrifft. Diese Grösse wird hervorgebracht durch die so sehr langen, schlanken Fortsätze, die ja sicher theilweise noch länger sind als die hier gezeichneten, da bei ihrer grossen Feinheit die Wahrscheinlichkeit, dass Stücke von ihnen bei der Isolirung aus dem dichten Filz, in dem sie stecken, abreissen, natürlich sehr gross ist. Fig. 43 a zeigt eine ebensolche Zelle im Profil. Man sieht den an der einen Seite der Zellplatte sich vorbuckelnden Kern und den langen schmalen Contour der Platte bis zu den beiderseitigen Fortsätzen. Um sich schnell eine Vorstellung von der Grösse dieser Zellen zu bilden, vergleiche man Fig. 45 a, b, c, d, welche radiale Stützzellen vom Kaninchen bei derselben Vergrösserung darstellen. Taf. XXIII, Fig. 46 giebt ein Stückchen der äusseren granulirten Schicht der Kaninchenretina bei 220facher Vergrösserung wieder, während die bisherigen Zeichnungen der einzelnen Zellen bei 240facher ausgeführt waren. Das Stückchen der granulirten Schicht stammt aus einem Schüttelpräparate her, und ist so gelagert, dass man von innen her auf die Schicht heraufblickt. Es treten hier deutlich die Zellkörper mit ihren Kernen hervor, man sieht wie die weitverzweigten Fortsätze mit denen benachbarter Zellen sich kreuzen. Ausser diesen Fortsätzen ziehen noch eine Menge feiner Fäserchen überall hin, sich ebenfalls mannichfach schneidend, und dazwischen befinden sich die kleinen Körnchen der granulirten Substanz. Von allen diesen Gebilden umgeben und umgrenzt sieht man dann eine Menge grösserer und kleinerer Oeffnungen, welche jedenfalls zum Durchtritt für die die Retina radial durchsetzenden Elemente dienen. Diese Oeffnungen sind hier von ganz anderen Gebilden begrenzt wie in den concentrischen Schichten der Fische. Bei diesen lagen die Zellen frei für sich und sie bildeten die Lücken; hier liegen noch nervöse Fäserchen und granulirte Substanz zwischen den Ausläufern der Zellen gemäss der stärkeren Entwicklung der granulirten Schicht und der Verschiebung der Schichten gegen einander, durch welche die concentrischen Zellen theilweise in die granulirte hineinverlegt, mit ihr vermischet werden. Man sieht aber auch auf dieser Zeichnung deutlich, wie schwierig es sein dürfte hier nervöse Fäserchen und

feine Fortsätze der concentrischen Zellen auseinanderzuhalten. Allerdings sind die Zellfortsätze nicht varicos, ich habe das wenigstens an meinen Präparaten bei keinem Thiere gesehen, und halte daher die Abbildung von Golgi und Manfredi auch nicht für eine solche, die dem wirklichen Verhalten der Zellen entspricht. Aber die Nervenfasern brauchen ebenfalls nicht varicos zu sein. Ich habe bis jetzt der kernlosen concentrischen Zellen noch gar nicht gedacht, welche ja bisher doch auch stets in der äusseren granulirten Schicht eingebettet waren. Sie liegen an diesem Orte auch bei den Säugern (wenigstens mit hoher Wahrscheinlichkeit, wie wir sehen werden), und müssen in diesem Fasergewirr mit enthalten sein.

Taf. XXIII, Fig. 47 a und b geben die Bilder zweier kernhaltiger Zellen vom Hunde, die denen des Kaninchens durchaus ähnlich sind.

Taf. XXIII, Fig. 51 a, b, c zeigen derartige Zellen vom Schwein. Die Zellen sind kleiner als die bisher betrachteten, sonst aber denselben ähnlich. Fig. 51 a giebt nur das Mittelstück mit dem Kern und den Anfängen der Fortsätze.

Taf. XXIII, Fig. 52 a, b stellen solche Zellen vom Rinde dar. Fig. 52 a zeigt einen relativ mächtigen Zellkörper, wie er den Beschreibungen der Forscher entspricht.

Aehnlich gross ist der mittlere Zelltheil beim Pferde auf Fig. 55. Die Zelle ist fast sternförmig, so regelmässig gehen nach allen Seiten hin die Fortsätze aus. Auch ist die Zelle sicher noch weit grösser gewesen, denn die Fortsätze endigen auf der Zeichnung noch recht dick und abgebrochen. Nach dem, was ich von diesen Zellen gesehen habe, kann ich die Form der Zellen auf der Abbildung von Golgi und Manfredi nicht als die natürliche anerkennen, abgesehen auch von den erst schon erwähnten Varicositäten. Die Ausläufer gehen zu plötzlich von dem zu dick gezeichneten Körper ab. Ebenso wenig kann ich die von Schwalbe (16) gegebene Zeichnung von dem Aussehen dieser Zellen beim Pferde als genau ansehen.

Taf. XXIII, Fig. 56 zeigt den mächtigen Zellkörper zweier Zellen vom Hirsch mit Anfängen der Fortsätze.

Im Gegensatz zu diesen sehr kräftigen, starken Zellen steht dann die durchaus schlanke, mit sehr zarten Fortsätzen versehene von Meerschweinchen (Taf. XXIII, Fig. 58).

Taf. XXIII, Fig. 42 endlich stellt eine derartige Zelle von der

Katze dar. Diese Anzahl von Säugern, welche den Ungulata Perissodactyla, Ungulata Artiodactyla, Carnivora, Glires angehören, lassen es wohl schon als sehr wahrscheinlich annehmen, dass diese Zellen allen Säugern zukommen werden.

Man sollte nun annehmen, dass es bei der Grösse dieser Zellen keine Schwierigkeit haben dürfte, dieselben auf einem Schüttelpräparate aufzufinden. Ist das Schüttelpräparat gelungen, so dass die Retina sich gut in ihre einzelnen Elemente gesondert hat, ohne dass diese zu stark angegriffen sind durch die langsame Maceration, so ist es auch in der That nicht schwer, die Zellen zu finden und auch in schönen Exemplaren zu finden. Ihre Grösse verräth sie eben, wo sie auch liegen mögen. Ist das Präparat aber nicht so gelungen, ist es zu wenig oder zu viel macerirt, so kann man oft suchen und suchen, ohne auch nur eine Spur davon aufzufinden zu können. Mir ist das z. B. beim Hund in dem Anfange der Untersuchung mehrere Male nach einander so ergangen, so dass ich schon fast zu der Meinung gekommen war, dass der Hund derartige Zellen nicht besässe, da ich mir nicht vorstellen konnte, dass solch grosse Elemente sich so leicht verbergen könnten, und doch war es schliesslich so, denn als einmal die Maceration gut gelungen war, hatte es durchaus keine Schwierigkeit eine Menge dieser Zellen auch beim Hunde nachzuweisen. Dieselben auf einem Isolationspräparat in situ zu sehen, so dass man Lage und Ausdehnung der Zelle beurtheilen kann, ist immerhin nicht ganz leicht. Taf. XXIV, Fig. 96 zeigt bei 300 maliger Vergrösserung ein Stückchen der Hunderetina von einem Schüttelpräparat. Dasselbe giebt ungefähr ein Querschnittsbild. Man sieht deutlich eine grosse Zelle, deren Fortsätze an beiden Seiten noch weit frei hervorragen. Man erkennt an diesem Bilde auch einigermaassen das Grössenverhältniss der Zelle zur Retina.

Wenn man auf jenem Querschnitt der Kaninchenretina in Fig. 95 die Entfernung der Kerne der concentrischen Zellen misst, so findet man, dass dieselben 46—83 μ , im Durchschnitt 66 μ , aus einander stehen. Die Grösse der Zellen beim Kaninchen ist etwa 400—450 μ . Es wird also eine Zelle nach jeder Seite mit ihren Aesten etwa über die drei nächsten Zellgebiete hinziehen und noch die Ausläufer der sechsten bis siebenten Zelle berühren können. Eine Zelle z. B., die in der Mitte des hier dargestellten Bildes mit ihrem Kern läge, würde mit ihren Fortsätzen noch an beiden

Seiten frei hervorragen. Es sind also Zellen von so kolossaler Ausdehnung, dass sie alle anderen in der Retina vorhandenen Elemente weit an Grösse übertreffen. Dass bei dieser Ausdehnung so weit verzweigter Elemente nun in der äusseren granulirten Schicht ein unendliches Fasergewirre entstehen muss, ist ja selbstverständlich.

Die kernlosen Zellen der Säuger sind ebenfalls sehr gross, grösser als bei allen Thieren, die Fische ausgenommen. Sie sind indessen trotz ihrer Grösse nicht ganz leicht zu finden, da sie recht zart sind, und sich, da sie ebenfalls mannichfach verästelt sind, sehr schwer aus dem Filz isoliren. Sie haben wie alle derartigen Zellen bisher den langgestreckten, spindelförmigen Grundtypus bewahrt. Taf. XXIII, Fig. 44 a und c zeigen solche Zellen vom Kaninchen, bei denen sowohl von dem langgestreckten Körper wie namentlich von den Enden zahlreiche Aeste abgehen, Fig. 44 b eine von demselben Thiere, bei der die Verästelung mehr von dem einen Ende ausgeht. Fig. 48 a, b zeigen zwei solche Zellen vom Hunde. Fig. 53 zwei vom Rinde, welche breiter sind und eine Menge von Aesten besitzen.

Wo diese Zellen bei den Säugern liegen, ist nun recht schwer zu sagen. Nach dem vorhergehenden spricht ja alles dafür, dass man sie nach aussen von den kernhaltigen Zellen in der äusseren granulirten Schicht zu suchen hat. Nachzuweisen, ob sie dort liegen, ist mir aber bis jetzt unmöglich gewesen. Die Verhältnisse liegen hier anders wie bei den Amphibien, Reptilien und Vögeln. Bei diesen allen waren die kernhaltigen Zellen sehr klein und zeigten nur ganz kurze Fortsätze, so dass es leicht war zu entscheiden, welchen Zellen bestimmte Theile, die man aus der äusseren granulirten Schicht an Isolationspräparaten hervorragen sah, nur allein angehören konnten. Hier ist das anders, sowohl kernhaltige wie kernlose zeigen denselben Verästelungstypus, und wenn sie sich auch in etwas durch die Grösse unterscheiden, so ist es doch nicht möglich zu sagen, welcher einer Art von Zellen etwaige Fortsätze, die man hervorragen sieht, angehören. Die Entscheidung würde nur dann möglich sein, wenn man das Glück hätte, eine kernlose Zelle mit ihrem gesammten Körper freiliegend zu sehen, während noch einige Fortsätze in der betreffenden Schicht festsitzen. Solch ein Präparat zu finden, ist mir bis jetzt aber nicht gelungen. Trotzdem glaube ich mit grosser Wahrscheinlichkeit

annehmen zu dürfen, dass die Zellen in der äusseren granulirten Schicht enthalten sind. Denn einmal spricht dafür ihr Verhalten in den nächst anschliessenden Klassen bis zu den Fischen hin, und dann sieht man an Isolationspräparaten auch nur aus dieser Schicht verästelte Zellen hervorragen. Ebenso wenig findet man bei Schnittpräparaten in einer anderen Schicht etwas von diesen Zellen.

Die radialen Stützzellen der Säuger sind am meisten denen der Fische ähnlich. Es sind platte, glatte, faserähnliche Zellen mit deutlicher Kernanschwellung, oder mehr seitlich ansitzendem Kern, das ist verschieden je nach den Dimensionen beider. Die Kerne liegen wieder in der inneren Körnerschicht. Die Theilung des äusseren Zellendes beginnt verschieden früh, gewöhnlich in der Gegend der äusseren granulirten Schicht, oder besser der concentrischen Zellen, aber mitunter auch schon früher. Gemäss der relativ grossen Dicke der äusseren Körnerschicht sind die Aeste lang und zart und verästeln sich selbst wieder vielfach. Sie endigen an der Limitans entweder einfach ohne Anschwellung oder mit kleinen Kegeln. Von diesem äusseren Zellende können mitunter auch schon in der inneren Körnerschicht kleine derartige Fortsätze abgehen. Ebenso können membranöse Ausbreitungen oder Membranen zwischen den Aesten vorkommen, doch sind es Ausnahmen. Das innere Zellende läuft als gerader glatter Stamm durch die innere granulirte hindurch und endigt entweder einfach kegelförmig anschwellend, oder es findet auch eine kurze Theilung statt, die entweder schon im inneren Theile der inneren granulirten Schicht beginnt, oder auch erst in der Ganglienschicht ihren Anfang nimmt. In diesem Falle endigt natürlich jeder Ast wieder mit kegelförmiger Anschwellung. Zwischen diesen Aesten können sich wieder Membranen ausspannen. Je weiter diese Stützzellen von dem mittleren Theile der Retina nach den Randpartien zu abliegen, um so kürzer sind sie natürlich, und um so mehr mit Dornen versehen, ganz ähnlich wie bei den anderen schon betrachteten Classen. Taf. XXIII, Fig. 45 a, b, c, d stellen solche Zellen vom Kaninchen dar, an denen man verschiedene Formen der inneren Verästelung wahrnimmt. Die letzte zeigt eine ganz niedrige Zelle aus der Randpartie mit mehrfachen Dornen. Fig. 49 a, b solche vom Hunde, Fig. 54 eine vom Rinde mit einfacher kegelförmiger Endigung. Auf dem Querschnitt Taf. XXIV, Fig. 95 vom Kaninchen sieht man leicht die Kerne der radialen Zellen und den Durchtritt

dieser durch die innere granulirte Schicht, sowie die Theilung des inneren Endes, die beim Kaninchen eine recht ausgeprägte ist.

Maasse:

Ich will die Maasse hier nicht von sämmtlichen untersuchten Thieren geben, es mögen einige Beispiele genügen.

Kaninchen:

m. u. inn. c. k. Stz.: grösster Durchmesser 417—448 μ .
 c. kl. Stz.: " " 240—291 μ .
 r. Stz.: Länge 94—117 μ .

Hund:

m. u. inn. c. k. Stz.: grösster Durchmesser 304—312 μ .
 c. kl. Stz.: " " 240 μ .
 r. Stz.: Länge 125—146 μ .

Was den Menschen anlangt, so gilt wahrscheinlich alles von den Säugern Gesagte im wesentlichen auch für ihn. Ich sage „wahrscheinlich“, da ich Mangels guten Materials 'nicht alles so gut am menschlichen Auge habe untersuchen und sehen können wie bei den Thieren. Frische menschliche normale Augen sind eben schwer zu bekommen. Auf einem Querschnitt der menschlichen Retina lassen sich die kernhaltigen Zellen unschwer nachweisen. Sie liegen hier wieder an der inneren Seite der äusseren granulirten Schicht an, gerade wie bei den schon beschriebenen Säugern, scheinen aber nicht sehr dicke Zellkörper zu besitzen. Diese Zellen sind hier auch schon gesehen worden, Schwalbe, Krause, Dogiel erwähnen dieselben. Schwalbe (16, p. 394) deutet sie auch richtig, Krause (36, p. 163) und Dogiel (29) rechnen sie dagegen den nervösen inneren Körnern zu. Der letztere scheint diese Zellen am genauesten untersucht und am besten gesehen zu haben. Er beschreibt sie als die „multipolaren Zellen“ des Ganglion retinae, lässt sie am meisten nach aussen von den inneren Körnern eine Schicht bilden, und giebt an, dass die grossen Kerne zum Theil in die äussere granulirte Schicht hineinragen. Er findet, dass dieses Hineinragen verschieden weit geht, und dass an der Grenze der granulirten Schicht über jeden dieser Zellkerne ein glänzender dickerer Strich verläuft. Dieser ist die Andeutung einer Zellplatte, von der Fortsätze ausgehen, die in der äusseren granulirten Schicht auf längere Strecken ungefähr horizontal hinziehend verfolgt werden können. Gemäss seiner Anschauung, dass

es Nervenzellen sind, findet er dann auch Zusammenhang dieser Fortsätze mit Neuroepithelien und einen inneren Fortsatz. Ich halte es nach seiner Beschreibung und namentlich nach den Abbildungen für zweifellos, dass er die concentrischen Zellen gesehen hat, welche nun aber natürlich nicht mit nervösen Elementen zusammenhängen und auch nicht einen inneren Fortsatz besitzen. Ich habe diese Zellen nicht gut isolirt gesehen, da der eine Versuch, den ich machen konnte, missglückte, und kann daher über die nähere Beschaffenheit der Zellen nichts aussagen, zweifle aber nicht daran, dass sie ähnlich verästelt sein werden, wie die der übrigen Säuger. Eine Andeutung davon sieht man auf Taf. XXIV, Fig. 98. Diese stellt ein Stück eines Schrägschnittes der menschlichen Retina dar. Ich verdanke das Präparat Herrn Dr. Nordenson. Man erkennt leicht die äusseren und inneren Körner und zwischen beiden ein Stück der äusseren granulirten Schicht. An der inneren Seite dieser sieht man eine grosse Zelle anliegen mit grossem Kern und Kernkörperchen. Um diesen liegt der Zellkörper, welcher nach verschiedenen Richtungen hin kurz abgeschnittene Fortsätze zeigt. Dieses ist eine solche concentrische Zelle.

Ich möchte hierbei gleich noch bemerken, dass Herr Dr. Nordenson mich auf Zellen in der menschlichen Retina aufmerksam machte, welche ausserhalb der äusseren granulirten Schicht lagen, und allem Anscheine nach nicht zu den äusseren Körnern gehörten. Die betreffenden Retinapräparate stammten von dem Auge eines Hingerichteten, das ganz frisch in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet war. Die Zellen lagen in der ausserhalb der äusseren granulirten befindlichen Faserschicht, hatten grosse sich wenig oder gar nicht färbende Kerne, theilweise mit deutlichen Ausläufern versehene verschieden grosse zarte Körper, und lagen ganz unregelmässig mehr oder weniger nahe zusammen und mehr oder weniger weit von der granulirten Schicht entfernt. Sie nahmen nach dem Retinarande entschieden an Menge zu, waren in den mittleren Partien sogar recht selten. Welche Bedeutung diese Zellen haben, welche ich in Präparaten anderer menschlicher Retinae vergeblich suchte, ist mir durchaus dunkel. Ausserdem fanden sich in dieser Retina auch noch rundliche Kerne zwischen den äusseren Körnern unregelmässig zerstreut, in geringer Zahl, ähnlich wie beim Hecht.

Ebensowenig, wie ich die kernhaltigen Zellen auf einem Schüttelpräparat sehen konnte, habe ich die kernlosen gesehen, die ja natür-

lich nur auf ganz gut gelungenen derartigen Präparaten zu finden sind. Auf Querschnitten lassen sich diese Zellen ja auch nicht nachweisen. Auch ihre Existenz ist nach ihrem allgemeineren Vorkommen bei Säugern in hohem Grade wahrscheinlich, aber eben noch nicht nachgewiesen.

Die radialen Zellen verhalten sich ganz genau so wie die der sonstigen Säuger. Taf. XXIII, Fig. 57 a, b, c stellt mehrere derselben dar. Es sind recht zarte faserartige Zellen, deren in der inneren Körnerschicht liegender Kern gemäss der Dünne der Zelle weit aus dieser hervorragt und so ihr anzusetzen scheint. Das äussere Ende geht von dem Kern zunächst glatt weiter, und zerfällt dann in der Gegend der concentrischen Zellen oder etwas früher in seine Endäste. Diese Endverästelung ist beim Menschen eine sehr vielfache, die Aeste selbst sind sehr zart. Man kann sie indess deutlich bis zur Limitans verfolgen. Das innere Ende geht faserartig, glatt durch die innere Körnerschicht und die innere granulirte hindurch, um sich in der Ganglien- und Nervenfaserschicht entweder zu kurzen Aesten aufzulösen oder einfach zu einem Conus zu verbreitern. Die Figg. 57 a, b, c zeigen verschiedene Arten dieser inneren Enden. Wie bei allen anderen Thieren kommen auch hier Membranen und dornenartige Aeste vor, aber durchaus nicht als Regel. Dass die Zellen mit einander anastomosiren nehme ich nicht an, da ich niemals eine Andeutung davon gesehen habe. Die Abbildung, welche Schwalbe (27, p. 94) nach M. Schultze von den radialen Zellen giebt, entspricht meiner Meinung nach durchaus nicht dem natürlichen Verhalten derselben, wie man bei einem Vergleiche meiner Abbildungen mit der citirten ja auch leicht sehen wird. Ebenso wenig kann ich der Angabe von Schwalbe (27, p. 94) beistimmen, dass in den Radialfaserkegeln sich nicht selten Kerne finden, eingebettet in eine feinkörnige Substanz von weicherer Beschaffenheit als die Rinde. Ich habe diese Gebilde weder auf Isolationspräparaten noch auf Querschnitten jemals gesehen. Auch Merkel (37, p. 223) giebt an, dass er dieselben nicht gefunden habe. Ebenso geht aus dem Gesagten hervor, dass ich die Ansicht von Merkel (26, 37) nicht theilen kann, nach welcher die radialen Zellen in der Ganglienzellenschicht und den beiden Körnerschichten durch regelmässige Abgabe von Aesten, welche theilweise membranös sind, und mit denen benachbarter Zellen anastomo-

siren, ein Gerüst darstellen, welches die in den betreffenden Schichten liegenden Zellen trägt. Dass die an den Zellen vorhandenen Aeste (also namentlich die in der äusseren Körnerschicht regelmässig vorkommenden) natürlich zur Stütze der anliegenden nervösen Theile dienen, ist ja klar, das sieht man ja auch aus dem Anliegen einer Anzahl von Körnern bei Isolirung der Zellen, aber dass ein solches Korbwerk gebildet wird, habe ich nicht sehen können. Ebensowenig habe ich jemals einen Zusammenhang zwischen den radialen Zellen und den Scheiden der Zapfenfasern finden können.

Nachdem ich so gezeigt habe, dass die concentrischen Zellen allen Thierklassen zukommen, und welches ihre sowie der Radialzellen Form und Lage ist, bleibt mir noch übrig anzugeben, welche Unterschiede für diese Zellen existiren, je nachdem sie mehr nach der Mitte des Auges zu liegen oder nach dem Rande, und wie sie sich an der Ora serrata verhalten.

Sowohl die concentrischen wie die radialen Zellen sind im Allgemeinen in den mittleren Partien der Retina am besten entwickelt, resp. am grössten und nehmen nach den Randpartien zu an Grösse ab. Wie sich die concentrischen Zellen in der Macula lutea verhalten, habe ich bis jetzt noch nicht untersucht. Aller Wahrscheinlichkeit nach werden sie daselbst sehr gross, aber sehr zart sein, entsprechend den radialen Elementen. Die Grössenverhältnisse übersieht man natürlich um so leichter, je einfacher der Bau der Zellen ist, und so giebt Petromyzon hier sehr hübsche Bilder, aber auch bei anderen Thieren mit grossen Zellen, so z. B. beim Hecht sind die Verhältnisse recht klar. Die radialen Zellen sind ferner, wie ich das ja schon öfter erwähnt habe, in den mittleren Partien im allgemeinen glatter und weniger mit Membranen versehen, in den seitlichen Partien dorniger, membranreicher.

An der Stelle des Opticusdurchtritts werden beide Zellarten einfach durchbrochen und hören dicht an den Opticusfasern scharf auf.

Ueber die Ora serrata ist Folgendes zu sagen. Aus den 1870 erschienenen Untersuchungen Merkel's (35) ist der gesammte Bau der Gegend der Ora serrata hinreichend bekannt. Ich habe dem dort Mitgetheilten nur wenig hinzuzufügen. Der Bau der Ora serrata war bei allen Thieren, welche ich untersuchte, principiell

der gleiche und auch die Modificationen dieses Grundprincips waren nur sehr unbedeutende. Ich habe es daher für unnöthig gehalten, eine Anzahl verschiedener Abbildungen von Thieren verschiedener Klassen zu geben, und habe dafür als Beispiel eines gewählt, bei dem die Verhältnisse ungemein klar und anschaulich sind, den Hecht. Merkel hatte seiner Zeit dieses Thier als Vertreter der Fische gleichfalls gewählt, und so ist es ja leicht die beiden Abbildungen mit einander zu vergleichen. Von der Mitte nach der Ora zu werden alle Schichten der Retina allmählich dünner, doch bleiben alle Schichten noch bis zum Ende bestehen, woraus folgt, dass das Aufhören der eigentlichen zum Sehen dienenden Retina ein sehr plötzliches sein muss, dass dieses in der That so ist, sieht man an der Abbildung Taf. XXIV, Fig. 89 deutlich. Die Nervenfaserschicht ist noch bis zum Ende hin deutlich, sie hört eben so auf, wie Merkel sagt, dass zu der letzten Ganglienzelle die letzte Nervenfaser geht. Die Ganglienzellen hören aber erst sehr spät auf; wie man sieht, biegen sie aufwärts um, den inneren Körnern entgegen. Sie können das thun, da die innere granulirte Schicht stumpf kegelförmig endigt und so am Ende der Retina eine Verbindungsstrasse zwischen Ganglienzellenschicht und innerer Körnerschicht gebildet wird. Ob dieses bei allen Thieren stattfindet, ist mir allerdings zweifelhaft, bei der Krähe z. B. biegt die innere granulirte Schicht steil nach oben, um sich allmählich zuspitzend zu endigen, hier würde ja nun allerdings an diesem Ende auch eine Verbindung vorhanden sein, doch scheinen da keine Ganglienzellen mehr zu liegen. Nun, jedenfalls ist diese Verbindung von irgendwelcher Bedeutung, ihre grössere oder geringere Deutlichkeit hängt eben von dem früheren oder späteren Aufhören der inneren granulirten Schicht ab. Mit dieser Schicht hören auch die Spongioblasten auf, welche sich nach der Kegelspitze hin leicht umbiegen. Die innere Körnerschicht wird eigentlich nicht viel schmaler, im Gegentheil ganz gegen das Ende hin liegen beim Hecht die Körner noch etwas weiter von einander und so in breiterer Schicht, da hier eben durch den Wegfall der inneren granulirten mehr Raum bleibt. Auch dieses ist natürlich bei den Thieren anders, bei denen sich die innere granulirte weiter erhält. Einen mächtigen Dickenunterschied zeigt die Schicht der concentrischen Zellen. Wenn man Taf. XXIV, Fig. 88 mit der der Ora serrata vergleicht, wird man diesen Unterschied leicht sehen.

Schon ein Ende vor der Ora serrata rücken die Zellreihen enger an einander und in der Nähe derselben hören zuerst die innersten Lagen auf regelmässig sichtbar zu sein, bis sie schliesslich ganz verschwinden. Bis zuletzt hin sichtbar bleibt nur die mittlere Schicht, welche ja die grössten (wenigstens dicksten) Zellen besitzt; sie kann man in der That bis zum Aufhören der anderen Schichten verfolgen. Doch werden ihre Zellen sehr klein, und immer kleiner je näher dem Ende sie liegen. Die Schicht der äusseren concentrischen Zellen kann man ebenfalls fast ganz bis zum Ende verfolgen. Vielleicht gehen sie in der That bis zum Ende, denn es ist bei ihrer Kleinheit, sie werden hier natürlich auch noch kleiner, sehr schwer zu sagen, wo die letzte liegt. Ich habe sie jedenfalls bis ganz unmittelbar vor das Ende verfolgen können, aber eben nicht ganz so weit als die mittleren. Sehr interessant ist es nun, dass hier an der Ora, wo die Schichten sich schliesslich ja ziemlich drängen, weit mehr als in den mittleren Partien, diese äusseren Zellen des Hechts, die ja sonst immer nach innen von der äusseren granulirten Schicht liegen, auch durch diese durchtreten können, so dass man sie dann unmittelbar an der äusseren Seite derselben sieht, wenigstens an der äusseren Seite der inneren Abtheilung dieser Schicht nach meiner oben gegebenen Beschreibung. Ein Zeichen wieder, wie wenig die äussere granulirte Schicht mit diesen Zellen principiell zu thun hat, und ein Beweis mehr dafür, dass wir die aussen an der äusseren granulirten Schicht befindlichen Zellen von *Torpedo*, *Ceratodus* etc. als diesen homolog anzusehen haben. Merkel erwähnt die concentrischen Zellen auch, hat dieselben aber nicht bis zum Ende verfolgt. Die äussere granulirte Schicht wird in ihrem innern Theile gegen die Ora zu immer dünner, lässt sich aber bis zum letzten äusseren Korn verfolgen. Der äussere Theil, von dem ich oben angab, dass er ein netzförmiges Gefüge zeige, hat hier dieselbe Beschaffenheit, wird aber auch schmaler, und die Faserschicht, welche noch weiter nach aussen lag, wird zunächst sehr dünn, um schliesslich nicht mehr erkennbar zu werden. Der netzförmige Theil besitzt auch hier wieder öfters recht grosse Maschen, welche bei der Schmalheit der Schicht um so mehr in's Auge fallen. Bei dickeren Schnitten kann man sich über dieselben schlecht orientiren, sie erscheinen da als unverständliche Hohlräume, scheinen aber nichts besonders Wichtiges in Wirklichkeit zu sein. Die Stäbchen und Zapfen lassen

sich, immer kleiner werdend bis zum letzten äusseren Korn verfolgen, wie das Merkel des Genaueren beschrieben hat. Die radialen Zellen werden gegen das Ende der Retina deutlicher sichtbar, wie Merkel das auch hervorhebt, ich habe oben schon wiederholentlich auf diese kurzen dicken, dornigen Zellen aufmerksam gemacht. Ferner scheinen an dieser Stelle der Netzhaut die ungetheilten innern Enden zu überwiegen auch bei den Thieren, welche sonst langgetheilte innere Enden haben, z. B. den Reptilien und Vögeln. Hier werden die Theilungen zunächst kürzer und dann kommen auch einfach kegelförmig endigende Zellen vor, die ja freilich auch den mittleren Theilen der Retina nicht ganz fehlen. Es scheint mir diese Erscheinung dafür zu sprechen, dass die Grundform der radialen Zelle die mit einfachem inneren Ende ist, und dass die getheilten sich aus irgend welchem Grunde aus jener erst entwickelt haben. Diese Entwicklung muss allerdings schon sehr früh in der Thierwelt vor sich gegangen sein, da wir bei den Haien schon ganz langgetheilte Enden finden, und bei Petromyzon wenigstens kurze Theilungen. Hier am Rande der Retina und weiter in der Pars ciliaris kann man die radialen Zellen aber sicher in ihren einfachsten und damit ursprünglichsten Verhältnissen kennen lernen, und so sind die Formen, welche sie hier haben, auch voraussichtlich der Grundform am ähnlichsten. Nachdem die eigentlichen Retinaschichten aufgehört haben, bleiben die radialen Zellen allein übrig. Zuerst den letzten Zellen der Retina noch sehr ähnlich, nur an beiden Enden ungetheilt, ganz langen Cylinderzellen, den Linsenfasern z. B. ähnlich, nehmen sie ziemlich rasch an Länge ab, und an Breite zu, so dass schliesslich eine Epithelschicht übrig bleibt, gebildet zuerst noch aus Cylinderzellen mit rundlichem oder länglich ovalem Kern. Sehr bald aber werden die Zellen so niedrig und breit, dass die Zelle nicht mehr cylindrisch, sondern kubisch oder breit kubisch genannt werden muss, und dass die Kerne oft queroval stehen. So zieht dieses Epithel weiter, doch ist die Zellbeschaffenheit durchaus nicht gleichmässig, es können wieder Stellen kommen, an denen das Epithel höher wird, und die Kerne rund oder längsoval erscheinen, und auch bei den verschiedenen Thieren sind hier sicher Unterschiede vorhanden. Es ist ja auch nur eine ganz gleichgültige Modification der Form, ob die Zellen etwas höher oder etwas breiter sind.

Aus dem eben Gesagten folgt, dass, während die radialen

Zellen durch die ganze Retina gefunden werden, sowohl vor wie hinter der Ora serrata, die concentrischen Zellen nur in der eigentlichen Retina vorkommen. Während jene gewissermaassen den Grundstock der Retina bilden, sind diese nur in einer bestimmten Partie zwischen jene eingelagert. Es spricht dies dafür, dass sie, wie das ja auch von vorn herein anzunehmen war, eine reine Stützfunction auszuüben haben. So lange nervöse Elemente in der Retina eingelagert sind, so lange sind diese Zellen vorhanden, um sie in concentrischer Richtung zusammen zu halten.

Nachdem so die Form- und Lageverhältnisse dieser Zellen bei dem erwachsenen Thiere klar gelegt waren, lag es nahe zu fragen, wie sich dieselben während der Entwicklung verhielten. Da ich wirklich entwicklungsgeschichtliche Forschungen für diese vorliegende Untersuchung ausgeschlossen hatte, um die Dauer der Arbeit nicht noch mehr zu verlängern, so habe ich mich auf eine kurze Betrachtung der Entwicklung nach der Geburt beschränkt. Leider ist diese Beschränkung insofern noch eine grössere geworden, als ich die Untersuchung zu einer Zeit unternahm, in der ich nicht nur die äusseren concentrischen Zellen, sondern auch die kernlosen, wenigstens bei Säugern noch nicht gefunden hatte. Da ich die Untersuchung vornahm bei jungen Katzen in der ersten Zeit nach der Geburt, so wären die äusseren concentrischen Zellen nicht in Frage gekommen, da sie ja den Säugern fehlen, wohl aber wären die kernlosen zu untersuchen gewesen. Da ich nun aber seitdem nicht wieder zu diesem Theile meiner Untersuchung habe kommen können, so will ich wenigstens das, was ich über die kernhaltigen concentrischen Zellen gefunden habe, mittheilen. Taf. XXII, Figg. 37—41 und Taf. XXIII, Fig. 42 zeigen solche Zellen von verschieden alten Katzen. Wie man leicht bemerkt, wenn man die Reihe der Abbildungen betrachtet, nehmen die Zellen mit dem Alter des Thieres an Grösse und Masse zu. Die Ausläufer werden länger und verästeln sich mehr und mehr und zugleich nehmen die Zellkörper und Ausläufer an Volumen zu. Auch der Kern scheint zu wachsen, doch ist das nicht so genau zu verfolgen, da der Kern nicht eine kugelförmige, sondern eine mehr ellipsoide Gestalt besitzt, und leicht bei den verschiedenen Zellen in etwas veränderter Lage beobachtet werden kann, wobei er dann natürlich verschieden gross erscheinen wird. Immerhin ist mir aber auch beim Kern eine Grössenzunahme wahrscheinlich. Was die Grössenzunahme

des Zellkörpers anlangt, so ist der Beobachter auch hierbei natürlich manchem Irrthum ausgesetzt, da, wie wir das schon bei den Maassen der Zellen von erwachsenen Thieren bisher gesehen haben, die Zellen einer Retina nicht alle gleich gross sind. Immerhin sind die Maasse und das ganze Aussehen der Zellen bei jungen Thieren so wesentlich verschieden von dem bei erwachsenen, und auch zwischen den einzelnen Alterstufen zeigen sich so deutlich dem entsprechende Unterschiede, dass über ein wirklich vorhandenes Wachsthum kein Zweifel sein kann. Fig. 37 a, b zeigt zwei Zellen von einem einen Tag alten Kätzchen, der Zellkörper ist sehr klein, die Fortsätze sind kurz und zart und kaum verästelt. Bei einem Kätzchen von vier Tagen (Fig. 38) sind die Zellen schon grösser, die Fortsätze länger und theilweise verästelt. Bei einem sieben Tage alten Thiere (Fig. 39) zeigt der Zellkörper und mit ihm die Fortsätze Zunahme der Masse; bei einem dreizehn Tage alten Kätzchen (Fig. 40) sind die Zellen sowohl was Masse wie Länge der Fortsätze anlangt, schon ganz respectabel. Noch grösser und stärker verästelt bei einem Thiere von einundzwanzig Tagen (Fig. 41), doch findet noch immerhin Wachsthum statt, wie der Vergleich mit Fig. 42 lehrt, welche eine Zelle aus der Retina eines alten Katers darstellt. Das Wachsthum in den ersten Tagen nach der Geburt scheint ein sehr schnelles zu sein. Besondere Altersveränderungen der Zellen bei alten Thieren habe ich nicht bemerken können, insbesondere scheint der Kern immer erhalten zu bleiben, geradeso wie bei den radialen Stützzellen.

Wenn man Taf. XXIII, Fig. 50 a, b, welche Zellen aus der Retina eines 14 Tage alten Hundes darstellen, mit Taf. XXIII, Fig. 47 a, b vergleicht, welche solche aus der Retina eines erwachsenen Hundes wiedergeben, so wird man gleichfalls einen bedeutenden Grössenunterschied finden. Die Grösse der Kerne erscheint hier dagegen gleich. Da nun auch die von der einundzwanzigtägigen Katze abgebildete Zelle einen Kern besitzt, der an Grösse dem der von dem alten Kater herrührenden Zelle gleichkommt, so liegt die Annahme nahe, dass der Kern entweder zunächst schneller wächst als die Zelle, so früher ein Grössenmaximum erreicht und dann constant bleibt, während die Zelle noch weiter wächst, oder dass der Kern zunächst schneller wächst bis zu einem bestimmten Stadium, und von da ab nur ein äusserst langsames Wachsthum besitzt. Um zwischen diesen beiden Möglichkeiten zu entscheiden,

müsste man aber jedenfalls eine grosse Anzahl von Thierindividuen darauf hin untersuchen.

Aus den mitgetheilten Untersuchungen geht also hervor, dass in der Retina von Wirbelthieren aller Klassen zwei Hauptarten von Stützzellen vorhanden sind: solche, welche der Oberfläche der Retina parallel liegend concentrische Schichten bilden, und solche, welche die Retina vom Margo limitans bis zur Limitans externa radiär durchsetzen. Beide Arten von Zellen haben bestimmte für die Thierklassen resp. für grössere Unterabtheilungen dieser charakteristische Form und Anordnung. Bei den concentrischen Zellen tritt noch der merkwürdige Umstand auf, dass nicht nur kernhaltige, sondern auch kernlose vorhanden sind.

Bei *Petromyzon* finden wir die concentrischen Zellen in reichster Ausbildung, was Menge der Unterabtheilungen derselben anlangt, nicht betreffs der Ausbildung des Zellindividuums. Wir finden hier drei kernhaltige concentrische Schichten und zwischen der mittleren und inneren und innerhalb der inneren je eine kernlose. Die mittleren und inneren kernhaltigen Zellen sind kurze, dicke Körper mit kurzen, stumpfen Fortsätzen. Die kernlosen zwei verschieden breite Arten von Fasern, von spindelförmiger Gestalt ohne Aeste. Die radialen Zellen, für welche das Verhalten des inneren Endes in den verschiedenen Klassen besonders charakteristisch ist, zeigen eine mittellange Theilung.

Auf *Petromyzon* folgen dann zwei Reihen von Thieren, bei deren jeder eine Fortentwicklung derart zu constatiren ist, dass die Zellschichten an Zahl abnehmen, die Zellindividuen sich mehr ausbilden und dabei dünner, platter werden.

Von den Plagiostomen zeigt *Acanthias* noch drei kernhaltige Schichten, während die kernlosen fehlen. Die äusseren Zellen sind wieder klein wie bei *Petromyzon*, die mittleren noch recht dick, aber doch schon mehr in die Breite entwickelt, die inneren platte, mächtig verästelte Zellen mit wenig Mittelkörper.

Bei *Torpedo* werden die äusseren Zellen so klein, dass nur der Kern noch deutlich sichtbar ist auf dem Querschnitt und Zerzupfungspräparat und die mittleren und inneren werden sehr platt, zeigen gute Fortsatzentwicklung, aber nicht so lange Fortsätze wie *Acanthias*. Auch hier sind kernlose Zellen zweifelhaft, möglicherweise zwischen den mittleren und äusseren vorhanden.

Bei *Acanthias* wie bei *Torpedo* besitzen die radialen Zellen langgetheilte innere Enden.

Die zweite Reihe beginnt mit den *Ganoiden*, von denen ich leider nur den Stör untersuchen konnte. Hier sind wieder die Zellindividuen besser ausgebildet, fortsatzreicher, die Fortsätze theilweise sehr lang und entwickelt gegenüber dem mittleren Zellkörper. Dabei sind die Zellen aber kolossal und plump, trotzdem indess überwiegt auch bei den dicksten Zellen die Längenausdehnung. Alle drei Arten der kernhaltigen Zellen sind vorhanden. Kernlose scheinen auch vorhanden zu sein, doch sind sie nur in so geringer Menge vertreten, dass ihre Lage nicht nachzuweisen ist. Die radialen Zellen haben ein ungetheiltes oder nur kurz getheiltes inneres Ende.

An die *Ganoiden* schliessen sich als Fortsetzung die *Dipnoër* an.

Ceratodus hat noch deutlich alle drei Arten der kernhaltigen Zellen, aber bei den äusseren sind die Zellkörper augenscheinlich so unbedeutend geworden, dass man auf Querschnitten und Zerpupfungspräparaten nur Kerne sieht. Die mittleren und inneren Zellen sind platt geworden mit guter Ramification. Die Aeste der Zellen sind indess nicht so lang wie beim Stör.

Ob kernlose Zellen vorkommen, ist fraglich. Sind sie vorhanden, so liegen sie zwischen der mittleren und äusseren Schicht. Die radialen Zellen sind am inneren Ende kurz getheilt, oder einfach, sind aber sehr breit geworden.

Sämmtliche Elemente der Retina haben an Grösse zugenommen, hauptsächlich sind dabei die Kerne gewachsen.

Protopterus. Die kernhaltigen Zellen nehmen stark an Grösse ab. Die äusseren erscheinen wie vorher als Kerne, die mittleren und inneren haben so kleine, dünne Zellplatten, dass sie auf dem Querschnitte auch häufig nur noch als Kerne erscheinen. Die Zellplatten anastomosiren wahrscheinlich nicht mehr. Ein deutlicher Unterschied zwischen mittleren und inneren Zellen ist nicht mehr vorhanden.

Zwischen mittleren und äusseren Zellen liegen kernlose, doch war es nicht möglich zu sagen ob einfache oder verästelte.

Die Radialzellen sind einfach am inneren Ende, noch sehr breit, aber nicht mehr so wie bei *Ceratodus*.

Die sämtlichen Retinaelemente, namentlich die Kerne sind sehr gross.

Bei *Protopterus* tritt eine wirkliche Reduction der concentrischen Zellen, ein Rudimentärwerden derselben ein.

Die Teleostier schliessen sich am meisten von den bisher genannten Thieren noch an Stör an, doch sind auch diesem gegenüber wesentliche Unterschiede vorhanden. Sie bilden eine Gruppe für sich.

Esox lucius zeigt den Typus gut ausgeprägt. Die äusseren concentrischen Zellen sind hier mit deutlichen verästelten Zellplatten versehen und abgesehen von ihrer Kleinheit, verhalten sie sich geradeso wie die anderen. Die mittleren und die inneren sind gut entwickelt, zeigen wieder die Eigenthümlichkeit, dass die mittleren dicker sind und weniger lange Fortsätze haben als die inneren. Alle Schichten können sich unter Umständen verdoppeln, doch kommt dieses am gewöhnlichsten bei der inneren zur Erscheinung. Nach innen von der letzteren liegt eine starke Schicht von kernlosen Zellen. Dieselben sind platt, lang spindelförmig, unverästelt und bilden einen Filz. Sie entsprechen der inneren kernlosen Schicht von *Petromyzon*, doch sind sie viel grösser, in der That von ganz gewaltiger Grösse. Am besten lassen sich überhaupt die Schichten beim Hecht von einer Form ableiten, ähnlich wie *Petromyzon*. Es braucht hier nur die äussere kernlose Schicht fortzufallen, so ist die Schichtenfolge übereinstimmend. In allen Schichten sind dabei die Zellindividuen wohl platter, aber sonst sehr schön entwickelt.

Die radialen Zellen sind am inneren Ende einfach oder kurz getheilt.

Einigermassen wenigstens scheinen sich die anderen Fische dem Hecht anzuschliessen. Doch sind der untersuchten da noch zu wenige.

Bis hierhin sind alle Thiere, mit Ausnahme von *Protopterus*, mit anastomosirenden kernhaltigen concentrischen Zellen versehen. Im Durchschnitt ferner sind die mittleren Zellen die dicksten, haben aber kürzere Ausläufer als die platteren inneren. Wo die Fortsätze sich zusammenfügen, sind häufig Zellgrenzen sichtbar, doch können dieselben auch verschwinden. Im allgemeinen findet man sie leichter bei den mittleren Zellen als bei den inneren, doch kommen sie auch hier sicher vor. Ebenso verhalten sich bei guter Ausbildung die äusseren.

Die Amphibien schliessen sich unmittelbar an Protopterus an. Bei Rana kann man noch undeutlich der Lage nach mittlere und innere Zellen unterscheiden und auch die äusseren kommen hin und wieder vor. Die Zellplatten sind noch mehr reducirt als bei Protopterus. Dieselben anastomosiren wohl nicht untereinander. Nach den Angaben von Ranvier zu urtheilen, sind die verschiedenen Lagen bei Pelobates noch deutlicher als bei Rana.

Nach aussen von den mittleren Zellen, zwischen ihnen und den äusseren liegen deutliche kernlose Zellen, welche die spindelförmige platte Faser noch als Grundform erkennen lassen, aber Aeste besitzen.

Sowohl die kernhaltigen wie die kernlosen concentrischen Zellen sind sehr klein.

Die radialen Zellen sind am inneren Ende einfach oder ganz kurz getheilt. Dieselben sind ungemein stark entwickelt.

Triton zeigt ähnliches, nur sind die concentrischen Zellen noch rudimentärer und noch mehr scheint das bei Salamandra und Axolotl der Fall zu sein, bei denen ich die betreffenden Zellen noch nicht finden konnte.

Die Amphibien setzen also den rudimentären Typus von Protopterus fort. Die einzelnen Elemente der Retina im allgemeinen, namentlich die Kerne, sind ja auch bei ihnen sehr gross.

Die Reptilien stehen den Amphibien ziemlich fern, sind unter einander aber sehr ähnlich, wenigstens was Chelonier und Saurier anlangt, auf die sich die Untersuchungen beziehen.

Chelonia, Emys und Lacerta zeigen kernhaltige Zellen, welche den mittleren und inneren oder den ersteren allein entsprechen. Dieselben haben dünne, mit Fortsätzen versehene Zellplatten. Anastomosen mit Nachbarzellen wohl nicht vorhanden. Die äusseren fehlen. An ihrer äusseren Seite (also entsprechend der Lage zwischen äusseren und mittleren) liegen kernlose Zellen. Dieselben zeigen alle Uebergänge von einer einfachen, platten, spindelförmigen Faser zu einer verästelten. Am leichtesten sichtbar ist dieses an den gewaltigen Zellen von Chelonia. Diese zeigen auch deutlich, dass die Formation hier eine ganz ähnliche wie bei den kernlosen Zellen von Petromyzon und den Teleostiern ist, es wird eben ein Faserfilz gebildet.

Die radialen Zellen haben langgetheilte innere Enden, ganz wie bei den Plagiostomen.

Die Reptilien zeigen also nicht den rudimentären Bau der Amphibien, doch sind die Elemente klein, wenigstens die kernhaltigen, die kernlosen grösser, theilweise sogar sehr gross.

Die Vögel schliessen sich an die Reptilien unmittelbar an. Auch bei ihnen ist nur eine Lage von kernhaltigen Zellen zu finden, mit dünnen Zellplatten und kurzen Ausläufern. Nach aussen von diesen liegen die kernlosen: wieder als Grundform eine platte spindelförmige Faser zeigend, die ziemlich stark verästelt ist. Auch hier sind die kernlosen Elemente weit grösser als die kernhaltigen. Die Ente zeigt die letzteren am breitesten und der Grundform mehr genähert als Huhn und Krähe.

Die radialen Zellen sind ebenso wie die der Reptilien lang getheilt am inneren Ende.

So stehen also Reptilien und Vögel enge zusammen.

Die Säugethiere verhalten sich dagegen wieder ganz abweichend, sowohl von Amphibien wie von Reptilien und Vögeln.

Auch bei den Säugern ist eine Reduction der Schichten eingetreten, aber die Zellindividuen sind so ausserordentlich stark entwickelt, wie kaum bei den Fischen.

Man findet auch hier wieder eine Schicht von kernhaltigen concentrischen Zellen, aber da die Ausläufer dieser Zellen viel länger sind als die Zwischenräume zwischen den Zellmitten, so liegen die Ausläufer benachbarter Zellen immer über einander und durch einander. Die Zellen sind wieder platt und besitzen durchschnittlich einen kleinen Mittelkörper, namentlich im Verhältniss zu den Ausläufern. Diese letzteren anastomosiren wohl nicht mit einander, sondern durchflechten sich nur zu einem unentwirrbaren Filz.

In diesem Filz mit darin liegen, wie es scheint, auch die kernlosen, die ja wahrscheinlich an der äusseren Seite der kernhaltigen anliegen. Auch diese sind sehr gross, entwickelt und verästelt, doch lassen sie immer noch die Abstammung von einer platten, spindelförmigen Faser erkennen.

Die radialen Zellen sind am inneren Ende kurz getheilt oder einfach.

Von Protopterus an, oder vielleicht schon früher treten also kernlose Zellen nach aussen von der mittleren kernhaltigen Schicht auf.

Die kernhaltigen Zellen sind überhaupt die konstanteren, die

Grundelemente, zwischen welche sich die kernlosen wechselnderen schieben oder an welche sie sich anlegen.

Wir sehen aus dieser kurzen Zusammenstellung, dass im Allgemeinen bei höherer Entwicklung die Dicke der concentrischen Schichten abnimmt. Hierbei brauchen die einzelnen Zellen aber durchaus nicht rudimentär zu werden, sie können ebenso gut eine ganz exquisite individuelle Entwicklung zeigen.

Wir finden in der Thierreihe beides. Bei den Amphibien die wirkliche Rudimentärbildung, bei den Säugern die ausgezeichnete individuelle Entwicklung, die Reptilien und Vögel stehen so mitten inne. In allen Fällen wird durch die Verdünnung der Schichten dem Lichte leichter Zutritt zu den Neuroepithelien gewährt.

Je nach der Ausbildung der concentrischen und der radialen Zellen und je nach der Stärke derselben wird die Retina verschieden leicht in verschiedenen Richtungen reissen. Bald leichter parallel der Oberfläche, dann natürlich an der Stelle der concentrischen Zellen (daher die von Golgi und Manfredi bei der Retina des Pferdes angewandte Methode der Isolirung dieser Schicht), bald leichter in radiärer Richtung.

In allen Fällen scheinen die concentrischen Zellen nach dem Rande der Retina hin an Grösse abzunehmen. An der Ora serrata hören sie auf. Am weitesten können hier die mittleren Zellen, die ja auch die voluminösesten sind, verfolgt werden.

Zu der äusseren granulirten Schicht steht die Schicht der concentrischen Zellen nur in zufälliger Beziehung. Je nachdem der Nervenplexus, der jene charakterisirt, entwickelt ist, und je nachdem die concentrischen Schichten entwickelt sind, schieben sich die beiden durcheinander. Da die radialen Zellen durch die Lücken zwischen den concentrischen Zellen hindurchtreten müssen, um zur äusseren Körnerschicht zu gelangen, und da sie sich gewöhnlich nicht früher oder nicht viel früher in ihre äusseren Aeste auflösen können bis das Netz der concentrischen Zellen passirt ist, so liegt der Anfang der äusseren Verästelung der Radialzellen gewöhnlich in der Höhe der concentrischen Schicht resp. der äusseren Abtheilungen derselben. Demgemäss kann hier erst die äussere Körnerschicht beginnen, deren Zellen ja zwischen die Aeste der Radialzellen sich hinein begeben müssen, und da dicht an dem Anfange der äusseren Körnerschicht auch der Nervenplexus seine

natürliche Lage hat, so wird dieser und damit die granulirte Schicht entweder nach aussen von den äusseren kernhaltigen Zellen oder zwischen diesen und den mittleren sich einlagern. Da also, wo die äusseren Zellen fehlen, wird dieselbe an der äusseren Seite der übrig bleibenden mittleren kernhaltigen Zellen liegen. Finden sich zwischen den äusseren und mittleren kernhaltigen Zellen nun noch kernlose, so werden diese eben mit der granulirten Schicht entweder ganz oder zum Theil sich mischen, und so werden eventuell auch die Fortsätze der kernhaltigen Zellen in diese eintreten können. Bei Thieren, bei denen die äussere granulirte Schicht nur sehr schwach entwickelt ist, wie bei *Petromyzon*, *Acanthias* treten die äusseren Körner, wie es scheint, bis zur Theilungsstelle der radialen Stützzellen herab noch zwischen die concentrischen Zellen hinein.

In der ersten Zeit nach der Geburt scheint ein sehr intensives Wachsthum der kernhaltigen Zellen stattzufinden. Die kernlosen sind daraufhin nicht untersucht. Vielleicht verhalten sich bei jenem Wachsthum die Kerne etwas anders als die Zellen.

Bei Thieren die zeitlebens wachsen, wachsen wahrscheinlich auch diese Zellen fort, dafür spricht auch die Bemerkung Dogiel's bei seiner Untersuchung der Störretina, dass die Grösse der betreffenden Zelle sich nach der Grösse des Thieres richte.

Die radialen Zellen nehmen nach dem Rande der Retina zu auch an Länge ab, an Dicke häufig zu. Sie werden daselbst ausserdem leicht dornig und an den innern Enden häufig mehr einfach. Sie bilden die *Pars ciliaris*.

Wie ich im Obigen schon mehrfach hervorgehoben habe, sind die äusseren kernhaltigen concentrischen Zellen nicht so genau untersucht worden wie die anderen. Ich wurde eben erst ganz zuletzt auf dieselben als hierher gehörige Zellen aufmerksam und da fehlte es schon vielfach an dem nöthigen Material, um sie genau zu studiren. Die ganze Annahme, dass sie zu den concentrischen Zellen gehören, stützt sich im wesentlichen auf ihre Lage, nach der sie sich unmittelbar an die anderen concentrischen Zellen anschliessen und auf den Befund beim Hecht, bei welchem sie sich gut entwickelt, direkt als concentrische Zellen erkennen lassen. Sie haben übrigens gemäss ihrer Kleinheit und ihrem frühen Aufhören in der Thierreihe jedenfalls die untergeordnete funktionelle Bedeutung von den drei Arten der kernhaltigen concentrischen

Zellen. Vielleicht sind sie gut entwickelt gewesen bei Thieren, die noch tiefer standen als Petromyzon, und von denen der Hecht seinen Ursprung ableitet.

Es ist aus dem Gesagten überhaupt ersichtlich, dass diese Stützzellen, sowohl die concentrischen wie die radialen wohl geeignet sein dürften, als Leitfaden für phylogenetische Feststellungen zu dienen. Dieselben haben so charakteristische Formen, und scheinen diese so treu zu bewahren, dass es wohl lohnen dürfte, sie bei recht vielen Thieren genauer zu untersuchen. Wollte man dabei wirklich zu brauchbaren Resultaten kommen, so müsste man allerdings ein ungewöhnlich ausgebreitetes und gutes Material zur Verfügung haben. Ich halte es auch für wahrscheinlich, dass man diese Stützelemente für derartige Untersuchungen brauchbarer finden dürfte als die nervösen, da die letzteren als für die Function des Organs wichtigeren leichter in Folge bestimmter Functionsveränderungen oder Functionsentwickelungen bedeutendere Veränderungen aufweisen werden als jene. Es ist ja allerdings anzunehmen, dass mit jeder Aenderung der Sehelemente auch die sie umgebende und mit ihnen zugleich wachsende Stützsubstanz sich etwas ändern wird, doch ist es wahrscheinlicher, dass charakteristische Formen bei diesen festgehalten werden als bei jenen nervösen.

Nachdem ich die Resultate meiner Untersuchungen somit klar gelegt habe, möchte ich zum Schlusse noch auf die Ansichten eines Forschers über den Bau der Retina eingehen, die von denen aller anderen sehr wesentlich abweichen, ich meine auf die Ansichten von W. Krause.

In einer 1868 erschienenen Arbeit (12) behauptet Krause, dass die äussere granulirte Schicht zusammengesetzt sei aus einer Lage platter, verästelter, theilweise kernhaltiger, theilweise kernloser Zellen, welche anastomosirend eine durchlöchernte Haut, die Membrana fenestrata bilden. Diese Membran stelle die innere Partie der äusseren granulirten Schicht dar, die äussere Partie entsteht durch die hier dicht nebeneinander liegenden Fusskegel der Stäbchen- und Zapfenfasern und da diese granulirt seien, so verleihen sie namentlich der Schicht den granulirten Typus, zumal die kleinen Stäbchenkegel. Sonstige Granula existiren nicht. An die platten Zellen der Membrana fenestrata sollen sich nun einerseits ansetzen die Stützfasern und somit nur von dem Margo

limitans bis zu dieser Membran verlaufen. Andererseits sollen von aussen her die Stäbchen- und Zapfenfasern bis zu der Membran verlaufen und mit den Fusskegeln sich an dieselbe festheften, so dass auf diese Weise durch Vermittelung der platten Zellen der *Membrana fenestrata* die Stäbchen- und Zapfenfasern mit den Radialfasern in Verbindung stehen, woraus dann natürlich weiter folgt, dass Stäbchen- und Zapfenfasern gerade wie die Radialfasern der Stützsubstanz angehören. So soll der Bau der Retina in allen Wirbelthierklassen sein. Die Fasern, welche in der äusseren Körnerschicht sich scheinbar von der äusseren granulirten Schicht zur Limitans ext. hinziehen, sollen nur Stäbchenfasern sein, diese und die Zapfenfasern überhaupt die einzigen Elemente, welche die beiden obengenannten Schichten an einander halten. Die bei den Fischen nach innen von der äusseren granulirten Schicht gelegenen Zellen (unsere mittleren und inneren concentrischen Zellen) werden als *Membrana perforata* von der *fenestrata* unterschieden.

In einer zweiten 1884 erschienenen Mittheilung (30) fasst Krause seine inzwischen gewonnenen Resultate zu neuen Feststellungen zusammen. Er vertheidigt zunächst unter Anwendung neuer Untersuchungsmethoden seine früheren Angaben. Er giebt Abbildungen der *Membrana fenestrata* nach sehr feinen Flächenschnitten, zeichnet Radialfasern im Zusammenhange mit Stäbchen- und Zapfenfasern, und unterscheidet endlich drei aus Zellen zusammengesetzte, flächenhaft, der Fläche der Retina parallel ausgebreitete Schichten: zu äusserst die *Membrana fenestrata*, dann weiter nach innen gelegen die *Membrana perforata*, dann noch weiter nach innen das *Stratum lacunosum*. Es besitzen von diesen Schichten:

Die Säuger: *Membrana fenestrata* und *Membr. perforata*.

Die Vögel: *Membr. fenestrata* und *Strat. lacunosum*.

Die Fische: alle drei.

Bei diesen letzteren beschreibt Krause die einzelnen Schichten folgendermaassen (30. p. 232):

„1) *Membr. fenestrata*. Am meisten chorioidealwärts in unmittelbarem Anschluss an die Stäbchen- und Zapfenkegel liegt die von mir beim Hecht, Aal, *Carpio carpio*, und *Carpio carassius* beschriebene *Membr. fenestrata*. Sie besteht aus platten anastomosirenden, nicht granulirten Zellen. Nur selten lassen die Zell-

körper undeutliche Kerne erkennen, die keine Farbstoffe besonders anziehen vermögen. Die Ausläufer bilden ein Netz, in welchem rundliche oder ovale Maschen bleiben, ebensolche sind in die Zellkörper hier und da eingeschnitten. Chorioidealwärts hängen diese Zellen mit den Stäbchen- und Zapfenkegeln, glaskörperwärts mit den bindegewebigen radialen Stützfasern zusammen.

2) *Membrana perforata*. In der inneren Körnerschicht hatte schon H. Müller bei Fischen, namentlich bei *Acerina cernua*, auch bei Rochen, Haien und *Petromyzon* zwei Lagen grosser, multipolarer Zellen beschrieben, deren Fortsätze unter einander zusammenhängen. Die chorioidealwärts befindliche Schicht hatte ich als *Membrana perforata* bezeichnet, diese Zellen sind körnig, abgeplattet, mit grossem, von doppelter Contour umsäumtem Kern und deutlichem Kernkörperchen versehen, ihre Fortsätze sind relativ kurz, und das von denselben gebildete Netz sehr engmaschig etc.

3) *Stratum lacunosum*. Die glaskörperwärts sich daran schliessende Lage, von mir *Stratum lacunosum* genannt, besteht aus schlankeren, nicht granulirten, sehr dünnen, oder stark abgeplatteten Zellen. Deren Zellkörper sind weit tiefer eingeschnitten, ihre Fortsätze viel länger, das gebildete Netz zeigt grössere, speciell viel längere Maschen. Die Fortsätze sind sehr dünn und auf senkrechten Durchschnitten der Retina rufen diese Fortsätze das Bild von der Retinalebene parallelen Faserzügen hervor. Bei Knochenfischen, z. B. beim Hecht, kann man sie nicht verwechseln; sie kommen aber auch bei Vögeln vor, dicht an die *Membr. fenestrata* gedrängt, anscheinend noch zur sogenannten Zwischenkörnerschicht gehörend. Sie sind hier von vielen Beobachtern bei verschiedenen Thierklassen gesehen und z. B. von M. Schultze und Schwalbe als (äusserer) Nervenfaserverplexus angesprochen worden; sie sollen sich in die Stäbchen und Zapfen fortsetzen.“

Von den Amphibien und Reptilien wird nur kurz angegeben, dass bei *Salam. macul.* auf Querschnitten „die in Abständen liegenden Zellen der *Membr. perforata* sofort auffallen,“ und dass die *Membr. fenestrata* nachgewiesen sei bei *Lacerta agilis*, *Salam. macul.* und beim Frosch.

Bei den Vögeln folgt auf die *Membr. fenestr.* (die der oben bei den Fischen gegebenen Beschreibung entspricht) „glaskörperwärts eine einfache Lage dünner, abgeplatteter Zellen, welche voll-

kommen denen des Stratum lacunosum gleichen, nur dass ihre absoluten Dimensionen viel geringer sind. Ihre fadenartigen Ausläufer sind auch an Flächenschnitten, welche die Membrana fenestrata enthalten, sichtbar.

Bei den Säugethieren ist die Membr. fenestr. wieder wie oben vorhanden, glaskörperwärts von ihr „liegen in Abständen, ohne eine eigentliche, wenn auch perforirte Membran zu bilden, multipolare, blasse, doch ein wenig körnige Zellen mit einem grossen doppelcontourirten Kern.“ Sie sind homolog den Zellen der Membr. perfor. der Fische. „Ein Strat. lacunosum lässt sich bei den Säugern nicht nachweisen. Zwar zeigt der Durchschnitt der Retina öfters ihrer Ebene parallele Faserzüge, dieselben liegen aber in der Gegend der Membr. fenestrata und sind deren Ausdruck. Dagegen zeigt die eigentliche (innere) Körnerschichte nirgends solche, der Retinaebene parallele Faserzüge, durch welche sich auf senkrechten Durchschnitten die Anwesenheit eines Stratum lacunosum unzweifelhaft verrathen müsste.“

Die Maassangaben, welche Krause von den Zellen der Membr. perfor. bei den Säugern giebt: Schaf 17 μ , Schwein 20 μ , zeigen, dass er von denselben nur kleine Stücke, wie man sie auf Retinaquerschnitten oder auch Schrägschnitten wohl sieht, vor Augen gehabt hat.

Ich habe diese Ansichten von W. Krause so ausführlich mitgetheilt, um jeden Leser in den Stand zu setzen, leicht meine Angaben mit denen von Krause zu vergleichen und die Unterschiede zu finden. Wollte ich auf alle die vielen Verschiedenheiten zwischen meiner und seiner Auffassung hier eingehen, so würde ich eine längere Streitschrift zu geben haben. Dass ich mit seinen Angaben in keiner Weise einverstanden sein kann, geht aus meinen Untersuchungen zur Genüge hervor. Was Krause in jedem Falle vor Augen gehabt hat und auf seinen Abbildungen wiedergegeben hat, ist sehr schwer zu sagen, da auf den Abbildungen häufig nur Undeutliches zu sehen ist. Jedenfalls hat er manches von dem, was ich beschrieben habe, auch gesehen oder wenigstens theilweise gesehen. Wie wenig klar aber die Ergebnisse seiner Untersuchungen sind, zeigt schon, dass er beim Hecht die kolossal entwickelten kernlosen Zellen nicht von den inneren kernhaltigen abzutrennen und noch weniger natürlich in ihrer eigenen Formation zu erkennen vermocht hat. Auch in einer späteren Arbeit (31)

werden wohl die Beobachtungen von Reich angeführt, wird aber nichts Neues hierüber gegen früher gesagt. Auf das Verhalten der Radialzellen zu den concentrischen und den Neuroepithelien bin ich schon öfters oben genügend genau eingegangen, um es hier nicht weiter besprechen zu müssen.

Dass die hier von mir beschriebenen Stützzellen im Principe denen des Gehirns und Rückenmarks entsprechen müssen, ist selbstverständlich, da die Retina ein Gehirntheil ist. Ich habe indess bei den vorliegenden Untersuchungen nicht näher auf die Frage, die an sich eine grössere Arbeit erfordern würde, eingehen können. Ich habe nur auf Taf. XXIV, Fig. 99 drei Zellen von verschiedenen Grössen und Formen dargestellt, welche auf dieselbe Weise aus dem Grosshirn des Hundes isolirt sind, wie die von mir dargestellten Zellen aus der Retina. Auch die Vergrösserung ist dieselbe. Man sieht, dass die eine Zelle bei a an Grösse den Retinazellen nicht nachsteht, eine mittelgrosse und kleine zeigen Fig. 99 b, c. Ich möchte hier noch die Bemerkung anknüpfen, dass in der Retina natürlich in der Nervenfaserschicht auch kleine derartige Zellen vorkommen, die in ihrem Aussehen den bekannten Deiter'schen Zellen des Centralnervensystems durchaus ähnlich sind. Auch Golgi und Manfredi (15. Fig. 1) bilden solche aus dieser Schicht ab. Wir würden also auch in der Retina wie im Grosshirn grosse und kleine derartige Zellen zu unterscheiden haben. Gierke hat in seinen Untersuchungen der Stützsubstanz des Centralnervensystems (38. 39.) angegeben, dass auch in dieser kernhaltige und kernlose Stützzellen vorkommen, leitet aber die letzteren aus jenen als durch Altersveränderung entstehend ab. Nun ist es mir für die kernlosen Zellen der Retina ja auch äusserst wahrscheinlich, dass sie während der Entwicklung Kerne haben, W. Müller (19) giebt ja auch an bei Petromyzon direkt die Umbildung derselben aus kernhaltigen Zellen verfolgt zu haben, doch haben sie mit den nach der Geburt kernhaltigen Zellen keinen weiteren Zusammenhang, diese werden nicht kernlos und gehen nicht in die kernlosen über, die ja auch der ganzen Form nach wesentlich anders sind. Da die Neuroepithelien den Zellen des Centralcanals entsprechen, so müssten die Homologa der Stützzellen auch hier gesucht werden.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht allen denen, welche mich bei dieser Arbeit mit Rath und Material unterstützt haben, meinen Dank auszusprechen.

Literatur.

- 1) Verhandlungen d. physikal. medic. Gesellsch. zu Würzburg. 10. Mai 1851.
- 2) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. III. 1851. p. 227.
- 3) Sitzungsber. d. physikal. med. Gesellsch. zu Würzburg 1853. 13. Aug. 1853.
- 4) Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wissensch. zu Wien. Mathem. naturw. Kl. Bd. XI. 1853. p. 963 u. 966.
- 5) Leydig: Anatomisch-Histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien p. 9. Taf. I, Fig. 5.
- 6) H. Müller: Anatom.-physiol. Untersuchungen über die Retina bei Menschen und Wirbelthieren, Taf. I u. II. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie Bd. VIII. 1857.
- 7) M. Schultze: Observationes de retinae structura penitiori. Bonnae 1859. 1 Taf.
- 8) Zeitschrift f. ration. Medic. III. Reihe. Bd. X. 1861. p. 301—322.
- 9) Virchow's Archiv Bd. XXX. 1864. p. 256—259.
- 10) Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen naturwissensch. Gesellschaft während des Vereinsjahres 1865—66. 1866. p. 58—61.
- 11) Kölliker: Handbuch der Gewebelehre des Menschen. V. Aufl. 1867. p. 689.
- 12) W. Krause: Die Membrana fenestrata der Retina. Leipzig. 8. 2 Taf. 1868.
- 13) Landolt: Beitrag zur Anatomie der Retina vom Frosch, Salamander und Triton. 1 Taf. Arch. f. mikrosk. Anat. VII. 1871.
- 14) Rivolta: Delle cellule multipolari che formano lo strato intergranuloso o intermedio nella retina del cavallo. Giorn. di anat. fisiol. e patol. degli animali Anno III. p. 185. 1871.
- 15) C. Golgi e N. Manfredi: Annotazioni istologiche sulla retina dell cavallo. Giornale della r. accademia di Torino. Anno XXXV. N. 8. 9. 1872.
- 16) Handbuch der gesammten Augenheilkunde von Graefe und Sae-misch. Bd. I. p. 392—96. 1874.
- 17) Langerhans: Untersuchungen über Petromyzon Planeri. Berichte üb. d. Verhandlgn. d. naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. B. Bd. VI. H. III. 1873.
- 18) Verhandlungen d. Naturhist. Vereins d. preuss. Rheinlande u. Westphalens. B. XXVIII. 1871.
- 19) W. Müller: Ueber die Stammesentwicklung des Sehorgans der Wirbelthiere. Leipzig 1874. Festgabe für Carl Ludwig.
- 20) M. Schultze: „Die Retina“ in Stricker's Handbuch der Gewebe-lehre. Bd. II. 1872.

- 21) M. Reich: Zur Histologie der Hechtretina. 1 Taf. Graefe's Archiv. 1874. XX. 1. p. 1—14.
 - 22) Biologische Untersuchungen. Herausgegeben von Prof. Dr. G. Retzius in Stockholm. 1881. p. 89—100. Taf. XI.
 - 23) W. Krause: Die Nerven-Endigung in der Retina. Arch. f. mikr. Anatomie 1876. Bd. XII. p. 742—790.
 - 24) J. C. Ewart: Notes on the minute structure of the retina and vitreous humour. Journal of anat. and physiol. Vol. IX. 1875.
 - 25) Ranvier: Traité technique d'histologie, sixième fascicule 1882.
 - 26) Merkel: Ueber die menschliche Retina. Arch. f. Ophthalmologie. Bd. 22. 4. S. 1—25. 2 Taf.
 - 27) Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane von Dr. G. Schwalbe. Erlangen 1883.
 - 28) Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. XXII. 1883. p. 419—473. Taf. XVII, XVIII, XIX.
 - 29) A. Dogiel: Ueber die Retina des Menschen. Internationale Monatsschrift für Anat. u. Histol. Bd. I. Heft 2. 3. Taf. VI u. VII. 1884.
 - 30) W. Krause: Die Retina. Internat. Monatsschrift für Anatomie und Histologie. Bd. I. Heft 4. p. 225—254. Taf. X, XI. 1884.
 - 31) W. Krause: Die Retina. Internat. Monatsschrift f. Anat. u. Histol. Bd. III. H. 1 u. 2. Taf. I, II, III. 1886.
 - 32) Nachrichten von der Königl. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen. Nr. 7. 1884.
 - 33) Henle und Merkel: Ueber die sogenannte Binde substanz der Centralorgane des Nervensystems. Zeitschrift f. ration. Medic. III. Reihe. Bd. XXXIV. 1869.
 - 34) A. Dogiel: Zur Frage über den Bau der Retina bei Triton cristatus. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XXIV. 1885. Taf. XXII.
 - 35) Merkel: Ueber die Macula lutea des Menschen und die Ora serrata einiger Wirbelthiere. 2 Taf. Leipzig 1870.
 - 36) W. Krause: Allgemeine und mikroskopische Anatomie. Hannover 1876.
 - 37) Merkel: Die menschliche Retina. Monatsbl. f. Augenheilkunde. 1877.
 - 38) Gierke: Die Stützsubstanz des Centralnervensystems. I. Theil. Taf. XX u. XXI. Arch. f. mikroskop. Anatomie. Bd. XXV. 1885. p. 441—554.
 - 39) Dasselbe, II. Theil. Taf. VI. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXVI. 1886. p. 129—229.
-

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXII, XXIII und XXIV¹⁾.

Die nachfolgenden Zeichen haben bei allen Abbildungen die folgende Bedeutung:

äu. c. k. Stz.	= äussere concentrische kernhaltige Stützzellen.
äu. gr.	= äussere granulirte Schicht.
äu. K.	= äusseres Korn (resp. Körner, resp. Körnerschicht).
c. kl. Stz.	= concentrische kernlose Stützzellen.
F. k.	= Fusskegel der Neuroepithelien.
G.	= Ganglienzellen (resp. Ganglienzellenschicht).
inn. c. k. Stz.	= innere concentrische kernhaltige Stützzellen.
inn. gr.	= innere granulirte Schicht.
inn. K.	= inneres Korn (resp. Körner, resp. Körnerschicht).
L. e.	= Limitans externa.
m. c. k. Stz.	= mittlere concentrische kernhaltige Stützzellen.
M. l.	= Margo limitans.
N. E. sch.	= Neuroepithelschicht.
O.	= Opticusfasern (resp. Schicht derselben).
P. c. r.	= Pars ciliaris retinae.
Pz. Psch.	= Pigmentzellen, Pigmentschicht.
r. Stz.	= radiale Stützzellen.
Sp.	= Spongioblasten.
St.	= Stäbchen.
Z.	= Zapfen.

Sämmtliche Zeichnungen sind von mir selbst mit Winkel'schen Objectiven und dem Winkel'schen Zeichenprisma entworfen.

Tafel XXII.

Accipenser sturio. Stör (etwa 1,40 m lang).

Fig. 1. a) innere concentrische kernhaltige Zelle. b) mittl. concentr. kernhalt. Zelle. Methylnixtur. Schüttelpräp. Verg. 240.

Fig. 2. Innere concentr. kernhalt. Zellen anastomosirend. Methylnixtur. Schüttelpräp. Verg. 178. α = von abgerissenen Nebenzellen herführende Aeste.

Fig. 3. a. b. Concentr. kernlose Zellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Verg. 240.

Fig. 4. a. b. c. d. Radiale Stützzellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Verg. 240.

Abramis brama. Brachsen (775 gr schwer).

Fig. 5. a) Innere concentr. kernhalt. Zelle. b) Mittlere concentr. kernhalt. Zelle. Methylnixtur. Schüttelpräp. Verg. 240.

Fig. 6. Innere concentr. kernhalt. Zellen anastomosirend. Methylnixtur. Schüttelpräp. Verg. 240.

1) Der grösste Theil der Abbildungen ist ursprünglich in doppelter Grösse wie hier angegeben gezeichnet und ist bei Eintragung in die Tafeln verkleinert worden. Etwaige trotz der Durchsicht im Text der Arbeit gebliebene Irrthümer sind hierauf zurückzuführen.

- Fig. 7. Kleine concentr. kernhalt. Zellen in mehreren Lagen anastomosirend. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 178.
- Fig. 8. Zwei concentr. kernlose Zellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
- Fig. 9. Radiale Stützzelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
- Fig. 10. Flächenansicht eines Stückes der Schicht der concentr. kernlosen Zellen, von innen gesehen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 178.
- Pleuronectes platessa*. Maischolle (gross).
- Fig. 11. a. b. c. Innere concentr. kernhalt. Zellen.
d. Eine mittl. concentr. kernhalt. Zelle.
e. Vielleicht äussere concentr. kernh. Zellen, anastomosirend. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
- Fig. 12. Flächenansicht eines Stückes der mittleren und inneren concentr. kernhalt. Zellschicht. Die erstere tiefer gelegen; von innen gesehen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 355.
- Fig. 13. Vielleicht concentr. kernlose Zelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
- Fig. 14. Radiale Stützzelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
- Esox lucius*. Hecht (6 kg schwer).
- Fig. 15. a) Mittl. concentr. kernhalt. Zellen.
b) Flächenansicht eines Stückchens der inneren concentr. kernhalt. Zellschicht. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 178.
- Fig. 16. Concentr. kernlose Zelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
- Fig. 17. Innere Enden zweier radialer Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
- Rana esculenta*.
- Fig. 18. Kernhaltige concentr. Zellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
- Fig. 19. Kernlose concentr. Zellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
- Fig. 20. Radiale Stützzellen. a. c. d. mehr aus den mittleren Partien, b. e. f. mehr aus der Randpartie der Retina. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
- Triton cristatus*.
- Fig. 21. a. b. Radiale Stützzellen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
- Fig. 21. A. Concentr. kernhalt. Zelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
- Salamandra macul.*
- Fig. 22. a. b. c. d. Radiale Stützzellen, resp. innere Enden von solchen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
- Emys europaea*.
- Fig. 23. Concentr. kernhalt. Stützzellen. a) Von einem grösseren, b) von einem kleineren Thiere. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
- Fig. 24. Concentr. kernlose Stützzellen. a) Von einem grösseren, b) von einem kleineren Thiere. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
- Fig. 25. a. b. c. d. e. Radiale Stützzellen von jenem grösseren Thiere. f. Aeussere Radialfaserenden, Lim. ext. und Härchen. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Chelonia Midas.

Fig. 26. a. b. Kernhaltige concentr. Stützzellen. a. Von der Fläche, b. halb von der Kante. Osmiumsäure. Zerzupfungspräp. Vergr. 240.

Fig. 27. Kernlose concentr. Stützzelle. Osmiumsäure. Zerzupfungspräp. Vergr. 240.

Lacerta vivipara.

Fig. 28. Kernhaltige concentr. Stützzellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 29. Kernlose concentr. Stützzelle. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 30. a. b. c. d. Radiale Stützzellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Gallus domesticus.

Fig. 31. Kernhaltige concentr. Stützzellen. a) Von der Fläche, b) von der Seite, an der äusseren granulirten Schicht anliegend. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 32. Kernlose concentrische Stützzellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 33. Radiale Stützzelle, das innere Ende unvollständig. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Corvus cornix.

Fig. 34. a. b. Kernlose concentr. Stützzellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 35. Radiale Stützzelle. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Anas domestica.

Fig. 36. Radiale Stützzellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 36. A. Kernhaltige concentr. Stützzelle an der äusseren granulirten Schicht anliegend. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Fig. 36. B. a. b. c. Drei kernlose concentr. Stützzellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Kätzchen, 1 Tag alt.

Fig. 37. a. b. Kernhaltige concentr. Stützzellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Kätzchen, 4 Tage alt.

Fig. 38. Kernhaltige concentr. Stützzellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Kätzchen, 7 Tage alt.

Fig. 39. Kernhaltige concentr. Stützzellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Kätzchen, 13 Tage alt.

Fig. 40. Kernhaltige concentr. Stützzellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Kätzchen, 21 Tage alt.

Fig. 41. Kernhaltige concentrische Stützzelle. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Tafel XXIII.**Kater, alt.**

- Fig. 42. Kernhaltige concentrische Stützzelle. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Lepus cuniculus.

- Fig. 43. Kernhaltige concentr. Stützzellen. a) Von der Seite, b) von der Fläche. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
 Fig. 44. a. b. c. Kernlose concentr. Stützzellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
 Fig. 45. a. b. c. d. Radiale Stützzellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
 Fig. 46. Flächenansicht von innen her von einem Stückchen der äusseren granulirten Schicht mit concentrischen Zellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 110.

Canis familiaris.

- Fig. 47. a. b. Kernhaltige concentr. Stützzellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
 Fig. 48. a. b. Kernlose concentr. Stützzellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
 Fig. 49. a. b. Radiale Stützzellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
 Fig. 50. Kernhaltige concentr. Stützzellen von einem Hunde von 14 Tagen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Sus scrofa.

- Fig. 51. a. b. c. Kernhaltige concentr. Stützzellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Bos taurus.

- Fig. 52. a. b. Kernhaltige concentr. Stützzellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
 Fig. 53. a. b. Kernlose concentr. Zellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
 Fig. 54. Radiale Stützzelle. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Equus caballus.

- Fig. 55. Kernhaltige concentr. Stützzelle. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Cervus elaphus.

- Fig. 56. Mittelstücke von kernhaltigen concentr. Stützzellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Homo sapiens.

- Fig. 57. a. b. c. d. Radiale Stützzellen aus verschiedenen Partien der Retina. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Cavia cobaya.

- Fig. 58. Kernhaltige concentr. Stützzelle. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Petromyzon fluviatilis.

- Fig. 59. Querschnitt der Retina. Stäbchen- und Zapfenschicht fortgelassen. Chromsäure. Celloidin. Vergr. 480.

- Fig. 60. Die vier Schichten der concentrischen Zellen der Fläche nach von innen gesehen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 480.
 Fig. 61. Innere kernhalt. concentr. Stützzellen anastomosirend. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 480.
 Fig. 62. Stückchen aus einem Schüttelpräp. Aeussere concentr. kernhaltige Zelle. Methylnixtur. Vergr. 480.
 Fig. 63. Stückchen der Membr. hyaloidea mit den Abdrücken der inneren Enden der radialen Stützzellen. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 480.

Acanthias vulgaris.

- Fig. 64. Theil eines Querschnitts der Retina. Alcohol. Celloidin. Vergr. 480.
 Fig. 65. Radiale Stützzelle. Das äussere Ende nicht vollständig. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 480.
 Fig. 66. Mittlere kernhaltige concentr. Stützzelle. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 480.

Mustelus vulgaris. Embryo. 215 mm lang.

- Fig. 67. Radiale Stützzelle. Ein Stück von einer solchen mit dem Kern. Alcohol. Schüttelpräp. Vergr. 480.

Torpedo ocellata.

- Fig. 68. Theil eines Querschnitts der Retina. Alcohol. Celloidin. Vergr. 480.
 Fig. 69. Stückchen aus einem Zerpupungspräparat. Alcohol. Vergr. 480.
 Fig. 70. Mittlere kernhaltige concentr. Stützzelle. An der einen Seite sitzt noch ein Stück einer anderen Zelle an. Flächenbild. Alcohol. Schüttelpräp. Vergr. 480.
 Fig. 71. Mittlere kernhaltige concentr. Zelle, Seitenansicht. Alcohol. Schüttelpräp. Vergr. 480.
 Fig. 72. Innere concentr. kernhaltige Zelle, Flächenbild. An der einen Seite sitzt noch ein Stück einer Nachbarzelle an. Alcohol. Schüttelpräp. Vergr. 480.
 Fig. 73. Flächenansicht mehrerer anastomosirender innerer concentrischer kernhaltiger Stützzellen mit Theilen von Fasern, die auf ihnen liegen. Alcohol. Schüttelpräp. Vergr. 480.

Tafel XXIV.*Accipenser sturio.*

- Fig. 74. { Theile von Querschnitten der Retina. Müll. Fl. Vergr. 480.
 Fig. 75. }

Protopterus annectens.

- Fig. 76. Theil eines Querschnitts der Retina. Alcohol. Celloidin. Vergr. 480.
 Fig. 77. Stückchen aus einem Schüttelpräparat: kernhaltige concentr. Stützzelle von der Seite. Alcohol. Vergr. 480.
 Fig. 78. Stückchen aus einem Zerpupungspräparat. Alcohol. Vergr. 480.

Ceratodus Forsteri.

- Fig. 79. Theil eines Querschnitts der Retina. Alcohol. Celloidin. Vergr. 480.

- Fig. 80. Stückchen der Retina aus einem Zerzupfungspräparat. Alcohol. Vergr. 480.

Rana esculenta.

- Fig. 81. Theil eines Querschnitts der Retina. Holzessig. Celloidin. Vergr. 355.
Fig. 82. Stückchen der Retina aus einem Schüttelpräparat. Methylmixtur. Vergr. 480.

Chelonia Midas.

- Fig. 83. Stück eines leicht schrägen Retinaquerschnitts. Osmiumsäure. Vergr. 355.

Emys europaea.

- Fig. 84. Stück eines Retinaquerschnitts. Osmiumsäure. Celloidin. Vergr. 480.
Fig. 85. Stückchen der Retina aus einem Zerzupfungspräparate. Müller'sche Flüssigkeit. Vergr. 480.

Corvus cornix.

- Fig. 86. Stückchen der Retina aus einem Schüttelpräparat. Methylmixtur. Vergr. 480.

Anas domestica.

- Fig. 87. Stückchen der Retina aus einem Schüttelpräparate. Methylmixtur. Vergr. 480.

Esox lucius (1 $\frac{1}{2}$ Kilo).

- Fig. 88. Theil eines Querschnitts der Retina nach der Mitte zu, im wesentlichen die Schichten der concentrischen Zellen und die innere Körnerschicht umfassend. Chroms. 1:600. Celloidin. Vergr. 355.
Fig. 89. Querschnitt durch die Randpartie der Retina, Ora serrata, Anfang der Pars ciliaris. Chroms. 1:600. Celloidin. Vergr. 355.
Fig. 90. Innerer Theil einer radialen Stützzelle. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
Fig. 91. Aeussere kernhaltige concentrische Zellen, anastomosirend. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 480.
Fig. 92. Innere kernhaltige concentrische Zellen, anastomosirend. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
Fig. 93. Mittlere kernhaltige concentrische Zellen, anastomosirend. Methylmixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.
Die drei Figg. 91, 92, 93 sind einfach Umrisszeichnungen.

Chelonia Midas.

- Fig. 94. Zwei kernlose concentr. Zellen. Osmiumsäure. Zerzupfungspräp. Vergr. 240.

Lepus cuniculus.

- Fig. 95. Theil eines Retinaquerschnitts, seitlicher Theil. Es fehlt die Stäbchen- und Zapfenschicht. Goldchlorid. Von Herrn Dr. Nordenson. Vergr. 300.

Canis familiaris.

- Fig. 96. Stückchen der Retina aus einem Schüttelpräparate. Methylmixtur. Vergr. 300.

Equus caballus.

Fig. 97. Theil eines Querschnitts der Retina. Von Herrn Dr. Nordenson. Vergr. 355.

Homo.

Fig. 98. Theil eines Schrägschnittes der Retina. Müller'sche Flüssigkeit. Alauncarmin. Von Herrn Dr. Nordenson. Vergr. 480.

Canis familiaris.

Fig. 99. Drei Stützzellen von verschiedener Grösse aus dem Grosshirn des Hundes. Methylnixtur. Schüttelpräp. Vergr. 240.

Ueber die Regeneration der glatten Muskeln.

Von

Dr. H. Stilling und **Dr. W. Pfitzner**,
Privatdocenten in Strassburg.

Hierzu Tafel XXV.

Ob dem organischen Muskelgewebe das Vermögen der Regeneration zukommt, ob die neugebildeten Muskelfasern aus den alten Elementen hervorsprossen oder ob sie durch Umwandlung von Bindegewebszellen entstehen, das sind Fragen, welche zur Stunde eine endgültige Lösung noch nicht gefunden haben.

Der Weg des Experiments ist bisher erst einmal betreten worden. Nach *Jakimowitsch*¹⁾ regeneriren sich die Muskelfasern des verletzten Magens bei Säugethieren und Amphibien

1) Ueber die Regeneration der glatten Muskelfasern. Vorl. Mitth. Med. Centralbl. 1879 p. 897. Dass. Dissertat. Kiew 1880 (russ.) mit 1 Tafel. Da wir uns die letztere Arbeit leider nicht verschaffen konnten, was wir namentlich der Abbildungen wegen bedauern, mussten wir uns mit dem ausführlichen Referat begnügen, das Mayzel in Hoffmann-Schwalbe's Jahresbericht Bd. IX. p. 61 gegeben hat.