

Ueber den Bau der äusseren Körnerschicht der
Netzhaut bei den Wirbelthieren.

Von

Dr. Gabriel Demassena.

Hierzu Tafel XXI.

Die Grundlage zu der gegenwärtigen, ganz selbständigen Abhandlung wurde schon, als wir noch am Krakauer saßen, gelegt, wo noch zwei andere Arbeiten über die histologische und über die innere Körnerschicht entstanden sind, aber ein drückender Mangel selbst an den nöthigsten Büchern zum Nachschlagen, ein Mangel, dem auch eine Reise nach den Westes (Wien, Würzburg, Heidelberg) nicht ganz abhelfen konnte, verzögerte die Vollendung derselben ungenügend.

Aus Würzburg wurde über die gegenwärtige Abhandlung eine vorläufige Mittheilung veröffentlicht, aber, abgesehen von den vielen Irrthümern, die sich in diese Mittheilung eingeschlichen haben, ist dieselbe so kurz abgefasst, dass sie der jetzt selbst folgenden Abhandlung nicht einmal als Inhaltsverzeichnis dienen könnte.

Ueber das angewandte Untersuchungsverfahren, sowie über die Art, wie wir die einzelnen Präparate herstellten, müssen wir

auf den weiter folgenden Text verweisen, die allgemeine Behandlungsweise war folgende: An einem möglichst frischen Auge wurde ein weiterer Einschnitt durch die Sclerotica, Choroidea und Retina gemacht und das Auge dann in eine grosse Menge Mäллерscher Flüssigkeit gebracht. Nachdem es darin eine bis zwei Wochen und noch länger gelegen hatte, liesssen wir es einen Tag lang in Wasser liegen, aus dem wir es anfangs in 0,5 pCt. Spiritus, dann in starken Alkohol brachten. Aus der so behandelten Netzhaut schnitten wir kreisrunde Stückerchen heraus, legten dieselben zwischen Lohentücherchen oder Anhydridteller ein und machten die Durchschnitte. Die Präparate erwiesen sich vortrefflich conserviert, zeigten keine Spur von Quetschung; Stückerchen, Zapfen, Körner und Hohlräume blieben ganz unverändert. Als Färbungsmittel verwendeten wir Hämatoxylin, dann Eosin an. Wir haben es wohl versucht, das Hämatoxylin durch Czokorische Carminlösung zu ersetzen, aber die Farbstoffe wirkten bei dieser Combination zerstörend auf einander ein und die Präparate entfielen sich viel schneller. Uebrigens benutzten wir auch andere Färbungsmittel wie Picrocarmin, Rosalin u. s. f., aber keiner dieser Farbstoffe hatte eine solche effectvolle Wirkung wie das Hämatoxylin und Eosin. Zum Aufbewahren der Präparate benutzten wir gewöhnlich das Glycerin. Zur Herstellung von Zapfpräparaten verwendeten wir Ubersäuerungssäure in einer Concentration von 0,5—0,1 aa, dann Drittelnalkohol, schwache Chromsäurelösungen, sowie auch Mäллерsche Flüssigkeit. Die fein zerhackten Präparate wurden entweder sofort oder nach der Carminfärbung untersucht.

I.

Die äussere Körnerschicht wird nach aussen bekanntlich von der memb. limit. ext. begrenzt, nach innen liegt sich ihr die Zwischkörnerschicht an. Auf einem Querschnitt sieht man die Linsen dieser Grenzschichten nahezu parallel zu einander verlaufen. Derartige Verhältnisse treffen wir in der ganzen Ausdehnung der Netzhaut bei den meisten Thieren, mit Ausnahme vielleicht einiger Stellen, wo diese parallele Richtung abgeändert wird.

Die Unterbrechung des Parallelismus tritt aus in zwei verschiedenen Formen ontopagen. Die memb. limit. ext. erhebt sich nämlich entweder etwas nach aussen, wodurch der Dickendurchmesser

der äusseren Körnerschicht vergrössert erscheint, oder sie hebt sich der Zwischkörnerschicht und verändert dadurch die Dicke der äusseren Körnerschicht. Abweichungen im erstereu Sinne fanden wir in der Netzhaut des Esels, die Abweichungen waren jedoch unbedeutend (s. Fig. 6); dagegen waren diese Erhebungen bei der Katze in bedeutendem Grade sichtbar. Hier traten uns nicht selten Falten von erheblicher Grösse entgegen, die aus im Querschnitt als löcherförmige Wucherungen mit 2—4 Körnern als Inhalt erschienen. Diese Erscheinung können wir nicht durch Faltenbildung an der Netzhaut in der Weise erklären, wie es Kühn¹⁾ an den Netzhäuten von Thieren nachgewiesen hat, die sich längere Zeit in dunkeln Räumen aufhielten, denn an dieser Art von Faltenbildung beteiligtes sich sämtliche Schichten der Netzhaut, wovon man sich an der Netzhaut eines jeden Thieres, die nach der Methode von Kühn¹⁾ präpariert worden ist, leicht überzeugen kann, während bei der Katze die Abweichung von der parallelen Richtung nur in der memb. limit. ext. stattfand, die aus ihrem Niveao heraustritt und an diesen Stellen eine kleine Menge Körner barg. An einem mit Oxalsäure behandelten Präparate eines Erhängten fanden wir kleine, mäusenförmige Hervorragungen dieser Membran. Eine zweite Erscheinung, die Bemerkung des Dickendurchmessers der äusseren Körnerschicht, trifft man nicht selten in den Netzhäuten der Ziege, des Schweines, des Pferdes u. s. f. Im Gegensatz zu dem vorher beschriebenen finden wir hier die Menge der Bestandtheile der äusseren Körnerschicht bedeutend vermindert, in Folge dessen nach die memb. limit. ext. der Zwischenkörnerschicht näher rückt und an dieser Stelle der Netzhaut eine Vertiefung erscheint. Nicht selten kann man die beiden oben beschriebenen Variationen an einem und demselben Auge antreffen und es drängt sich hier die Frage auf, ob nicht etwa diese Erscheinungen irgend welche pathologische Prozesse, die früher in der Netzhaut abgelaufen sind, an Grunde liegen.

Das Verhältnis der körnigen Fortsetzungen selbst zu diesen Grenzschichten hat bei den verschiedenen Thieren seine besondere Eigenständigkeit. So stellt beispielsweise die memb. limit.

1) Chemische Vorgänge in der Netzhaut. Handbuch der Physiologie von Hermann, III. Bd.

ext. beim Menschen und des übrigen Säugethieren ein Plättchen dar, das sich an die Körner fest anschliesst und letztere von aussen her so bedeckt, dass sie nur selten und auch diese nur sehr wenig über das Niveau hinausragen. L. Leewee¹⁾ war sogar sehr erstaunt, als er bei seinen Untersuchungen über die Netzhaut des Kanarienvogels auf Erscheinungen ähnlicher Art stiess. Uebrigens sehen wir (Huhn, Taube) die Körner theilweise in die Substanz der memb. limit. ext. hineinragen. Sie erscheinen wie eingeklebt in der Wandung des erwachsenen Plättchens und ragen nur Hälfte, ja sogar noch mehr noch aussen hervor. Dasselbe finden wir beim Frosch und bei manchen Säugethieren vor, bei denen diese Erscheinung normal und immer anstreffend ist. In ähnlichen Fällen kann man sagen, der Dickenmesser dieser Schichten sei durch das Hineinragen ihrer Fortsätze in das Gewebe der memb. limit. ext. verringert und zwar um soviel, als das Hineinragen dieser Elemente über die Grenze beträgt. Etwas andere Verhältnisse finden sich bei den Eelen (*Strix fusca*). Hier sehen wir die körnigen Bestandtheile der äusseren Körnerschicht die memb. limit. ext. nicht erreichen, sondern in einiger Entfernung von ihr plättchenartige Fortsätze aussenden, vorwiegend deren sie sich mit der erwachsenen Membran vereinigen. Auf diese Weise wird hier der Dickenmesser der äusseren Körnerschicht vergrössert und diese geschieht auf Kosten einer körnerfreien Zone, der zwischen dieser Schicht und der memb. limit. ext. entstandenen ist.

Die der Zwischenkörnerschicht angekehrte Seite bietet noch grössere Abweichungen dar. Die Fortsätze der äusseren Körnerschicht liegen der Zwischenkörnerschicht unmittelbar an (Eelen, Meeresschildkröten, Axolotl), oder sie senden, ohne selbst bis zur Zwischenkörnerschicht zu gelangen, in einiger Entfernung von ihr Fortsätze zur Verbindung mit derselben ab. Diese Fortsätze nun gelangen entweder einzeln zur Zwischenkörnerschicht (*Salmo lavaretus*, grüne Eidechse, *Tropidonotus natrix*) oder eine ganze Gruppe dieser Fortsätze bildet, indem einzelne denselben sich sehr nahe aneinanderlegen, einen gemeinschaftlichen

1) L. Leewee, Die Histogenese der Retina selbst vergleichenden Betrachtungen über d. Histogenese d. Central-Nervensystems. Arch. f. mikr. Anat. 1876.

Strang und sie erreichen in dieser Weise die äussere Körnerschicht (Ailer, *Salmo lavaretus*, Falken). Endlich sehen wir bei gewissen Thieren an bestimmten Stellen der Netzhaut (Hensch, Ahe) auf der einen Seite, oder auf der ganzen Netzhaut (grüne Eidechse, *Tropidonotus natrix*) die centralen Fortsätze ein bedeutendes Ausmass erreichen, während in anderen Netzhautstellen an einem und demselben Auge diese Fortsätze kaum sichtbar sind. Man ersieht aus diesem Ansehungen, dass die Dicke der äusseren Körnerschicht, je nach der grösseren oder geringeren Dicke der Centralfortsätze nicht selten aus ein bedeutendes schwanken kann.

Die Körner selbst besitzen in der äusseren Körnerschicht bei den verschiedenen Thieren ihre besonderen Eigenthümlichkeiten. So sehen wir beispielsweise bald Körner von ellipsoider Gestalt, bald treten sie uns als spindel- oder kugelförmige Gebilde entgegen, oder erscheinen als ganz runde Körper. Ebenso unterschieden sie auch in ihrer Grösse bedeutende Schwankungen: Sie sind bald kleine Elemente von kaum 0,003 mm, bald erlangen sie ein Ausmass von 0,015 mm. Was ihre Lagerung anbelangt, so erscheinen sie bald wie eingeklebt in die memb. limit. ext., bald etwas von ihr entfernt, endlich können sie sich der Zwischenkörnerschicht anlagern, entweder sehr nahe derselben, oder etwas von ihr entfernt. Ausserdem zeigen die Körner bald eine Quersetzung in ihrer Mitte, bald erscheinen sie völlig ohne jegliche Spur einer solchen. Fügen wir noch hinzu, dass ein Theil der Äusseren mit den Stäbchen, der andere Theil mit den Zapfen in Verbindung tritt (freie Körner, wie es Pouchet et Tournoux¹⁾ annehmen, gibt es da nicht), so entsteht die Frage, ob es irgend welche charakteristische Kennzeichen gibt, an denen man sofort Stäbchen- und Zapfenkörner unterscheiden könnte. Einige Forscher, unter andern auch H. Müller²⁾ und Schwabbe³⁾, geben an, dass diese beiden Körnerarten bei vielen Thieren bedeutende Abweichungen von einander zeigen.

1) Pouchet et Tournoux, Précis d'histologie humaine et d'histologie Vég. 1878.

2) H. Müller's gesammelte und historisch-kritische Schriften zur Anatomie und Physiologie des Auges.

3) Schwabbe, Mikroskopische Anatomie des Sehorgans und der Netzhaut. Graefe u. Saemisch, Handbuch d. gesammten Augenheilkunde I. Th. 1874.

In der That stimmen wir bei vielen Thieren auf gewisse Merkmale, die in kleinen Abweichungen in Form, Grösse und Gestalt der Körner bestehen; diese Unterschiede sind jedoch nur unbedeutend und geben sie solche zufällige Kriterien an die Hand, wie es W. Müller¹⁾ in seinen Abbildungen dargestellt hat. Die Zapfenkörner sind bei den meisten von mir untersuchten Fischen grösser und haben eine etwas kugeligere Form als die Stäbchenkörner, wenn es auch Thiere dieser Klasse giebt, bei denen alle Körner von ziemlich gleicher Grösse und Gestalt sind (Nemanga, Aal). Die meisten Vögel besitzen Körner von ellipsoider Gestalt mit leicht verjägtem Enden. Diese Form nun haben nicht selten beide Körnerarten und es ist dann unmöglich, Stäbchenkörner und Zapfenkörner voneinander zu halten; in anderen Fällen dagegen bieten sie bedeutende und scharfe Unterschiede dar. Während nämlich die Stäbchenkörner flach-kugelförmig sind, besitzen die Zapfenkörner eine stark gestreckt-spinuliförmige Gestalt (Perlfischn). Bei Menschen und Säugethieren haben alle Körner, sowohl der Zapfen als auch der Stäbchen, eine ellipsoide Form und unterscheiden sich nur sehr wenig von einander. Auch der Frosch und Salamandra maculata liessen nur zu geringe Abweichungen in Grösse und Gestalt, um die Unterscheidung der Stäbchen- und Zapfenkörner überall durchzuführen zu können. Daraus ergibt sich nun, dass nur bei einer kleinen Anzahl von Thieren sich bedeutende Unterschiede zwischen Stäbchen- und Zapfenkörnern vorfinden. W. Müller giebt in seiner Abhandlung Abbildungen der Notchaut des Frosches und des Erdchamäunders, auf denen die Körner ganz bedeutende Formunterschiede sehen lassen; aus unserem eigenen Untersuchungen ergiebt sich jedoch, dass diese Differenzen nur sehr unbedeutend sind und die körnige Excreszenz auch dieser Thiere durchweg eine ellipsoide Form haben, wie man es aus den beigeigten Abbildungen (10, 11, 12), sowie aus den schönen Abbildungen Hoffmanns²⁾ leicht ersehen kann. An oben solchen Fehler leiden die von W. Müller gegebenen Abbildungen von Nemanga.

1) W. Müller, Ueber die Samenentwicklung des Säugethiers und Vögel als Beitrag zur Anatomie und Physiologie. Leipzig 1875.

2) Hoffmann, Ueber die retina bei Amphibien. Brenn's Klassen und Vorlesungen Taf. 8, Alth. II.

Die Grösse der Körner ist bei den verschiedenen Thieren bedeutender Schwankung unterworfen; so erreicht die Körner von *S. maculata* eine Länge von 0,018 mm—0,020 mm bei einer Breite von 0,012—0,018, während dieselben Körner beim Seelachs und bei der Schleie kaum $\frac{1}{1007}$ haben. Zwischen diesen Extremen schwanken nun die Gröszen der Körner aller übrigen von mir untersuchten Thiere; so beträgt beim Menschen der Längendurchmesser der Körner 0,008—0,009 bei einem Querdurchmesser von 0,006, beim Frosch beträgt der Längendurchmesser 0,012, der Querdurchmesser 0,009. Die Gröszen des Thieres ist, beiläufig bemerkt, für die Dimensionen der inneren Körner durchaus nicht massgebend; so besitzen das Rind, der Affe, das Meeresschwein, der Aal und der Spargel ziemlich gleich grosse Körner, während wir bei den Thieren aus der Klasse der Amphibien und Reptilien die grössten Körner vorfinden.

Bei einigen Thieren stehen die Stäbchenkörner hinsichtlich ihrer Gröszen den Zapfenkörnern bedeutend nach. Dieser Umstand veranlasste Schwabe die alte Ansicht von H. Müller, nach welcher die Zapfenkörner stets grösser sein müssen als die Stäbchenkörner, von neuem wieder aufzunehmen. W. Krause³⁾ vertritt gleichfalls diese Ansicht und W. Müller hat zur Unterstützung desselben das wirkliche Gröszenverhältnissen keineswegs genau entsprechende Abbildungen von den Stäbchen und Zapfenkörnern in der Notchaut von *S. maculata*, des Frosches und Nemanga u. s. f. gegeben. Wir finden zwar die Stäbchenkörner bei *S. maculata* in der That etwas kleiner als die Zapfenkörner, die Differenzen sind aber unbedeutend und verstecke ich mich den von mir erhaltenen Präparaten nicht recht wie W. Müller dazu gekehren sein mag, zwei Arten von Körnern darzustellen, die solche grosse Unterschiede in Form und Grösze zeigen. Die Fische bieten in dieser Beziehung die grösste Mannigfaltigkeit dar. Unter

1) W. Krause, Die Membran inneren der retina. Leipzig 1868 u. Altpeters und mikroskopische Anatomie 1876.

2) Max Schultze kugelte Vorlesung des Ersten der Zapfen beim Aal; das ist aber ein Irrthum, da der Aal wirklich Zapfen besitzt, wie es schon Kühnle richtig angegeben hat, wenn die auch keine solche Gröszen-differenzen zeigen, wie man sie bei anderen Thieren sieht. Die Länge des inneren Zapfenstäbchen beträgt 0,012, die Breite 0,006.

diesen gibt es solche, bei denen es fast gar keines Untersechels unter den beiden Körnerarten giebt, weder in der Form, noch in der Größe. Als Beispielsgegenstände dieser Gruppe nennen wir den Aal¹⁾ und das Neunauge; beim Kanfbarisch und Hecht übertreffen die Zapfenkörner die Stäbchenkörner nur wenig an Größe und beim Barsch sind endlich die Zapfenkörner deutlich größer als die Stäbchenkörner. Nebenbei dürfen wir es nicht unerwähnt lassen, dass die Größe der Körner der Größe der Zapfen nicht entsprechen muss; so sind die Zapfen bei der Forelle keineswegs kleiner als beim Barsch und dennoch übertreffen bei der Forelle die Zapfenkörner die Stäbchenkörner nur sehr wenig an Größe. Beim Hahn konnten wir keine Größendifferenz zwischen den beiden Körnerartungen entdecken, während sie beim Perlhuhn stark auffällt. Die in Innern der äusseren Körnerschicht befindlichen Zapfenkörner haben ein stark gestreckt spindelförmiges Aussehen. Der Dickendurchmesser dieser Körner ist zwar für sich allein nur gering, wird aber durch die ziemlich dicke, die Körner frei umhüllende Membran um etwas vergrößert, die Stäbchenkörner dagegen sind bedeutend kleiner und da nach ihr Hülle etwas feiner ist, so erscheint auch ihr Dickendurchmesser etwas kleiner. Beim Menschen und einigen Säugethieren zeigen die Körner eine, wenn auch nicht bedeutende Größendifferenz, die nach dem Unterschied zwischen der dicken Hülle der Zapfenkörner und dem feinen und zarten Häutchen der Stäbchenkörner um einiges vermehrt wird. So gilt also die durch einige Forscher bestätigte Ansicht von H. Müller und Schwalbe nicht allgemein. Namentlich vermag ich die Abbildungen von W. Müller nicht als zutreffend anzuerkennen.

Der von den Körnern eingenommene Platz giebt uns nicht selten Aufschluss darüber, ob sie einem Stäbchen oder einem Zapfen angehören. So sehen wir bei Thieren, bei denen die Fornelemente der äusseren Körnerschicht sich in zwei gesonderten Reihen lagern, die Zapfen sich gewöhnlich mit dem Körner der innern Reihe verbinden, während die äussere, der memb. limit. ext. zugewandte Reihe von Körnern eingeschlossen wird, die sich mit den Stäbchen verbinden. Diese Anordnung ist aber auch nicht immer streng durchgeführt: Einzelne beim Frosche und bei Salamandra mensuris die gleich grossen Netzhautstellen nicht über-

all nach eine gleich grosse Anzahl von Zapfen und je näher der Peripherie der Netzhaut, um so seltener kommen die Zapfen vor, während die Körner noch immer in zwei Reihen angeordnet liegen und hier trifft man nicht selten auf Zapfen, die sich mit Körnern aus der innern Reihe verbinden. Die sogenannten grünen Stäbchen von Schwalbe treten gleichfalls in die zweite Reihe ein. Endlich ist beim Frosche die Zahl der Zapfen überhaupt geringer als die der Stäbchen, während die Menge der Körner in jeder der Reihen nahezu dieselbe ist und unter solchen Umständen werden die Körner der zweiten Reihe sich ebenfalls mit Stäbchen verbinden können. Beim Neunauge sehen wir ausserdem sowohl die Stäbchenkörner als auch die Zapfenkörner sich an der memb. limit. ext. plattieren und zwar so, dass sie ihre Basis der Membran, ihre Spitze der Zapfenkörnerschicht zuwenden²⁾. Bei den andern Fischen sieht man die Zapfenkörner sich in der Nähe der memb. limit. ext. gruppieren, während die Stäbchenkörner überall zerstreut liegen, oft aber treffen wir die Zapfenkörner in Innern ihrer Schichte an. Auch bei der Vogels heggen wir der gleichen Regelmässigkeit in der Anordnung der verschiedenen Körner. So lagern sich die Zapfenkörner beim Hahn und bei der Taube in die memb. limit. ext. selbst ein, indem sie nur Hälfte über ihre Grenzlinie hinaus nach aussen ragen, die Stäbchenkörner liegen da innerhalb ihrer Schichte; beim Perlhuhn liegen die Verhältnisse umgekehrt; da sehen wir die Stäbchenkörner in der memb. limit. ext. liegen, während die Zapfenkörner sich in Innern ihrer Schicht finden. Nicht selten sehen wir aber hier die Körner ihre Platte austauschen und wir finden oft beim Hahn die Stäbchenkörner in der memb. limit. ext. liegen, beim Perlhuhn lagern sie sich ebenso oft innerhalb ihrer Schichte.

Schwalbe meint, dass die Zapfenkörner beim Menschen, bei den Säugethieren und Fischen stets an der memb. limit. ext. liegen. Diese Regel aber bildet zu vielen Ausnahmen; so liegen die Zapfenkörner beim Menschen gar nicht selten tiefer innerhalb der Körnerschichte, bei manchen Fischen reichen diese Körner nicht bis an die memb. limit. ext. heran (Kanfbarisch). Die Stäbchen-

¹⁾ Uebrigens können sie bald mit dem einen, bald mit dem andern Ende innerhalb der Grenzlinie zu liegen kommen.

körner aber gegen innerer dieser Membran an. W. Müller¹⁾ be-
wehrt sich ausserdem die Existenz bedeutender Unterschiede auch
im inneren Bau der Zapfenkörner nachzuweisen, die sie von den
Stäbchenkörnern streng trennen konnte. So glaubt dieser Forscher
eine Abbildung von der Netzhaut des Erdbeinanzers, auf der die
Zapfenkörner schwach und gleichförmig mit Carmin gefärbt er-
scheinen und aus feinkörnigen Protoplasma bestehen, während die
Stäbchenkörner als Zellen dargestellt werden, die in ihrem Innern
grosse, runde, körnerhaltige Kerne mit Keratopschen in der
Mitte enthalten. Sie erschauen auf dieser Abbildung mehr interes-
sant und ungleichförmig gefärbt. Eine etwas dunklere Stelle in der Mitte
einer solchen Zelle stellt das zunächst um den Kern kreisförmig
angordnete Protoplasma dar, die Peripherie der Zelle erscheint
vom Carmin nur schwach gefärbt. Nach den Darstellungen von
W. Müller besteht also der Unterschied der beiden Körnerarten
bei *S. maculata* nicht allein darin, dass die Stäbchenkörner be-
deutend kleiner sind als die Zapfenkörner, dass das Gewebe der
ersten vom Carmin intensiver gefärbt wird und dass sie aus mehr
grobkörnigem Protoplasma bestehen, sondern auch darin, dass die
Stäbchenkörner grosse Kerne besitzen.

Auf einer andern, die Netzhaut des Barsches darstellenden
Abbildung zeichnet W. Müller diesmal in ein Zapfenkorn eines
stetlich runden Kerns hinein, da aber kein Bänder dieses Kerns
selbst eine verhältnissmässig unbedeutende Ausdehnung besitzt, so
konnte der Kern bei weitem nicht so deutlich dargestellt werden
wie bei *S. maculata*, aber doch noch deutlich genug, um die
körnige Beschaffenheit desselben gut erkennen zu lassen, während
das ihn umschliessende Protoplasma aus homogener Substanz zu
bestehen scheint. Fesser führt aus W. Müller eine Abbildung
von *Platydictylus* und von *Petromyzon marinus* von. Bei diesen
Thieren besitzen schon die beiden Körnerarten Kerne in der Mitte.
In ihrem inneren Bau zeigen die Körner von *Petromyzon* grosse
Ähnlichkeit mit denen der Stäbchenkörner von *S. maculata*.

Unsere eignen, wiederholt angestellten Untersuchungen, so-
wohl an mit Dreifach-Alkohol, Ueberspannmasse, oder Müller'scher
Flüssigkeit behandelten in Glycerin hergestellten und mit Carmin ge-

1) l. c.

färbten Zapfenpräparaten, als auch an in Müller'scher Flüssigkeit und
dann in Alkohol gefärbeten, gleichfalls mit Carmin, Picrocarmis,
Eosin und Hämatexylin gefärbten Messerpräparaten von der Netzhaut
der oben erwähnten Thiere haben nichts ergeben, was mit
W. Müller's Abbildungen übereinstimmt. Wir müssen in Gegen-
theil constatiren, dass sowohl die Stäbchenkörner, als auch die
Zapfenkörner in ihrem Innern keine Spur von einem Kerne
zeigen. Sogar in der Netzhaut von *Salmo trutta*, bei der
W. Müller in der Mitte der Stäbchenkörner grosse, runde leicht
körnige, vom Carmin schwach gefärbte Kerne vorhanden sein liess,
konnten wir, trotz wiederholten Suchens nach keinen Schatten eines
Kernes auffinden, weder in der Mitte der Stäbchenkörner, noch in
der Mitte der Zapfenkörner; das Einzige, das Kerne, was wir da sehen konnten,
war ein winziges, wie ein kleiner Fleck aussehendes Körnchen,
das aber sowohl in den Stäbchenkörnern, als auch in den Zapfen-
körnern anzutreffen war. Dasselbe sahen wir auch von den
Zapfenkörnern des Barsches sagen, die nach den Darstellungen
W. Müller's ebenfalls kernhaltig sind. Was *Petromyzon mari-
nus* und *Platydictylus* betrifft, so hatten wir leider keine Gelegen-
heit, deren Netzhäute zu untersuchen.

Uebrigens ist die Ansicht, für die W. Müller mit Wort und Bild
in die Schranken getreten ist, nicht neu. Schon M. Schultze theilte
den Nachweis, dass die inneren Körner eigentlich Zellen seien, die
aber nur eine sehr dünne Protoplasmaschicht haben. Der ganze Raum
dieser protoplasmischen Zellen wurde von dem Kern eingenommen,
nur an den beiden Polen dieses Kerns lagere sich der Rest
des Protoplasma in etwas mehr bemerkbarer Masse. Also schon
M. Schultze wollte diese Körner als zu den Zellen, vielleicht
zu den Ganglienzellen, gehörig betrachtet wissen.

Alle unsere bisherigen Untersuchungen haben ein negatives
Resultat ergeben. Keines von den oben beschriebenen Kernzeichen
kann Anspruch auf allgemeine Gültigkeit erheben und wir müssen
darauf verzichten für jetzt ein Merkmal angoben zu wollen, nach
dem man in gegebenen Fälle entscheiden könnte, ob ein bestimmtes
Korn sich mit einem Stäbchen oder mit einem Zapfen ver-
bindet.

Ein wichtiger Unterschied, der für die Körner dieser Schichte
bei den Säugethieren charakteristisch ist, besteht in der Quer-
streifung der Körner. Der erste, der diese queren Streifen

beim Menschen beschrieben hat, war Heule¹⁾; die Untersuchungen dieses Forschers lassen es jedoch zweifelhaft erscheinen, ob diese Querstreifung eine physiologische Erscheinung sei und man war geneigt, sie als Product der beginnenden Fäulnis zu betrachten. Ritter²⁾ wies dann nach, dass diese Streifung beim Menschen erst binnen 12—17 Stunden nach dem Tode verschwindet und Heule³⁾ fand, dass dieselbe keine Stunde nach langer Zeit nach dem Tode sichtbar bleibt, man konnte sie sogar nach dem Eintritt der Fäulnis noch erkennen. G. Wagner⁴⁾ bemerkte, dass an frischen Präparaten diese Streifen bei schwacher Vergrößerung viel deutlicher zu sehen waren, als wenn er starke Vergrößerungen anwendete. Endlich hat W. Krause⁵⁾ angegeben, dass diese Querstreifung nach der Anwendung starker Reagentien entsteht und man sie auch bei solchen Thieren, deren frische Netzhaut sonst diese Streifung nicht zeigen, künstlich hervorgerufen kann. Dieser Umstand berechtigte zu der Annahme, die Streifung sei durch die in den Kernen dieser Schicht eingetretenen Zersetzungsprozesse entstanden. M. Schultze⁶⁾ spricht sich ebenfalls für die Wahrscheinlichkeit aus, dass die Querstreifung eine Leichenerscheinung sei. „Ebenso scholst“, sagt er, „das von Heule beschriebene Auftreten von Querstreifen oder Bündeln in den Stäbchenkernen, welches beim Menschen und Säugethieren früher oder später nach dem Tode bemerkt werden kann und durch verdünnte Säuren am deutlichsten hervorzurufen ist, eine Leichenerscheinung zu sein“. Merkel⁷⁾ hat sich viel mit dieser Frage beschäftigt

1) Heule, Ueber die Senne Kitzersicht der Netze. Göttinger Nachrichten. 1803.

2) Ritter, Zur Histologie des Auges. Archiv für Ophthalmologie. Bd. XI, 1863.

3) Heule, Handbuch der Augenheilkunde des Menschen. 1804.

4) G. Wagner, Ueber die Struktur der Netze. Sitzungsberichte der Gesellschaft z. Beförderung d. gesammten Naturwissenschaften zu Nürnberg. 1808.

5) W. Krause, Die Membrana fenestrata der Netze. Leipzig 1808.

6) M. Schultze, Die Netze. Handbuch der Lehre von den Geweben, von Stricker. Leipzig 1872.

7) Merkel, Ueber die Membr. beim Menschen und die Ora serrata einiger Wirbelthiere, Leipzig 1870, und Zur Kenntnis der Stäbchenschicht der Netze. Archiv von Reichert und De Betz-Royenand 1870.

und fand die Querstreifung bei vielen Thieren als normale, gleich nach dem Tode sichtbare Erscheinung vor. M. Schultze fand Gelegenheit, eine frische Netzhaut eines Menschen gleich nach der Exsection zu untersuchen, die Netzhaut zeigte allerdings auch da die quere Streifung; dieser eine Erfolg war aber noch nicht hinreichend, die eingebürgerte Ansicht zu verdrängen. Aehnliche Untersuchungen völlig frischer Netzhäute des Menschen wurden aber öfter wiederholt und die Untersuchungen ergaben immer dasselbe Resultat, d. h. die Kerne zeigten innerer die Querstreifung und so kam es, dass gegenwärtig Niemand mehr daran zweifelt, dass diese Streifung schon in der lebendigen Netzhaut präexistirt. Die Querstreifung ist eben (wie Ritter schon vor längerer Zeit behauptet hat) eine normale, anatomische Erscheinung in der lebenden Netzhaut.

Es ist allgemein schwierig sich über den Bau dieser Querstreifen eine klare Vorstellung zu machen; die Schwierigkeit liegt einmal in der Kleinheit dieses Gegenstandes. Schon die Kerne an und für sich sind sehr klein und die an ihnen vorkommenden Streifen müssen schon beinahe unsehbar klein sein, dass ist auch die Untersuchungsmethode für diese Formelemente (an Zapfenpräparaten) sehr ungelohnt.

W. Krause¹⁾ hat sich in seinen Untersuchungen der Querstreifen auch mit der anatomischen Beschaffenheit derselben näher beschäftigt. Er stellte die Ansicht auf, dass das Gewebe der Leisten aus einer dem Protoplasma sehr nahe verwandten Substanz bestehe, ferner, dass diese Substanz die Gestalt eines biconvexen Plättchens habe, die beiden, durch dieses Leisten getrennten Abtheilungen des Kernes zwei biconvexe Körper darstellen. Außerdem nimmt er an, dass das Gewebe der Leisten starker Lichtbrechend sei als das Gewebe der Kerne selbst. Diese Ansicht, die unzweifelhaft viel wahres enthält, trägt doch im Ganzen den Charakter des theoretischen Raisonnements an sich. An den mit Müller'scher Flüssigkeit und dann mit Spiritus behandelten, mit Carnin oder Hämatoxylin, dem etwas Essig zugesetzt wurde, gefärbten, feinen Messerpräparaten der menschlichen Netzhaut kann man sich leicht überzeugen, dass die Querstreifung nicht durch die ganze Dicke der Kerne geht, wie es Schwalbe und Krause

1) W. Krause, Abgrenzung und mikrosk. Anatomie. Hannover 1876.

und Andere annehmen und wie man es nach nicht anders anzusehen kann, wenn das Korn unter dem Mikroskop so zu liegen kommt, dass es sein Leisten dem Auge des Beobachters zwendet. Dieses letztere geschieht bei den Zapfenpräparaten fast immer, d. h. das Korn liegt in der Flüssigkeit meist mit der Seite nach oben, wo die Streifung sich befindet. Dieses lässt sich vielleicht dadurch erklären, dass (wie es schon Krause annahm) die Dichtigkeit des Kernes an der Seite, wo sich die Streifung befindet, geringer ist als an irgend einer anderen Stelle, wo keine Streifung vorhanden ist. Bei dem feinen Schnittpräparaten fällt dieser Umstand weg und so gelingt es häufig das Korn en profil zu sehen. Hierbei gewahrt man, dass die Querstreifung nicht durch die ganze Dicke des Korns geht. Die Lage desselben ist keineswegs bestimmt, im Gegenheil kann sie sehr mannigfaltig sein und zu einem recht feinen Messerpräparat kann aus die Querstreifung von verschiedenen Seiten her sehen. Man bemerkt hier die Querstreifen weder inner der horizontalen (wie es Schwälbe und Krause als Regel aufstellten) noch überhaupt irgend welche bestimmte Lage einnehmen. Wir finden sie bald der Limitans vollkommen parallel gebogen, bald neigten sich die Streifen nach der einen oder anderen Seite hin. Ausserdem konnte man beobachten, dass an einer Stelle das Korn ganz von der Streifung durchschnitten und in zwei Theile zerlegt erschien, während an anderen Stellen die Trennung unvollständig war und ein Theil des Korns noch kontinuierlich in das andere überging. Endlich konnte man auf Körner stossen, welche an der, dem Auge zugewandten Seite keine Spur von Streifung zeigten, aber eine kleine Bewegung der Mikrometerschraube brachte dann die Streifung allmählich zum Vorschein. Mit allem diesem Untersuchungen übereinstimmend wir natürlich mit beständiger Vergrößerung und an sehr feinen Präparaten (Hartnacksches Mikroskop N 9 des einfachen und N 10 des Invertensystems). Aus diesem Umstände schlüssen wir, dass die Streifung das Korn nicht in zwei getheilte Theile trennt, sondern nur tief in seine Substanz hineinschneidet. Der unmittelbare Zusammenhang beider Theile des Korns wird nur für $\frac{1}{2}$ – $\frac{1}{3}$ seiner Dicke aufgehoben. Wir erklären uns diese Erscheinung durch die Annahme, dass die Körner in einer bestimmten Periode ihres Daseins eine Keimung erleiden, wobei eine kleine Menge Protoplasma, vielleicht auch ein Theil der das Korn frei umfließen-

den Membran in die Hiegungefalte hineingeräth; diese Hineingerathene Substanz tritt nach massen als Querleisten hervor und bildet die Grenzlinie zwischen beiden Theilen des Korns.

Sel es aber auch wie es wolle, aus dem obigen Beobachtungen geht unzweifelhaft hervor, dass die von W. Krause so präcis aufgestellte Lehre über den Bau dieser Körner einer Korrektur bedarf. Ob die Behauptung richtig ist, dass die Querstreifen biconcave Plättchen sind, während ein jeder von denselben begrenzte Theil des Korns einen biconvexen Körper darstellt, darüber wollen wir nicht entscheiden. Die Sache mag richtig sein, wir vermögen kein bestimmtes Urtheil darüber zu gewinnen, da das ganze Ding so wichtig ist, dass es sich jeder anschlaggebenden Untersuchung mit unsern jetzigen Hilfsmitteln entzieht. Nur eins steht fest, dass die Streifung nicht das Korn ganz durchsetzt.

Bei näherer Betrachtung der Körner fällt es bald auf, dass an manchen derselben die Streifung klar hervortritt, während sie an andern kaum sichtbar, ja an manchen gar nicht mehr zu sehen ist. Schwälbe sucht das auf folgende Weise zu erklären. „Nur den Stäbchenkörnern der Menschen und der Säugethiere“, meint er, „kommt die Querstreifung zu; die der Amphibien, Reptilien und Vögel gleichen vollständig den Zapfenkörnern, die nie gestreift sind“. Trotz dieser bestimmten Erklärung können wir jedoch nicht abhien, zu behaupten, dass diese Regel nicht frei von Ausnahmen ist; man trifft nicht selten beim Menschen auch auf Zapfenkörner, die eine deutliche Streifung zeigen, wenn sie auch bei ihnen nicht so bestimmt ausgesprochen ist wie bei den Stäbchenkörnern; diese Erscheinung kann man in der macula lata beobachten.

Die Dicke der äusseren Kärnerschicht ist bei den verschiedenen Thieren grossen Schwankungen unterworfen. In manchen Fällen erreicht diese Schicht einen Durchmesser von 0,075–0,100 mm, in andern Fällen dagegen besitzt sie kaum eine Dicke von 0,015–0,018. Das Erste, wonach wir zur Erklärung solcher Unterschiede greifen könnten, wäre die Menge der in dieser Schicht enthaltenen körnigen Bestandtheile; die Grösse des Querschnitts dieser Schicht steht wirklich in geradem Verhältnisse zu der grösseren oder geringeren Menge der in ihr enthaltenen Körner, wie man es beispielsweise beim Menschen sieht; wir müssen jedoch im Voraus bemerken, dass dies bei weitem nicht immer der Fall ist, da es noch viel andere Momente gibt, von denen eine

größere oder geringere Dicke der äusseren Körnerschichte bedingt wird. Schon beim Menschen sehen wir das Verhältnis zwischen der Menge der Körner und dem Querschnitt ihrer Schichte schwanken je nach der Stelle, die man zur Untersuchung gewählt hat. Die Dicke der äusseren Körnerschicht an der Ora serrata, fovea centralis und am hinteren Theil des Bulbus mit Ausnahme der Macula lutea ist bedeutenden Schwankungen unterworfen, eine gleiche Schwankung bietet auch die Netzhaut des Affen. Hier steht also die Dicke der Schichte theilweise wenigstens in Verbindung mit der Menge der körnigen Bestandtheile in derselben, aber beim Frosche und noch mehr beim Axolotl und bei Salamandra maculata erreicht der Dickenmesser der äusseren Körnerschicht ein bedeutendes Ausmass, obgleich die Körner in derselben nur zwei Reihen bilden. Bei diesen Thieren besitzen nämlich die körnigen Bestandtheile selbst eine erhebliche Grösse, so dass bei ihnen die Länge der Körner für sich allein nicht selten die Dicke der ganzen äusseren Körnerschicht bei anderen Thieren, wie beim Triton cristatus, bei einigen Vögeln und Fischen, übertrifft, obgleich letztere Thiere die Körner der äusseren Körnerschicht in mehreren Reihen haben. In der menschlichen Netzhaut kommt es oft vor, dass an einer gewissen Stelle die centralen Fortsätze der Stäbchen und Zapfen bedeutend an Länge zunehmen, mit der Länge der Fortsätze nimmt auch die Dicke der äusseren Körnerschicht zu. Bei einigen Thieren wie beispielsweise bei der grünen Eidechse und beim Tropidonotus natrix sind die Körner der äusseren Schichte zwar in nur einer einzigen Reihe gelagert, dafür aber ist ihre sogenannte äussere Faserschicht so dick, dass die äussere Körnerschicht in Folge dessen bei der grünen Eidechse die äussere an Dicke übertrifft, bei Tropidonotus natrix ihr wenigstens gleich kommt. Ausserdem übt die Lagerung der Körner gegen einander einen entscheidenden Einfluss auf die Mächtigkeit ihrer Schichte. Beim Huhn, bei der Taube, beim Adler und Hecht liegen die Formelemente der äusseren Körnerschicht sehr weit auseinander, ihre Schichte ist auch bedeutend verdickt, während sie bei der Schleie, beim Aal, Barsch und Kaulbarsch dicht gedrängt liegen und diese Thiere besitzen auch dem zufolge eine verhältnissmässig dünne Schichte, obgleich sie sehr reich an Körnern ist. Endlich ist die Dicke unserer Schichte abhängig von der Zahl und Weite der sich hier befindenden Hohlräume, über deren später.

Die Menge und die Anordnung der Körner ist bei den verschiedenen Thieren sehr mannigfaltig. Beim Flossenauge liegen die Körner nur in einer einzigen Reihe zusammen, bei Tropidonotus und bei der grünen Eidechse ist schon die Anordnung unregelmässig und die Körner sind stellenweise bald in einer, bald in zwei Reihen gelagert, beim Frosche, Axolotl, Alligator, sowie bei der Schilfkroste und Salamandra maculata bilden die Körner 2 Reihen, während sich beim Perlhuhn schon wieder unregelmässig in zwei und in drei Reihen gelagert sind. Bei den meisten Vögeln sind sie in drei, bei einigen in vier Reihen angeordnet, bei den Fischen lagern sie sich in 4—5 oft sogar in 6 Reihen, bei den Säugethieren endlich variiert die Zahl der Reihen von 4—7 und mehr. Diese reihenweise Anordnung ist bei der letztgenannten Thierklasse sehr unregelmässig, da eine Reihe lagert sich ganz knirscherig genau unter das andere, so dass die ganze Körnerschicht auf einem gut getroffenen Querschnitte als aus aufeinander gelagerten Körnerreihen bestehenden Stäben erscheint. M. Schultze hat in der äusseren Körnerschicht des Stör¹⁾ nur 2 Reihen Körner gefunden. Er meinte desshalb „Die Schichte der äusseren Körner ist sehr dünn, besteht nur aus zwei Zelllagen, gleich dadurch der entsprechenden Schicht bei Amphibien, Reptilien und Vögeln, diese Ansicht hält er noch in seiner letzten Arbeit über die Netzhaut aufrecht. In graden Gegenwitz dazu sagt Schwabbe: „Am mächtigsten ist sie bei Säugethieren und Fischen, wo sie aus vielen über einander geschichteten Lagen von Körnern besteht und sogar die innere Körnerschicht an Dicke übertrifft. Beim Menschen fand W. Müller die Dicke der äusseren Körnerlage 50—60 μ , beim Barsche 40—50 μ . Dagegen zeigen Amphibien, Reptilien und Vögel eine dünne, gewöhnlich aus zwei, seltener aus drei oder vier Lagen von Körnern zusammengesetzte Granulosa externa²⁾. Grade die Fische bieten die meisten Eigenthümlichkeiten in Bau der äusseren Körnerschicht und die grösste Mannigfaltigkeit, sowohl in der Menge, und Anordnung der Körner in derselben. Wir haben schon oben angegeben, dass das Flossenauge nur eine einzige Körnerreihe besitzt, M. Schultze fand beim Stör 2 Reihen vor, beim Hecht und bei der Forelle fanden wir 3, beim Barsche 4—5 Reihen,

1) M. Schultze, Ueber die Netzhaut des Stör, Sitzungsbericht der naturh. Gesellschaft für Natur- u. Heilkunde. 1871.

Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. 16.

Kähne und Söwall¹⁾ zählen beim Heye 6 Reihen, auch wir finden bei der Schleie und beim Kantharsch 6 Reihen.

Aus den angeführten Thatsachen sehen wir, dass viele Fische viel mehr körnige Bestandtheile aufweisen können als manche Vögel. Die äussere Körnerschicht bei der Schleie und beim Kantharsch wird beispielsweise viel mehr Formelemente besitzen und folglich auch viel mächtiger sein, als beim Hahn, Perlhuhn und Falke, im Gegensatz zu der Ansicht von M. Schultze der die äussere Körnerschicht der Vögel für viel mächtiger hält als die der Fische. Andererseits spricht auch die Anordnung der Körner in einer Reihe bei der grünen Eidechse und bei *Tropidonotus atrix* gleichfalls gegen die Ansicht desselben Autors, der bei den Reptilien 3 Körnerreihen annimmt.

Wir dürfen überhaupt den Umstand nicht ausser Acht lassen, dass die Menge der körnigen Bestandtheile in dieser äusseren Schicht ausserordentlich schwankend ist. Sogar ein und dasselbe Thierklasse kann, wie wir es nachgewiesen haben, eine grosse Mannigfaltigkeit in dieser Hinsicht aufweisen; von den Fischen haben wir schon angegeben, dass sie die ganze Stufenfolge, von der Anordnung dieser Körner in nur einer einzigen Reihe bis oben hinauf in 5 sogar in 6 Reihen aufweisen, eine gleiche Schwankung in der Menge und Anordnung der Körner treffen wir auch in der Netzhaut der Vögel an. Derselben Schwankungen, wenn auch nicht in so hohem Grade zeigen die Amphibien, und Reptilien. Beim Frosche, Axolotl, sowie bei *Salasandra maculata* liegen die Körner in 2 Reihen angeordnet, *Triton cristatus* besitzt ihrer 3 oder noch mehr. Bei den Reptilien finden wir die Körner gewöhnlich in 2 Reihen liegen (*Alligator lucius*, *Eryx europaeus*) bei der grünen Eidechse und bei *Tropidonotus atrix* liegen sie jedoch unregelmässig und ziemlich in einer Reihe zusammen. Nur die Säugethiere besitzen eine grosse Menge Körner und die Zahl der Reihen flingt bei ihnen erst mit 4–5 an, aber auch hier kann man nicht dafür bürgen, dass sich nicht noch irgend ein Säugethier mit einer viel kleineren Anzahl von Körnern finden würde.

Wir hatten schon Gelegenheit in einer anderen Abhandlung

¹⁾ Kähne und Söwall, Zur Physiologie des Sehpflüch. Untersuch. aus dem physiol. Institut. Heidelberg, Bd. III, Heft 3, 4, 1893.

über das gegenseitige Grössenverhältnisse beider Körnerschichten ausführlich zu handeln; wir wollen hier unsere früheren Ausführungen in folgender Regel zusammenfassen: Je dicker die äussere Körnerschicht ist und je grösser die Zahl ihrer Formelemente, desto schwächer erscheint die innere Körnerschicht und desto geringer ist die Zahl ihrer Formelemente (Mensch, Affe, Katze, Schleie), derselbe Satz lässt sich nach umkehren, d. h. je geringer die Zahl der Körner in der äusseren Körnerschicht ist, desto höher steigt ihre Zahl (sowie ihre Grösse) in der inneren Schicht (Alligator, Frosch, Hocht u. A.). Untersuchend wir in dieser Hinsicht jede einzelne Thierklasse besonders, so finden wir bei den ältesten Säugethiere die äussere Körnerschicht viel mächtiger als die innere, nur als Ausnahme stossen wir auf einige Thiere aus dieser Klasse, bei denen die Grösse der äusseren Körnerschicht hinter der der inneren zurückbleibt (Meerschweinchen, Schwein). Das Übergewicht der äusseren Körnerschicht findet bei den Säugethiere nach beiden Richtungen hin statt, d. h. die äussere Körnerschicht besitzt sowohl eine grössere Mächtigkeit, als auch eine grössere Anzahl Körner als die innere Schicht. Bei den anderen Thierklassen dagegen ist die Stärke der äusseren Körnerschicht, wie gewohnt, ausserordentlich schwachend, somit wird auch das gegenseitige Verhältnisse beider Schichten sehr verwickelt.

Schwalbe und H. Müller stellen eine Regel auf, wonach die Dicke der inneren Körnerschicht bei den Fischen immer geringer sei als die der äusseren. Den Bau der inneren Körnerschicht der Fische wollen wir in einer besonderen Arbeit näher beschreiben, müssen aber schon an dieser Stelle bemerken, dass diese Thierklasse in dem Bau dieser Schichte eine viel grössere Mannigfaltigkeit aufweist, als wir es in unserer vorigen Abhandlung¹⁾ anzunehmen zu dürfen glauben; in dieser Hinsicht wird sogar die äussere Körnerschicht von ihr überbottet. Wir haben schon oben davon gesprochen, dass die Dicke der äusseren Körnerschicht der Menge der in ihr enthaltenen Körner nicht immer proportional ist; bei den Fischen tritt diese Abweichung von der allgemeinen Regel noch viel häufiger ein, als bei irgend einer anderen Thierklasse.

¹⁾ Untersuchungen über den Bau der inneren Körnerschicht der Netzhaut. Med. Oculare Monat 1873 oder Schenk's Hefchenb. II. Bd. 3. Hft. 1880.

Infolge dessen ist bei den meisten von uns untersuchten Fischen die innere Körnerschicht im Allgemeinen dicker als die äussere, nur ausnahmsweise stösst wir auf einige Thiere aus dieser Klasse, deren äussere Körnerschicht die innere übertrifft bei (Schleie, Aal)¹⁾. Bei den Vögeln, bei welchen die äussere Körnerschicht dünner ist, tritt das Übergewicht der inneren Körnerschicht über die äussere auffallend hervor. Hier ist das Übergewicht ein absolutes, d. h. die Zahl der körnigen Bestandtheile der ersten Schichte übertrifft die Zahl derselben in der letzteren Schichte; ein ähnliches Verhältniss findet auch bei den Amphibien und Reptilien statt. Einige in der hierher gehörigen Tabelle verzeichnete Reptilien scheinen dieser Angabe zu widersprechen, der Widerspruch ist aber nach nur scheinbar. Bei der grünen Eidechse nämlich und bei *Tropidonotus atrix* ist die Dicke der äusseren Körnerschicht entweder gleich der Dicke der inneren oder sogar etwas grösser; dieses rührt jedoch hier von der Dicke der sehr stark entwickelten Fortsätze der Körner der ersten Schichte her, was übrigens bei den Reptilien eine Annahme ist. Die Menge der körnigen Bestandtheile ist hier, gleichfalls als Ausnahme, sogar sehr gering und liegen dieselben gewöhnlich in einer einzigen Reihe, nur stellenweise in zwei Reihen zusammen (s. Abbild. Nr. 14).

Die beigefügte Tabelle soll das eben Gesagte übersichtlicher darstellen. (Maasse in mm.)

Namen der Thiere.	Körnerschicht:		Euse der äusseren Körnerschicht:		Euse der inneren Körnerschicht:	
	äussere	innere	Länge	Breite	Länge	Breite
Mensch.....	0,076	0,084	0,006	0,009	0,009	0,012
Katze.....	0,080	0,084	0,008	0,012	0,009	0,012
Hind.....	0,009	0,007	0,008	0,008	0,009	0,009
A.E.....	0,000	0,000	0,008	0,008	0,009	0,014
Sekund. ?.....	0,076	0,080	0,008	0,008	0,008	0,009
Ziege.....	0,048	0,021	0,004	0,004	0,006	0,004
Hase.....	0,048	0,021	0,008	0,008	0,009	0,009

1) Kühne und Sewall haben die innere Körnerschicht beim Hase sehr mächtig, dieses rührt jedoch nur daher, dass sie auch die Zwischenkörnerschicht, die sie hier für ein Theil der äusseren Körnerschicht halten, so denselben gezählt haben. Näheres darüber wollen wir in einer weiteren Abhandlung mittheilen.

2) Dieses Präparat haben wir aus der Sammlung des Dr. Cooper in Wien erhalten.

Namen der Thiere.	Körnerschicht:		Euse der äusseren Körnerschicht:		Euse der inneren Körnerschicht:	
	äussere	innere	Länge		Breite	
			äussere	innere	äussere	innere
Fisch.....	0,039	0,048	0,004	0,006	0,004	0,006
Katzen.....	0,036	0,045	0,008	0,008	0,008	0,008
Mensch.....	0,031	0,041	0,008	0,008	0,009	0,012
Schleie.....	0,031	0,034	0,008	0,008	0,008	0,007
Nachtzoo.....	0,030	0,075	0,008	0,009	0,008	0,009
Mensch.....	0,027	0,029	0,008	0,008	0,008	0,008
Specht.....	0,024	0,029	0,008	0,008	0,008	0,008
Hase.....	0,024	0,030	0,008	0,008	0,008	0,009
Nachtzoo.....	0,024	0,026	0,007	0,008	0,008	0,007
Par.....	0,018	0,045	0,008	0,012	0,008	0,009
Eidechse.....	0,018	0,045	0,008	0,009	0,008	0,008
Tau.....	0,024	0,025	0,008	0,008	0,008	0,008
Urt.....	0,021	0,029	0,004	0,008	0,004	0,008
Falke.....	0,015	0,021	0,009	0,012	0,008	0,008
Schleie.....	0,045	0,048	0,008	0,008	0,009	0,005
Aal.....	0,024	0,027	0,004	0,004	0,004	0,004
Baum.....	0,042	0,045	0,009	0,012	0,008	0,009
Katze.....	0,069	0,084	0,008	0,008	0,008	0,009
Katze.....	0,024	0,045	0,008	0,008	0,008	0,008
Katze.....	0,024	0,045	0,008	0,008	0,008	0,008
Hase.....	0,024	0,024	0,008	0,008	0,008	0,008
Nachtzoo.....	0,015	0,020	0,012	0,008	0,009	0,009
Salmo.....	0,008	0,008	0,008	0,004	0,008	0,009
Fisch.....	0,008	0,020	0,008	0,008	0,008	0,005
Ave.....	0,008	0,008	0,012	0,010	0,012	0,010
Schleie.....	0,008	0,008	0,010	0,021	0,015	0,015
Fisch.....	0,024	0,070	0,012	0,009	0,008	0,009
Triton.....	0,005	0,042	0,008	0,009	0,008	0,008
Grüne Eidechse.....	0,075	0,060	0,012	0,008	0,012	0,008
Tropidonotus atrix.....	0,060	0,075	0,008	0,012	0,008	0,008
Eury.....	0,021	0,027	0,008	0,008	0,008	0,008
Alligator.....	0,021	0,075	0,008	0,012	0,008	0,008

Die hier angegebenen Zahlen sind nicht etwa Berechnungen aus einer grossen Menge von Messungen, dieses würde für unseren Zweck keinen grossen Werth haben. Wir haben einfach einen einmal gefundenen Dickenmass angegeben, nachdem wir bezüglich desselben ein oder einige Vergleiche angestellt haben. Die Vergleiche wurden zwischen den verschiedenen Netzhäuten gleichnamiger Thiere angestellt, um zu sehen, ob die Dickenverhältnisse zwischen den beiden Körnerschichten bei gleichnamigen Thieren in einander gleich bleiben. Dazu genügten einige Messungen vollkommen, da uns nicht an der absoluten Dicke einer jeden Schichte gelegen war. Die an einer Stelle der Netzhaut

gefundene Zahl reicht schon hin, um das Gröszenverhältnis beider Schichten für die ganze Ausdehnung desselben anzugeben, weil diese Verhältnisse überall dieselben sind, mit Ausnahme etwa der Eintrittsstelle des Opticus, der Macula lutea, der Ora serrata und noch einiger wenigen Stellen, wo das Verhältnis wesentlich verändert ist; an diesen Stellen ist aber die ganze Netzhaut gleichfalls wesentlich mit verändert. Die Grösze der Körner haben wir dasselbst gemessen, wo wir ihre Schichten gemessen haben.

Bringt man ein Stüchchen aus einer ganz frischen Netzhaut junger Hasen in eine $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ procentige Osmiumsäurelösung, lässt es da 1—2 Tage liegen und zerupft es dann in verdünntem Glycerin, so erhält man ein Zupfpräparat, an dem man die Regelmässigkeit in der Anordnung der Körner vorzüglich gut sehen kann. Dieselben sind nämlich in 5—6 Reihen, das eine Kern genau unter dem andern gelagert. Durch die genaue Aufeinanderlagerung bilden die Körner kleine Stäbchen und nicht selten vereinigen sich mehrere solcher Stäbchen zu einer grossen Kolonne, die von beiden Seiten durch ein Plättchen Zwischensubstanz begrenzt wird. Dieses Plättchen, das nach aussen ziemlich mächtig ist, erreicht an der Zwischenkörnerschicht seine grösste Dicke und wird immer feiner, je mehr es sich der Membr. limit. ext. nähert, so dass es in der Nähe derselben ganz verschwindet und an seiner Stelle finden sich kleine, ganz feine runde Reifen vor, die sich an dem Stäbchen oder an der Kolonne befestigen, a Fig. 13. Ebenso wie das Plättchen legen sich auch die Reifen zwischen die Körnergruppen und trennen sie dadurch von einander. Dass die Reifen wirkliche Reste des verschwindenden Plättchens sind, erhellt daraus, dass man an manchen Präparaten ein sich an der Peripherie der Reifen befestigendes, durchsichtig feines Häutchen trifft. Die äussere Körnerschicht besitzt also eine grössere oder geringere Menge Zwischensubstanz, welche sie in der Richtung ihres Radius als Plättchen oder Streifen durchzieht und sie in einzelne Körnerkolonnen eintheilt. Auf ihrem Vorstufte zwischen den Körnerkolonnen schiebt die Zwischensubstanz mehr oder weniger dicke Plättchen aus, welche zwischen die Körner drängen, sie von einander isoliren und in ihrer Stellung befestigen. Je näher der Membr. limit. ext. desto feiner wird der Hauptstamm, bis er sich endlich in einige feine Gewebefasern zerwandelt, die unmittelbar und häufig mit dieser Membran verwachsen sind. Eine öer-

artige Verwachsung der Zwischensubstanz mit der Membr. limit. ext. konnte leicht übersehen werden, und zwar um so eher, als bei einigen Thieren (Huhn) sich diese Verwachsungen sehr schwer sehen lassen; dieser Umstand macht es uns erklärlich, weshalb denn viele Beobachter, auch nachden die Arbeiten von M. Schultze und Merkel publicirt worden sind, es noch zu beweisen suchten, dass die Zwischensubstanz die Membr. limit. ext. nicht erreicht.

Die äussere Körnerschicht besteht also im ganzen: 1) Aus den Körnern mit ihren Fortsätzen. 2) Aus einer Zwischensubstanz, die die Körner von einander trennt und sie in ihrer Lage befestigt. Von Carmin werden die Körner intensiv roth gefärbt, während die Zwischensubstanz entweder gar nicht gefärbt wird oder nur eine zutroßige Schattirung erhält. Aus feinen Zupfpräparaten kann man diese beiden Gewebe isolirt erhalten, man sieht dann die Körner als runde oder ovale Gebilde, die nicht selten 2 Fortsätze sehen lassen, in Glycerin schwimmen, das Zwischengewebe erscheint als ausserordentlich feine Strängchen, die sich an einem besser stärker werdenden Stamm befestigen; in der Nähe der Zwischenkörnerschicht erreicht dieser Stamm eine ziemliche Dicke und repräsentirt sich uns hier als die sogenannte äussere Faserschicht von Henle.

Wird ein recht feines Messerpräparat mit Hämatoxylin und Eosin gefärbt, so färben sich die Körner violett, die Zwischensubstanz bekommt eine schöne Rosafarbe; an einem solchen gut gefärbten Präparate kann man die feinsten Verbindungen der Zwischensubstanz untersuchen, die sich als feine netzige Streifen zwischen den violetten Körnern verbreiten. Pikocarmain ist gleichfalls ein gutes Färbemittel für ein solches Präparat, ebenso Carmin, und lassen diese Stoffe die Zwischensubstanz fast ganz ungefärbt, man sieht diese Substanz bei dieser Färbung als weisse Streifen zwischen den gefärbten Körnern ziehen.

In der histologischen Literatur ist die Existenz dieser beiden Gewebarten in der äusseren Körnerschicht schon längst bekannt. Schon H. Müller hat die Gegenwart einer Zwischensubstanz in der äusseren Körnerschicht der Netzhaut des Chamaeleon nachgewiesen, später fand M. Schultze dieses Gewebe weit verbreitet zwischen den Körnern unserer Schliche; W. Krause hat viele treffliche Abbildungen veröffentlicht, die Eklärungen, die er den Abbildungen beigegeben hat, sind aber nicht richtig. Er nimmt

an, dass die centralen Fortsätze der Stübehen- und Zapfenkörper (als solche hält er nämlich die Plättchen der Zwischensubstanz mitssamt den in ihnen eingeschlossenen Centralfortsätzen) sich unmittelbar mit den Plättchen der flachen Zellen aus der Zwischensubstanzschicht verbinden. Darüber wollen wir ein ausserordentlich Nüheres mittheilen. Eine noch gelangendere Abbildung hat Merkel geliefert, ein derartiges Präparat erhält man, wenn man die Netzhaut der Säugetiere und anderer Thiere mit Ueberosmiumsäurelösung oder Chromsäurelösung behandelt und dann in Glycerin zerlegt.

Wir haben schon früher davon gesprochen, dass an mit Eosin und Hämatoxylin gefärbten Messerpräparaten die Zwischensubstanz sich roth färbt und von dem violett gefärbten Körnern scharf absteht. Untersucht man sorgfältig ein so gefärbtes Präparat bei einer 3—400fachen Vergrößerung, so sieht man ganz deutlich, dass die aus Zwischensubstanz bestehenden rousartigen Plättchen mehr oder weniger dicke Scheiben für jedes einzelne Korn bilden. Wir haben niemals zwei Körner in einer gemeinschaftlichen Kapsel zu sehen bekommen, vielmehr ist jedes einzelne Korn sorgfältig von seiner Nachbarschaft isolirt. Die Körner sind ziemlich gut auf ihrem Platze befestigt, so dass man nur an Zapfenpräparaten auf aus ihrer Kapsel entfallende Körner trifft, an Schnittpräparaten sind diese Fälle sehr selten und hat es sich auch bei ganzem Zusehen immer herausgestellt, dass es kein ganzes Korn sondern nur ein Bruchstück eines solchen war, der sich in der unvollkommenen Kapsel nicht mehr halten konnte. Die Kapsel schliesst ihr Korn von allen Seiten ab und lässt nur zwei enge Öffnungen zum Austritt für die beiden Fortsätze desselben. Die Lagerung der Körner in der äusseren Körnerschicht ist hiermit gleich der von uns beschriebenen Lagerung derselben in der inneren Schicht.

Betrachten wir die Zwischensubstanz an einem in der angegebenen Weise gefärbten Netzhautpräparat des Menschen, Affen u. s. f. bei starker Vergrößerung (Nr. 12 des Innersenssystems) so können wir also sehen, dass jedes Korn über eine ihm allein gebührende Umhüllungsmembran von ausserordentlicher Zartheit verfügt (Siehe Abbildung Nr. 15). Dieses Häutchen verwehrt vollständig mit dem Nachbarhäutchen, was besonders da vorkommt, wo die Körner dicht aneinander gedrängt sind, an Stellen aber, wo die Körner etwas von einander entfernt liegen, tritt aus jede Membran deutlich isolirt entgegen. Die freien Ränder zwischen den

seinen Häutchen werden von einer kleinen Menge körniger Substanz ausgefüllt; bei den Vögeln ist diese Umhüllungsmembran sehr fein und locker, die Körner liegen in ihrer Schicht ziemlich getrennt von einander und die dadurch entstehenden freien Räume werden auch hier von einer körnigen, lockeren Substanz ausgefüllt. Nach aussen befestigen sich diese Häutchen ebenso wie bei den Säugethieren an der Membr. limit. ext., nach innen laufen sie mit Zwischensubstanzschicht; auf dem Wege zu derselben vereinigen sich mehrere solcher Häutchen zu einem gemeinschaftlichen Stütznetzen und erreichen die Zwischenkörnerschicht bedeutend stärker und dichter. Leere Häutchen, ohne die in ihnen enthaltenen Körner fanden wir an mit Ueberosmiumsäure behandelten Netzhautpräparaten des Hühners und der Taube. Diese Thiere eignen sich ganz besonders gut zu dieser Untersuchung, weil bei ihnen die Körnerhüllen an ihrer Verbindungsstelle mit der Membran ganz besonders fein sind, wodurch sie sehr leicht von derselben abweisen und ihre Körner verlieren. Die leeren Häutchen sehen einem Reiter ähnlich und sitzen auf einem gemeinschaftlichen Stütznetzen, der ihnen als Stütze dient.

An einer mit einer 0,1 procentigen Ueberosmiumsäurelösung behandelten Netzhaut von Salamandra maculata, welche wir entweder gleich in dieser Lösung oder nach einem Zusatz von verdünntem Glycerin zerlegt haben, fanden wir ebenfalls nicht selten becherförmige Gebilde als sehr feine Plättchen vor (Fig. 12). Mehrere solche Plättchen oder Häutchen vereinigten ihre Fortsätze oder Stiele zu einem gemeinschaftlichen Bündel, das in der Zwischensubstanz seinen Sitz hatte. Das Bündel dient als gemeinschaftlicher Befestigungspunkt sowohl dem Häutchen selbst als auch den in ihnen sitzenden Körnern. Die Membr. limit. ext. bestand aus derselben Substanz, wie die Umhüllungshäutchen, nur erschien sie als ziemlich verdickter Saum, der diese becherförmigen Gebilde begrenzt, dabei war sie stark lichtbrechend. An diesem verhältnissmässig dicken Saum waren die Hüllen der benachbarten Körner befestigt, so diente hier die Membr. limit. ext. den schon einmal an der Zwischenkörnerschicht befestigten Körnern als zweiter Befestigungspunkt, der ihnen nicht gestattet, nach aussen auseinander zu rücken.

Die Umhüllungsmembran der Körner sind entweder feine, durchsichtige, kaum bemerkbare Häutchen, oder sie bestehen aus

dieken, groben, oft sehr wenig durchsichtigen Gewebe. Membranen von der ersten Art finden wir an den Stäbchenkörnern beim Frosche, bei vielen Säugethieren und Vögeln; dicke Umhüllungen besitzen die Zapfenkörner mit ihres centralen Fortsätzen. Diese Hälten waren nicht selten so wenig durchsichtig, dass es uns schwer war, bei der oben angegebenen Untersuchungsmethode, die Körner mit ihren centralen Fortsätzen unter ihrer Hülle zu erkennen (Perleha, Salmo lavaretus). Manchmal war es sogar absolut unmöglich, die Form der Körner durch die dicke Umhüllungschiichte hindurch zu erkennen. An einem Netzhautpräparat des Frosches, das wir eines Tag lang in einer $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ procentigen Ueberosmiumsäurelösung gehalten, dann in Glycerin zerlegt hatten, erschienen uns die Körner der zweiten Reihe (Zapfenkörner) als kugelförmige Gebilde mit der Spitze der Membr. hist. ext., mit der Basis der Zwischenkörnerschicht zugewendet. Auf einem Querschnitte erschienen die Körner in ellipsoider Form, was manchmal auch an Zapfenpräparaten vorkommt (Fig. 11). Beim Netzsauge haben die Körner an Zapfenpräparaten eine kugelförmige Gestalt, auf einem Querschnitte erscheinen sie, wenn sie etwas gefärbt sind, als cylindrische Gebilde, die sich von der Membr. hist. ext. bis zur Zwischenkörnerschicht erstrecken; diese Form verhalten die Körner auch hier der sie frei umhüllenden Membran.

Ueber das die Körner unserer Schichte umgebende Häutchen sind zwei verschiedene Ansichten aufgestellt worden. Schwalbe meint, dass nur die Zapfenkörner eine Umhüllung besitzen; das Gleiche hat schon Krause behauptet. Merkel kommt sich in Text gleichfalls zu der Ansicht Schwalbe's, während er in seinen schematischen Darstellungen sowohl die Zapfenkörner, als auch die Stäbchenkörner, von einem Häutchen umhüllt darstellt. Dagegen sagt M. Schultze folgendes: „Wo, wie bei den Vögeln der Uebergang radialer Stützfaser aus der inneren in die äussere Körnerschicht leicht zu beobachten ist, vorwiegend sich jene Fasern und bilden membranöse Kapseln um die äusseren Körner und ihre servösen Fasern.“ So steht also M. Schultze mit seiner Ansicht vereinigt da. Die meisten Histologen sprechen sich gegen jede Umhüllung der Stäbchenkörner aus, während M. Schultze denselben eine Kapsel verleiht.

Ein auf die oben angegebene Weise mit Ueberosmiumsäure

bereitetes Netzhautpräparat giebt uns nicht allein über Form und Dicke der Umhüllungsmembran Aufschluss, es zeigt uns auch ganz deutlich, dass diese Membran nicht ausschliesslich die Zapfenkörner umhüllt, auch die Stäbchenkörner können eine solche Hülle aufweisen. Die Netzhaut von *S. maculata* und des Axotof's dient als besonderer Beleg dafür. Bei *S. maculata* wesentlich correspondirt die äussere Körnerschicht vorzüglich, wenn auch nicht ausschliesslich, mit den Stäbchen, die äussere Reihe verbindet sich mit den Zapfen; wenn man nun diese Körner an einem Zapfenpräparat untersucht, das mit einer Ueberosmiumsäurelösung von 0,1% behandelt wurde, so kann man leicht sogar isolirte beiderförmige Umhüllungsmembranen der Körner aus der ersten Reihe erhalten (Fig. 12). Derartige Präparate besitzien jedem Zweick über die Existenz von Umhüllungsmembranen auch für die Stäbchenkörner. Bei der grossen Klarheit besitzt jedes Korn seine eigene, sichtlich dicke Umhüllungsmembran. Bei *Salmo lavaretus* sind die Zapfenkörner mitunter ihren centralen Fortsätzen von einer sehr dicken Hülle umgeben, die sogar die Beobachtung der Fasern erschwert; die Stäbchenkörner mit ihren axonalen Fortsätzen besitzen dagegen eine sehr zarte Hülle. Dieses sieht man besonders gut an mit Essig und Hämatosyllin gefärbten Schnittpräparaten. Die centralen Fortsätze können hier auf ihrer ganzen Länge verfolgt werden, von ihrer Ursprungstelle am Kern bis zu ihrem Ansatz an dem äusseren Plättchen der Zwischenkörnerschicht, wo sie mit einem etwas breiten Aramstrick enden. Endlich wiederholen wir es noch einmal, dass es uns noch nicht gelungen ist, an irgend einem Präparate zwei Körner in einer gemeinschaftlichen Scheide zu treffen; auch dieser Umstand spricht also für die Ansicht M. Schultze's und gegen Schwalbe. Wenn es auch nicht immer gelingt, bei den Säugethieren und Fischen für jedes Korn eine besondere Kapsel nachzuweisen, so liegt dies einmal in der zusammenge-drängten Lagerung der Körner bei diesen Thieren, infolge deren die einzelnen Kapseln benachbarter Körner verwachsen; dann wird aber auch der direkte Nachweis einer besonderen Hülle für jedes Korn durch die Kleinheit des Gegenstandes selbst bedeutend erschwert. Dafür aber wissen wir, dass thatsächlich die Zwischen-substanz zwischen die einzelnen Körner dringt und sie isolirt, dass ferner thatsächlich es noch Niemandem gelungen ist zwei Körner in einer gemeinschaftlichen Scheide zu sehen und diese beiden

Umstände berechnen uns, einen jeden einzelnen Kern eine eigene besondere Hülle anzusprechen.

II.

Bei einer näheren Beschäftigung mit der Netzhaut der Vögel waren uns schon seit länger Zeit grössere und kleinere Klänge in der äusseren Körnerschicht aufgefallen, die keine nachweisbare Substanz, weder in fester noch in flüssiger Form enthielten. Diese Klänge, welche wir an der Netzhaut der Taube, des Huhnes und des Adlers zuerst entdeckt haben, fanden wir später bei vielen andern Thieren vor, wenn wir Schnitte in gewisser Richtung machten. Dieser Umstand überzeugte uns, dass wir es mit keinem Artefakt oder Fluideprodukt zu thun hatten, abgesehen von den Vorsichtsmaßnahmen, welche wir bei der Herstellung dieser Präparate angewendet haben. (Es wurden frische Netzhäute aus dem Auge eines, woenöglich eben getödteten Thieres genommen. Wir machten einen grossen Einschnitt durch die Cornea und das corpus ciliare, behandelten das Object zuerst mit Mallet'scher Flüssigkeit, liessen es dann einen Tag lang in Wasser liegen und besuchten es nachher in Spiritus.) Die Hohlräume haben immer eine regellose Form, waren aber bei jedem von uns untersuchten Thiere etwas anders gestaltet; ausserdem haben sie für jede bestimmte Tiergruppe charakteristische Eigenschaften. Diese Eigenschaften sind so scharf ausgeprägt, können bei dem betreffenden Thiere so häufig wieder, dass wir uns dem Bau der Hohlräume nicht selten auf ihren Besitzer schliessen konnten. Daran schloss sich nun weiter, dass diese Hohlräume nicht etwa zufällige oder pathologische Ausnahmen sind, sondern sichere, normale Erscheinungen. Nachdem wir die Hohlräume bei mehreren Thieren vorgefunden und die Ueberzeugung von ihrer Existenz in der lebenden Netzhaut gewonnen hatten, delzten wir unsere Untersuchungen auf eine sehr grosse Anzahl von Thieren aus, um in den Hohlräumen woenöglich etwas charakteristisches für jede Klasse, vielleicht auch für jede Art zu finden. Das Resultat unserer Untersuchung war der Nachweis, dass die Hohlräume wirklich bei allen Thieren da sind, nur sind sie nicht überall leicht aufzufinden, da sie nicht bei allen Thieren dieselbe Grösse und Gestalt haben; man kann überhaupt sagen, die Hohlräume sind bei jedem einzelnen Thiere etwas verschiedn, wie die äussere

Körnerschicht selbst. Die Verschiedenheiten treten in dreifacher Beziehung hervor: 1. in der Grösse, 2. in der Form und 3. in der Lagerung.

1. Hinsichtlich ihrer Form weisen die Hohlräume die grösste Mannigfaltigkeit auf. Sie sind bald rund oder leicht oval (Hoch), bald haben sie eine ellipsoide Form, bald eine eckige, einem Viereck mit abgerundeten Winkeln ähnlich (Adler, Huhn, Taube, Hcy, salvo lavaretus), bald sehen sie unregelmässig eckig (Nachtkeu, Strix fuscus), bald spindelartig aus, endlich können sie einzeln, senkrecht auf die Mem. limit. ext. stehende Röhren darstellen.

2. Hinsichtlich ihrer Grösse zeigen die Hohlräume bei den verschiedenen Thieren gleichfalls grosse Verschiedenheit von einander. So durchstrecken sie beim Huhn, beim Adler und beim Neunauge u. s. die ganze äussere Körnerschicht, während sie bei der Fardale, Hcy sowie beim Hoch und salvo lavaretus nur wenig weit in die äussere Körnerschicht vordringen. Hinsichtlich ihrer Breite stellen die Hohlräume nicht selten kaum 0,005 mm schmale Spalten dar (Neunauge), beim Menschen bilden sie schmale Röhren von 0,006 mm; dagegen erlangen sie beim Adler eine bedeutende Weite, sie erscheinen auf einem Querschnitte als grosse freie quadratförmige Räume von 0,015 (übrigens können die Hohlräume bei einem und demselben Thiere an verschiedenen Stellen verschieden weit sein).

3. Hinsichtlich der Lagerung weisen die Hohlräume ebenfalls grosse Verschiedenheiten auf. Sie erstrecken sich quer durch die Schicht und werden nach innen von der Zwischenkörnerschicht begrenzt (Afs, Adler, Huhn, Neunauge); die Hohlräume grenzen nach aussen unmittelbar an die Mem. limit. ext., nach innen werden sie von der Zwischenkörnerschicht durch die Körner getrennt (Neunauge) dieselben Körner können sich in 2 Reihen geordnet zwischen sie und die Mem. limit. legen (Fardale, salvo lavar.).

Aus dieser kurzen allgemeinen Skizze sehen wir, wie verschieden der Bau der Hohlräume der verschiedenen Thiere ist; da derselbe offenbar von dem ganzen Bau der äusseren Körnerschicht bestimmt werden muss, so wollen wir den Bau dieser Schichte bei den verschiedenen Wirbelthierklassen kurz rekapituliren und gleichzeitig die Eigentümlichkeit im Bau der Hohlräume bei den verschiedenen Repräsentanten der betreffenden Klasse angeben.

Die äussere Körnerschicht der Netzhaut hat bei den Säugethieren folgende charakteristische Merkmale, die sie von anderen Thierklassen genau unterscheidet. Die Körner sind von massiger Grösse, häufig kleiner als die Körner der inneren Schichte. Dieselben haben eine ellipsoide, bei manchen Thieren auch eine ganz runde Form, bei den meisten Thieren aus dieser Klasse zeigt jedes Korn eine Quostreifung. Die Körner sind dicht neben und übereinander in 4—7 Reihen gelagert; die äussere Körnerschicht übertrifft in den meisten Fällen die innere an Grösse. Die Hohlräume haben bei dieser Thierklasse eine röhrenförmige Gestalt und verlaufen entweder in grader Richtung getrennt von einander oder stehen durch kurze Canälchen mit einander in Verbindung, endlich können sie in geschwungener Richtung verlaufen.

Der Bau der Hohlräume in der äusseren Körnerschicht beim Affen¹⁾ kann als typisch für die allermeisten Säugethiere gelten, die nur wenig wesentliche Abweichungen von der allgemeinen Norm aufweisen. Auf einem gut gelungenen Querschnitt sieht man die Körner dieser Schicht sich an Stäbchen vereinigen, die aus 4—6 übereinander gelagerten Reihen bestehen und 3—4 Körner in der Dicke haben (Fig. 1). Sie beginnen unmittelbar an der Membr. limit. ext., zu deren Oberfläche sie senkrecht stehen. Nachdem diese Stäbchen mehr oder weniger tief (je nach der von ihnen eingenommenen Stelle) in die Schichte eingebracht sind, geben sie in die sogenannten centralen Fortsätze der Stäbchen- und Zapfenkörner über (dieselben, welche von W. Krause „Stäbchenkegel und Zapfenkegel“ von Henle äussere Faserschicht genannt werden). An beide Seiten eines solchen Fortsatzes legt sich ein neues Häutchen an, begleitet ihn bis zur äusseren Körnerschicht, wo es entweder unter kölliger Erweiterung endet oder sich in die innere Körnerschicht²⁾ fortsetzt; in beiden Fällen verschmelzen an dieser Stelle die Häutchen der benachbarten Fortsätze mit einander. Auf der beigelegten Abbildung Fig. 1

1) Wie ich mich ausgedrückt, Herr Dr. Üzökar, der aus ein lautes Auge eines Affen zur Verfügung gestellt hat, zu dieser Stelle meines Dank auszusprechen.

2) G. Donnissenko. Einige Bemerkungen über den Bau der Netzhaut. Centralblatt für die med. Wissenschaft Nr. 1. 1882.

scheinen die centralen Fortsätze mehr von einander entfernt zu liegen, als die zu ihnen gehörigen Körnerstücken, eine Erscheinung, die man häufig, wenn auch nicht immer, sehen kann. Bei Verstellung der Mikrometerschraube erblicken wir den Boden der hohlen Zwischenräume zwischen den Stäbchen (a) von dicht nebeneinander gelagerten Körnern gefüllt (b). Diese Körner sind hier ebenso angeordnet, besitzen eben solche Umhüllungsnetze, wie die Körner an den Stäbchen selbst und dieser Umstand berechtigt zu der Annahme, dass jeder dieser Zwischenräume nur ein Theil eines, durch den Schnitt der Länge nach eröffneten Hohlraums zwischen den Körnern ist, der aus als helles Lichtergesetz tritt. Wir können ferner aus dieser Abbildung ersehen, dass die Hohlräume zwischen den centralen Fortsätzen weiter sind als zwischen den Körnerstücken. Unsere Hohlräume beginnen gewöhnlich dicht an der Membr. limit. und erstrecken sich bis zur äussersten Plättchen der Zwischenkörnerschicht; ihre Breite ist zwischen den Körnern 0,006—0,018 mm und mehr. Wir können nach dem Gesagten das Verhältnis der Körner zu den Hohlräumen so ausdrücken, dass wir sagen, die Körner füllen keineswegs die ganze äussere Körnerschicht aus, sondern sie, sammt ihren Häutchen und Fortsätzen bilden die Wandungen von kleinen, körnerfreien Zwischenräumen oder Hohlräumen.

Untersuchen wir die Hohlräume an einem gut gelungenen Querschnitt der Netzhaut des Hases, so finden wir sie auch hier nicht sehr weit von einander entfernt, auch hier werden sie ebenso wie beim Affen nur durch 1—3 Körner breite Stäbchen getrennt, endlich kleidet die Hohlräume auch hier ein solches Häutchen aus, von dem nach allen Seiten Fortsätze ausgehen, um die einzelnen Körner von ihrer Nachbarschaft zu isoliren; nur durch ihre geringe Weite (ungefähr 0,005^m) unterscheiden sich die Hohlräume beim Hase von denen des Affen. Verglichen wir unser Messerpräparat mit einem mit Ueberossinsäure behandelten Zappelpreparat, so sehen wir, dass unser, die Innenwandung der Hohlräume umschliessendes Häutchen aus demselben Gewebe besteht, wie die von uns oben und in einer früheren Arbeit beschriebenen Plättchen, welche die Körnerstücken umhüllen und zusammenhalten. Andersseits bewahrt uns ein Vergleich dieser beiden Präparate vor der irrthümlichen Annahme, das Gewebe in dem von den Körnern gebildete Zwischenraum sei ein solider Stamm, wie

man es aus der Betrachtung eines Zapppräparates für sich schliessen könnte; ein Schnittpräparat belehrt uns, dass dieses Gewebe etwas von aussen in den Hohlraum eingestülpten Saacke gleicht, aus dem Gewebestreifen nach allen Richtungen ausgehen, um die Körner zu umhüllen.

Beim Schweine sind die centralen Fortsätze sehr schwach entwickelt, die Lagerung der Hohlräume ebenso wie beim Hase und Affen, nur sind nicht alle Hohlräume (wie es beim Hase und Affen der Fall ist) gleich gross, sondern sind bald schmale Spalten von 0,006 mm, bald grosse ovale Hohlräume von 0,024 mm und mehr. Der Gewebe der Hohlräume entspricht die Dicke ihrer Wandung vollkommen und ein spaltförmiger Hohlraum wird auch von ganz dünnen Wänden umgeben, ebenso besitzt ein grosser Hohlraum eine dicke Wandung (Fig. 2). Eine solche Ungleichheit lässt sich durch die Annahme, dass die weiteren Hohlräume sich auf Kosten der engeren entwickelt haben, ganz einfach erklären, und als Beweis dafür treffen wir in der dicken Wandung mancher weiten Hohlräume sehr schmale Spalten an; eben solche kleine, freie Räume finden wir zwischen den centralen Fortsätzen der dicken Wände; wahrscheinlich sind es noch nicht völlig ausgefüllte kleine Hohlräume. Die Hohlräume sind in der äusseren Körnerschicht des Schweines zahlreich vertreten, und die Schichte erscheint infolge dessen, wie von parallel zu einander verlaufenden Furken zerstückelt.

Die Untersuchung dieser Hohlräume beim Menschen ist allgemein viel schwieriger als bei den oben erwähnten Thieren. Abgesehen davon, dass es überhaupt schwer ist ein ganz frisches Auge vom Menschen zu erlangen und zu einem nicht mehr frischen Präparate die Untersuchung schwierig und das Resultat zweifelhaft wird, macht es auch die geringe Weite der Hohlräume beim Menschen schwerer, sie an einem Schnittpräparate auf ihrer ganzen Länge zu verfolgen; gelingt es aber nach einem einen recht guten Schnitt zu führen, so ist die Untersuchung auch dann noch, bei der Kleinheit der Lichnungen, (von 0,004—0,006 mm) ungenügend mühsam. An einer frischen Netzhaut eines Gallsteinkranken¹⁾ die kurz nach dem Tode mit Ipec. Uferosinlösung behandelt worden war, fanden wir die Hohlräume in den Hauptzügen denselben beim

1) Diese Netzhaut hat von Herr Prof. Waldayer geschenkt, wofür wir ihm hiermit Dank sagen.

Affen ähnlich, die Wandung der feinen röhrenförmigen Hohlräume war von einer einzigen Reihe Körner gebildet, die Bildung selbst erstreckte sich durch die ganze Schicht von der Mem. limit. ent. bis zur Zwischenkörnerschicht; sie ist überall gleichmässig weit, ein zartes Häutchen kleidet sie auf ihre ganze Ausdehnung aus; das Häutchen gleitet über die centralen Fortsätze (die nach dem Gange nur ein Kern d. d. sind) zur Faserschicht hin (Fig. 15). Diese Netzhaut war übrigens nicht ganz normal, zeigte vielmehr erhebliche pathologische Veränderungen.

Beim Pferd erreichen die Hohlräume in der Mitte der Netzhaut, da wo die äussere Faserschicht stark entwickelt ist, eine Breite von 0,009—0,012 mm, an den übrigen Stellen dagegen sind sie bedeutend enger; die Richtung der Hohlräume ist nicht mehr so gleichmässig wie bei den andern Säugethieren. Dass stehen hier die Hohlräume in Verbindung mit einander, die Netzhaut der Katze imponirt uns nicht selten mit Hohlräumen von 0,006—0,021 mm Länge, der Verlauf derselben ist ausserordentlich unregelmässig, und die Hohlräume zeigen die verschiedenartigsten Aus- und Einbiegungen.

Die äussere Körnerschicht weist bei den Vögeln viele charakteristische Merkmale auf. Die Körner haben hier eine längliche fast spindelförmige Gestalt, liegen ziemlich weit von einander entfernt und sind in 2—4 Reihen geordnet. Die äussere Körnerschicht ist kleiner als die innere, die Form ihrer Hohlräume ist ziemlich verschieden; dieselben haben bald die Form eines regelrechten Vierecks mit abgerundeten Winkeln, bald sind sie oval, bald ganz unregelmässig eckig. Die Wandungen der Hohlräume sind auch hier theilweise von Körnern gebildet und von den sie umhüllenden Häutchen umkleidet, theilweise von der centralen Fortsätze dieser Körner.

Die Netzhaut des Adlers liefert ein sehr gutes Object für die Beobachtung der äusseren Körnerschicht selbst ihrer Hohlräume bei den Vögeln. Auf Fig. 3 sehen wir die leicht spindelförmigen, in Reihen geordneten Körner an der äusseren Hälfte der Schichte liegen, die eine Spitze der Mem. limit., die andere mit dem centralen Fortsatz der Zwischenkörnerschicht zugewandt. Auf dem Wege zur letzteren Schicht legen sich die meisten centralen Fortsätze dicht aneinander und bilden eine starke Stüle; mit dieser Stüle verwechseln auch, vermittelt ihres Umhüllungsgehäl-

chems die centralen Fortsätze der vereinzelt liegenden Körner und diese zusammen bilden die Wandung der Hohlräume. Die Umhüllungsblätter der Säulen kleiden an dem Wege zur Zwischenkörnerschicht die Hohlräume aus, an der Schicht selbst angekommen überziehen sie dieselbe von aussen und bilden das äussere Plättchen der Zwischenkörnerschicht. Die Hohlräume haben beim Adler eine Länge von 0,024 mm bei einer Breite von 0,018—0,021 mm, ihre Form ist demnach fast die eines Quadrats, nur sind die Winkel etwas abgerundet. Dieses Viereck wird nach aussen von der Membr. limit. ext. und von den ihr anliegenden Körnern, nach innen von der Zwischenkörnerschicht begrenzt, an beiden Seiten wird es von den Kolumnen und den sie umhüllenden Blättern bekleidet. Unsere Abbildung stellt einen solchen Hohlraum dar, bei der Schnittführung durch denselben wurde auch die seitliche Wandung des benachbarten Hohlraums mit getroffen, die Körner und die centralen Fortsätze sind demnach der Länge nach durchgeschnitten und wir sehen deshalb an der Abbildung die Körner mit ihren centralen Fortsätzen, zwischen denselben sich kleine, spaltenförmige Räume finden.

Die Hohlräume in der äusseren Körnerschicht bei der Taube haben einige Ähnlichkeit mit demjenigen beim Adler. Die Körner sind da im Allgemeinen in drei Reihen geordnet, manche Körner können jedoch zur Hälfte in die Membr. limit. hineinragen, manchmal überschreiten sie auch diese Grenze und liegen zur Hälfte in der Stübchen- und Zapfenschicht, Fig. 4 u. 5, ihre Fortsätze sind ziemlich dick und verlaufen einseitig zur Zwischenkörnerschicht; die Membr., welche Körner und Fortsätze eng umhüllt, erweitert sich in der Nähe der Zwischenkörnerschicht, vorerstreckt hier mit den Blättern der benachbarten Fortsätze und bildet das obere Plättchen dieser Schicht. Zwischen diesen Fortsätzen finden sich nun grosse, ovale Hohlräume von 0,021 bis 0,024 mm Länge und 0,006—0,021 Breite.

Die oben geschilderten Hohlräume der Vögel sind nicht, wie beim Affen und den meisten Säugethieren, völlig abgeschlossene Räume, sondern communiciren durch enge Spalten mit einander; die beigefügte Abbildung (Fig. 5) soll dies Verhältniss anschaulich machen. Diese Abbildung stellt einen Äquatorialschnitt der Nachttaube dar, die Richtung dieses Schnitts ist also beinahe senkrecht zu der Richtung des in der Fig. 4 dargestellten. Die Hohlräume

sind in der Länge nach in zwei Hälften getheilt. Wir bemerken da faltenartige Erhabenheiten, bald an der Membr. limit. (das hier liegende Kern), bald an der Zwischenkörnerschicht (Endstück des Fortsatzes); beide faltenartige Erhabenheiten liegen scheinbar getrennt, bei Vorstellung der Mikroskopenschraube erscheint indessen eine Falte, die sie beide mit einander verbindet, ein Beweis, dass der Fortsatz eines jeden Kerns nicht in einer Ebene verläuft, sondern bogenförmig auf- und absteigt; da aber auch die andere Schichtfläche und alle übrigen centralen Fortsätze dieselbe auf- und absteigende Linie zeigen, so entsteht ein System von Gängen, durch deren Vermittlung die Hohlräume mit einander communiciren. Die queren Hohlräume und die Längshohlräume sind jedoch nicht weiter, als die verschiedenen gerichteten Abzweigungen eines und desselben Hohlraums; die ersten erscheinen uns beim Meridianschnitt, die letztern beim Äquatorialschnitt.

Das Huhn besitzt Hohlräume von viereckiger Form mit abgerundeten Winkeln, ihre Länge beträgt 0,018 mm, die Breite 0,009; dieselben sind also viel kleiner als beim Adler und bei der Taube, mit denen die Hohlräume sonst viel Ähnlichkeit haben. Die Körner sind hier übrigens in 2—3 Reihen angeordnet. Beim Perleuhn sehen die Hohlräume in ihrer Länge von 0,015 mm die ganze Dicke der äusseren Körnerschicht ein, ihre Breite beträgt 0,006—0,002 mm, infolge dessen die Hohlräume sehr häufig verschoben.

Die Nachttaube (*Styx Saxicola*) zeigt in dem Bau der äusseren Körnerschicht sowohl, als in dem Bau ihrer Hohlräume, bedeutende Abweichungen (Fig. 6). Die Körner sind hier rund oder leicht oval und in 2—4 Reihen geordnet; dieselben liegen von der Membr. limit. etwas entfernt, so dass zwischen ihr und den Körnern ein grosser freier Zwischenraum entsteht. Dadurch verändert sich auch etwas der Bau der Hohlräume; während nämlich bei allen andern Vögeln ihre Wandung an der Zwischenkörnerschicht keine Körner enthält, sie selbst an dieser Stelle etwas weiter sind als an der Membr. limit., ist bei der Nachttaube umgekehrt die Wandung an der Membr. limit. körnerfrei und die Hohlräume an derselben etwas weiter, als an der Zwischenkörnerschicht. Die Umhüllungsblätter der Körner entspringen an der Membr. limit. ext. und bilden eine Strecke weit ganz allein die Wandung der Hohlräume, später gehen sie ihnen die, von ihnen nur lose umhüllten, Körner an und tragen das Uebrige zur Bildung

der Wandung bei; die Wandung ist bald dreieckig mit der Basis zur Membr. limit. gerundet, bald viereckig. Solche Verhältnisse treffen wir einzig bei *Strix flammea*. Die Körner sind beim Uhu rund, in vier Reihen geordnet und nehmen die ganze Dicke der Schichte ein; die Hohlräume haben eine ellipsoide Form, besitzen eine Länge von 0,018 mm bei einer Breite von 0,009 mm.

Die Fische zeigen in dem Bau der inneren Körnerschicht ihrer Netzhaut die allergrösste Mannigfaltigkeit. Viele Thiere dieser Klasse haben in dem Bau der inneren Körnerschicht Aehnlichkeit mit den Vögeln, andere erinnern in dieser Hinsicht an die Säugethiere; alle Fische besitzen aber in dem Bau der inneren Körnerschicht soviel Eigenenthümliches und Charakteristisches, dass man aus demselben sofort einen Vertreter dieser Klasse erkennt. Die Dicke der inneren Körnerschicht schwankt von 0,015—0,009 mm, ebenso folgt die Anordnung der Körner in denselben alle Übergangsstufen, von ihrer Lagerung in einer einzigen Reihe, bis zu sechs Reihen; ebenso verschieden ist die Grösse der Körner und man trifft bei manchen Repräsentanten dieser Klasse die allerkleinsten Körner, von kaum 0,008 mm und noch weniger (eine Kleinheit, die wir bei den übrigen Wirbelthieren nur als seltene Ausnahme kennen), während wir bei manchen andern Körner von 0,012 vorfinden. Im Allgemeinen sind jedoch die Zapfenkörner etwas grösser als die Stäbchenkörner, obgleich es auch in dieser Beziehung viele Ausnahmefälle giebt, wo beide Körnerarten einander vollkommen gleich sind. Die Gestalt der Körner ist bald rund, bald oval, bald sogar spindelförmig; gewöhnlich liegen die Körner einander sehr nahe und füllen manchmal den ganzen Raum in der Schichte aus, dass für die Fortsätze, die in diesem Falle auch schwach entwickelt sind, wenig Platz übrig bleibt; dagegen nehmen die Körner in anderen Fällen nur einen Theil der Schichte für sich in Anspruch, wobei der übrige Theil von den hier stark entwickelten centralen Fortsätzen eingenommen wird. Die Hohlräume können spaltenförmig, abgerundet winklig, oval, auch kreisrund sein, endlich können sie eine ganz unregelmässige Form haben. Ebenso verschieden wie die Form ist auch die Grösse derselben, nur ihre Lagerung ist constant, und zwar liegen sie in einer Schichte, nur als seltene Ausnahme treffen wir sie in zwei Schichten (Hochf.).

Beim Neunauge liegen die Körner in einer einzigen Reihe, und zwar liegen beide Körnergruppen der Membr. limit. an

Uebrigens lässt sich in dieser Beziehung keine feste Regel aufstellen, da bald hier, bald da ein Korn von der Membr. limit. etwas nach innen zurücktritt. Die Körner haben eine ellipsoide oder kegelförmige Gestalt, ihre Umhüllungsmembran ist aber sehr dick und dadurch erscheinen sie auf dem Querschnitt cylindrisch (Fig. 7). Ferner sieht man auf einem Querschnitt die Körner gruppenweise zusammenliegen, von denen jede 2—5 dicht aneinander liegende Körner enthält; jede Körnergruppe wird von ihrer Nachbarschaft durch einen kleinen spaltenförmigen Hohlraum oder einen grossen Hohlraum getrennt. Die die Körner zur base umhüllenden Häutchen verlaufen von der Membr. limit. bis zur Zwischenhäuttschicht, wo sie mit einander verwachsen und das obere Häutchen desselben bilden. Die Hohlräume sind bald Spalten von kaum 0,005 mm Breite, bald sind sie winklig, bald sogar viereckig mit einer Länge von 0,015 mm bei einer Breite von 0,012 mm. Eine genauere Beobachtung ergibt noch, dass beim Neunauge die Hohlräume mit einander communiciren, wodurch ein grosses System von Canälen in der inneren Körnerschicht entsteht.

Bei der Forelle sind die Körner oval, liegen nahe bei einander in drei Reihen geordnet und besitzen ein sehr sattes Umhüllungsgehäuse; die Zapfenkörner sind etwas grösser als die Stäbchenkörner. Die Hohlräume besitzen eine Länge von 0,019 bis 0,024 mm bei einer Breite von 0,012 bis mehr, ihre Form nähert sich einem Ellipsoid. Durch die Form der Hohlräume, sowie durch den grossen Bau der Schichte erinnert die Forelle etwas an den Uhu.

Die innere Körnerschicht des Barsches zeigt eine frappante Aehnlichkeit mit derselben bei der Forelle; die Aehnlichkeit tritt uns sowohl in dem allgemeinen Bau der Schichten, als auch in dem einzelnen Theilen derselben entgegen. Auch die übrigen Theile der Netzhaut sind bei den beiden Thieren einander sehr ähnlich, nur in der Form der Zapfen besitzen wir ein Unterscheidungsmerkmal; letztere sind nämlich beim Barsche cylindrisch, bei der Forelle dagegen kolbenförmig.

Salmo lavaretus hat leicht ovale Körner von mittlerer Grösse; dieselben liegen, von einer zarten Membran umgeben, dicht bei einander in drei Reihen geordnet. Die Zapfenkörner sind hier etwas grösser, besitzen starke, von einem dicken Häutchen umgebene Fortsätze; die Stäbchenkörner dagegen sind kleiner

sind ihre sehr feinen Fortsätze werden von einer matten Membran umgeben. Die Körner und ihre centralen Fortsätze gruppieren sich zu einer Kolonne, die Mitte der Kolonne nehmen die Zapfenkörner mit ihren centralen Fortsätzen ein, die äussere Fläche wird von den Stäbchenkörnern mit ihren centralen Fortsätzen gebildet (Fig. 8). Die Körner tragen nur zu $\frac{1}{2}$ der Schichte zur Herstellung der Kolonne bei; das innere Endstück derselben wird ausschliesslich von den centralen Fortsätzen gebildet. Der Umfang der Kolonne ist in der Mitte viel geringer als an den beiden Polen und infolge dessen sind die Körner an der Membr. limit. kegelförmig gelagert. Diese Kolonnen bilden die Wandungen von ziemlich grossen abgerundeten Höhlen von 0,019—0,027 Länge und 0,019 Breite.

Beim Hecht ist der Bau der äusseren Körnerschicht so eigenartig, wie wir es noch bei keinem der von uns untersuchten Thieren gefunden haben. Die äussere Körnerschicht besteht beim Hecht: 1. aus den Körnern mit ihren centralen Fortsätzen, 2. aus den Hohlräumen, die hier in zwei hinter einander gelegenen Schichten geordnet sind, endlich 3. aus einer in der Mitte der Körnerschicht liegenden Faserschicht. Diese Faserschicht ist nicht zu verwechseln mit der von Henle, M. Schultze und andern angegebenen Faserschicht. Letztere, mit unseren centralen Fortsätzen identische Schicht existirt beim Hecht gleichfalls, hat aber mit unserer Faserschicht nichts zu thun. Derselbe theilt die äussere Körnerschicht in zwei ungleiche Theile, in eine grössere äussere, die Körner, ihre centralen Fortsätze, sowie die äussere Hohlräume enthaltenden Theil, und in einen kleineren inneren, der die centralen Fortsätze und die inneren Hohlräume enthält. Die Körner haben eine ellipsoide Form, liegen gewöhnlich an der Membr. limit. und zwar in drei Reihen geordnet. Derselben sind ziemlich weit auseinander gelagert und werden durch eine lockere, körnige Substanz von einander getrennt. Die Zapfenkörner mit ihren centralen Fortsätzen besitzen dicke, wenig durchsichtige Umhüllungsmembranen, die die Körner nur wenig durchleuchten lassen, die Stäbchenkörner, sowie ihre centralen Fortsätze sind von feiner, kaum erkennbarer Hülle umhüllt; ausserdem sind die Zapfenkörner noch etwas grösser als die Stäbchenkörner. In der äusseren Hülle unserer Schichte liegen, von den Körnern und ihren Fortsätzen seitlich begrenzt, eine grosse Menge Hohlräume; die Hohlräume

sind so zahlreich, dass das Präparat unter dem Mikroskop ein siebähniges Ansehen hat. Auf der beigegebenen Abbildung (Fig. 9) tritt diese Erscheinung nicht sehr deutlich hervor, da die Körner in der Wandung der Hohlräume die Bildfläche verdecken. Die Grösse der Hohlräume ist sehr verschieden; so beginnen aussen von ihnen mit dem einen Ende an der Membr. limit. ext. und dringen mit dem andern in die Faserschicht ein, an anderen Stellen genügt dieser Raum für zwei Hohlräume, die entweder mit einander zusammenhängen oder durch feine Scheidewände getrennt sind; ihre Form ist manchmal kreisförmig, häufiger sind die Hohlräume oval und wenden ihr breites Ende der Faserschicht zu, ihre schmalere Spitze dringt zwischen die Körner und ihre centralen Fortsätze ein und drängt sie etwas auseinander (Fig. 9). Ihre Grösse beträgt 0,009 mm, die grössten Hohlräume erreichen dagegen ein Ausmass von 0,027 mm Länge und 0,021 mm Breite; zwischen diesen beiden Extremen finden sich zahlreiche Uebergangsstufen; ein feines homogenes Häutchen überzieht die Körner in den Hohlräumen und kleidet die Wandung der letzteren aus. Die Grösse der Hohlräume in der andern, der Zwischenkörnerschicht anliegenden Abtheilung der äusseren Körnerschicht ist gleichfalls sehr verschieden, ist aber im Allgemeinen etwas kleiner, als in der ersten Abtheilung; hier liegen die Hohlräume immer in zwei, manchmal in drei Reihen hintereinander, die aber meist durch feine Scheidewände von einander getrennt sind; die Zahl der Hohlräume ist dagegen hier noch grösser, als in der äusseren Hülle und das netzartige oder siebartige Ansehen ist hier noch mehr ausgesprochen als dort. Nicht selten vereinigen sich zwei auf den entgegengesetzten Seiten der Faserschicht liegende Hohlräume zu einem einzigen grossen Hohlraum, wodurch noch eine nicht unerhebliche Abnahme der Faserschicht zu Gunsten der Hohlräume entsteht. Zwischen beiden Schichten von Hohlräumen lagert sich die Faserschicht; ihre Dicke lässt sich nicht bestimmen, da die Hohlräume von beiden Seiten in ihre Substanz dringen und sie mehr oder weniger tief ausfüllen. Was ihre Substanz betrifft, so haben wir diese bei der stärksten Vergrösserung untersucht, konnten aber nichts weiteres sehen, als ein dichtes Filicwerk feinsten Fischbein, in dem bis und da eine körnige Substanz verstreut, die aber auch möglicherweise quer durchschnittenen Fischbein darstellt. Die Fasersubstanz überzieht eine Strecke weit die durch-

passierenden centralen Fortsätze der Körner, besonders der Zapfenkörner, und die gesagten Stellen auf unserer Abbildung (Fig. 9) zeigen die Durchgangsstellen der Fortsätze durch die Faserschicht.

Schwalbe giebt in seinem Werke die Abbildung einer, die äussere Platte der Granulosa est. (so nennt Schwalbe die Zwischenkörnerschicht) einschliessenden Faserschicht. Diese Faserschicht ist, wie aus Text und Abbildung beklüht haben, keine andere, als die von uns beschriebene, innerhalb der äusseren Körnerschicht liegende Schichte, welche Schwalbe aber nach der Zwischenkörnerschicht versetzt hat, und zwar an die Stelle, welche wir unsersits für das von uns häufig in dieser Abhandlung erwähnte äussere Plättchen der Zwischenkörnerschicht in Anspruch nehmen müssen. Der topographische Irrthum kann nur durch die von Schwalbe angewandte Untersuchungs-methode erklärt werden. Schwalbe meint nämlich, dass man an Schnittpunkten von der Faserschicht nur einen feinen Strich sehen könne, der zwischen der Endigung unserer centralen Fortsätze der Körner und der Zwischenkörnerschicht verläuft. Viel besser, meint Schwalbe, könne man diese Schichte an Flächenschnitten nach der Angabe von W. Krause sehen. Nach unserer Meinung ist jedoch das Krause'sche Verfahren wenig geeignet, um einen klaren Begriff von dem Bau der Netzhaut zu geben. Schwalbe hat seine Untersuchung an einem mit Chromsäure behandelten, in Glycerin bereiteten Zapfpräparat angestellt. Dieses kann uns die Veranschaulichung der in Rede stehenden Faserschicht nach der Zwischenkörnerschicht hin erklären. Nach unserer Dafürhalten ist es nämlich eine unnütze Sache, das Verhältnis eines bestimmten Theiles zu seiner Umgebung an Zapfpräparaten zu studiren, allerdings ist ein Zapfpräparat manchmal zur Untersuchung geeignet, namentlich wenn es darauf abzielt Forschenszwecke beklüht zu erhalten, so topographischen Studien aber, besonders an der Netzhaut, eigentlich weder ein Flächen-, noch ein Schnittpunkt, noch ein Zapfpräparat, sondern ein grade senkrecht zur Oberfläche der Netzhaut geführter Schnitt.

Um die Ansicht Schwalbe's zu widerlegen, wollen wir daran erinnern, dass zwar alle Forscher darin übereinstimmen, dass die centralen Fortsätze der Körner die Zwischenkörnerschicht erreichen, Niemand aber hat je behauptet, dieselben geben unter Beibehaltung ihrer bisherigen Form in die äusseren Schichten über; dagegen

wollen viele Forscher, die diese Fortsätze in der äusseren Körnerschicht verfolgen, dieselben unter kolbenartiger Erweiterung an der Zwischenkörnerschicht enden gesehen haben. W. Krause ging sogar weiter und stellte die Behauptung auf, die ganze äussere Körnerschicht stehe unserer jeder Verbindung mit den übrigen Netzhautschichten und liegt der Zwischenkörnerschicht nur auf, etwa so, wie ein Epithelium seiner Basalmembran aufliegt. Er stellte also die äussere Körnerschicht als eine andere Modification des Epitheliums der Retina, ihre Körner als Kerne der Epithelzellen dar. Wir wollen die Verhältnisse der Fortsätze der Körner zu den übrigen Netzhautschichten in einer andern Abhandlung näher besprechen, hier wollen wir nur noch daran erinnern, dass die centralen Fortsätze der Stäbchen und Zapfenkörner ihre Häutchen, welche sie auf ihrem Verlauf in der äusseren Körnerschicht begleiten, vollständig zur Bildung des obern Plättchens der Zwischenkörnerschicht abgeben. Dieselben können also nicht unter Beibehaltung ihrer bisherigen Form, d. h. unter Beibehaltung ihrer bisherigen Dicke und ihrer Häutchen in die Zwischenkörnerschicht übergehen. In der letzten Zeit haben Merkel, dann Gunn den Verlauf der centralen Fortsätze in der Zwischenkörnerschicht beschrieben; eine keine Fortsetzung derselben dringt auch in die äussere Körnerschicht. Beim Hocht kann man den Verlauf der centralen Fortsätze der Zapfenkörner leicht bis an die Oberfläche der Zwischenkörnerschicht verfolgen. Man sieht sie durch die ganze Dicke der Faserschicht dringen (Fig. 9), also dass man zu ihnen nach dem Durchgang durch diese Schichte, nach die kleinste Spur irgend welcher Veränderung der Form oder der Grösse wahrnehmen könnte. Im Gegentheil zeigen sie, nachdem sie schon diese Schichte längst passiert haben, die bekannte kolbenartige Erweiterung, ihre Umhüllungs-häutchen verschmelzen erst jetzt zu einem Plättchen, ein Beweis, dass sie erst jetzt an der Zwischenkörnerschicht angekommen sind, und dass die Faserschicht ausserhalb der Zwischenkörnerschicht liegt. Dann sind die äussere Platte der Faserschicht und die äussere Platte der Zwischenkörnerschicht von einander durch eine ganze Schicht dicht zusammen gedrängter, in zwei Reihen geordneter, ziemlich grosser Hohlräume getrennt. Die Faserschicht kann also die Zwischenkörnerschicht auf der ganzen Ausdehnung der Netzhaut nicht einmal berühren, geschweige denn ihre obere Fläche bilden. Sie liegt viel mehr innerhalb der äusse-

ren Körnerschicht und bildet einen Bestandteil derselben. Dieselbe Schicht, die Schwalbe beim Hecht vorwand, wurde von einigen Beobachtern auch bei anderen Thieren gesehen. So fanden sie Golgi und Manfredi beim Pferd, Ewart bei der Katze, W. Krause beim Pferd und anderen Thieren. W. Krause und Schwalbe meinen nun, diese bei den übrigen Thieren vorgefundenen Schichten seien identisch mit der von Schwalbe beim Hecht vorgefundenen Schicht. Dieses ist aber nach den obigen Ausführungen nicht richtig. Was da Passerschicht ist, legt sich nicht an die Zwischenkörnerschicht, sondern liegt innerhalb der äusseren Körnerschicht, was aber wirklich an der Zwischenkörnerschicht liegt, das ist keine Passerschicht, sondern das von den centralen Fortsätzen und ihren Hüllen gebildete äussere Plättchen der Zwischenkörnerschicht.

Bei der Schleie, beim Aal, Heil, Kaulbarsch und bei den übrigen Fischearten, bei denen die äussere Körnerschicht dick ist, ihre körnigen Bestandtheile klein, zahlreich vertreten und dicht aneinander gelagert sind, finden wir sie auch in einer grossen Zahl von Reiben geordnet (von 5—6). Dieselben sind nicht selten etwas von der Membr. limit. entfernt. Die Zapfenkörner sind nicht immer grösser, als die Stäbchenkörner.

Die Hohlräume beim Heil zeigen einige Aehnlichkeit mit denen bei *Salmo lavaretus*. Dieselben werden durch eine bis zwei Reiben bogenförmig an der Membr. limit. gelagerte Körner von der Letzteren getrennt. Die Wandungen der Hohlräume werden zum grössten Theil, bis auf eine Entfernung von 0,006 mm von der Zwischenkörnerschicht, von den Körnern gebildet. Sie sind vierseitig mit abgerundeten Winkeln, ihre Länge beträgt ungefähr 0,024 mm, ihre Breite 0,018—0,024 mm. Die Schleihe besitzt unregelmässig weite, röhrenförmige Hohlräume; dieselben sind sehr schmal und erreichen mit 0,006 mm ihre höchste Breite, in ihrer Länge reichen sie nicht bis zur Membr. limit. heran; die Hohlräume sind da wegen ihrer Kleinheit schwer zu untersuchen. Beim Aal sind die Hohlräume noch weniger entwickelt als bei der Schleie, dagegen haben wir in der äusseren Körnerschicht beim Aal eine grosse Anzahl Blutgefässe beobachtet; vielleicht werden dadurch die Hohlräume entbehrlieh.

Bei den Amphibien liegen die Körner in zwei bis drei Reihen gelagert. Dieselben zeigen in der äusseren Körnerschicht ein Kern-

körperchen in ihrer Mitte. Beide Körnerartungen haben eine ovale Form, die Zapfenkörner besitzen gewöhnlich eine stärkere Umhüllungsmembran, als die Stäbchenkörner. Der Durchmessermesser der Schichte ist verschieden gross, die Grösse desselben wird aber hier nicht durch die Zahl der Körner, sondern durch deren Länge bedingt; dieselben erreichen bei manchen Thieren aus dieser Klasse ein solches Ausmass, dass die äussere Körnerschicht dieselbe Schicht bei manchen Säugethieren und Fischen an Dicke übertrifft. Im Allgemeinen bildet jedoch die äussere Körnerschicht hinsichtlich der Grösse hinter der inneren Körnerschicht zurück. W. Müller stellt die Zapfenkörner beim Frosch als gestreckt-spindelförmige Formelemente dar, in der That aber zeigen beide Körnerarten in ihrer Form absolut keinen Unterschied (wie man es an der Fig. 10 und 11 ebenso bei Hoffman sehen kann), dagegen sind sie durch ihre Umhüllungsmembran von einander zu unterscheiden; diese Häutchen, welche Stäbchen- und Zapfenkörner gleich lose umhüllen, sind an den Zapfenkörnern so dick, dass man das Korn nur schwer erkennen kann, während sie an den Stäbchenkörnern bis fast zur Unsichtbarkeit feil sind (Fig. 11). Die Hohlräume sind rund oder etwas winklig; sie nehmen gewöhnlich den Raum zwischen der zweiten Körnerschicht und der Zwischenkörnerschicht ein, können jedoch nicht selten sich nach aussen bis zur ersten Reihe erstrecken (Fig. 10). Dasselbe Häutchen, das die Körner umhüllt, kleidet auch die Hohlräume aus; an der Zwischenkörnerschicht angekommen, vereinigen sich die Häutchen der einander gegenüber liegenden Wände der Hohlräume zur Bildung der oberen Fläche dieser Schicht. Die Länge der Hohlräume beträgt 0,012—0,015 mm, die Breite 0,009—0,012. Bei *Salamandra maculata* sind die Zapfenkörner ein wenig grösser als die Stäbchenkörner, die Umhüllungsblätter sind an beiden Körnerartungen gleich gut sichtbar (Fig. 12). Die Hohlräume sind ebenso gebaut, wie beim Frosch. Beim *Triton cristatus* sind die Körner klein und in drei bis vier Reihen geordnet, die Hohlräume sind vierseitig, beginnen unmittelbar an der Membr. limit. und erstrecken sich bis zur Zwischenkörnerschicht. Ihre Länge beträgt 0,015 mm bei einer Breite von 0,006—0,009 mm.

Bei den Reptilien haben wir die äussere Körnerschicht bei vier Repräsentanten untersucht. Soviel als man aus einer solchen Anzahl Untersuchungen schliessen darf, treten aus die äussere

Körnenschicht, sowie die Hohlräume in derselben in zwei verschiedenen Formen entgegen. Die Körner haben eine ellipsoide Form, sind ziemlich gross, jedoch etwas kleiner, als bei manchen Anphibien (*Salamandra maculata*, *Axolotl*), dann liegen sie entweder in einer einzigen Reihe zusammen und man trifft nur stellenweise auf zwei übereinander gelagerte Körner, oder dieselben sind in zwei Reihen geordnet. Trotzdem aus die körnigen Elemente nur wenig zahlreich vertreten sind, übertrifft hier doch manchmal die äussere Körnenschicht die innere an Dicke. Dieselbe beträgt bei manchen Reptilien nur 0,021 mm, bei anderen dagegen erreicht sie 0,99—0,074 mm. Die Dicke der äusseren Körnenschicht hängt hier von der Länge der centralen Fortsätze der Körner direkt ab. Diese letzteren können manchmal so wenig entwickelt sein, dass sie kaum zu erkennen sind, in anderen Fällen sind sie sehr stark entwickelt und erreichen eine Grösse von 0,063 mm. Bei der grünen Eidechse und bei *Tropidonotus atrix* liegen die Körner entweder in einer Reihe oder unregelmässig in zwei Reihen. Die äussere Körnenschicht ist demnach sehr dick, da die centralen Fortsätze hier besonders stark entwickelt sind. Aehnlich wie bei diesen beiden Reptilien ist (nach der Abbildung Nr. 3 von W. Müller) die äussere Körnenschicht beim Chamäleon gebaut; möglicher Weise besitzen alle Landreptilien denselben Bau dieser Schichte. Die ziemlich gut entwickelten Umhüllungsblättchen der Körner setzen sich auf die centralen Fortsätze fort. Sie schicken breite Streifen aus, um die benachbarten Fortsätze miteinander zu vereinigen; dadurch entstehen schmale und lange, röhrenförmige Hohlräume, die also nicht zwischen den Körnern, sondern zwischen ihren centralen Fortsätzen verlaufen. Die Länge dieser Hohlräume beträgt bei der grünen Eidechse 0,003 mm, die Breite 0,000—0,012, bei *Tropidonotus atrix* sind sie etwas kürzer. Ganz anders gestaltet sich dieser Theil der Netzhaut beim Alligator¹⁾ und der Schildkröte. Im Allgemeinen stimmt der Bau derselben bei diesen Thieren an den Bau des gleichen Theiles beim Frosche, nur sind hier die Körner bedeutend kleiner. Die Umhüllungsblättchen der Körner sind gut entwickelt, dagegen fehlen die centralen Fortsätze fast ganz. Die hier vorkommenden Hohlräume sind rund und werden von der zweiten Körner-

reihe nach den hier entstehenden Fortsätzen begrenzt. Ihre Länge beträgt beim Alligator 0,012—0,015 mm, die Breite 0,009—0,012.

Somit wir wissen, ist in der Literatur von der Existenz dieser Hohlräume bisher wenig bekannt geworden. So erzählt Haase, dass er einmal auf einem Querschnitt der Netzhaut des Schinns Hohlräume gesehen habe, da er sie aber auf einem zweiten Querschnitt nicht errieth, so schrieb er die ganze Erscheinung der Einwirkung des angewandten Alkohols zu. Wir glauben das Grund, weshalb die Hohlräume nicht erschienen, in der Behandlungsweise selbst suchen zu müssen. Um nämlich die Hohlräume auf einem Querschnitt der Netzhaut eines Säugethiers zu erhalten, muss derselbe genau senkrecht zur Oberfläche der Netzhaut geföhrt werden. Ist der Schnitt etwas schief ausgefallen, oder untersucht man an keinem sehr feinen Präparat, so sind die Hohlräume schwer zu sehen, bei den Vögeln kann man die Hohlräume, wenn man nur sonst ein dünnes Präparat vor sich hat, viel leichter sehen. Hentle und Merkel haben Hohlräume in der Gegend der Ora serena beim Menschen gefunden; beide haben dieselben für eine pathologische Erscheinung erklärt und sie hatten auch insofern Recht, als die kleinen Hohlräume beim Menschen sich wirklich nur unter Einwirkung pathologischer Prozesse in solcher Grösse, wie sie auf den Abbildungen von Hentle und Merkel erscheinen, entwickeln können. Eine ungewöhnliche Vergrösserung der Hohlräume, ähnlich der von Hentle und Merkel bei älteren menschlichen Individuen beschriebenen, fanden wir an der Ora serena eines alten Hechts, über u. z. vor. Diese Hohlräume haben bei ihrer allmählichen Entwicklung offenbar die kleinen Nachbarräume consumirt.

W. Müller zeichnet in der äusseren Körnenschicht des Frosches einige weisse Blutzellen, die zwischen den centralen Fortsätzen liegen und diese etwas auseinander drängen. Hiervon wollen wir bemerken, dass 1. die Hohlräume beim Frosche weit genug sind, um die grösste Blutzelle zu beherbergen, ohne dass die Letztere es nötig hätte, die Wandung der Eistern aus einander zu drängen; 2. die Wandung der Hohlräume gar nicht so nachgiebig ist, um sich von einer Blutzelle verdrängen zu lassen; 3. die Gegenwart weisser Blutkörperchen in einer Netzhaut, die im normalen Zustande überhaupt keine Blutgefässe besitzt, eine solche seltene Erscheinung ist, dass es uns Niemand verzeihen wird, wenn wir an der Deutung der gezeichneten Zellen als Leucocyten noch Zweifel hegen.

¹⁾ Die Netzhaut dieses in vielen Beziehungen interessanten Thieres verdanken wir Herrn Prof. Waldayer.

