

Histologische Studien an der menschlichen Netzhaut.

Von

Von Prof. **Kuhnt** in Jena.

Die Untersuchungen, über deren Ergebnisse ich kurz, sozusagen vorläufig, in Nachstehendem berichten möchte, hatten zweierlei Ziele: erstens, eine möglichst genaue Entscheidung darüber herbeizuführen, welche histologischen Bestandteile in der menschlichen Netzhaut den stütz- oder bindegewebigen Elementen, und welche den nervösen zuzuteilen seien; zweitens, den Zusammenhang der unzweifelhaft als nervös befundenen Elemente von der Nervenfaserschicht aus durch die einzelnen Netzhautschichten zu eruieren.

Für beide Ziele der Untersuchungen wurde es als unerlässliches Erfordernis angesehen, nur diejenigen Befunde als wissenschaftliche Resultate anzuerkennen, die nach verschiedenen Methoden in gleicher Weise hervortraten. In erster Linie bemühte ich mich, jene Unterscheidungen durch Isolierung der Gewebsteile zu erreichen; das weitere Bestreben war es dann, das durch Isolierung Gewonnene noch im Schnittpräparate durch Färbung mit, wenn möglich, verschiedenen Farbstoffen festzustellen.

Seit MAX SCHULTZE'S so anerkannten Untersuchungen hat man die Behandlung der ganz frischen Netzhaut mit Lösungen von Überosmiumsäure als vorzügliches Mittel kennen gelernt, eine schnelle Erhärtung herbeizuführen, welche zudem eine Isolierung der Elemente bis zu einem gewissen Grade gestattet. Ich bediente mich gleichfalls dieses Mittels und fand als besten Modus der Anwendung desselben folgendes Verfahren: Das ganz frische Präparat verbleibt 20 bis 28 Stunden in einer $\frac{3}{4}\%$ Überosmiumsäurelösung, wird hierauf in ein gut verschlossenes Gefäß mit Wasser gebracht und in diesem etwa acht Tage belassen; danach Erneuerung des Wassers und nach weiteren acht Tagen Übertragung in ein Gemisch

von 80 Teilen Wasser, 12 T. Alkohol und 8 T. Glycerin. In verschieden langer Zeit, meist nach 3 bis 4 Wochen, ist gewöhnlich eine derartige Löslichkeit der einzelnen Elemente eingetreten, daß man die verschiedenartigsten Isolierungen vornehmen kann.

Bezüglich des Stützgewebes hat dieses Verfahren ergeben: Die Radialfasern lassen sich von dem Margo limitans bis zur Limitans externa bez. bis zu den Außengliedern der Stäbchen und Zapfen ohne Schwierigkeiten gesondert darstellen. Sie sind ein einzelliges, nicht, wie BORYSIEKIEWICZ jüngst behauptete, ein mit mehreren Kernen versehenes Gebilde.

Die Limitans interna gehört der Netzhaut nicht an, sondern dem Glaskörper, und entwickelt sich in der physiologischen Sehnervenexcavation direkt aus den Fasern des von mir daselbst beschriebenen Bindegewebslagers (centraler Bindegewebsmeniscus), wodurch der bindegewebige Charakter derselben unzweifelhaft dargethan sein dürfte. Die Enden oder Füße der Radialfasern am Margo limitans zeigen außerordentlich verschiedene Größenverhältnisse sowie ferner häufig ein Zerfallen in mehrere Teile, welche sich mit denen der benachbarten durchflechten. Nie findet sich in den Basalkegeln ein Kern. Noch ehe die Radialfasern die von dem Margo limitans immer durch einen mehr weniger großen Lymphraum — HENLE und MERKEL — getrennte Nervenfasernlage erreichen, treten einzelne Zweige, manchmal membranähnlich, vom Stamme derselben ab. In der Nervenfasernlage selbst findet keine Abgabe von Zweigen statt, wohl aber zwischen den großen Zellkörpern des Ganglion nervi optici und in noch höherem Grade, nachdem auch die innere reticuläre Schicht glatt durchsetzt worden, in der Schicht des Ganglion retinae. In dieser letzteren baut sich so unter Hinzutritt von noch weiter unten zu erwähnenden gliösen Elementen eine förmliche Umscheidung der nervösen Bestandteile, und zwar sowohl der Zellen selbst wie ihrer Fortsätze, auf. Hier selbst besitzt jede Radialfaser einen großen ovalen Kern mit deutlichem Kernkörperchen, welcher in sehr verschiedener Weise dem Faserstamme anhaftet. Am äußeren Rande der Schicht des Ganglion retinae sowie im Bereiche der äußeren reticulären beginnt die Auflösung des Stammes der Radialfasern in mehrere teils schwächere, teils stärkere Aeste, welche durch immer weitere Teilung und durch die Abgabe von membranösen Gebilden eine Umscheidung sämtlicher zelligen und faserigen Gebilde nervösen Charakters herbeiführen. Die sogenannte Limitans externa geht durch Zusammenfließen der Endäste hervor. Nach außen von ihr finden

sich von bindegewebigen Elementen nur noch äußerst zarte Membranen, welche die Innenglieder der Zapfen und Stäbchen eng umschließen, sowie etwa ebenso weit reichende feinste Fasern. An einzelnen Radialfasern kann man wohl auch bemerken, daß kein eigentlicher Zerfall in mehrere annähernd gleich starke Fasern in der äußeren reticulären Schicht oder am äußeren Rande derselben erfolgt, sondern daß sie sich in annähernd gleicher Breite fast bis zur *Limitans externa* fortsetzen, nur nach allen Seiten zarte Sprossen für die Umscheidung der umliegenden Stäbchenbez. Zapfenfasern und -körner aussendend.

Es möge hierbei bemerkt werden, dass für die vorstehende Beschreibung des Radialfasersystems nur solche Isolierungen berücksichtigt wurden, die ganze Fasern vom *Margo limitans* bis zu den Außengliedern der Sehepithelien darstellten.

Für die Untersuchung des Radialfasersystems mittelst Schnittserien erwies sich als bei weitem beste Methode die Erhärtung ganz frischer Netzhautteile in FLEMMING'scher Lösung und hierauf eine Kombination der von FRIEDMANN, PAL und WEIGERT angegebenen Verfahren, welche von Dr. SCHMIDT ausgeprüft wurde. Des genaueren stellt sich dieselbe so, daß das Präparat, nachdem es etwa zwei Tage in obiger Lösung gelegen, kurz in Wasser abgespült, etwa drei Tage in Alkohol nachgehärtet und in Celloidin eingebettet wird; die möglichst feinen Schnitte werden in WEIGERT'sches Hämatoxylin übertragen (1—2 Tage im Brütöfen bei 30—40° C), hierauf in Wasser (dem eventuell einige Tropfen einer kalt gesättigten Lösung von Lithion carbonicum zuzusetzen sind) abgespült und nach PAL entfärbt. Die so gewonnenen Präparate zeigen das Radialfasersystem, welches, wie bekannt, nach anderen Härtungen (Alkohol, Chromsäure, MÜLLER'sche Lösung etc.) und den gewöhnlichen Färbungen zumeist nur undeutlich hervortritt, tief blauschwarz gefärbt und ziemlich verdickt in überraschender Deutlichkeit und Klarheit. Bezüglich der Anordnung erkennt man, daß die Radialfasern zwischen *Margo limitans* und *Ganglion nervi optici* immer nur in den Spalten zwischen den Nervenfaserbündeln verlaufen, diese unter Umständen halbkreisförmig am Rande umgreifend, und dann erst in annähernd gleichen Abständen sich verteilen. Auch das bereits erwähnte Ineinandergreifen der unmittelbar am *Margo limitans* häufig zerfallenden Basalenden wird ungemein deutlich. Nach eben dieser Methode läßt sich fernerhin mit größter Sicherheit die bereits erwähnte Umscheidung der Stäbchen- und Zapfenfasern und -körner be-

stätigen; dieselben beginnen, wie hier des genaueren sichtbar wird, an dem kolbigen Ende der Fasern, Fußkegel, diesem nur lose anliegend, und zeigen außerdem eine leichte Längsstreifung, die aber wohl nur auf Fältelung der Membran zurückzuführen ist.

Als Besonderheit für die Gegend der *Macula lutea* sei erwähnt, dass in derselben die Radialfasern proportional der Annäherung an die *Fovea* immer dichter, aber zugleich auch dünner und schräger gestellt erscheinen.

Ein zweites Gewebelement, welches bis zu einem gewissen Grade der Stützsubstanz zugezählt werden muß, umfaßt die die Nervenfasern umgebende *Glia* innerhalb der Nervenfasernlage sowie die innere und die äußere *reticuläre* Schicht. Bezüglich des chemischen Verhaltens derselben habe ich schon im Jahre 1877 auf Grund von Trypsinverdauung eingehende Mitteilungen gemacht und insbesondere nachgewiesen, daß es dem Neurokeratin KÜHNE's zuzuzählen sei. Zu diesem Gewebe stehen nun vermöge ihrer Lagerung bestimmte zellige Elemente in Beziehung, die einer Besprechung bedürfen.

Zunächst trifft man in der Nervenfasernlage und zwar besonders am Rande der Bündel sowie in den Spalträumen derselben große, meist platte zellige Gebilde, gewöhnlich der Längsrichtung der Bündel in ihrer Lagerung folgend. Dieselben sehen im Profil endothelialen Platten nicht unähnlich; von der Fläche betrachtet erkennt man einen großen Kern mit meist umfangreichem, granuliertem Zelleibe, der in verschieden zahlreiche Fortsätze ausstrahlt. In Schnittpräparaten heben sie sich häufig von der Oberfläche des Nervenbündels ab und ragen dann mehr oder weniger frei in den submarginalen Lymphraum hinein.

Ferner finden wir hierher gehörende Zellkörper spärlich in der Schicht des *Ganglion nervi optici*, am inneren Rande und in der Substanz, dagegen zahlreich am äußeren Rande der inneren *reticulären* Lage, zerstreut hie und da zwischen den Elementen des *Ganglion retinae* und wiederum zahlreich am inneren Rande, seltener innerhalb oder am äußeren Rande der äußeren *Reticularis*.

Die am äußeren Rande der inneren *reticulären* Schicht vorkommenden Zellen, welche von WILHELM MÜLLER als eine besondere Schicht, die der *Spongioblasten* aufgefasst worden sind, zeichnen sich durch ihre Größe aus. Eine besondere Form waltet unter ihnen nicht vor; bald stellen sie plattenartige Gebilde, bald vier-eckige bez. unregelmäßig gestaltete Zellkörper dar, welche in eine größere Anzahl von Fortsätzen ausstrahlen. Mindestens einer von

diesen tritt immer nach außen, gewöhnlich auch nach innen, während die Mehrzahl einen horizontalen oder doch annähernd horizontalen Verlauf einschlägt. Ihr Aussehen ist ein homogenes; im gehärteten Präparate fällt die lebhaftere Imbibitionsfähigkeit für eine Reihe von Farbstoffen auf. Eine kontinuierliche auch nur einzellige Lage resp. Schicht bilden an feinsten Schnitten diese Zellen nicht, vielmehr finden sich zwischen denselben Unterbrechungen, deren Grösse je nach der Entfernung vom hinteren Pole schwankt. Die horizontal verlaufenden Fortsätze benachbarter Zellen vereinigen sich miteinander und stellen auf solche Weise am äußeren Rande der inneren reticulären Substanz ein von vielen großen und kleinen Löchern durchsetztes Maschenwerk dar.

Am äußeren Rande der Schicht des Ganglion retinae oder der inneren Körner sind in ähnlicher Weise analoge, nur im allgemeinen etwas kleinere Zellen in gewissen Abständen gelagert, von WILHELM MÜLLER „tangential Fulcrumzellen“, von SCHIEFFER-DECKER „konzentrische Stützzellen“ genannt. Die Formverschiedenheit dieser Zellen ist die nämliche wie bei den eben genannten; es wird von ihnen ein zweites siebartiges, konzentrisches Maschenwerk aufgebaut, zweifellos dazu bestimmt, gleich dem gegenüberliegenden den zarten, durchtretenden, nervösen Fasern Schutz zu gewähren und die Radialfasern in ihren Abständen zu fixieren.

Zwischen den beiden eben beschriebenen Zellnetzen werden durch radial abtretende Fortsätze und eine Zahl weiterer Zellen derselben Art vielfache Verbindungen gegeben.

Besonders in neuerer Zeit sind verschiedene Gruppen dieser Zellenspecies von einzelnen Autoren als nervöse angesprochen worden; am weitesten geht hierin DOGIEL. Daß solches mit Unrecht geschehen, dürfte zweifellos daraus hervorgehen, daß in Rede stehende Zellen auch in Netzhäuten längst erblindeter Augen, bei denen alle sicher nervösen Elemente vollständig geschwunden waren, in charakteristischer Form und unverminderter Zahl vorhanden sind.

Die von dieser Zellenart sich entwickelnden Geschwülste werden unter dem Kollektivnamen „Gliome“ zusammengefaßt. Die Möglichkeit ihres Ausganges von jeder einzelnen Netzhautschicht (Pinto) dürfte nach dem Gesagten nichts Befremdendes mehr in sich schließen.

Die Beziehungen, welche zwischen den beschriebenen Zellen und den reticulären Substanzen bestehen, sind zur Zeit noch nicht völlig festgestellt. Nach meinen an einer ^{kleineren} größeren Reihe von Embryonen unternommenen Untersuchungen möchte ich annehmen,

daß es sich nicht um eine Ausscheidung von seiten jener Zellen handelt, sondern daß sowohl die innere wie die äußere reticuläre Substanz dadurch entstehen, daß eine gewisse Zellenart in einem gewissen Entwicklungsstadium sich in dieselben umwandelt. Diese schwindenden Zellen besitzen einen großen hellen Kern und einen nur sehr wenig oder gar nicht gekörnten blassen Zelleib. Ferner sind sie, abgesehen von ihrer Form, dadurch ausgezeichnet, daß sie nur sehr wenige Farbstoffe und auch diese immer nur schwach aufnehmen. Einzelne Vertreter findet man gelegentlich auch noch beim Erwachsenen mitten in der Substanz oder an den Rändern der reticulären Schichten. Zweifellos sind dieselben wiederholt gesehen, aber immer für nervöse Elemente gehalten worden.

Sehr schwer ist es, sich über die Bedeutung der reticulären Schichten ein Urteil zu bilden. Daß dieselben nicht, wie angenommen worden, die Rolle eines Isolators spielen können, geht meines Erachtens daraus hervor, daß ihre Mächtigkeit um die Fovea herum, wo die isolatorische Wirkung doch am meisten in Frage käme, nicht zu-, sondern eher abnimmt.

Um die Ausstrahlung bez. den Zusammenhang der unzweifelhaft nervösen Elemente festzustellen, wurde, soweit die Isolierungsversuche in Betracht kamen, nur Material verwandt, welches nach der oben angegebenen Methode mit Osmiumsäure behandelt worden war.

Zunächst ließ sich erkennen, daß bei einzelnen Fasern in der Nervenfaserschicht sicher dichotomische Theilungen vorkommen. Bezüglich der histologischen Eigenschaften der Ganglienzellen im Ganglion nervi optici konnte ich den erschöpfenden Angaben MAX SCHULTZE's nichts hinzufügen.

Meine Bemühungen, die Ausstrahlung der Nervenfasern jenseits der Ganglien des Ganglion nervi optici zu eruieren, hieß auf die noch völlig offene Frage eingehen, ob die Ganglienzellen des Ganglion nervi optici und retinae in direktem Zusammenhange stehen, resp. in welcher Weise? Nach vielen fruchtlosen Versuchen kam ich schließlich zu positiven Resultaten. Es gelang dreimal, sichere derartige Isolationen zu erhalten. Schon bei diesen Präparaten fiel es mir auf, daß die beide Ganglienzellenarten verbindende Faser außerordentlich fein, gleichmäßig dick und nur mit unbedeutenden Varikositäten versehen war; sie entsprang vom eigentlichen Zell-

körper, nicht von den großen Fortsätzen desselben, und zeigte in einiger Nähe von dem großen Zellkörper unter leichter Verdickung in dem einen Falle zwei, in den zwei anderen ein dünnes, nach innen abtretendes Fäserchen. Niemals gelang es, eine Zelle zu isolieren, welche die großen, sich vielfach verästelnden Fortsätze und jenen zu einem Element des Ganglion retinae ziehenden feinen, hyalinen und nur an den varikösen Stellen bei stärkster Vergrößerung eine Andeutung von Körnelung zeigenden Fortsatz zugleich erkennen ließ, sondern es war entweder der letztere abgebrochen oder die ersteren waren wesentlich verstümmelt.

Nach Lösung dieser kardinalen Frage wandte ich mich der Erforschung des Zusammenhanges der Ganglien des Ganglion retinae und der Sehepithelien zu. Die nervösen inneren Körner verhalten sich hinsichtlich der peripheren Fortsätze ziemlich verschieden. Es können gleich aus dem kleinen Zelleibe mehrere Fortsätze entspringen und gesondert zur äußeren reticulären Schichte streben, oder es verlängert sich der Zelleib zu einem großen gemeinsamen Fortsatze, der sich sehr bald bez. nahe der äußeren reticulierten Schichte bez. in dieser selbst erst in eine Reihe von wiederum schnell sich theilenden Asten auflöst. Entwickeln sich nicht gleich aus dem Zelleibe mehrere Fortsätze, was das gewöhnliche ist — sondern tritt eine Auffaserung erst an resp. in der reticulären Substanz ein, so pflegt die Auffaserung gewöhnlich unter einer mehr weniger großen doldenartigen Anschwellung zu erfolgen. Die Fortsätze breiten sich flächenhaft aus, am Rande der Dolde entspringend und immer weiter sich theilend, mit Ausnahme eines, der in der Mitte der Dolde unten hervorsprießt und zumeist gerade nach außen bez. unten zieht. Dieser letztere vermittelt den Zusammenhang mit dem Fußkegel der Zapfenfaser. Wie sich der Übergang beider vollzieht, war nicht immer mit Bestimmtheit zu eruieren, da nach Osmiumsäurebehandlung stets etwas von der reticulären Substanz der Zapfenfaserbasis anklebt.

Zweifellos erscheint, daß die Zapfenfaserbasis, welche immer mehr weniger ausgehöhlt ist, von einer ihr Niveau leicht überragenden, im Profil gesehen flach ovalen, von der Fläche betrachtet gewöhnlich fünf- oder sechseckigen, stark protoplasmatischen, dem Zapfenellipsoid ähnlichen Masse — von DOGIEL granuliertes Klümpchen genannt — erfüllt wird, die bei Osmiumsäureeinwirkung quillt und deshalb mit der umgebenden reticulären Substanz in innigeren Kontakt gerät. Aus demselben Grunde sieht man manchmal auch eine vakuolenähnliche Bildung in der Zapfenfaserbasis oder es entsteht der Eindruck, als decke

jene Masse, welche übrigens von der Zapfenfaserscheide mit umfaßt wird, die Zapfenfaserbasis zu, werde aber von dem Ende der Zapfenfaser selbst durch einen hellen Streifen getrennt. In diese Substanz senkt sich der von einem Element des Ganglion retinae kommende Fortsatz hinein; gleichzeitig bemerkt man bei solchen Isolationen, daß um jeden Zapfen herum eine ganze Anzahl von kugelförmigen Endanschwellungen der Stäbchenfasern gelegen sind, in welche gleichfalls zarte Endfasern des inneren Kernes münden.

Aus einer großen Reihe von Beobachtungen möchte ich den Satz folgern, daß jedes innere nervöse Korn nur mit einem Zapfen und je nach der mehr peripheren oder zentralen Lage mit einer größeren oder kleineren Anzahl von Stäbchenfasern in Verbindung tritt. Mehr zufällig hat sich weiterhin die interessante Thatsache erhärten lassen, daß wiederum eine Pigmentzelle die in direkter Beziehung zu einem inneren Korn stehenden Sehepithelien umfaßt.

Zur Konstatierung des soeben auf Grund von Isolationsversuchen beschriebenen Zusammenhanges der Nervenfasern mit dem Sehepithelium auch im Schnittpräparate, wo jede zufällige Aneinanderlagerung von Teilen unter allen Umständen ausgeschlossen werden kann, bediente ich mich fast aller in neuerer Zeit empfohlenen Färbemethoden, kam indessen eigentlich nur durch kleine Modifizierung der von WEIGERT angegebenen Kupfer-Hämatoxylinmethode zu fördernden Ergebnissen. Unsere kleinen Abänderungen des bekannten WEIGERT'schen Verfahrens waren die, daß wir nicht ein größeres Gewebstück, sondern die feinsten Retinaschnitte in Kupfersulfat brachten und etwa einen Tag bei einer Temperatur von etwa 40° C beließen, ferner darin, daß wir die Schnitte mindestens 1—2 Tage der Einwirkung der Hämatoxylinlösung wiederum im Wärmekasten aussetzten und nun entweder gar nicht oder nur in ganz geringem Grade die Differenzierung mittelst roten Blutlaugensalzes vornahmen. Wir sahen sehr bald, daß die von LENNOX gegebene Beschreibung der Retinafärbung nach WEIGERT's Verfahren auch nicht entfernt die Leistungsfähigkeit desselben würdigte.

Die Ganglienzellen nehmen eine sehr verschiedene Färbung an, indem entweder der ganze Zelleib, oder nur die um den Kern gelagerte gekörnte Zellsubstanz, oder allein der Kern sich schwarz tingierten, oder außer den Kernkörperchen überhaupt nichts. Worauf diese verschiedene Empfänglichkeit, die in jedem gelungenen Präparate bunt durcheinander Repräsentanten aller Typen liefert, beruhen mag, ob etwa auf einem besonderen Erregungs-

zustand im Moment des Absterbens des Ganglienkörpers, oder in wirklichen chemischen Verschiedenheiten des Protoplasmas, lässt sich natürlich nicht sagen.

Von ganz besonderem Interesse waren die Feststellungen, die sich an den Fortsätzen der Ganglienzellen machen ließen. Zunächst muß hervorgehoben werden, daß die Färbefähigkeit der Fortsätze nicht nur je nach ihrer Entfernung vom Zellkörper wechselt, sondern auch hinsichtlich ihrer verschiedenen Stärke, so daß es also niemals möglich war, alle Fortsätze in ganzer Ausdehnung an einem Präparate gleichmäßig tingiert zu erhalten.

Mit ganz besonderer Klarheit treten die die Ganglienzellen des Ganglion nervi optici und retinae verbindenden Fortsätze — wir wollen dieselben wegen ihrer charakteristischen Form und Verlaufsart mit dem eigenen Namen „Zwischenganglienfasern“ belegen — hervor. Es zeigen sich an der Peripherie oder an dem zu einem großen Fortsatze sich verlängernden Leibe der Zellen des Ganglion nervi optici eine grössere Anzahl tief blauschwarz gefärbter Stellen, die in vielen Fällen einen faserartigen Zusammenhang mit der den Kern unmittelbar umgebenden, gewöhnlich stark granulierten Substanz außerordentlich deutlich erkennen lassen. Die Form dieser Stellen ist entweder eine punktförmige, oder eine dreieckige mit verschieden steiler Spitze, oder eine flach tellerförmige, oder eine siegehring- oder steigbügelähnliche, indem man in ihrer Mitte einen ungefärbten Punkt wahrnimmt. Diese intensiv gefärbten Stellen, manchmal zudem mit einer Art Granulierung versehen, bilden die Ursprünge feiner Fäserchen. Von mehreren benachbarten Ganglienzellen convergiert je ein solches Fäserchen, um in ganz kurzem Abstände von den Zellen unter dreieckiger Anschwellung eine etwas stärkere Faser aufzubauen, welche nunmehr gewöhnlich radial, ganz direkt durch die innere reticuläre Substanz in die Schicht des Ganglion retinae zu einem nervösen Element zieht. Die Zwischenganglienfaser zeigt von ihrem Ursprunge bis zu ihrer Endigung dieselbe Dicke und dieselbe intensiv schwarze Färbung, ist sehr scharf contouriert und nur mit Andeutungen von Varikositäten versehen. Niemals wurde eine peripherwärts erfolgende Teilung einer Zwischenganglienfaser beobachtet.

In unmittelbarer Nähe des Clivus foveae imponieren zwischen innerer Reticularis und Ganglion retinae die hier sehr schräg ziehenden Zwischenganglienfasern stellenweis als wirkliche Faserbündel.

Aus den mit Sicherheit gewonnenen anatomischen Befunden

eines derartigen typischen Zusammenhanges der Zellen des Ganglion nervi optici und retinae lassen sich ohne weiteres eine Reihe physiologischer Folgerungen ziehen. Keine Erregung, möge sie auch nur von einem einzigen Zapfen ausgehen, wird ausschließlich in einer Nervenfasern, sondern immer in einer Anzahl von solchen fortgeleitet werden müssen. Die Annahme von spezifischen Fasern im Sehnerven, wie solche zur Erklärung des Farbensehens bekanntlich angenommen worden, wird hierdurch meines Erachtens im innersten erschüttert. Dagegen wird man für das Farbensehen vielleicht folgende Hypothese mit einiger Wahrscheinlichkeit aufstellen dürfen, nämlich die, daß, um beispielsweise Rot und Grün zu empfinden, die Erregung einer größeren Anzahl von Ganglienzellen, also auch die Beteiligung von mehreren benachbarten Ganglienzellen zum Aufbau einer Zwischenganglienzelle nötig ist, als zur Empfindung von Blau oder Gelb. Als anatomisch begründete Unterlage für diese Hypothese darf angeführt werden, daß ich thatsächlich in den zentralen Teilen der Netzhaut von einer größeren Zahl benachbarter Ganglienzellen Fäserchen zu einer Zwischenganglienzelle konfluieren sah als in den peripheren, ohne indessen bestimmte numerische Angaben für die dem Gesichtsfeld von Grün-Roth etc. entsprechenden Netzhautpartien liefern zu können.

Die Zwischenganglienzellen stellen aber nur einen sehr unbedeutenden Teil der aus den Ganglienkörpern sich entwickelnden Fortsätze dar. Gemeinhin verlängert sich der Zelleib in einen, zwei oder mehrere außerordentlich mächtige Fortsätze, die unter di- oder trichotomischer Teilung sich schließlich in der reticulären Substanz verlieren; ob dieselben Anastomosen untereinander eingehen, konnte ich nicht mit Sicherheit entscheiden; auch bin ich mir über ihre Funktion nicht ganz klar geworden; wahrscheinlich dienen sie nutritiven Zwecken.

An wohlgelungenen Präparaten sieht man außer dem eben mitgetheilten Verhalten der Ganglienzellen aber noch weiterhin, daß in seltenen Fällen einzelne Nervenfasern aus der Nervenfasernlage durch die Schicht des Ganglion nervi optici und im Bogen durch die innere reticuläre Substanz, das Ganglion retinae und die äußere reticuläre Substanz bis in die Schicht der Sehepithelien treten, ohne mit irgend einem zelligen Elemente sich verbunden zu haben. Welchem Zwecke diese Fasern dienen, konnte ich nicht eruieren. Desgleichen erkennt man fast an jedem gutgefärbten wirklich feinen Schnitte, daß in der inneren reticulären Schichte

auch horizontal verlaufende Fasern genau von dem Charakter der Zwischenganglienfasern vorkommen.

Die schon früher von mir gemachte Beobachtung, daß veritable Ganglienkörper genau von der Größe und dem Aussehen derjenigen des Ganglion nervi optici auch innerhalb der reticulären Substanz, des Ganglion retinae, ja sogar am Rande des äußeren Reticulums anzutreffen sind, habe ich vielfach bestätigt gefunden.

Die nervösen Körner der sogenannten inneren Körnerlage, des Ganglion retinae WILHELM MÜLLER's, ließen sich mit der angegebenen Tinktionsmethode samt ihren Fortsätzen gleichfalls außerordentlich prägnant hervorheben. Zwar muß ich von vornherein bemerken, daß nicht alle inneren nervösen Körner in gleicher Weise die Färbung aufnehmen, sondern daß, während der eine, allerdings bei weitem grössere Teil mit allen Fortsätzen sich intensiv schwarz färbt, der andere im Kern und im eigentlichen Zelleibe keine Farbe annimmt, grob granuliert erscheint und nur die Fortsätze schwarz und scharf hervortreten läßt. Die Menge der von jedem nervösen Elemente des Ganglion retinae in der äußeren reticulären Schicht ausgehenden, schließlich feinsten Fäserchen ist eine geradezu überraschende. Die Ausbreitung geschieht in vorwiegend tangentialer Richtung und führt eine geradezu unentwirrbare Verflechtung zwischen den Fasern benachbarter Zellen herbei. Nur derjenige Fortsatz, welcher die Verbindung des nervösen inneren Kornes mit dem Zapfen herstellt, pflegt, ohne sich zu teilen, charakteristisch von der Auflösungsstelle radial nach außen zu treten. Diejenigen Fäserchen, welche mit der kleinen runden oder leicht ovalen Anschwellung, dem Endknöpfchen der Stäbchenfasern sich verbinden, scheinen, soweit ich mir ein Urteil bilden konnte, nicht von typischen Fortsätzen zu entspringen.

Bezüglich der Schichte der Sehepithelien ist hier zu erwähnen, daß von den Körnern der Stäbchen nur etwa die Hälfte unter Einwirkung der WEIGERT'schen Methode Farbe annimmt, die andere aber völlig farblos bleibt, des weiteren, daß in derselben, regellos eingestreut, auch Kerne vorkommen, die sicher nicht zu Sehepithelien gehören, vielmehr nach Tinktion wie Aussehen ihre Zugehörigkeit zu den Bindegewebelementen bekunden.

Zum Schlusse meiner Mitteilung möchte ich noch auf eigentümliche Ganglienzellen hinweisen, welche sich sowohl in der Schicht des Ganglion nervi optici, unter Umständen weit in die

Nervenfaserlage hineinragend, in der inneren reticulären, in der des Ganglion retinae, sowie in der äusseren reticulären Schicht sporadisch vorfinden und dadurch auffallen, dass ihre wohlausgebildeten Fortsätze umgekehrt, also glaskörperwärts, sich erstrecken, ihr charakteristischer Kern stäbchenwärts gelegen ist. Dieselben sind von der Größe der Ganglienzellen des Ganglion nervi optici und haben fast ausnahmslos eine birnförmige Gestalt. Länger (ich habe diese Zellen schon vor zehn Jahren gesehen und gezeichnet) glaubte ich dieselben nur für pervers gelagerte Elemente ohne Besonderheiten halten zu sollen. Seitdem ich indessen gefunden habe, daß von denselben auch Fasern abgehen, welche den beschriebenen Zwischenganglienfasern in Aussehen und Tinktionsfähigkeit ähneln (indessen mit der Einschränkung, daß sie im allgemeinen aus einer Faser nur einer Zelle, nicht durch Conflux von mehreren entstehen); seitdem ich ferner gesehen habe, daß diese Fasern nicht direkt nach aussen oder nach innen, sondern vorwiegend in der Fläche, concentrisch, verlaufen, und besonders nachdem ich drittens feststellen konnte, daß, je näher man der Fovea centralis kommt, um so mehr derartige Zellen — in der Nähe der Fovea unter Umständen eine neben der andern — zumal am äusseren Rande der inneren reticulären Schicht vorkommen, bin ich der Überzeugung, dass diese Zellen nicht zufällig pervers gelagert sind, sondern daß sie einen physiologischen Bestandteil der normalen Netzhaut von zur Zeit noch unbekannter Funktion darstellen.

J e n a, im August 1889.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft](#)

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: [NF_17](#)

Autor(en)/Author(s): Kuhnt

Artikel/Article: [Histologische Studien an der menschlichen Netzhaut. 177-188](#)