# Histologische Mitteilungen. II. Sehzellen von Rana.

Von

Dr. K. C. Schneider, a. ö. Professor a. d. Universität Wien.

(Mit 1 Tafel.)

Bei Abhaltung des histologischen Praktikums im verflossenen Wintersemester prüfte ich meine Präparate der Froschretina, die meiner Darstellung in der "Histologie" (1902) zugrunde lagen, nochmals genau und war überrascht Strukturen wahrzunehmen, die mir früher entgangen sind, die aber über den so viel umstrittenen Aufbau der Sehzellen weitgehenden Aufschluß bieten und deren Mitteilung mir deshalb von großer Wichtigkeit erscheint. Ich ließ noch neue Schnitte, vor allem Flächenschnitte, anfertigen, die für das Verständnis der Stäbchenstruktur von Bedeutung sind. Das Material ist in Perenyischer Flüssigkeit konserviert; die Salpetersäure hat sich hier wieder einmal als vorzügliches Konservierungsmittel nervöser Fibrillenstrukturen bestens bewährt. Gefärbt wurde mit Heidenbehalns Eisenhämatoxylin.

#### I. Stäbchenzellen.

Hier vermochte ich Neurofibrillen durch die ganze Zelle hindurch zu verfolgen. Daß es sich um Neurofibrillen handelt, wird aus der Schilderung, wie ich glaube, ganz von selbst hervorgehen und bedarf daher keiner weiteren Begründung. Ich beginne mit dem proximalen, unter der Limitans externa und unter dem Kern gelegenen Zellabschnitt. Hier sind Neurofibrillen bis jetzt nicht mit Sicherheit festgestellt worden. Auch an den besten Präparaten vermißt man zumeist klare Fibrillenstrukturen ganz, findet dafür in den schlanken Zellleib eingelagerte schwärzbare Körner, die besonders an der ba-

salen Verzweigungsstelle häufig sind und in dieser Lage von mir 1902 erwähnt wurden. Gut erhaltene Zellen lassen nun aber spiral gewundene, längs und dicht nebeneinander verlaufende Fibrillen erkennen, wie sie die Fig. 5 b—d darstellt. Diese Spiralen sind durchaus klar und scharf zu erkennen. Ihre Windungen sind vor allem basal relativ weit, werden gegen den Kern hin immer enger und sind neben dem Kern sehr eng, zugleich aber auch länger gestreckt und zarter. Es macht den Eindruck, als stiegen die Spiralen nur an einer Seite des Kerns zur Limitans empor. Im Bereich der Limitans sind sie nur selten einigermaßen deutlich zu erkennen, doch konnte ich mich einige Male sicher vom Übergang in über dem Kern deutlich unterscheidbare Fibrillen (Fig. 5b) überzeugen.

Daß die gewöhnlich — bei ausgiebiger Schwärzung — nachweisbaren Körner (Fig. 5 c und d) nichts anderes als Zerfallsprodukte der Fibrillen sind, folgt ohne weiteres aus den verschiedenen Bildern. Die Zahl der Fibrillen schätze ich auf mindestens fünf oder sechs; genau war die Zahl hier nicht zu ermitteln (siehe unten bei Besprechung der Stäbchen weiteres). Die Fibrillen liegen gewöhnlich (?) den Endabschnitten der Müllerschen Stützfasern dicht an, die sich über dem äußeren Neuropil in ihre fibrillären Komponenten (siehe unten) aufzulösen beginnen. Über eine Beziehung der Sehzellfibrillen zu den Fibrillen des Neuropils vermag ich nichts näheres auszusagen.

Über den Kernen, im Innenglied des Stäbchens, sind die Fibrillen gewöhnlich angedeutet, selten aber so klar einzeln erkennbar, als es für den proximalen Zellteil in günstigen Fällen gilt. Immerhin belehren Bilder wie die in Fig. 5 dargestellten sowohl über die Anwesenheit spiraliger Fibrillen als auch über deren Zusammenhang mit den proximalen Spiralen. Ich bemerke, daß die Deutlichkeit des Bildes in den Figuren nicht übertrieben wurde: die Fibrillen wurden bei den stärksten Vergrößerungen und weit geöffnetem Beleuchtungsapparat untersucht. Sie verlaufen longitudinal oder nur wenig schräg aufsteigend und treten in das Ellipsoid ein, das in der Hauptsache von ihnen aufgebaut wird, in dem sie aber verdickt - in eine feingranuläre, intensiv sich schwärzende Substanz eingehüllt - erscheinen. Diese Hüllsubstanz, die ihre Unterscheidung gewöhnlich unmöglich macht - siehe jedoch vor allem Fig. 4 mit dem zerfaserten Ellipsoid - unterscheidet sich färberisch von den Körnern, die man an mäßig konservierten Retinae in der Zelle und auch im Innenglied unterhalb des Ellipsoids trifft und die, wie erwähnt, sich vom Fribrillenzerfall ableiten.

Diese Körner sind basophil, die Interfibrillarsubstanz im Ellipsoid jedoch acidophil. Übrigens scheinen die Körner nicht den völligen Zerfall der Fibrillen anzudeuten, sondern repräsentieren nur lokale Anhäufungen einer spezifischen Außensubstanz an den Fibrillen; die Fibrillen selbst sind resistenter, jedoch nach Ablösung der Außensubstanz nicht leicht zu unterscheiden.

Im Innenglied sind fibrilläre Strukturen bis jetzt am häufigsten beobachtet, wenn auch in keinem Falle genau dargestellt worden. Schon M. Schultze sah Andeutungen der echten Neurofibrillen; ich erwähne ferner Bernard, der überall, auch im Ellipsoid, ein Netzwerk findet, von dem ich mich aber nicht überzeugen konnte. Es gehen wohl Fäden von den Spiralfibrillen zur Wand des Innenglieds (siehe unten) ab, von einem Netzwerk kann aber keinesfalls gesprochen werden. Hesse sah spiral verlaufende Fibrillen angedeutet im Ellipsoid, vermochte sie aber nicht scharf zu unterscheiden. Ich selbst hielt das Ellipsoid 1902 für eine rein granuläre Einlagerung ins Innenglied und glaubte die darunter erkannten Fibrillen seitlich an ihm vorbei verlaufen und in die Membran eintreten zu sehen, was aber die neuerliche Untersuchung als irrtümlich erwiesen hat.

Das Außenglied (Fig. 1 und 2) ist von äußerst kompliziertem Bau. Bekannt sind die außen verlaufenden, von Hensen entdeckten und von MAX SCHULTZE ausführlich beschriebenen feinen longitudinalen (oder ganz schwach gewunden, in sanfter Schraubenwindung aufsteigenden) Fibrillen, deren ca. 20-25 vorhanden sind und unter denen eine von besonderer Stärke ist (HESSE, KOLMER, HELD). Diese Wandfibrillen sind bald für Stützapparate, bald für nervös gehalten worden. Von ihrer fädigen Natur überzeugen Querschnitte am besten (siehe Fig. 2); über ihre fanktionelle Bedeutung siehe weiter unten. Vom Stäbcheninnern sind sichere Strukturen bis jetzt nicht bekannt geworden. Man weiß nur, daß die intra vitam homogene Achsensubstanz bei Konservierung mit Osmiumsäure und Essigsäure zum Zerfall in quere Plättchen neigt (M. SCHULTZE). RITTER gab eine, HENSEN drei axiale longitudinale und Krause (95) mehrere spirale Fibrillen an, ohne daß diese Autoren jedoch deren Existenz überzeugend hätten dartun können. Auch HESSE vermutet spirale Fibrillen und BERNARD beschreibt ein Netzwerk, wovon auch bereits HENSEN Andeutungen sah. Ich selbst konnte mich von inneren Fibrillen 1902 nicht überzeugen. Und doch hätte ich es bereits damals gekonnt, denn die hier in Fig. 1 und 3 dargestellten inneren spiralen Fibrillen sind zum Teil

nach meinen alten Präparaten gezeichnet. Ich unterschied früher nicht scharf genug zwischen inneren und äußeren Fibrillen, weil mir gute Flächenschnitte durch die Retina (Querschnitte der Stäbchen) fehlten, obgleich mir doch bereits die oft auffallende spirale Krümmung und tiefe Lage mancher Fibrillen aufgefallen war. An Stabquerschnitten sieht man nun folgendes überraschendes Bild (Fig. 2).

Es zeigen sich radial verlaufende, feine, an gut geschwärzten Präparaten überraschend deutlich hervortretende Fibrillen, die sich gegen innen hin zu mehreren (ca. 5, 6) stärkeren Fibrillen sammeln. die ihrerseits nicht radial, sondern longitudinal und zugleich spiral gewunden verlaufen. Davon überzeugt man sich durch Heben und Senken des Tubus. Die radialen Fibrillen sind nichts als kurze Zweige der Längsfibrillen — im folgenden seien sie als quere Zweige bezeichnet -, die im ganzen Verlauf von letzteren entspringen und direkt, in querer Richtung, zur Stäbchenwand verlaufen, an deren Längsfibrillen (Wandfibrillen) sie herantreten und mit ihnen verschmelzen (sich an sie anheften). Bernard hat übrigens diese Beziehung radial gestellter Fäden seines Netzwerks zu den Wandfibrillen bereits beobachtet und schon Cuccati und Hensen war eine radiale Streifung im Stäbchen bekannt. Die Zweige ordnen sich nicht in bestimmten Niveaus, weder an einer einzelnen Spiralfibrille, noch etwa gar an allen, auf einem Querschnitt wahrnehmbaren; immerhin verteilen sie sich doch ziemlich gleichmäßig, und da manchmal die Wandfibrillen an ihren Insertionsstellen leicht körnig verdickt erscheinen (was auch Bernard schon sah, siehe auch meine Histologie), so ergibt sich auf solche Weise eine Art oberflächlicher Querstreifung des Stäbchens. Auch ist unstreitig auf ihre Anwesenheit der Plättchenzerfall der Stäbchen zurückzuführen. Entweder zerfällt das Stäbchen innerhalb der Zweigniveaus oder zwischen diesen - ich halte letzteres für wahrscheinlicher; jedenfalls aber zerfällt nicht eine von den Zweigen und Spiralfibrillen unabhängige axiale Substanz. Denn eine solche, die den Plättchenzerfall erklären könnte, ist gar nicht vorhanden; vor allem distalwärts ist ein innerer fibrillenfreier Raum im Stäbchen überhaupt nicht nachweisbar (Fig. 2 c und b); aber auch basalwärts (Fig. 2 a) lassen sich gelegentlich Andeutungen von Fibrillen ganz im Innern erkennen, von denen es fraglich bleibt, ob sie selbständige Spiralfibrillen oder nur Anastomosen sind.

Somit ergibt sich der bedeutsame Befund, daß die anscheinend homogene Achsensubstanz des Stäbchens einerseits aus spiralen Fibrillen mit reichlichen Verzweigungen und andrerseits aus einer homogenen Kittmasse besteht, in der die fibrillären Strukturen ge-wöhnlich gar nicht unterscheidbar sind. Die Kittmasse bedingt zugleich mit der Fibrillenverzweigung den queren Plättchenzerfall. Die Fibrillen gehen am Ende des Stäbchens direkt ineinander über (Fig. 2 b) und scheinen auch sonst hie und da zu anastomosieren. Sie sind nur relativ schwach spiral gewunden, wie die Längsschnitte zeigen; aber gerade durch die spirale Krümmung unterscheiden sie sich scharf von den Wandfibrillen, die ganz gestreckt verlaufen. Von den Zweigen macht man sich an Längsschnitten schwer eine klare Vorstellung. Nur selten sieht man Bilder, wie Fig. 1 a, die deutlich den queren Verlauf der Zweige und ihre Insertion an den Wandfibrillen (äu fi) zeigen. Hier macht es den Eindruck, als bestünde das Stäbchen peripher aus Waben von regelmäßiger Anordnung. Aber dies Beispiel lehrt nur wieder einmal, wie leicht man dort Waben sehen kann, wo nicht die Spur wabiger Struktur vorhanden ist. An den Querschnitten sieht man die Zweigfibrillen einzeln so deutlich — ich mache vor allem auf Fig. 2 d aufmerksam - daß die scheinbare Ausbildung geschlossener Alveolen an den Längsschnitten nur auf Reagentieneinwirkung und Schwierigkeit optischer Auflösung des Bildes zurückzuführen ist. Übrigens betone ich, daß auch an Längsschnitten die Fadennatur der Zweige stellenweise ganz sicher zu erkennen ist.

Am schwierigsten fällt die Beurteilung des Zusammenhangs der Spiralfibrillen im Außenglied mit denen des Innengliedes. Fig. 3 b belehrt über das, was ich beobachten konnte. Man sieht den hellen Raum zwischen Innen- und Außenglied (Grenzvakuole) durchsetzt von einer ganz kurzen, dicken Spiralfaser, die, wenn geschwärzt, oft überraschend deutlich - wie ein Punkt, der eine kurze Strecke in Höhe und Tiefe weiterläuft - hervortritt, sonst aber gar nicht wahrgenommen wird und die sich gegen das Ellipsoid und gegen das Außenglied hin in mehrere sehr feine, sich nicht deutlich schwärzende Fäden auflöst, welche ihrerseits zu den Spiralfibrillen der Glieder in Beziehung zu stehen scheinen. Die vollkommen einwandfreie Feststellung dieses Zusammenhangs war mir nicht möglich, doch scheint mir ein Zweifel am Zusammenhang überhaupt ausgeschlossen, wenn er sich auch vielleicht komplizierter gestalten dürfte, als es hier geschildert ward. Ich sah gelegentlich an der Grenze der Vakuole am Außenglied eigenartige geschwärzte Strukturen, die ich nicht klar zu deuten wußte und auf deren Schilderung ich daher hier lieber verzichte.

Wenn wir den Aufbau der Stäbchenzellen im ganzen überblicken, ergibt sich die Anwesenheit mehrerer (mindestens fünf) spiral gewundener, im allgemeinen deutlich longitudinal aufsteigender Fibrillen, die im Zell- und Stabinnern gelegen sind und sich von der faserig aufgelösten Zellbasis bis ans Stäbchenende verfolgen lassen. Während im eigentlichen Zelleib unterhalb des Kerns und im eigentlich auch zum Zelleib gehörigen, durch das Ellipsoid charakterisierten Innenglied des Stäbchens die Fibrillen deutlich gesondert erscheinen, höchstens im Innenglied durch feine Brücken mit den gleich zu erwähnenden Wandfibrillen verbunden sind, sehen wir im Außenglied nicht allein Anastomosen, die am Stabende einen Zusammenhang aller Fibrillen vermitteln, sondern auch massenhaft kurze, quer gestellte Zweige, die sich färberisch ganz wie die Spiralfibrillen selbst verhalten und an die Wandfibrillen in ziemlich regelmäßiger Anordnung herantreten. Am schwierigsten zu beurteilen ist der Übergang vom Innen- aufs Außenglied, doch ist eine Verbindung der ober- und unterhalb gelegenen Fibrillen miteinander, wenn auch nicht ganz bis in die letzten Einzelheiten analysierbar. so doch angedeutet, da sich entsprechende Strukturen in der Grenzvakuole vorfinden. Im Ellipsoid und im Außenglied sind die Fibrillen in eine spezifische Hüllsubstanz eingebettet, in der sie für gewöhnlich gar nicht mit Sicherheit unterschieden werden können.

Die Wandfibrillen gehören nicht zur Stäbehenzelle und sind keine Neurofibrillen. Davon habe ich mich mit voller Sicherheit überzeugen können. Sie hängen vielmehr mit den Endfibrillen der MÜLLER schen Stützfasern zusammen, wie ja schon von M. SCHULTZE angegeben und neuerdings von HESSE und BORYSIEKIEWICZ angenommen wurde. Wichtig sind vor allem SCHULTZES Angaben, doch will ich zunächst meine eigenen Befunde darstellen. Die MÜLLERschen Stützfasern erweisen sich in der Retinazellschicht. wo ihre Kerne liegen, als aus Summen gestreckter Stützfibrillen, die sich intensiv schwärzen, bestehend und lösen sich in der Sehzellschicht pinselartig in ihre einzelnen fibrillären Komponenten auf, die minder deutlich hervortreten, aber doch an günstigen Stellen leicht nachweisbar gestreckt, zwischen den Sehzellen, zur Limitans aufsteigen, die, wie ich in meiner Histologie darstellte und es ja auch im allgemeinen angenommen wird, überhaupt nichts anderes repräsentiert als die körnig geschwellten zellulären Enden der Fibrillen. Die Körner bilden Schlußleisten, die an der Grenze der Stützzellen entwickelt sind und die Sehzellen einrahmen. Die Fibrillen enden nun in Wahrheit an den Schlußleisten nicht, sondern

setzen sich in die Wandfibrillen der Stäbchen (und Zapfen) fort. Das ist unschwer festzustellen, da, wie bekannt, die Membranen der Stäbchen auf den Schlußleisten aufruhen (Fig. 5, ab). Nun sind aber die Wandfibrillen von der Limitans an bis ans Stäbchenende ununterbrochene Gebilde und folglich gehören die Membranen, in denen sie verlaufen (siehe Fig. 2 d, e, f), nicht zu den Sehzellen, sondern zu den Stützzellen.

M SCHULTZE erkannte 1869 die erwähnte Kontinuität der Wandfibrillen von der Limitans an distalwärts und sah auch, daß sie sich proximalwärts in feine Fäserchen fortsetzen, die von den Sehfasern unabhängig erscheinen. Da er diese Fäserchen für nervös hielt, so glaubte er auch in den Wandfibrillen Nervenfibrillen sehen zu dürfen. Es fiel ihm dabei auf, daß diese Fibrillen in kurzer Entfernung von der Limitans sich am mit Osmiumsäure fixierten Material leicht von den Innengliedern ablösen, so daß dann der Limitans pallisadenartige, in Kreisen geordnete Stiftchen aufsitzen, die er als Faserkörbe bezeichnete. Da ihm nun eingewandt ward, daß die unterhalb der Limitans gelegenen Fäserchen nicht nervöser Natur, sondern Bindegewebe (richtiger: Stützgewebe) seien, unterschied er in seiner zweiten Arbeit (1871) die Faserkörbe scharf vom übrigen am Innenglied gelegenen "Fadenapparat", der nervöser Natur sein sollte, brachte sie jedoch in wenig glücklicher Weise in Beziehung zu den Wandfibrillen der Außenglieder. Weil SCHULTZE die Fibrillen der Innenglieder durchaus für nervös halten "wollte" — da er die fibrilläre Struktur der nervösen Substanz vertrat —, so "durften" die mit den Müllerschen Stützfasern zusammenhängenden Faserkörbe, die sicher nicht nervös waren, nicht mit ihnen zusammenhängen, obgleich in der ersten Arbeit gerade dieser Zusammenhang klar erkannt und hervorgehoben worden war. Wir sehen in diesem Ansichtswechsel ein glänzendes Beispiel des Einflusses der Theorie auf die empirische Beobachtung, dem wir uns niemals ganz entziehen können.

Die Faserkörbe verhalten sich in mancher Hinsicht abweichend von den Stabmembranen. Sie schwärzen sich mit der Golgi-Methode, färben sich auch sonst leicht abweichend — so zeigt sie Fig. 8 an einem etwas überfärbten Heidenhain-Präparat besonders intensiv, wenigstens etwas oberhalb der Limitans, tingiert — und lösen sich, wie erwähnt, leicht von den Membranen ab. Meiner Ansicht erklärt sich das sehr einfach daraus, daß an der betreffenden Grenze eine Umordnung der Fäden stattfindet. Unterhalb der Grenze, bis zur Limitans hin, erscheinen sie den Territorien der Stützzellen, von

denen sie ja stammen, zugeordnet; oberhalb ordnen sie sich den perzipierenden Apparaten zu, indem sie in deren Umkreis zu Membranen verkleben. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß die Grenzstelle besonders geeignet für Zerreißungen an Isolationspräparaten sein dürfte, besonders da ja die Neurofibrillen in Beziehung zu den Wandfibrillen — vor allem im Außengliede — treten.

Wie bereits angegeben, ist unter den Wandfibrillen eine besonders stark. Sie verläuft bei allen Außengliedern im allgemeinen an der gleichen Seite und es sind ihr, wie Querschnitte lehren. immer mehrere radiale Zweige zugeordnet. Schon Hesse sah sie und gibt an, daß sie sich auch auf die Membran der Innenglieder fortsetzt. Ich glaube gleiches gelegentlich beobachtet zu haben, vermag aber im allgemeinen die starke Fibrille am Innengliede nicht mehr zu unterscheiden, nur an der Grenzvakuole, KOLMER stellte sie durch die BIELSCHOFSKY-Methode überraschend deutlich dar. aber auch nur am Außengliede; am Innengliede erkannte er nur ein von der Endstelle der Fibrille ausgehendes, zarteres und weniger intensiv gefärbtes Fäserchen, das er durch die ganze "feinnetzige" Substanz des Innengliedes in schiefem Zuge hindurch verfolgte. Entsprechend dieser Angabe dürfte man erwarten, daß nicht alle Neurofibrillen auf die hier beschriebene Weise aus dem Innenglied ins Außenglied übertreten, sondern sich zum Teil auch an die basale Endstelle der dicken Wandfibrille anlegen und wohl erst von hier aus in das Stabinnere einstrahlen. Gewisse Bilder, die ich erhielt, legen mir diese Auffassung, die ich übrigens nur ganz als Hypothese vortrage, nahe.

Problematisch bleibt die funktionelle Bedeutung der Neurofibrillenzweige in den Außengliedern, die zur Membran in Beziehung stehen. Ich glaube nicht, daß diese Zweige nervöser Natur sind, da etwas Homologes von andern Sinneszellen nicht bekannt ist, kann aber als Beweis dieser Auffassung nur die nichtnervöse Natur der Wandfibrillen, mit denen sie innig verschmelzen, ferner die Anastomosenbildung der Neurofibrillen und den Zusammenhang der letzteren untereinander am Stabende anführen. Ich glaube, daß im Stab eine Art Neurofibrillengitter, wie es sonst in der Umgebung der Kerne in Nerven- und Sinneszellen oft beobachtet wird, vorliegt. Dieser Geschlossenheit der sicher nervösen Substanz scheinen mir die massenhaften Verbindungen der Fibrillen mit der Membran zu widersprechen, wenngleich allerdings auch nicht einzusehen ist, warum gerade in den Stäbchen mit ihrer dichten Kittsubstanz zahlreiche stützende Beziehungen zur Umgebung notwendig sein sollten, wäh-

rend sie in den Zapfen, die solcher Kittsubstanz zu entbehren scheinen, ganz fehlen. Somit muß die Frage nach der Natur der Fibrillenzweige zur Zeit noch offen bleiben.

### II. Grüne Stäbchenzellen.

Neben den violettroten Stäben unterschied man schon zeitig (RITTER 1859) keulenförmige Stäbe von grüner Farbe, die etwas tiefer in die Pigmentschicht hineinragen. Betreffs des allgemeinen Aufbaus verweise ich auf meine Histologie; über die feineren Strukturen habe ich kurz folgendes auszusagen. Die stets intensiv sich schwärzenden grünen Stäbe zeigen immer deutliche fibrilläre Strukturen (Fig. 6), indessen ist es sehr schwer, den Fibrillenverlauf genauer zu analysieren. Im langgestielten Innenglied sieht man ca. 4 spirale Fibrillen, die auch das Ellipsoid aufbauen, wobei sie sich, wie es scheint, in weitere Spiralwindungen legen und im Zentrum der Grenzvakuole in schwer deutlich erkennbarer Weise (Fig. 6 c und d) ins Außenglied übertreten. Im Außenglied zeigen gute, stark differenzierte Quer- und Längsschnitte mehrere longitudinal und stark spiral gewunden verlaufende Fibrillen, von denen gleichfalls Zweige, die aber wenig regelmäßig verteilt sind, zur Membran abgehen (Fig. 2 g, gr, st.). Somit würden die grünen Stäbe prinzipiell den gleichen Bau wie die roten zeigen, doch gelang es mir nicht, alle Zweisel völlig sicher zu beheben. Immerhin scheint mir der nicht selten sich aufdrängende Gedanke, daß die Neurofibrillen das Außenglied nicht longitudinal, sondern in schraubigem Verlaufe durchsetzen, unhaltbar, besonders bei Berücksichtigung des in Fig. 6 a dargestellten Elementes.

Über den Fibrillenverlauf unterhalb des Kerns und neben ihm kann ich nichts Sicheres aussagen. Eine Membran des Innen- und Außengliedes ist vorhanden und scheint nicht wesentlich von der der roten Stäbe verschieden. In der Literatur finden sich über die feinere Struktur der roten Stäbe keine genaueren Angaben; in meiner Histologie (1902) habe ich die Neurofibrillen bereits als "starke und vielleicht sich regelmäßig spiralig windende", die ganze Dicke des Gebildes durchsetzende Elemente beschrieben.

### III. Zapfenzellen. (Fig. 7.)

Hier kann ich mich gleichfalls kurz fassen. In den Zapfen sind schraubig verlaufende Neurofibrillen leicht festzustellen und schon von Krause, entsprechend den Befunden Ritters (1891) an den Zapfen vieler anderer Wirbeltiere, erkannt worden, Hesse hat sie eingehend beschrieben und ich sie in meiner Histologie erwähnt. Mit HESSE scheinen mir drei Fibrillen, die dicht nebeneinander verlaufen, vorhanden zu sein, doch konnte ich mit Sicherheit nur zwei unterscheiden (siehe vor allem Fig. 7 d). Der Übertritt der Fibrillen vom Außen- ins Innenglied erfolgt in der Wand der Grenzyakuole, in der Fig. 7 c eine deutliche Spirale eingelagert zeigt. Auch im Ellipsoid sind schraubig verlaufende Fibrillen oft deutlich zu sehen (Fig. 7 b und c). RITTER sprach von einem Wunderknäuel unendlich verschlungener Windungen im Innenglied der Zapfen: Hesse hat den schraubigen Verlauf im Ellipsoid erkannt. Unterhalb des Ellipsoids ist der Fibrillenverlauf mehr gestreckt. Von der Region des Kerns und vom breiten Zellsockel kann ich keine genauen Angaben machen, da hier die Konservierung ungenigend erschien. Zarte Fibrillen ließen sich wohl in lockerer Anordnung unterscheiden, wie aber ihr Verlauf ist, war nicht sicher zu ermitteln

Membranen sind an den Zapfen gut festzustellen und enthalten, wie bekannt (Hesse u. a.), auch zarte Wandfibrillen, darunter — am Außenglied — eine auffallend dicke, wie von Kolmer gezeigt ward. Verzweigungen der Fibrillenschrauben lassen sich nicht unterscheiden und ich möchte eben aus diesem Grunde, wie bereits erwähnt, auch den Zweigen der Stabfibrillen keine nervöse Bedeutung zuschreiben.

Nachtrag. Ganz neuerdings hat auch G. Retzius die Kolmersche Wandfibrille beobachtet und darauf aufmerksam gemacht, daß sie vor Kolmer auch von Fürst gesehen wurde. Fürst fand an ihrer Basis einen Diplochonder, den Retzius gleichfalls wahrnahm; ich habe ihn an den Eisenhämatoxylinpräparaten nicht auffinden können.

Wien, 29. März 1905.

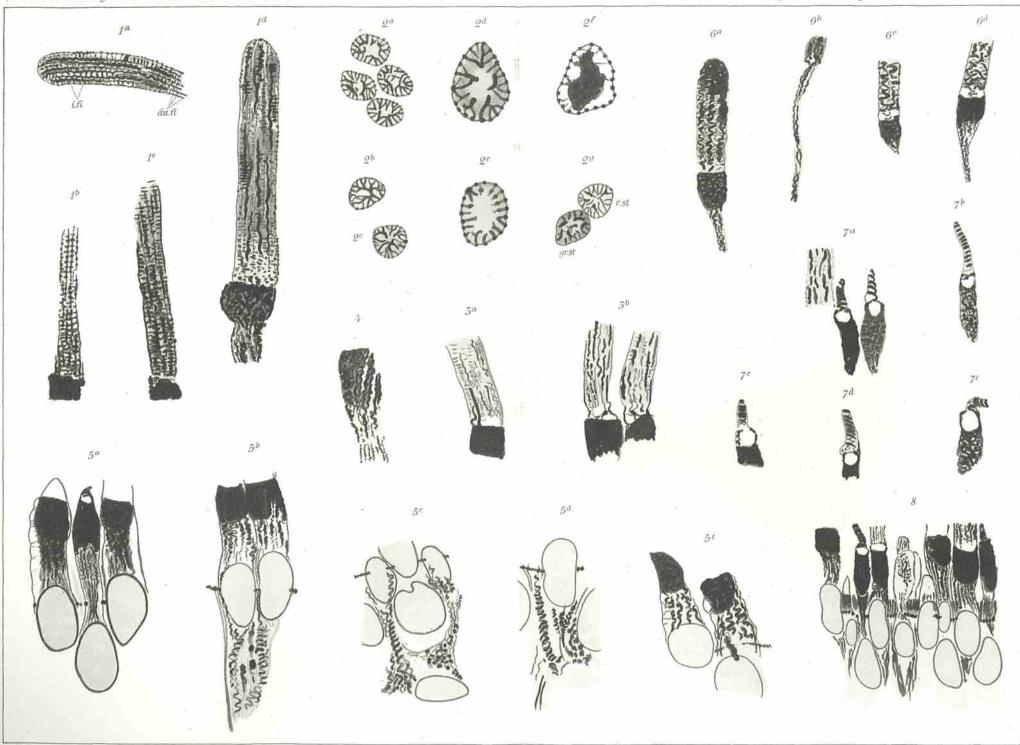
#### Literaturverzeichnis.

- 1901. Bernard H. M., Studies in the Retina. Rods and Cones in the Frog and in some other Amphibia; in Quart. Journ. Micr. Sc. (N. S.), Vol. XLIV.
- 1903. Studies in the Retina. Ibidem, Vol. XLVI.
- 1899. Borysiekiewicz M., Beiträge zum feineren Bau der Netzhaut des Chamaeleo vulgaris. Wien, Deuticke.
- 1886. CUCCATI G., Sur la structure rayonnée du segment externe des bâtonnets rétiniens; in Arch. ital. Biologie, T. VII.
- 1904. FÜRST C. M., Zur Kenntnis der Histogenese und des Wachstums der Retina; in Lunds Univers. Ärsskrift, Bd. 40, Afd. 1.
- 1904. Held H., Zur weiteren Kenntnis der Nervenendfüße und zur Struktur der Sehzellen; in Abhandl. math.-phys. Kl. k. Sächs. Ges. Wiss. Bd. 29, Nr. 2.
- 1867. Hensen V., Über das Sehen in der Fovea centralis; in Arch. path. Anat. Phys., Bd. XXXIX.
- 1903. Hesse R., Über den Bau der Stäbchen und Zapfen der Wirbeltiere. Verh. D. Z. Gesellsch. Würzburg.
- 1904. Über den feineren Bau der Stäbchen und Zapfen einiger Wirbeltiere; in Z. Jahrb., Suppl. VII.
- 1904. Kolmer W., Über ein Strukturelement der Stäbehen und Zapfen der Froschretina; in Anat. Anz., Bd. XXV, Nr. 4.
- 1892. Krause W., Die Retina. II. Die Retina der Fische. III. Die Retina der Amphibien; in Internat, Monatsschr. Anat. Phys., Bd. IX.
- 1893. Die Retina, 1V. Die Retina der Reptilien. V. Die Retina der Vögel. Ibidem Bd. X und XI.
- 1895. Die Retina. VI. Die Retina der Säuger. Ibidem. Bd. XII.
- 1859. RITTER C., in Archiv f. Ophthalmologie, Bd. V. Abt. II.
- 1891. Zur Histologie der Zapfen der Fischretina; in Internat. Monatsschrift Anat. Phys., Bd. VIII.
- 1891. Studien über die Stäbchenschicht der Vögel. Ibidem.
- 1902. SCHNEIDER K. C., Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere. Jena.
- 1869. SCHULTZE M., Über die Nervenendigungen in der Netzhaut des Auges bei Menschen und bei Tieren; in Arch. mikr. Anat., Bd. V.
- 1871. Neue Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Retina; in Arch. mikr. Anat., Bd. VII.

### Figurenverzeichnis.

Alle Figuren sind mit dem Zeichenapparat gezeichnet. Die Vergrößerungen mittelst homogener Immersion <sup>1</sup>/<sub>12</sub> von Leitz und Okularen 2, 4 oder 8 und 12 (Zeisssche Kompensationsokulare) sind abgekürzt bei jeder Figur angegeben.

- Fig. 1. Rote Stäbe längs. a, b und c bei <sup>1</sup>/<sub>12</sub>, 4, d bei <sup>1</sup>/<sub>12</sub>, 8. Zeigt die Neurofibrillen (*i fi*) und ihre Zweige, in a auch die Wandfibrillen an der Stabbasis (aŭ fi).
- Fig. 2. Rote Stäbe quer. α—c und g bei ¹/₁₂, 4, d—f bei ¹/₁₂, 12. 2c nahe, 2b unmittelbar am Stabende, 2e nahe der Basis des Außenglieds, 2f Innenglied, 2g zeigt ein rotes (r. st.) und ein grünes Stäbchen (gr. st.) im Außenglied quer geschnitten. Man unterscheidet die Wand- und inneren Neurofibrillen, letztere mit ihren Zweigen; in 2f im Innern das Ellipsoid basal getroffen. Die dicke Kolmersche Wandfibrille ist in 2c, d, e und g (r. st.) dargestellt.
- Fig. 3. Rote Stäbe längs basal, Übergang zum Innenglied. Bei <sup>1</sup>/<sub>12</sub>, 4. In 3 a Übertritt der Kolmerschen, in 3 b Übertritt der Neurofibrillen.
- Fig. 4. Stabellipsoid aufgefasert. Bei 1/10, 4.
- Fig. 5. Innenglieder und untere Zellteile der roten Stäbchenzellen. Bei ½, 4. Überall die körnige Limitans mit den an sie herantretenden Endfibrillen der Müllerschen Stützfasern (vor allem b) und deren Fortsetzungen in die Stabmembranen (vor allem a und b). Die Neurofibrillen des Innenglieds besonders an e, die des Zelleibs an b, c und d (an b Zusammenhang der Innengliedfibrillen mit den tiefer gelegenen). In c und d lokal der körnige Zerfall der Fibrillen angedeutet; in a die Brückenbildung zur Membran.
- Fig. 6. Grüne Stäbe längs (in 2g quer). Bei 1/12, 4. In a und c vor allem deutlich die Fibrillen des Außenglieds, in c und d Übertritt ins Ellipsoid, in b Fibrillen des Ellipsoids. Die Stielfibrillen vor allem in b.
- Fig. 7. Zapfen längs. Bei <sup>1</sup>/<sub>19</sub>, 4. Zwei Fibrillenschrauben in 7 d zu unterscheiden; in c Spiralfibrille an Grenzvakuolenwand übertretend, in b und e Fibrillen des Ellipsoids, in d rechts über Grenzvakuole die Kolmersche Fibrille angedeutet.
- Fig. 8. Übersicht zur Darstellung der Faserkörbe. Bei 1/12, 2.



## ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: <u>Arbeiten aus dem Zoologischen Institut der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest</u>

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: 16

Autor(en)/Author(s): Schneider Camillo Karl

Artikel/Article: Histologische Mitteilungen. II. Sehzellen von

Rana. 87-98