

# DIE MEMBRANA LIMITANS INTERNA DER NETZHAUT DES AUGES.

Taf. XXVIII.

Eine neulich im Anatomischen Anzeiger veröffentlichte Mittheilung von S. TORNATOLA über die sog. Membrana limitans der Retina der Wirbelthiere<sup>1)</sup> hat mich veranlasst, diesen Gegenstand von Neuem eingehender zu besprechen.

Im Jahre 1871 behandelte ich in einer grösseren Abhandlung<sup>2)</sup> dieses Thema und suchte durch histologische Beweise darzuthun, dass die fragliche Limitans mit dem Glaskörpergewebe, resp. mit der Membrana hyaloidea des Glaskörpers, keine andere Beziehung hat, als die Nachbarschaft. Die Limitans retinae und die Hyaloidea liegen beim Erwachsenen dicht an einander, sind aber zwei ganz differente Bildungen, die keinen direkten geweblichen Zusammenhang mit einander haben. Zu jener Zeit war diese Frage von den grössten damaligen Autoritäten in verschiedener Weise beantwortet, und die Ansichten gingen weit auseinander. Jedenfalls war bei den Histologen die Sache noch sehr unklar.

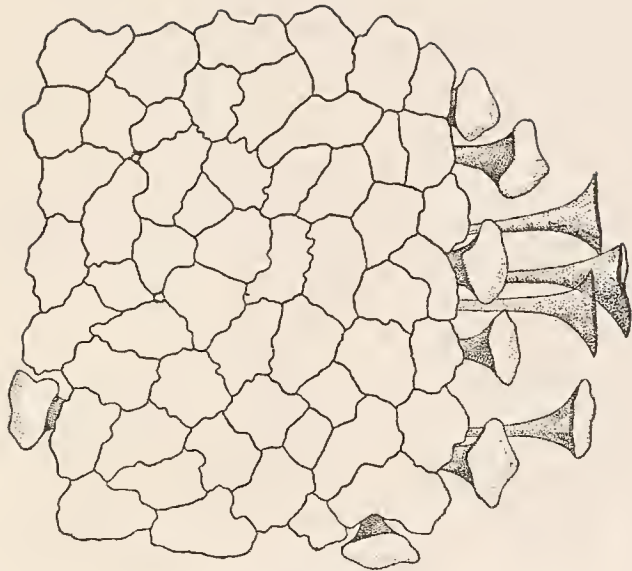
Mit Untersuchungen über den Bau der Retina der Amphibien und Fische beschäftigt, sah ich an den Vertikalschnitten derselben immer wieder die konischen inneren Enden der Müllerschen Stützfasern in der Weise dicht zusammenliegend, dass sie mit ihren ebenen Endplatten einen die Retina innen abschliessenden Rand bildeten, indem die Kanten der trompetenförmigen Enden mit einander dicht zusammenhingen. Dagegen sah ich hier nie eine besondere Haut, eine abtrennbare Schicht.

Um eine bessere Einsicht zu gewinnen, studirte ich bei stärkerer Vergrösserung die innere Fläche der abgelösten Netzhaut in der Flächenausbreitung und an Faltenbildungen. Schliesslich entschloss ich mich, die zu jener Zeit viel gebrauchte Versilberungsmethode nach von RECKLINGHAUSEN zu erproben. Schon bei den ersten Versuchen erhielt ich an der inneren Fläche der Retina des *Frosches* und des *Barsches* eine schöne endothelähnliche Mosaikzeichnung polygonaler Felder, in denen keine Kerne nachweisbar waren, wohl aber in jedem Feld beim Senken des Tubus ein stabförmiges, vertikal gestelltes, etwas glänzendes Gebilde. Beim Andrücken der Präparate gelang es mir, hier und da am Rande einzelne Felder zu isoliren, von denen sich mehrere seitlich umgebogen hatten, wobei sie sich entweder mehr oder weniger schief oder gerade von der Seite gestellt hatten, ein konisch-trompetenförmiges Ansehen darboten und mit je einem Felde, einer polygonalen Endplatte, endigten. Offenbar hatte ich die inneren trompetenförmigen Enden der Müllerschen Stützfasern vor mir, welche von einander zum Theil abgetrennt und mehr oder weniger nach der Seite gebogen waren.

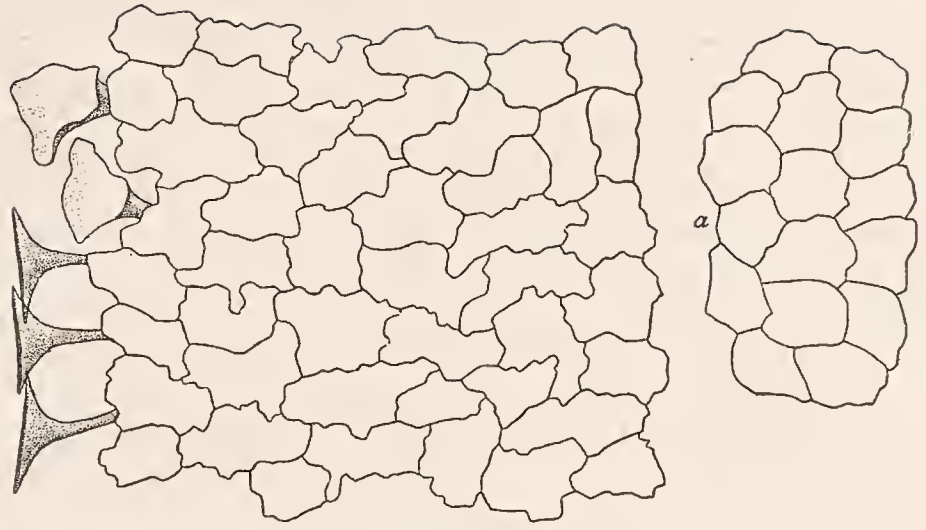
Es wurde mir sogleich klar, was ich schon aus den Vertikalschnitten der Retina annehmen konnte, dass die sog. Membrana limitans interna keine eigentliche Membran ist, sondern nur aus den inneren Flächen der gesammten, an einander gefügten Endplatten der Müllerschen Stützfasern gebildet wird. Durch die Versilberung erkannte ich nun, dass wenigstens beim Frosch und Barsch diese Fläche von Feldern eine zusammenhängende »endothelartige« Mosaikzeichnung darstellte, in welcher keine Löcher oder andere Unterbrechungen nachweisbar waren.

<sup>1)</sup> S. TORNATOLA, *Sulla membrana limitante interna della retina nei vertebrati*. Anatomischer Anzeiger, XXIV. Band, Nr 19/20, 23. März. 1904. S. 536.

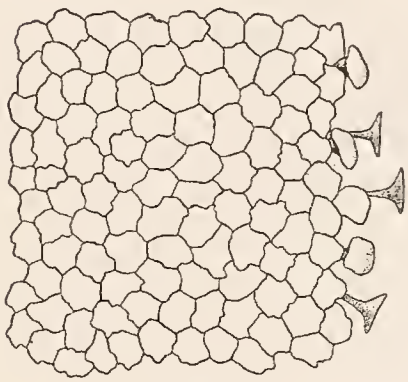
<sup>2)</sup> GUSTAF RETZIUS, *Om membrana limitans retinae interna*. Nordiskt medicinskt arkiv, Band III, Nr 2, 1871. Auch als Doctorsdissertation erschienen, Stockholm 1871.



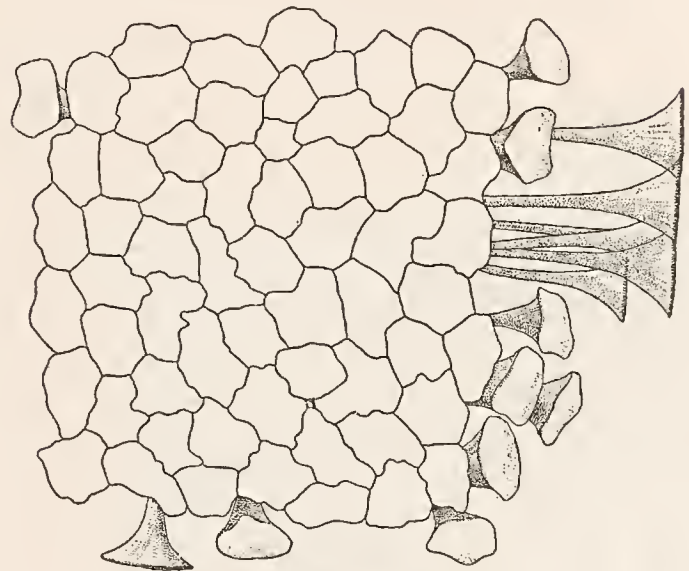
1. Barsch.



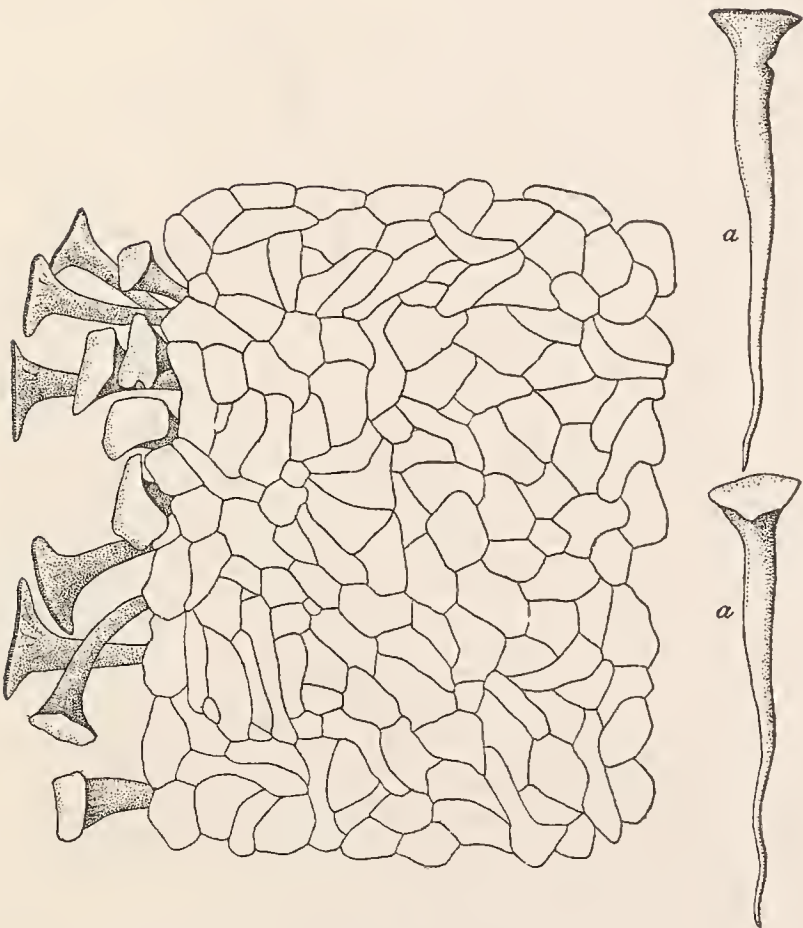
2. Frosch.



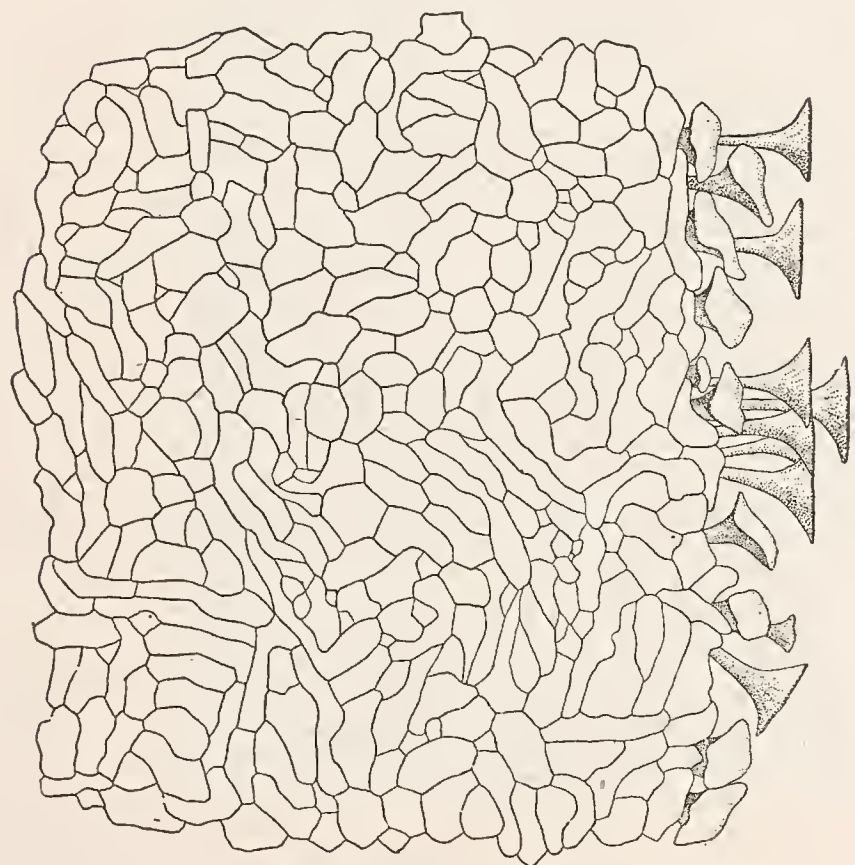
3. Taube.



4. Kaninchen.



5. Katze.



6. Mensch.

Fig. 1—6. Wiedergabe meiner im J. 1871 veröffentl. Abbildungen der Membrana limitans retinae interna (Nord. Med. Arkiv, Bd. III.)

Ich setzte diese Untersuchungen fort und erhielt bei der *Taube*, dem *Kaninchen*, der *Katze* und schliesslich auch beim *Menschen* eine entsprechende Mosaikzeichnung. Bei jedem der untersuchten Thiere zeigte jedoch diese Zeichnung einen etwas verschiedenen Charakter; bei der Taube waren die Felder am kleinsten, beim Barsche und Kaninchen am regelmässigsten; auch beim Frosche waren sie ziemlich regelmässig und von unter einander variirender Form. Beim Menschen schliesslich waren die Felder sehr unregelmässig und sowohl der Form als der Grösse nach wechselnd; die meisten Felder waren länglich, nach zwei Richtungen ausgezogen; die Zeichnung ähnelte etwas einem der Kinderspiele, welche aus einzelnen Plättchen wechselnder Form bestehen, die zu einem Mosaik zusammengefügt werden können. Einige von diesen Mosaikzeichnungen der Retina gemachte Abbildungen wurden zu einer Tafel zusammengestellt und in der citirten Abhandlung veröffentlicht; ich gebe hier (s. die Seite 83) diese Figuren noch einmal wieder, obwohl sie schon vor mehr als 33 Jahren zum ersten Male erschienen.

In den Lehrbüchern der Anatomie und Histologie, auch den grössten und eingehendsten, hatte ich von diesem Bau der Membrana limitans retinae interna keine Angaben oder Abbildungen gefunden, und die Spezialisten auf diesem Gebiete, die ich fragte, konnten mir in dieser Hinsicht nur vage und einander widersprechende Angaben machen.

Bei eingehenderem Forschen in der Litteratur fand ich auch sehr differirende Ansichten. Schliesslich stiess ich aber in Virchow's Archiv vom J. 1863 auf eine Mittheilung von SCHELSKE<sup>1)</sup>, in welcher angegeben war, dass er mittelst der Versilberungsmethode, also schon mehrere Jahre vor mir, und zwar an der inneren Fläche der Retina des *Menschen*, eine Zeichnung von grösseren und kleineren in einander geflochtenen, sehr eigenthümlichen Maschen nachgewiesen hatte; nach verschiedenen Versuchen war er zu der Ueberzeugung gelangt, dass die Maschen oder Platten die Endausbreitungen der Müllerschen Stützfaser ausmachten, und zwar bald in der Weise, dass die Maschen je einer Stützfaser entsprachen, bald auch je eine Faser von mehreren angrenzenden Maschen ausging.

SCHELSKE war also mehrere Jahre vor mir bei der Untersuchung der *menschlichen* Retina zu einer Anschauung gelangt, die wenigstens der Hauptsache nach dieselbe war, zu welcher ich durch Untersuchungen der Retina der *Fische*, der *Amphibien*, *Vögel* und *Säugethiere* und schliesslich auch des *Menschen* gekommen war, ohne dabei von seinen Angaben und Ansichten etwas zu wissen.

In meiner angeführten Abhandlung gab ich auch eine eingehende Uebersicht und Besprechung der bis zu jener Zeit (1871) erschienenen betreffenden Litteratur und der verschiedenen Ansichten über die Membrana limitans retinae interna. Es würde zu weit führen, diese etwas verwickelte Geschichte hier noch einmal wiederzugeben. Ich werde deshalb diesmal nur einige der wichtigsten Angaben und Ansichten anführen. Im Ganzen lässt sich sagen, dass die Anatomen früher diese »Membran« meistens als eine besondere, die Innenfläche der Retina bekleidende dünne Haut auffassten; sie wurde bald für selbständig gehalten, bald mit der Hyaloidea zusammengeführt. REMAK, der die Müller'schen Stützfaser als bindegewebiger Natur auffasste, scheint in der That der erste gewesen zu sein, welcher (1854) die Limitans als aus den erweiterten Enden dieser Fasern gebildet ansah. HEINRICH MÜLLER (1856) trat REMAK's Meinung nicht bei, sondern beschrieb die Limitans als ein besonderes, structurloses Häutchen. Ebenso schon vorher KÖLLIKER (1854). MAX SCHULTZE (1859) betrachtete die Membrana limitans interna als aus den inneren, aufgelösten Enden der Müllerschen Stützfaser zusammengewebt. Nach ihm erweitern sich zuerst die Enden, wonach sie sich theilen, sich dann netzförmig verbinden und zu einer Membran verwachsen, welche bald mehr homogen, bald vielfach durchbrochen und einer gefensterten Membran ähnlich ist. Mehrere Verfasser beschrieben zwischen der Hyaloidea und der Retina ein Epithel kernhaltiger, polygonaler Zellen. HENLE (1866) läugnete ganz das Vorhandensein einer von der Hyaloidea getrennte Limitans interna, rechnete aber die Hyaloidea selbst zur Retina und nannte sie »Membrana limitans hyaloidea«; mit dieser Haut wachsen nach ihm die verzweigten Endäste der Stützfaser fest zusammen, indem diese Aeste hier anastomosiren und ein Netzwerk bilden. HENLE opponirte gegen die Ansicht REMAK's und SCHELSKE's. »SCHELSKE's Beweis für die Zusammensetzung der Limitans aus Plättchen«, sagt er, »gehört zu den nunmehr von verschiedenen Seiten aufgedeckten Täuschungen, zu welchen die Silberimprägation Anlass giebt. Die netzförmigen Linien auf der Limitans, welche SCHELSKE beschreibt, entstehen nicht nur durch Silber, sondern auch durch andere körnige Niederschläge, die sich aus der Flüssigkeit, in welcher das Auge aufbewahrt wird, erzeugen und alle die Neigung haben, sich in ästigen und zuletzt anastomosirenden Linien abzulagern.«

Ich habe diese HENLE's Worte hier angeführt, weil seine scharfe Beurtheilung der SCHELSKE'schen Befunde

<sup>1)</sup> RUDOLF SCHELSKE, Ueber die Membrana limitans der menschlichen Netzhaut. Virchow's Archiv, Band 28, 1863.

wahrscheinlich gerade die Ursache war, dass dieselben lange Zeit gar nicht mehr berücksichtigt und sogar nicht citirt wurden.

MAX SCHULTZE (1866) und KÖLLIKER (1867) blieben auch ihren früheren Ansichten getreu.

W. KRAUSE (1868) scheint die Membrana limitans als eine sowohl von der Hyaloidea als von den Radialfaserenden getrennte Membran aufgefasst zu haben; die Hyaloidea war nach ihm als aus verschmolzenen polygonalen Plattenzellen zusammengesetzt zu betrachten.

MERKEL schien (1870) nicht der Annahme der Bildung der Membran durch die Ausbreitung und Verschmelzung der Radialfaserenden zu huldigen.

Aus der hier nur in kurzem Auszug referirten Geschichte stellte ich in meiner fraglichen Abhandlung vom J. 1871 folgende Uebersicht zusammen: Man findet, dass einige Verfasser die Haut als *eine besondere*, sowohl von der Membrana hyaloidea des Glaskörpers als von den Stützfasern getrennte Bildung auffassen, und zwar als eine dünne, homogene, structurlose Membran, an welcher die Stützfasern nur mehr oder weniger lose befestigt sind (H. MÜLLER, KÖLLIKER).

Andere Autoren sind der Ansicht, dass die Haut zwar von der Hyaloidea des Glaskörpers getrennt, dass sie dagegen im Verhältniss zu den Stützfasern keine selbständige Bildung, sondern hingegen *von den kegelartig erweiterten Enden derselben zusammengesetzt* ist, indem sich diese an einander legen und eine Fläche bilden (REMAK, u. A.), die, wenigstens beim Menschen, keine regelmässigen Löcher bildet (SCHELSKE).

Andere Forscher meinen, dass die Haut theils von den inneren Enden dieser Stützfasern, theils von einem von ihnen gebildeten und sie zusammenbindenden *Netzwerk* gebildet wird, und dass die also entstehende Fläche *durchbrochen und mit Lücken und Löchern versehen* ist, ja dass die Stützfasern *zuweilen* nicht mit einander verschmelzen, so dass dann *keine Limitans interna* entsteht (MAX SCHULTZE).

Ferner wird von Anderen (HENLE) die Bezeichnung Limitans auf die Membrana hyaloidea des Glaskörpers übergeführt, die also *Membrana limitans hyaloidea* benannt wird, an welcher Haut die Stützfasern mittelst netz- und büschelartig verästelten Zweigen eine Art Gitterwerk bilden, welches hellere, kreisförmige oder elliptische Räume umschliesst.

Schliesslich kommt noch hinzu die hin und wieder auftauchende (NUNNELEY u. A.) alte Ansicht von einer Schicht grosser Zellen, welche die Retina mit dem Glaskörper vereinigen, ebenso wie auch die Behauptung, dass sowohl die Membrana limitans als die Stützfasern in einer eigenthümlichen Weise von einer Menge kleiner, kernführender, faser- oder spindelförmiger Bindegewebszellen zusammengefügt ist (RITTER).

Nachdem ich dann in der Abhandlung meine eigenen Befunde der Versilberung der inneren Fläche der Netzhaut bei *Fischen (Barsch), Amphibien (Frosch), Vögeln (Taube), Säugethieren (Katze, Hund, Schaf, Ochse und Mensch)* in eingehender Weise beschrieben und grösstentheils abgebildet hatte, schloss ich, wie oben schon angedeutet worden ist, aus diesen Befunden, dass die alte Ansicht REMAK's im Ganzen die richtige ist und dass ganz entgegen dem Urtheile HENLE's, SCHELSKE beim Menschen das Wahre getroffen hatte. Die Limitans interna ist weder eine besondere strukturlose oder aus Zellen gebildete Haut, noch ist sie mit der Hyaloidea zusammenzuführen, sondern sie ist von den inneren Enden der konisch oder trompetenförmig erweiterten Enden der Müllerschen Stützfasern gebildet, indem die freie Fläche dieser Enden je eine platte Fläche trägt, die mit denjenigen der Nachbarfasern eng zusammengefügt ist. In dieser Weise ist ein Mosaik von Endflächenfeldern entstanden, welches durch die Versilberungsmethode in schöner und überzeugender Weise veranschaulicht werden kann. Keine Löcher sind in ihr vorhanden. Die Mosaikzeichnung zeigt sich bei verschiedenen Thieren etwas verschieden. Bei den Vögeln hat sie die kleinsten Felder. Bei Fischen, Amphibien, Vögeln und einigen Säugethieren ist sie im Allgemeinen mit mehr regelmässig polygonalen Maschen von etwas wechselnder Grösse versehen. Bei anderen Säugethieren und beim Menschen sind die Maschen, resp. die Felder, viel unregelmässiger, aber doch von einer gewissen, charakteristischen Gestalt und Anordnung.

In der folgenden Zeit wurde dann dieser Ansicht von den Histologen allgemein gehuldigt. Man kann sogar sagen, dass dieselbe sich von nun an eingebürgert hat. In W. KRAUSE's Allg. und microsc. Anatomie v. J. 1876 findet man sie deutlich angegeben. In seinem vorzüglichen Werke über den Bau der Sinnesorgane (Anatomie der Sinnesorgane, 1887) nahm G. SCHWALBE die Anschauung als feststehend an und reproducirte dabei auch eine meiner Figuren von der Limitans. In der nach dieser Zeit erschienenen Litteratur von anatomischen Hand- und Lehrbüchern wird auch fast überall angegeben, dass die sog. Membrana limitans retinae interna aus den mosaikartig zusammengefügten inneren Endplatten der Müllerschen Stützfasern gebildet wird. Von diesen zahlreichen Hand- und Lehrbüchern führe ich hier nur folgende an: diejenigen von RANVIER (1888), SCHÄFER (QUAIN'S Elem.

of Anatomy, 10. Ed., 1894, in welcher meine Fig. von d. Lim. d. Menschen wiedergegeben ist), BÖHM & DAVIDOFF (1895), RAMÓN CAJAL (1895), RENAULT, welcher auch eine neue Abbildung der versilberten Membranfläche, nämlich vom Ziegenjungen, veröffentlichte (Traité d'Histol. prat., II, 1899), C. HUBER (A Textbook of Histology, 1900), SZYMONOWICZ (Lehrb. d. Histol. 1901), VON EBNER (in KÖLLIKER's Handb. d. Gewebelehre, 6. Aufl., 1902), STÖHR (Lehrb. d. Hist., 10. Aufl. 1903), RAUBER (Lehrb. d. Anat. 6. Aufl. 1903).

Nur in einigen wenigen Werken habe ich in späterer Zeit die alten Ansichten entweder als feststehend oder als möglich angeführt gefunden. So z. B. in G. ROMITI's Trattato di Anatomia dell' Uomo, wo es von der *Membrana limitante interna* heisst: »È una sottile membrana cuticolare, dipendenza dell' apparecchio di sostegno della retina, e che è interposta tra la retina e la ialoide del vitreo. È trasparente ed omogenea; e sulla sua superficie esterna si espandono le basi allargate dalle fibre radiali (di Müller).»

Bei dieser Sachlage, und da die bei weitem überwiegende Anzahl der Autoren sich der zuerst von REMAK angedeuteten, später von SCHELSKE beim Menschen und von *mir* beim Menschen und verschiedenen Vertretern der Wirbelthierklassen durch die Versilberungsmethode sicher bewiesenen Auffassung vom Bau und Wesen der sog. *Membrana limitans retinae interna* angeschlossen hatte, glaubte ich nicht, dass diese von Neuem geschüttelt werden könnte.

In den N:o 19 & 20 d. XXIV. Bandes (23. März 1904) des Anatomischen Anzeigers hat indessen, wie oben erwähnt, neulich S. TORNATOLA eine Mittheilung »*Sulla membrana limitante interna della retina nei vertebrati*» veröffentlicht, in welcher er eine gewissermaassen neue Ansicht proklamirt. Da dieser Forscher das besondere Verdienst hat, den ersten Anstoss zu der Lehre von der Entwicklung des Glaskörpergewebes aus Retinaelementen, und zwar gerade aus inneren Fortsätzen der Müllerschen Stützfasern gegeben zu haben, so verdieht seine Darstellung vom Verhalten dieser Fasern, resp. der *Limitans interna*, zum Glaskörpergewebe eine besondere Beachtung. TORNATOLA kommt nach der Besprechung der verschiedenen Ansichten über die Bildung der *Limitans interna* von SCHELSKE, *mir*, SCHWALBE, CAJAL, DOGIEL, CIACCIO u. A. — und nachdem er eine Arbeit von Dr HAEMERS v. J. 1902 citirt hat, in welcher behauptet wird, dass die *Limitans* ein inconstantes, artifizielles Produkt ist, dessen Existenz verdient, bestritten zu werden — zu dem von ihm schon früher (1901) mitgetheilten Schluss, dass die Retina mit dem Glaskörper direkt zusammenhängt, und dass sowohl die *Limitans* als die *Hyaloidea* nur künstlich entstehende Produkte sind. Er hat von Neuem die Verhältnisse bei verschiedenen Thieren (Meerschweinchen, Kaninchen, Katze, Hund, Mensch, Frosch) untersucht: das Wahre, Faktische, sagt er, ist, dass die Müllerschen Stützfasern der Retina mit den Fasern des Glaskörpers direkt zusammenhängen; man sieht die Müllerschen Neurogliafasern sich in die Glaskörpersubstanz hinein begeben und in die Fasern der letzteren direkt übergehen. TORNATOLA scheint aber zugeben, dass doch stellenweise, wenigstens in einzelnen Präparaten, die Müllerschen Fasern sich konisch erweitern und eine Art *Margo limitans* bilden können; an anderen Stellen derselben Präparate war aber der erwähnte direkte Zusammenhang derselben mit den Glaskörperfasern deutlich vorhanden.

Diese Darstellung dürfte jedenfalls allen Forschern, welche sich mit dem Bau der Retina und des Glaskörpers eingehender beschäftigt haben, sehr überraschend und befremdend erscheinen. Wenigstens ist dies bei mir der Fall. Ich habe jedenfalls bei normal gebauten Augen erwachsener und jüngerer Individuen von Menschen und anderen Vertebraten nie etwas derartiges gesehen: überall ist an guten, tadellosen Schnitten, die senkrecht zur Innenfläche der Retina gelegt sind, die *Limitans (Margo) interna* vorhanden und scharf markirt. Ueberall erweitern sich die inneren Enden der Müllerschen Stützfasern, sei es dass sie hier ungespalten oder in eine verschiedene Anzahl von Fortsätzen getheilt sind, konisch oder trompetenförmig und enden an der *Margo interna* mit einer queren Endplatte. Nie sieht man sie hier in direkter Verbindung mit den Glaskörperfasern. Es ist mir nicht fassbar, wie TORNATOLA seine Bilder erhalten hat. An Schiefschnitten der Retina, die also zu ihr nicht senkrecht gelegt sind, ist zwar die scharfe Grenze der inneren Retinafläche weniger deutlich ausgesprochen, immer aber doch nachweisbar.

Dass eine *Limitans interna*, stets zusammenhängend, ohne Löcher und Spalten, vorhanden ist, beweisen indessen vor Allem die *versilberten Flächenbilder*. Ich habe deshalb eine neue Reihe solcher Präparate angefertigt, und zwar grösstentheils von anderen Thierarten als in den Jahren 1870 und 1871, und theile hier eine neue Darstellung und eine Anzahl neuer Abbildungen der *Limitans retinae interna* mit.

Von den *Fischen*, wo ich die *Limitans*zeichnung das vorige Mal nur beim Barsche kannte, habe ich diesmal eine ganze Reihe untersucht, und zwar sowohl Knorpel- als Knochenfische.

Unter den *Knorpelfischen* zeigte sich *Acanthias vulgaris* hierzu besonders geeignet. Es gelang mir bei diesem Thiere, bei einer Anzahl von Exemplaren verschiedenen Alters, eine schöne, reine und ausgebreitete Versilberung des Mosaiks der Limitans retinae interna zu erhalten. In Fig. 1 der Taf. XXVIII gebe ich eine kleine Partie von einem solchen Präparate wieder. Die Felder des Mosaiks sind, wie gewöhnlich, von etwas verschiedener Grösse, im Ganzen aber *klein*. Diese letztere Eigenschaft stimmt mit dem Verhältniss der Müllerschen Stützfasern gut überein. Wie *ich* und NEUMAYER bei unseren gleichzeitig ausgeführten Untersuchungen vom Baue dieser Retina zeigten, verzweigen sich nämlich die inneren Enden dieser Fasern in bedeutendem Maasse; jeder Ast endigt nun mit einer relativ kleinen Platte in der Limitans. Ich bemühte mich auch am Acanthiasauge ganz besonders die *Eintrittsstelle des Sehnerven* zu versilbern, und es gelang mir in der That eine Mosaikzeichnung hier zu erhalten. Die Fig. 2 der Taf. XXVIII giebt von diesem Mosaik eine kleine Partie wieder; die Maschen sind hier noch kleiner als an der übrigen Retina.

Bei *Raja clavata* (Fig. 3) erhielt ich auch ganz gute, weit verbreitete Mosaikzeichnungen der Limitans retinae interna. Auch bei diesem Thiere sind die Felder des Mosaiks ganz klein, sogar kleiner als bei *Acanthias*, und deuten auf eine starke Verästelung der Müllerschen Stützfasern hin.

Von den von mir diesmal untersuchten *Teleostiern* werde ich die Verhältnisse bei *Coregonus*, *Salmo*, *Abramis* und *Scomber* besprechen.

Bei *Coregonus* (Fig. 4) erhielt ich eine Mosaikzeichnung mit sehr grossen Feldern, und in jeder Masche konnte ich beim Senken des Tubus eine in der Richtung der Sehnervenfasern abgeplattete Müllersche Stützfaser bemerken, welche sich an der Fläche des Maschenfeldes ausbreitete und in sie übergang.

Bei *Salmo* (Fig. 8) zeigten sich dagegen die Felder des Mosaiks sehr klein und deuten auf eine starke Verzweigung der inneren Enden der Müllerschen Fasern oder auch auf eine grosse Anzahl derselben hin.

Bei *Abramis* (Fig. 5 und 6) war der Typus des Mosaiks an verschiedenen Stellen etwas wechselnd, indem die Felder von ziemlich verschiedener Grösse waren. Die Fig. 5 giebt eine Partie wieder, welche am vorderen Umfang der Retina angetroffen wurde und grosse Maschen darbietet. Die Fig. 6 dagegen, die vom hinteren Retinaumfang herrührt, stellt ein Mosaik dar, welches aus Gruppen von Feldern verschiedener Grösse besteht; zwischen den etwas grösseren Maschen finden sich kleine Maschen eingestreut.

Bei *Scomber* (Fig. 7) waren die Felder des Mosaiks der Limitans interna überall von ungefähr derselben Art. Zwischen den grossen Maschen, welche die Hauptmasse des Mosaiks bildeten, lagen nur einzelne kleinere Felder eingestreut; die Grenzlinien der Felder zeigten sich hier überall mehr oder weniger buchtig und wellenförmig verlaufend.

Um einen Vertreter der *Amphibien* zu haben, machte ich auch diesmal Färbungen an Froschaugen. Die Fig. 9 stellt ein Stück der Limitans interna eines solchen Auges dar; in der Mitte der Figur findet sich eine kleine Partie, wo die Färbung ausgeblieben war. Die Maschen sind gross und entsprechen, wie ich schon früher beschrieben habe, je einer Müllerschen Faser.

Unter den *Sauropsiden* will ich diesmal als Beispiel das Auge eines *Vogels*, *Corvus*, anführen. Die Fig. 10 zeigt eine Partie der versilberten Limitans interna des Auges einer jungen Krähe. Die Maschen sind hier ganz klein, aber von verschiedener Grösse, indem Gruppen von äusserst kleinen Feldern zwischen den etwas grösseren eingestreut liegen. Diese Vertheilung der Limitans in viele, im Ganzen sehr kleine Felder stimmt mit dem Verhalten der Müllerschen Stützfasern gut überein. Durch die Chromsilbermethode hat schon längst RAMÓN CAJAL nachgewiesen, dass die inneren Enden der Müllerschen Fasern in eine grosse Anzahl von feineren Aesten getheilt sind, von denen jeder für sich nach der Limitansfläche zieht, um hier mit einem kegelförmigen Fusse zu endigen.

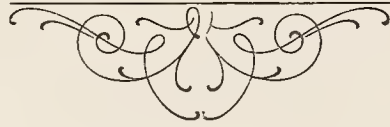
Von den *Säugethieren* wählte ich auch diesmal das *Kaninchen* (Fig. 11) aus, weil die Silberfärbung hier ohne grössere Schwierigkeit gelingt. Man erkennt hier die ziemlich regelmässige Anordnung des Mosaiks. An einigen Stellen ist die Färbung etwas mangelhaft ausgefallen. Man erkennt aber ganz gut den Typus der Maschenanordnung.

Vom Menschenauge habe ich diesmal keine Abbildung hinzugefügt, sondern verweise auf die von SCHELSKE und *mir* schon vor längerer Zeit (s. ob. S. 83, Fig. 6) veröffentlichten Abbildungen desselben. Die Unregelmässigkeit der Form der Felder ist ja für die Limitans interna der menschlichen Retina charakteristisch.

Das Angeführte scheint mir aber ganz hinreichende Beweise dafür zu bieten, dass die zuerst von REMAK ange-deutete, von SCHELSKE beim Menschen und von *mir* bei Fischen, Amphibien, Sauropsiden und Säugethieren genauer bewiesene Auffassung vom Wesen und Bau der sog. Membrana limitans retinae interna aufrecht gehalten werden

muss. Dass diese Bildung keine eigentliche, d. h. selbstständige »Membran« ist, geht aus der Darstellung deutlich hervor. Sie stellt die mosaikartig verbundenen Endflächen der Müllerschen Stützfasern dar und bildet in dieser Weise eine an der Innenfläche der ganzen Retina zusammenhängende Fläche, in welcher keine natürlichen Spalten oder Löcher vorhanden sind. Mit der Hyaloidea des Glaskörpers hat sie im Auge der *erwachsenen* Thiere keine andere Gemeinschaft als die dichte Nachbarschaft. Weil die innere Limitansfläche eine continuirliche ist, so findet sich auch kein direkter Zusammenhang zwischen den Gewebstheilen der Retina und des Glaskörpers.

Die oben referirte Darstellung von TORNATOLO entbehrt in Folge dessen der faktischen Unterlage. Wenn auch während der embryonalen Entwicklung das Glaskörpergewebe, wenigstens theilweise, aus inneren Fortsätzen der Müllerschen Fasern entsteht, so findet sich später und v. A. beim Erwachsenen kein derartiger struktureller Uebergang von Retinaclementen in das Glaskörpergewebe vor.



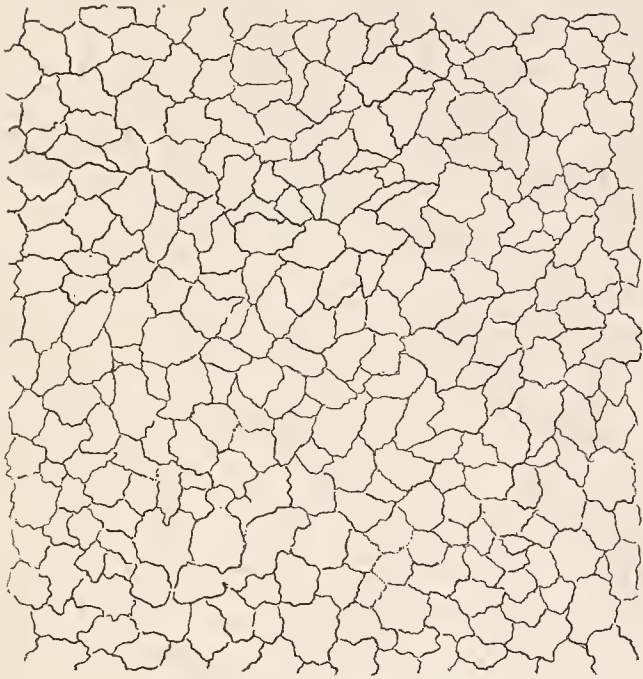


Fig. 1. *Acanthias vulg.*

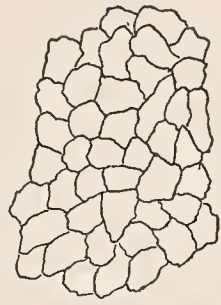


Fig. 2. *Acanthias vulg.*

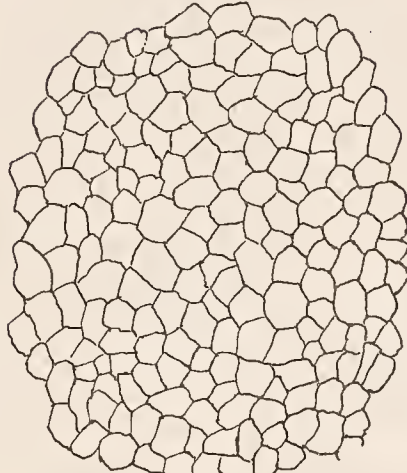


Fig. 3. *Raja clavata.*

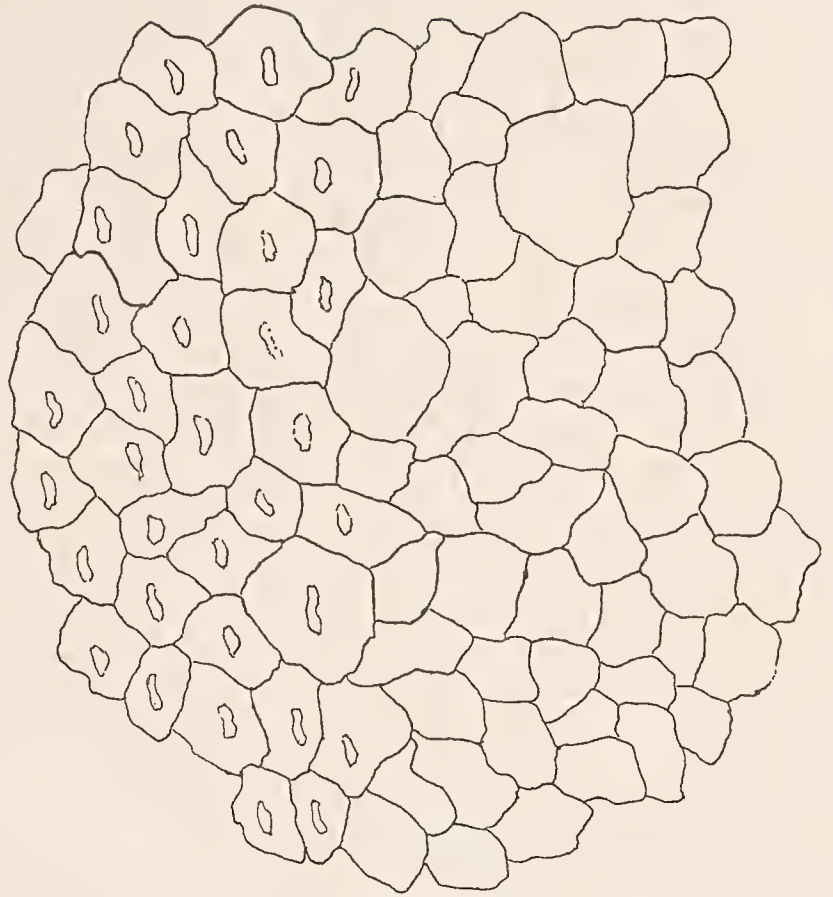


Fig. 4. *Coregonus oxyrrh.*

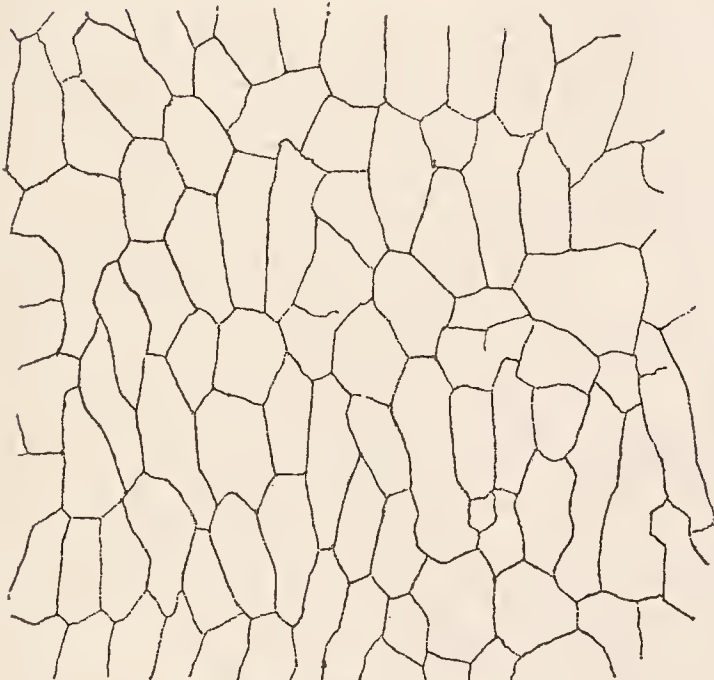


Fig. 5. *Abramis brama.*

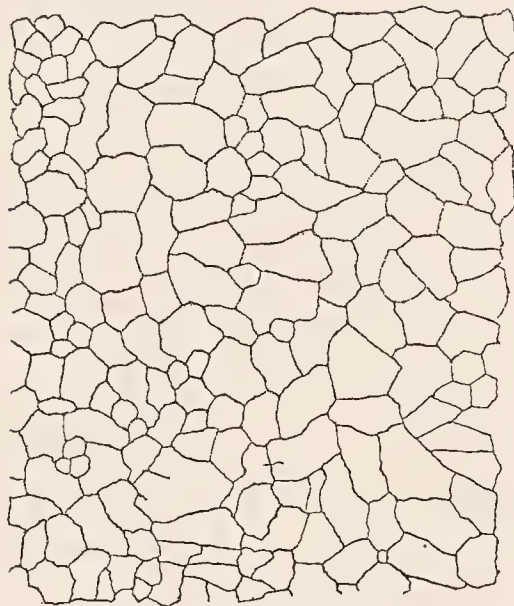


Fig. 6. *Abramis brama.*

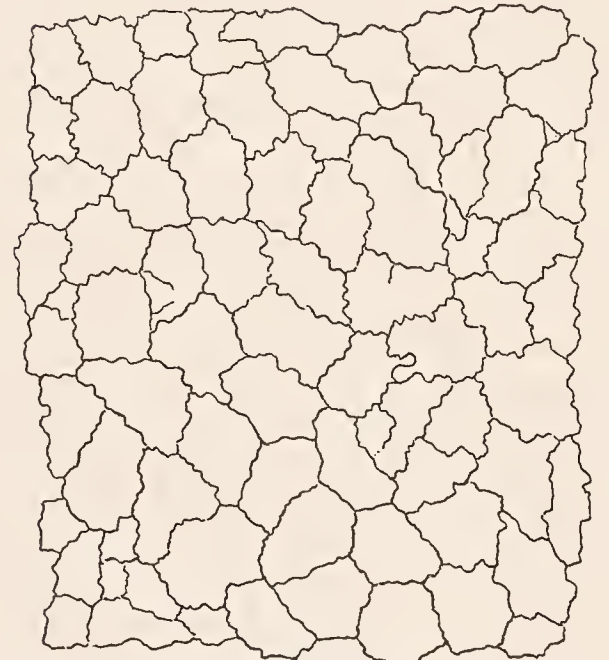


Fig. 7. *Scomber scombrus.*

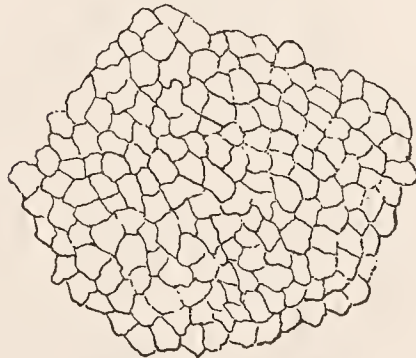


Fig. 8. *Salmo salar.*

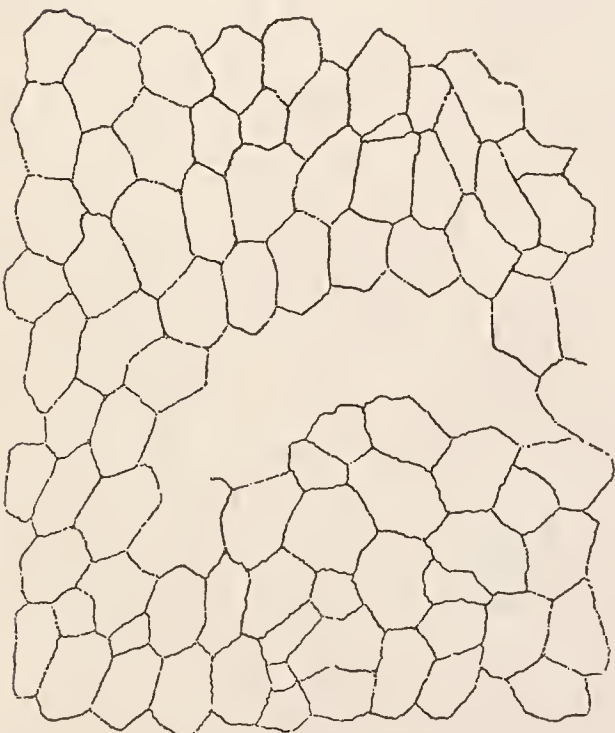


Fig. 9. *Rana escul.*

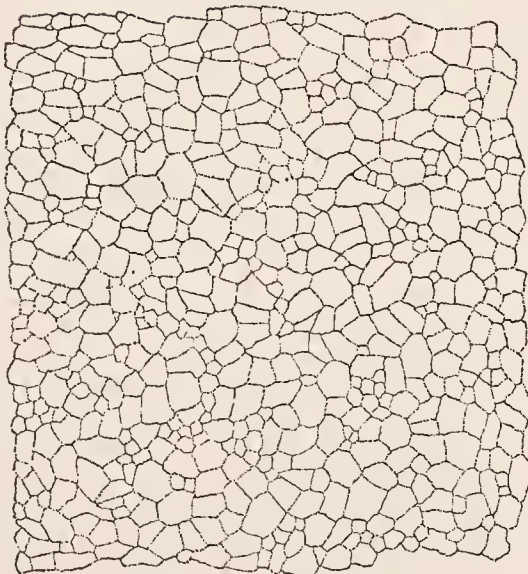


Fig. 10. *Corvus cornix.*

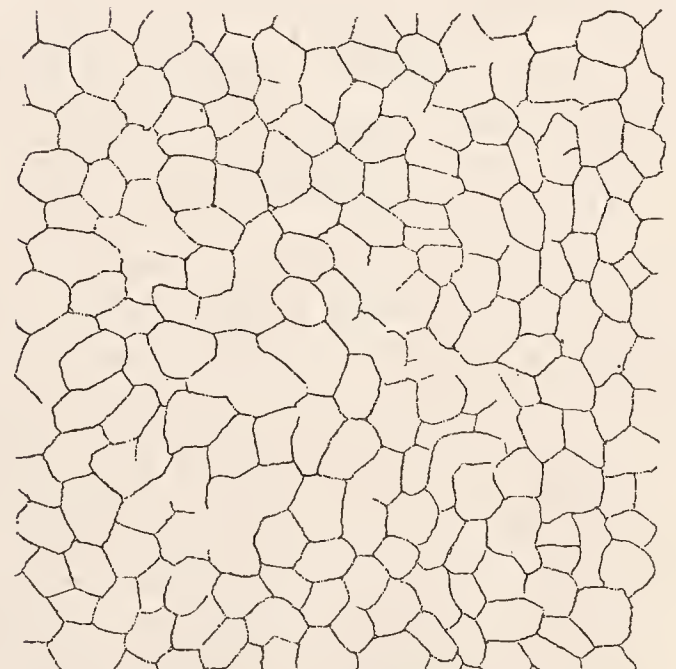


Fig. 11. *Lepus cuniculus.*



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologische Untersuchungen](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [NF\\_11](#)

Autor(en)/Author(s): Retzius Gustaf Magnus

Artikel/Article: [Die Membrana Limitans Interna der Netzhaut des Auges 82-88](#)