Beiträge zur Histologie des Gehörorganes / von Professor Dr. Rüdinger.

Contributors

Rüdinger, N. 1832-1896.
Royal College of Surgeons of England

Publication/Creation

München : Verlag der J.J. Lentner'schen Buchhandlung, 1870.

Persistent URL

https://wellcomecollection.org/works/huj6agnc

Provider

Royal College of Surgeons

License and attribution

This material has been provided by This material has been provided by The Royal College of Surgeons of England. The original may be consulted at The Royal College of Surgeons of England. where the originals may be consulted. This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.

wellcome collection

Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
https://wellcomecollection.org

Beiträge

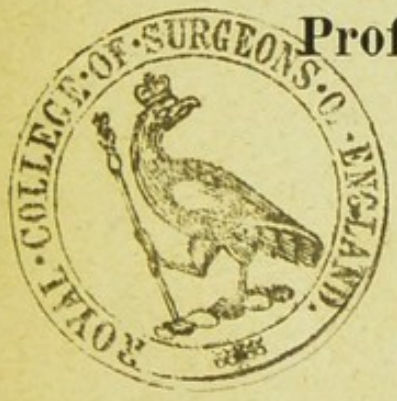
zur

Histologie des Gehörorganes

von

Professor Dr. Rüdinger

in München.



Mit 5 Tafeln.

München, 1870.

Verlag der J. J. Lentner'schen Buchhandlung.

(E. Stahl.)

Inhalts-Verzeichniss.

Seite

I. Ueber die Nerven und das Epithel in den Ampullen und Säckchen des häutigen Labyrinthes. Mit 2 Abbildungen. 1

II. Ueber eigenthümliche Zellenreihen in den häutigen Bogengängen bei Salmo hucho. Mit einer Abbildung . . . 13

III. Ueber Verbindung der Fussplatte des Steigbügels mit dem ovalen Fenster beim Menschen. Mit 2 Abbildungen . 15

IV. Ueber Meniscus in dem Hammer-Ambosgelenke. Mit 3 Abbildungen 23

I.

Ueber die Nerven und das Epithel in den Ampullen und Säckchen des häutigen Labyrinthes.

Mit zwei Abbildungen.

Seit zwei Decennien beschäftigen sich einige der bewährtesten deutschen Histologen mit der Lösung eines der interessantesten Probleme auf dem morphologischen Gebiete, nämlich mit der Frage über die **peripherische Endigungsweise der Sinnesnerven.**

Die Kenntniss der morphologischen Beziehungen des Sehnerven zu den lichtbrechenden Medien des Auges, sowie die der Endausbreitung des Gehörnerven in den akustischen Apparaten, den Behältern der Flüssigkeiten für die Fortleitung der Schallwellen, ist für Physiologie und Pathologie von weittragender Bedeutung.

Das häutige Labyrinth, über dessen bis jetzt angenommene physiologische Bedeutung für das Hören auf Grund experimenteller Beobachtung Bedenken laut werden (Goltz), muss zur Zeit noch als integrirender Theil des inneren Ohres, als Träger akustischer Perceptionsapparate, betrachtet werden.

Meine in neuester Zeit angestellten Untersuchungen über das Endverhalten der Nerven in den Ampullen

und Säckchen haben einige Resultate ergeben, welche ich hier in Kürze mittheilen will.

Soweit die Verbreitungsbezirke des Nervus acusticus in den Säckchen und Ampullen bei den verschiedenen Thierklassen reichen, findet sich an deren Innenfläche ein konstant vorkommendes, meist gelblich pigmentirtes eigenartiges Epithel mit feinen Haaren besetzt, so dass man aus diesen lokalen gegenseitigen Beziehungen der erwähnten Gewebselemente einen Schluss auf ihre nothwendige Zusammengehörigkeit ziehen möchte.

Für das Studium des topographisch-histologischen Verhaltens der Nerven in dem Epithel der Ampullen und Säckchen eignen sich neben frischen, ganz besonders Durchschnitte in verschiedener Richtung an in Chromsäure erhärteten und entkalkten Objekten, welche auch noch nach ihrer Durchschneidung beliebig imbibirt und zerlegt werden können. *)

Nachdem durch Scarpa und E. H. Weber auf den hügelförmigen Vorsprung (von Scarpa »Septum« genannt) an den Ampullen aufmerksam gemacht worden war, hat Steifensand im Jahre 1835 denselben bei den Fischen, Reptilien, Vögeln, Säugethieren und dem Menschen genauer studirt und dargethan, dass der bei den verschiedenen Thieren in seiner Form variirende Vorsprung (Septum transversum) durch eine eigenartige Einstülpung und Verdickung der tunica propria der Am-

*) Besonders werthvoll finde ich jene Imbibitionsmethode, welche unter den Augen des Beobachters vor sich geht. Zu diesem Zwecke brachte ich Ampullendurchschnitte mit den Nerven auf einen ausgehöhlten Objektträger, setzte Ueberosmiumsäure hinzu und beobachtete so die sich allmählich vollziehende Reaktion an Nerv und Epithel.

pullenwand hervorgerufen sei. M. Schultze belegte die Septa mit den sicherlich richtigeren Namen: cristae acusticae in den Ampullen und maculae acusticae*) in den Säckchen. Jeder Zweig des nervus vestibuli, welcher zu einer Ampulle geht, senkt sich bei der Mehrzahl der Thiere, in zwei platte Bündel getheilt und mit Ganglienzellen in Verbindung stehend (Leydig, Hasse), in die aussen wahrnehmbare Rinne ein und durchzieht in fast gerader Richtung die tunica propria bis zum Epithel der crista acustica. Diese erlangt hier eine zwei- bis dreifache Mächtigkeit und wird innen von einem strukturlosen Basalsaum begrenzt. Sie ist aber nicht alleiniger Träger der Nerven, sondern auch die unteren Abschnitte der mehr oder weniger rechtwinkelig sich von ihr erhebenden seitlichen Ampullenwände, welche Steifensand plana semilunaria genannt hat (S. Fig. I. 10.), nehmen feine Nervenfasern unter ihrem Epithel auf. Während die Nervenprimitivfasern die tunica propria durchziehen, besitzen sie ihre doppelten Contouren, welche aber in der Nähe der Crista bedeutend im Durchmesser abnehmen. Es ist nicht schwer an den Ampullen der Fische, welche mit Ueberosmiumsäure behandelt wurden, die Ueberzeugung zu gewinnen, dass eine blasse schmale Faser, als direkte Fortsetung einer Primitivfaser, wie es von Reich und M. Shultze zuerst angegeben wurde, den Basalsaum der Ampullenleiste, ohne Vermittlung von Ganglien, in der That überschreitet und dann in eine grössere Anzahl feinerer Fäserchen zerfällt. Man erhält diese Bilder an frischen und imbibirten Objekten so häufig in

*) Nervenwarze nach Kölliker und Papilla semilunaris nach Huschke.

übereinstimmender Weise, dass die Annahme der Entstehung eines Kunstproduktes bei der Zerreissung gewiss keine Berechtigung hat. Hartmann hat sich bemüht den Beweis zu liefern, dass bei den Fischen die Nervenfasern in der crista acustica schlingenförmig umbiegen, eine Angabe, die an feinen Schnitten imbibirter Präparate nicht schwer widerlegt werden kann. Hartmann's Schluss, dass das Nervenmark durch den Basalsaum mechanisch hindurchgedrückt werde und einem getheilten Achsencylinder ähnlich sehe, kann dann nicht richtig sein, wenn 1. der Druck vermieden wird und 2. doch Oeffnungen in dem Basalsaum, welche dem Nervenmark die eigenthümlichen Formen verleihen, schon vorausgesetzt werden müssen. So haben sich denn auch M. Schultze, E. Schulze, Odenius, Koelliker, Deiters, Hensen, Henle und Hasse dahin übereinstimmend ausgesprochen, dass die blassen Fasern als Fortsetzungen der contourirten Nervenfasern in das Epithel eintreten. Nach M. Schultze und Odenius sollen nur die blassen Achsencylinder, nach Hasse und v. Grimm auch ihre zarten Scheiden in das Epithel eintreten. Wenn man die nach Behandlung mit Osmiumsäure leicht isolirbaren Achsencylinder der Ampullennerven mit den in das Epithel eingetretenen Fasern vergleicht, so ist bei den Fischen, selbst bei Anwendung starker Vergrösserungen, kein histologischer Unterschied wahrnehmbar. Bezüglich der einfachen Theilung der blassen Fasern glaube ich, solche bei den Fröschen und Fischen beobachtet zu haben und zwar noch vor Ueberschreitung des Basalsaumes. Die Mehrtheilung findet jedoch immer erst nach dem Durchtritt durch den Basalsaum statt. (S. Fig. II. 4 und 5.)

Die Nervenepithelschichte, die theils glatt, wie bei dem Menschen, den Säugethieren und den Vögeln, theils etwas faltig, wie bei vielen Fischen, auf der Höhe der Ampullenwand sich darstellt, hat bei den verschiedenen Thieren einen Dicken-Durchmesser, welcher zwischen 0,016^{mm} (Vögel) — und 0,080^{mm} (Cyprinoiden) schwankt. Bei den Säugethieren und dem Menschen steht ihre Dicke in der Mitte zwischen der bei den Vögeln und Fischen. Die tiefste auf dem Basalsaum aufsitzende Schichte des Nervenepithels ist weich, locker und kernhaltig. In der Mitte erscheint sie am dichtesten und wird gegen den freien Rand durch eine scharf markirte Linie, welche den Eindruck macht wie die limitans externa im menschlichen Auge, abgegrenzt, und auf dieser sitzen die steifen Haare auf. Bei den Cyprinoiden hat schon Lang eine besondere Zellenlage beschrieben, welche ich einigemal sehr schön und klar beobachten konnte. Dieselbe stellt einen Saum an der Innenseite der Epithelschichte dar, und an sie reihen sich die Hörhaare an. Die von Lang beschriebenen und abgebildeten Hohlräume in dem Epithel halte ich für zufällige Bildungen. An dem planum semilunare der Fische wird das Nervenepithel von unten nach oben allmählich breiter, dann wieder schmäler und läuft auf dem Querdurchschnitte in ein spitzes Ende aus, an das sich die Pflasterepithelzellen der oberen Ampullenabtheilung anreihen. Auch an der Uebergangsstelle der crista acustica in das planum semilunare tritt eine niedrigere Epithelschichte auf. (S. Fig. I. 7. 9.) Die crista cruciata der Vogelampulle, welche sehr stark nach dem Binnenraum vorspringt, wird in ihrer ganzen Ausdehnung von einem nicht sehr dicken Nervenepithel bekleidet.

In den Säckchen ist die Nervenepithellage durchschnittlich etwas niedriger als in den Ampullen. Der Uebergang desselben in das angrenzende Cylinderepithel ist auch hier ein allmählicher und in dem sacculus rotundus erlangt das Epithel auch an jenen Stellen, welche keine Nerven aufnehmen, nie die niedrige Form wie in den häutigen Kanälen, das heisst, es tritt dasselbe hier nicht als reines Platten-, sondern als Uebergangsepithel auf.

Zerlegt man den Epithelsaum, so lassen sich bei dem Menschen, den Säugethieren und Fischen mehrere Zellenformen in ihm nachweisen.

Zunächst sieht man längliche Cylinderzellen von ziemlich gleicher Dicke mit einem grossen Kern in dem centralen Ende. Das eine Ende dieser Zellen ist breit, das andere läuft in einen stumpfen Conus aus. Bei den Fischen und Fröschen sind sie gelblich pigmentirt. Diese Cylinderzellen, welche Leydig bei dem Aale, Reich bei Petromyzon marinus und M. Schultze zuerst bei den Rochen und Haien genauer beschrieben haben, grenzen überall da an die Innenfläche des Epithelsaumes, wo keine besondere Zellenlage vorhanden ist. Bei den Cyprinoiden sind nämlich zunächst der Innenfläche niedrige, gleich dicke, helle Cylinder mit einem stark lichtbrechenden Kern neben einander gereiht, welche an der centralen Grenze der Hörhaare einen hellen blassen Saum erzeugen. Sie lassen keine Fortsätze erkennen, und würde man dieselben nicht in Situ studiren, so könnte man sie leicht bei isolirter Beobachtung für einfache Cylinder aus dem Grenzgebiete des planum semilunare halten. Die in dem Nervenepithel vorhandenen, an den beiden Enden abgestumpften

Epithelformen scheinen jene Stützzellen zu sein, zwischen denen die Enden der Fadenzellen hindurchgehen.

Diese Spindel-, Faden- oder Stäbchenzellen sind in viel grösserer Zahl vorhanden als die Cylinderzellen. Es sind jene Flaschen- oder Fadenzellen, welche M. Schultze, Odenius, Kölliker, Henle und Hasse in übereinstimmender Weise beschrieben haben. Sie zeigen eine spindelförmige Gestalt mit einem langen Ausläufer nach dem Centrum und einem stäbchenförmigen Aufsatze nach der Peripherie zu. Ihr blasses Aussehen im frischen Zustande lässt sie von den übrigen Zellen unterscheiden, und ihr Verhalten bei Behandlung mit Ueberosmiumsäure scheint eine besondere Aufmerksamkeit zu verdienen. Beobachtet man nämlich bei den Cyprinoiden die Ampullenquerdurchschnitte nach Zusatz von Osmiumsäure unter dem Mikroscop, so nimmt man nach einiger Zeit wahr, dass in demselben Verhältniss, als die Nerven sich dunkel färben, auch der Epithelsaum mit den Hörhaaren eine braune Farbe, wenn auch langsamer, annimmt. Endlich treten zunächst in der inneren Abtheilung der Epithelschichte dunklere Streifen auf, welche man bis an die Oberfläche verfolgen kann. Diese dunklen ungleich dicken Streifen stehen in ganz bestimmten Abständen von einander. Lässt man dann den Epithelsaum längere Zeit in der Osmiumsäure liegen, so können die einzelnen Zellen isolirt werden, und nun sieht man in den spindelförmigen Fadenzellen einen schwarz gefärbten Streifen, welcher, wie ich glaube annehmen zu dürfen, im Innern der Zelle eingeschlossen ist. Derselbe erscheint als die Fortsetzung des langen Fa-

denendes und steht mit dem Kern der Zelle in Zusammenhang, d. h. der Zellenkern erscheint ebenso dunkel gefärbt, wie der Faden selbst. Nach dem peripherischen Ende zu setzt sich der kaum messbare Faden fort, und an Zellen, welche noch mit einem Rest des Hörhaares besetzt sind, macht das Bild ganz den Eindruck, als sei zwischen dem dunklen Streifen im Innern der Spindelzelle und dem Hörhaar keine Unterbrechung vorhanden. Diese Beobachtung machte ich sehr oft an den Ampullen der Cyprinoiden, und die Reaktion, welche an den Spindelzellen bei Anwendung der genannten Säure auftritt, lässt doch immerhin die Interpretation zu, dass hier nervöse Gebilde vorliegen. Auch sind diese Beobachtungen in der That übereinstimmend mit den Angaben, welche in jüngster Zeit durch v. Grimm *) für die Amupllen der Katze bekannt wurden. v. Grimm hat ebenfalls auf Anwendung von Ueberosmiumsäure die schwarze Färbung an den Spindelzellen bei der Katze gesehen. An den einfachen Cylinderzellen ist mitunter auch eine dunkle Färbung des Kernes wahrnehmbar, aber ich vermisste stets den dunklen Streifen in der Zelle.*)

*) Bulletin de l'académie impériale des Sciences de St. Petersbourg.

*) Die Existenz von Basalzellen auf dem strukturlosen Saum der tunica propria, welche M. Schultze beschrieben hat, blieb mir zweifelhaft. Ich kann dieselben an sehr dünnen Schnitten in Situ nicht zur Anschauung bringen. Nur einmal glaubte ich bei einem grossen Salm eine, auf dem Basalraum vorhandene, gestreifte Anordnung als eine Zellenreihe deuten zu dürfen. Wird der ganze Epithelsaum von der tunica propria losgelöst, so nimmt man keine regelmässige, auf den Basalraum aufsitzende Zellenreihe wahr, und ebenso wenig können regelmässige Zellenreihen an der abgelösten Nervenepithelschichte erkannt werden. M. Schultze hat auch schon die Mittheilung gemacht, dass die Basalzellen nicht in der ganzen

Sind nun die feinen Nervenfasern, die sich durchaus nicht von dem isolirten Achsencylinder unterscheiden lassen, in die lockere Epithellage eingetreten, so gehen sie hier vielfache Anastomosen mit einander ein, und so entsteht ein Nervennetz, welches sowohl an den Knotenpunkten, als auch an den feinen Fäserchen zahlreiche Anschwellungen zeigt.

Einigemal gelang es mir, dieses Netz sehr klar zur Anschauung zu bringen, jedoch blieb mir die Natur der verschieden geformten Anschwellungen fraglich; denn ich kann dieselben nicht als Ganglienzellen auffassen, wie Reich es gethan, obschon in neuerer Zeit die Thatsachen sich häufen, welche für die Auffassung sprechen, dass körnige Anschwellungen an feinen Nervenfasern als ganglien-ähnliche Gebilde, wie bei der Körnerschichte der Retina, zu betrachten seien. —Aus dem feinen Nervennetz gehen die Fasern hervor, welche sich senkrecht in dem Epithel anordnen, und ich glaube, auf zahlreiche Beobachtungen gestützt, annehmen zu dürfen, dass die Fäden, welche in die spindelförmigen Zellen eintreten, die Fortsetzungen der Nerven darstellen. Und wenn die dunklen Streifen und der Kern der Spindelzelle, gerade weil sie in der Osmiumsäure sich schwarz färben, als nervöse Gebilde angesehen werden dürfen, so können auch die Hörhaare als allmälig dünner werdende Fortsätze der Flaschenzelle aufgefasst werden; diese ziehen zwischen den sie stützenden cylindrischen Epithelzellen hindurch und zwar immer an jenen Punkten, wo die Kanten der polygonalen Cylinderzellen zusammentreffen, denn auch sie

Ausdehnung des Kammes der crista acustica vorkämen, sondern mehr in den Randpartien.

nehmen in der Ueberosmiumsäure, wenn auch keine schwarze, so doch eher als irgend ein anderes Gewebe an der Ampullenwand, eine braune Färbung an.

Man hätte demnach in dem Nervenepithel der Ampullen und Säckchen eine Anzahl cylindrische Stützzellen vor sich, welche Räume und feine Kanäle zwischen sich erzeugen zur Aufnahme der spindelförmigen Nervenzellen, die in Verbindung mit dem Hörhaar als Endorgane der Vestibularnerven aufzufassen sein dürften. Hier wäre auch noch die Beobachtung von E. Schulze an durchsichtigen Meergrundeln (gobius niger) zu erwähnen, wornach die Nervenprimitivfasern direkt in die Hörhaare übergehen sollen. Der beigegebenen Abbildung zufolge werden in dem während der Untersuchung vorhandenen Entwickelungsstadium der Thiere die Epithelzellen wahrscheinlich noch nicht klar sichtbar gewesen sein.

In der Umgebung des Nervenhügels der crista acustica und der macula acustica treten nach M. Schultze und C. Hasse bei den verschiedenen Thierklassen theils sternförmige, theils pigmentirte Zellenformen auf, welche zwischen den einfachen Cylinderzellen der abhängigen Umgebung der Nervenhügel angebracht sind, über deren spezielle Anordnung in den schönen Abhandlungen der beiden Autoren Genaueres zu finden ist.

Was die Hörhaare anlangt, so haben wir zuerst Mittheilung über die Existenz von Flimmerzellen in dem häutigen Labyrinth durch Ecker, Reich und Leydig erhalten. Die wahre Natur der Hörhaare lernten wir jedoch erst durch M. Schultze kennen. Dieser Forscher hat den Nachweis geliefert, dass dieselben starre, allmählich dünner werdende, lange Fasern darstellen, welche

mit einer breiteren Basis an das Nervenepithel grenzen und mit dem feinen spitzen Ende von der Endolymphe umspühlt werden, wenn nicht, was ich vermuthe, eine eigenartig organisirte Kappe die Hörhaare deckt. Jenes Gebilde, welches Leydig in der Ampulle der Taube beobachtet und abgebildet hat, halte ich mit M. Schultze für den im Zusammenhang losgelösten Epithelbeleg der crista acustica und ihrer Umgebung. Bei den Fischen und Vögeln habe ich aber noch eine besondere feinzellige, zarte Bildung beobachtet, welche entsprechend der Stelle der Ampullenleiste angebracht ist, wo die Hörhaare ihren Sitz haben und über deren genaueres Verhalten ich bis jetzt keine befriedigende Einsicht erlangen konnte. Die Länge der Hörhaare beträgt nach M. Schultze beim Rochen 0,04‴ P. Sie stehen in bestimmten Abständen von einander und ändern Form und Aussehen sehr rasch auf Zusatz verschiedener Reagentien. Ich habe sowohl bei den Säugethieren, als auch bei den Fischen und Fröschen den Basaltheil der Hörhaare, selbst bei der vorsichtigsten Behandlungsweise, etwas dicker gefunden, als ihn M. Schultze beschreibt und abbildet.

Besonders in die Augen fallend sind die blasigen, strukturlosen Gebilde, welche sowohl an den Hörhaaren der crista acustica, als auch an dem planum semilunare dichtgedrängt auf dem Epithel auftreten. Am schönsten habe ich sie an Osmiumsäure-Präparaten von Cyprinus beobachtet. Hier stellen sie einen unebenen Saum an der Innenfläche des Epithels in seiner ganzen Ausdehnung dar. (Fig. I. 10.)

Bei diesem Fische scheinen unter gewissen Bedingungen die Hörhaare durch einen Klebestoff zusammen-

gehalten zu werden, denn man beobachtet mitunter hier auf dem Epithelsaum der Ampullenleiste einen regelmässig gebildeten, konischen Vorsprung, die Cupula terminalis nach Lang (Fig. I. 12.), welcher an einigen meiner Präparate mehr als zwei Drittel des Ampullenraumes einnimmt. Er hat eine lichte streifige Beschaffenheit, und es laufen die Streifen von der Basis nach der Spitze des Conus zusammen. Die Streifen scheinen jedoch nicht alle Stellen des Hügels zu durchsetzen, denn bei einer Einstellung auf dessen Centrum tritt eine fein granulirte Substanz auf. Einigemal glaubte ich eine Kappe aus zarten Zellen gebildet auf ihm beobachtet zu haben. Lang hat bei den Cyprinoiden die Existenz der Hörhaare geläugnet und an deren Stelle den Hügel als Endapparat der Ampullenleiste beschrieben, während Hasse denselben für eine zarte Cuticularbildung hält, die schwer in der Lage zu erhalten sei, und der Membrana tectoria in anderen Theilen des Labyrinthes entspreche. Ich glaube vorderhand in ihm die mit einander verklebten Hörhaare zu erkennen. Immerhin erfordert diese Anordnung noch eingehendere Prüfungen, umsomehr, da man dieselbe bei manchen Exemplaren oft vergeblich sucht.

II.

Ueber eigenthümliche Zellenreihen in den häutigen Bogengängen bei Salmo hucho.

Mit einer Abbildung.

Eine eigenthümliche isolirt stehende Bildung, welche ich in den häutigen Bogengängen bei Salmo hucho beobachtet habe, soll hier noch angereiht werden. An der beigegebenen Figur erkennt man, dass die Wand und das Lumen des Kanales bei diesem Fisch von denen des Hechtes und der Cyprinoiden in manchen Beziehungen abweichen. Die Aussenseite der Kanalwand ist uneben, ihre dicke Stelle wird ungleich durch eine aussen befindliche Rinne, und was die Struktur anlangt, so ist die hyaline Grundsubstanz im Verhältniss zu den Bindegewebskörperchen bedeutend vorherrschend.

An der dicken Stelle der Wand erheben sich in regelmässigem Abstand zwei Zellenreihen, welche wie zwei Wälle, eine Furche begrenzend, in den Kanal ziemlich weit vorspringen. (S. Fig. III. 5 und 6.) Dieselben sind in der ganzen Länge der Kanäle zugegen, nur mit dem Unterschiede, dass sie gegen den Utriculus hin an Höhe abnehmen. Unter ihren Epithelzellen, beziehungsweise an deren Grenze, treten sehr zarte, blass aussehende Fasern hervor, welche an ihrem Ursprunge

von einem Protoplasma umgeben sind, sich dichotomisch theilen und mit rundlichen oder ovalen Zellen in Zusammenhang stehen, die wie die Beeren einer Traube an ihren Stielen sitzen.

Die ganze Zellenreihe, welche auf diese Weise erzeugt wird, flottirt in einem gewissen Grade in der Endolymphe des Bogenganges. Bei Flächenansichten ergibt sich, dass beide Zellenreihen in regelmässigen Abständen einander erreichen, so dass sie die Furche gleichsam überbrücken. Nur möchte ich vermuthen, dass beide Reihen nicht durch ihre Stielchen in gegenseitiger Verbindung stehen, sondern die Zellen sich nur berühren und an einander kleben. Wird eine derartige Stelle auf dem Querschnitt getroffen, so erhält die fragliche Bildung das Aussehen eines vollständigen Kanales, und wenn man die Zellen mechanisch unter dem Mikroscop zu bewegen sucht, so nimmt man wahr, dass, obschon dieselben sich heben und senken, die beiden Reihen sich nicht von einander entfernen. Die Furche zwischen den beiden Wällen scheint kein Epithel zu tragen.

Ich glaube nicht, dass hier ein Nervenendapparat vorliegt, da die Zweige des nervus acusticus über die Ampullengrenze nicht hinausgehen und ich aussen an der Kanalwand keine Nervenprimitivfasern beobachten konnte. Sollten vielleicht die beiden Wälle und die von ihnen eingeschlossene Furche in Beziehung stehen mit der Wellenbewegung der Endolymphe?

III.

Die Verbindung der Fussplatte des Steigbügels mit dem ovalen Fenster beim Menschen.

Mit zwei Abbildungen.

Die Verbindung der Steigbügelfussplatte mit dem ovalen Fenster wurde seit Soemmering von verschiedenen Autoren beschrieben, und da die Angaben hierüber sich in den wesentlichsten Punkten widersprechen, so erscheint es bei dem hohen physiologischen Interesse, welches die Beziehung der Steigbügelfussplatte zu dem Labyrinth darbietet, angezeigt, die Frage mit Hilfe unserer vervollständigten Untersuchungsmethoden eingehend zu prüfen.

Während die Mehrzahl der Schriftsteller die Einfügung der Steigbügelfussplatte in das ovale Fenster als einfach beschreibt, finde ich eine ziemlich complicirte Einrichtung, und es hat auch schon Soemmering*) darauf hingewiesen, indem er sagt: »dass die Basis des Steigbügels im halbovalen Fenster durch ein zartes Gelenkkapselchen befestigt sei.« Ob nun aber Soemmering mit dem Namen Gelenkkapselchen auch eine gelenkige Verbindung, oder nur eine

*) Vom Baue des menschlichen Körpers. Frankfurt. 1796. Theil II. S. 12.

Faserlamelle, die einer fibrösen Gelenkkapsel ähnlich sei, bezeichnen wollte, ist aus der kurzen Notiz nicht zu entnehmen. Die Beschreibung Huscheke's lautet dahin, dass »ein ringförmiges Trittband den Steigbügel an das ovale Fenster befestige.« Die Autoren Carlisle, Wharton Jones, Sharpey und Quain, E. H. Weber, Meckel, Lincke und A. sprechen von einer einfachen Faserverbindung, welche sie als Lig. orbiculare baseos stapedis aufführen,

Dem thätigen Engländer Toynbee war es vorbehalten, eine genauere Beschreibung der Vereinigung der Steigbügelfussplatte mit dem ovalen Fenster zu liefern. Toynbee sagt: When examined in a recent ear, the circumferential surface of the base of the stapes is found to be quite smooth, and covered by a very delicate layer of cartilage, which communicates a soft sensation to the finger when it is touched by a fine probe. The cartilage is most abundant at the two extremities, from which portions of sufficient magnitude can often be removed, especially in joung persons, so as to admit of their being examined by means of the mikroscope.«

Diese Angaben Toynbee's wurden nur von einigen deutschen Autoren bestätigt.

Da nun aber in der Zwischenzeit die Hilfsmittel der histologischen Forschung vervollkommnet wurden, und der richtigen Anwendung derselben, sowie der Verwerthung besserer Methoden die mikroscopische Anatomie bekanntlich so manche Förderung verdankt, so konnten jetzt Präparate gewonnen werden, welche beweisen, dass Toynbee bezüglich einiger seiner Angaben ganz richtig beobachtet hat. Auch von Magnus wurden Knorpelbe-

lege an dem ovalen Fenster und der Steigbügelfussplatte beschrieben. Henle und Helmholtz bezeichnen die Verbindung der Basis des Steigbügels als eine elastische, faserknorpelige Lippe, wie sie ähnlich als Lippen der Gelenkpfannen auch an grösseren Gelenken vorkommen; diese hat eine Breite von 0,7 Mm.

Von Toynbee wurde zuerst auf die in physiologischer Hinsicht sicherlich wichtige Formverschiedenheit zwischen dem vorderen und hinteren Rande der Steigbügelfussplatte aufmerksam gemacht. Dieselbe ist so in die Augen fallend und so konstant, dass man sich wundern muss, sie nicht schon längst speziell berücksichtigt zu haben. Meine vergrösserte Darstellung, welche mittelst der Camera lucida gezeichnet wurde, gibt diese Formdifferenz ziemlich genau wieder.

Die entkalkten Schläfenbeine gestatten, nach vorheriger Ausfüllung der Pauken- und Vorhofshöhle mit der bekannten Mischung aus Wachs und Terpentinöl, die Anfertigung von Durchschnitten, welche eine befriedigende Einsicht in die gegenseitigen Beziehungen des Steigbügels und des ovalen Fensters gewähren.

Wenn man an einem gelungenen Querdurchschnitt das vordere mit dem hinteren Ende der Steigbügelfussplatte vergleicht, so ergibt sich neben der Dickenzunahme an diesen Stellen, dass hinten die ziemlich hohe Contaktfläche einen fast rechten Winkel zur Vestibularfläche der Fussplatte bildet und dass die Fussplatte sich gegen den hinteren Steigbügelschenkel in Form eines Vorsprunges absetzt. (S. Fig. 5 Taf. III) Die Contaktfläche an der vorderen Umrandung der Fussplatte ist etwas niedriger als die hintere und erscheint spitzwinkelig zu ihrer Ve-

stibularfläche gestellt, wie denn das ganze vordere Ende, welches den entsprechenden Schenkel überragt, etwas länger erscheint, als das hintere und es ist wohl annehmbar, dass durch die schiefe Fläche und die grössere Länge des vorderen Randes der Fussplatte dem Zug des Musc. stapedius, welcher am Steigbügel keinen willkürlichen Antagonisten hat, ein gewisser Widerstand entgegengesetzt wird.

Die erwähnten Ränder der Steigbügelfussplatte sind von ziemlicher Dicke. Der hintere hat einen Dickendurchmesser von 0,160 Mm. und der vordere misst 0,140 Mm. Sie sind von einer hyalinen Knorpellamelle belegt, welche auf dem Querdurchschnitt einen Durchmesser zeigt, der zwischen 0,012—0,024 Mm. variirt. Die Knochenflächen erscheinen nämlich nicht ganz eben und es senkt sich daher die hyaline Knorpelsubstanz in die Unebenheiten ein, um auch hier, wie bei den übrigen Knochenverbindungen des Körpers eine Congruenz der Flächen zu vermitteln. Aber nicht nur der vordere und hintere Rand der Steigbügelfussplatte ist mit diesem Knorpel belegt, sondern die ganze Vestibularfläche des Steigbügels wird vollständig von demselben überzogen. Gedeckt ist der Knorpel hier durch ein dünnes, kernehaltiges Fasergewebe (Perichondrium), welches der Auskleidung des Vorhofes angehört.

Dass der Beleg an den angeführten Stellen, selbst bei alten Individuen eine hyaline Knorpelsubstanz ist, unterliegt keinem Zweifel. Die homogene Grundsubstanz unterscheidet sich von dem angrenzenden Knochengewebe durch ihre gelbliche Färbung. Die rundlichen Knorpelzellen, welche von verschiedener Grösse sind, treten an

Imbibitionspräparaten durch die intensive Färbung ihrer Kerne in der farblos bleibenden Grundsubstanz sehr deutlich hervor. In der Mitte der Vestibularfläche der Steigbügelfussplatte ändert sich die Form der Knorpelzellen, indem sie mehr länglich werden und mit ihrem längsten Durchmesser in sagittaler Richtung stehen.

Auch an dem Rand des ovalen Fensters ist ein hyaliner Knorpelbeleg angebracht. Derselbe hat am hinteren Rande die gleiche Stärke wie jener an der ihm zugekehrten Steigbügelfläche, vorn aber misst er 0,040—0,048 Mm. Gegen die Paukenhöhle hin ist dieser Knorpel scharf abgegrenzt, während er im Vorhof über die Grenze des ovalen Fensters hinaus geht und dünn zulaufend die Vorhofsfläche eine Strecke weit ebnet.

An den hyalinen Knorpel reiht sich sowohl am ovalen Fenster als auch am Rande der Steigbügelfussplatte eine gleich starke elastische Faserlage an, welche sehr dicht ist und durch ihre starke Färbung an Imbibitionspräparaten in die Augen fällt. Ihre Fasern laufen von den Knorpeln aus gegeneinander und da, wo beide sich berühren, wird durch netzartige Vereinigung der Gewebsbündel ein Lückensystem erzeugt, welches mit Flüssigkeit gefüllt ist. Gegen den Vorhof und die Paukenhöhle hin geht das dichte Gewebe von einem Knorpel zum anderen und bildet ein Lig. orbiculare baseos stapedis vestibulare und in der Paukenhöhle ein schwächeres Lig. orbiculare baseos stapedis tympanicum. Das letztere steht mit der Paukenhöhlenschleimhaut in Zusammenhang. An dem oberen und unteren Rande ändert diese Verbindung dadurch ihren Charakter, dass

die etwas nach der Paukenhöhle aufgeworfene gleichdicke Einfassung der Basis etwas kleinere Contactflächen besitzt, als die beschriebenen am vorderen und hinteren Ende. Aber auch hier sind Knorpelbelege vorhanden, welche sich gegen die Mitte der Vestibularfläche der Fussplatte etwas verstärken. Mit dem Knorpelbeleg am ovalen Fenster findet die Vereinigung durch eine elastische Faserlage statt, in deren Centrum die mit einander communicirenden Lücken spärlicher auftreten, als an der des vorderen und hinteren Randes.

Die Verbindung des Steigbügels mit dem ovalen Fenster ist somit weder eine reine Syndesmosis noch eine Synchondrosis, sondern es liegt eine Form der Vereinigung vor, welche, wollte man dieselbe in das Schema der verschiedenen Arten der Knochenverbindung einreihen, sich zunächst an die sog. Halbgelenke anschliest. Sie unterscheidet sich nur dadurch von den Halbgelenken, dass eine grössere Anzahl von miteinander communicirenden Hohlräumen vorhanden ist, während die Halbgelenke durch eine unregelmässig abgegrenzte Höhlenbildung charakterisirt sind.

Wenn man ganz absieht von der Benennung dieser Verbindung, so geht zunächst aus unserer Darstellung hervor, dass die Steigbügelfussplatte im ovalen Fenster eigenartig eingefügt ist, eine Thatsache, welche schon Helmholtz experimentell festgestellt hat. Helmholtz lieferte den Nachweis, »dass die Beweglichkeit der Steigbügelbasis eine sehr geringe ist, indem die grössten Werthe für die Excursionen des Steigbügels $^1/_{18}$—$^1/_{14}$ Mm. betragen.« Nach den früheren Darstellungen der Verbindung des Steigbügels mit dem ovalen Fenster musste

eine grössere Beweglichkeit angenommen werden. Die Durchmesser des knöchernen ovalen Fensters werden aber in allen Richtungen durch die elastischen Kissen, den hyalinen Knorpel, soweit verkleinert, dass die überknorpelte Steigbügelfussplatte mit ihren ziemlich breiten Contaktflächen hineinpasst und somit wenig Spielraum für ihre Bewegung übrig bleibt.

Einer bisher übersehenen Anordnung an der Paukenhöhlenfläche der Basis des Steigbügels habe ich noch zu gedenken, welche ich nach den mir bis jetzt vorliegenden Beobachtungen für einen vegetativen Muskel, Musc. fixator baseos stapedis, halten möchte.

Einen Millimeter entfernt vom ovalen Fenster, entspringt an dessen hinterer und oberer Umrandung in der Paukenhöhle ein dünnes Knochenleistchen, welches auf dem Querdurchschnitt einen Durchmesser von 0,080 Mm. besitzt. Dasselbe erscheint an Flächenansichten als schwache, bogenförmige Leiste, welche mit der Nadel leicht zerstört werden kann.

Dasselbe biegt sich in leicht Sförmiger Krümmung gegen das mediale Ende des Steigbügelschenkels und endet mit einer stumpfen Spitze, welche gegenüber dem promenirenden Rand der Basis des Steigbügels steht. Seine Bedeutung konnte nur an Querdurchschnitten erkannt werden. Die Schleimhaut steht zu diesem Knochenleistchen in ähnlicher Beziehung, wie zu jedem anderen prominirenden Gebilde in der Paukenhöhle.

Als direkte Fortsetzung dieser Knochenleiste tritt ein gelblich gefärbtes festes Gewebe auf, welches sich mit breiter werdender Basis im Winkel zwischen dem Steigbügelschenkel und dem etwas abstehenden Theil

der Fussplatte sowie an ihrem oberen Rande befestigt. (S. Fig. II. 5.) Dieses Gewebe steht aber nicht nur mit dem Knochen, sondern auch mit dem Knorpelbeleg der Fussplatte in Zusammenhang.

Schon an imbibirten Querdurchschnitten sieht man längliche, gefärbte Streifen, welche an isolirten Präparaten als spindelförmige Zellen sich darstellen, die ich zur Zeit nur als contraktile Faserzellen deuten kann.

Dieser Fixator baseos stapedis, welcher, wie gesagt, als vegetativer Muskel angesehen werden muss, beschränkt sich nicht nur auf das hintere Ende der Basis des Steigbügels, obschon er hier am stärksten ist, sondern er setzt sich gegen den oberen Rand hin fort und kann zufolge seiner Zugrichtung als Antagonist des willkürlichen Musc. stapedius aufgefasst werden; denn er fixirt die Basis an jener Stelle, welche durch die einseitige Wirkung des Musc. stapedius gegen den Vorhof bewegt wird.

Diese Einrichtung erinnert an die Accommodations-Vorrichtung im Auge. Wie hier beim Durchgang der Lichtstrahlen durch die optischen Medien die Accomodation durch unwillkürliche Muskeln vermittelt wird, so ist bei Uebertragung der Schallwellen vom Steigbügel auf das Labyrinth neben den zwei kleinen willkürlichen Muskeln ein unwillkürlicher kleiner Muskel angebracht, dessen physiologische Bedeutung doch wahrscheinlich nur in einer antagonistischen Wirkung gegenüber dem M. stapedius gesucht werden kann.

IV.

Der Meniscus in dem Hammer-Ambossgelenke.

Mit drei Abbildungen.

Ueber die Verbindung des Hammer-Ambossgelenkes sagt Pappenheim in seiner speciellen Gewebelehre des Gehörorganes, dass sich eine Falte aus der innersten Membran der Kapsel in das Gelenk hinein begebe. Alle übrigen Schriftsteller beschreiben nur die Kapselmembran, welche Hammer und Amboss nicht sehr fest vereinigen. Nach Helmholtz ist die Excursionsweite des Hammer-Ambossgelenkes gering; die Dehnung beider Knochen gegeneinander beträgt nicht ganz 5 Grad.

Querdurchschnitte durch das genannte Gelenk ergaben, dass die beiden hyalinen Knorpelflächen nicht mit einander in Contakt treten, sondern dass sich ein Meniscus von ziemlicher Mächtigkeit zwischen sie einschiebt, dem auch noch die Bestimmung zukömmt, die Congruenz der beiden Flächen zu vermitteln.

Die hyalinen Knorpelbelege haben am Hammer- und Amboss eine ungleiche Dicke von durchschnittlich 0,012

— 0,016 Mm. Am Amboss zeigt er sich etwas mächtiger, besonders gegen die Peripherie der Gelenkfläche, als am Hammer. Die ungleiche Dicke entsteht auch hier dadurch, dass der Knorpelbeleg die unebene Knochenfläche zu ebenen bestimmt ist.

Zur Anheftung des Kapselbandes läuft um die Peripherie der Gelenkfläche des Hammers und Ambosses eine Rinne. Die knöchernen Ränder, welche die Gelenkflächen von den angrenzenden Aussenflächen scheiden, erscheinen nicht winkelig abgesetzt, sondern sie sind abgerundet und werden durch faserknorpelige Lippen ergänzt.

An einzelnen Stellen hat die Gelenkkapsel eine Dicke von 0,080 Mm. an anderen Stellen dagegen beträgt ihr Durchmesser nur 0,040 Mm. An der Peripherie der Gelenkflächen, da wo die hyaline Knorpelsubstanz als dünner Beleg endet, tritt die faserknorpelige Lippe von ziemlicher Stärke auf. Dieselbe steht sowohl mit dem hyalinen Knorpel, als auch mit der Innenfläche der Gelenkkapsel in Zusammenhang.

Entsprechend dem einen Rande (links in unserer Figur 7) hat sie nur die Bedeutung die Flächen congruent zu machen, während dieselbe an dem anderen Rande als äusserer Kapseltheil des Meniscus auftritt. Von hier aus zieht sich ein Faserknorpel in die Gelenkhöhle hinein, der an einzelnen Stellen bis zur entgegengesetzten Wand reicht, aber nicht an allen Seiten mit dieser in Vereinigung tritt. An manchen Durchschnitten läuft er scharfkantig aus, ohne die entgegengesetzte Kapselfläche zu erreichen. Dieser Meniscus hat eine Dicke

von 0,040—0,060 Mm. im Durchschnitt. Er besteht aus dichtem Fasergewebe mit zahlreich eingestreuten Knorpelzellen.

An meinen Querdurchschnitten erscheinen die Fasern gruppenweise gegen einander abgegrenzt, so dass die einzelnen Bündel zu unserem Querschnitt einen rechtwinkeligen Verlauf haben, d. h. dass sie parallel dem längsten Durchmesser des Gelenkes angeordnet sind. (S. Fig. 7.)

Der Entdeckung J. Gruber's, dass an dem Hammerhandgriff eine hyaline Knorpelsubstanz sich befindet und meiner obigen Beschreibung der hyalinen Knorpelbelege am ovalen Fenster und der Steigbügelfussplatte kann ich hier das Resultat einer neuen Untersuchung über einen hyalinen Knorpel an der Spitze des kurzen Schenkels des Ambosses mittheilen.

Henle hat die Verbindung des kurzen Amboss-Schenkels mit der hinteren Paukenhöhlenwand als Amboss-Paukengelenk beschrieben und hervorgehoben, dass die Amphiarthrose durch Faserknorpel vermittelt werde. Helmholtz hat in seiner 5. Figur, Seite 21 eine sehr getreue Darstellung dieses Bandes gegeben. (Pflüger's Archiv für Physiologie. Bd. I.)

Ich habe diesen Angaben nur beizufügen, dass an jener Stelle, wo die sehr regelmässig angeordneten Fasern des Lig. incudis posterius an den Knochen herantreten, (S. Fig. II. Taf. 8) eine hyaline Knorpellamelle angebracht ist, mit der die feinen Fasern des genannten Bandes in Verbindung treten. Dieselbe zieht sich bis gegen die Spitze

des kurzen Amboss-Schenkels und endet nach der Basis des Knochens hin als dünn zulaufende Lamelle.

Auch an jener Stelle, wo der kurze Schenkel mit seinem Einschnitt auf der Paukenhöhlenwand ruht, findet sich in geringer Ausdehnung ein hyaliner Knorpelbeleg. (S. Fig. 8. Taf. II.)

Erklärung der Abbildungen.

(Die Abbildungen sind mit Ausnahme der Figura II mittelst der Camera lucida gezeichnet.)

Fig. 1. Querdurchschnitt der Ampulle von Cyprinus.

1. Knorpel des Ampullendaches.
2. Seitliche allmählich dünner werdende Wand.
3. Dicke Stelle der Knorpelwand, welcher innen das planum semilunare entspricht.
4. Freier Rand des Ampullenbodens mit den beiden Nerven.
5. Die dicke Knorpelwand mit den sie durchziehenden Nerven.
6. Crista acustica des Knorpels mit dem Basalsaum.
7. Epithelschichte der Crista acustica.
8. Helle Zellenreihe an der Innenfläche.
9. Uebergang der Crista acustica in das planum semilunare.
10. Epithelzellen des planum semilunare mit verschieden geformten grossen strukturlosen Hervorragungen.
11. Plattenepithel des Ampullendaches.
12. Hügel auf dem Epithel der Crista acustica.

Fig. 2. Schematische Darstellung der Nerven in der Crista acustica.

1. Knorpel des Ampullenbodens.
2. Basalsaum.

3. Doppelt contourirte Nervenfasern.
4. Axencylinder, welche den Basalsaum durchbrechen.
5. Anastomosen der feinen Nervenfasern mit Anschwellungen.
6. Spindel- oder Fadenzellen mit dem Kern und dem in Ueberosmiumsäure dunkelgefärbten Streif im Innern.
7. Cylinderepithel- oder Stützzellen.
8. Hörhaare.

Fig. 3. A. Querdurchschnitt des häutigen Bogenganges von Salmo hucho.

1. Dicker Abschnitt der Kanalwand mit einer aussen befindlichen Rinne.
2. Dünner wandständiger Abschnitt der Kanalwand.
3. Plattenepithel.
4. Feine Fasern, welche sich in einem Protoplasma erheben.
5. Rundliche Zellenreihen, welche an den Haaren sitzen.
6. Furche zwischen den beiden Zellenreihen.

B. Vergrösserte Darstellung der aus dem Protoplasma hervorgehenden feinen Fasern mit den an ihnen befindlichen Zellen.

Fig. 4. Horizontalschnitt des vorderen Randes der Steigbügelbasis in Verbindung mit dem ovalen Fenster.

1. Hyaliner Knorpelbeleg an dem vorderen Rande des Steigbügels.
2. Hyaline Knorpel- und Faserlage an der Vestibularfläche des Steigbügels.
3. Vorderer Steigbügelschenkel.

4. Hyaliner Knorpelbeleg an der vorderen Umrandung des ovalen Fensters.
5. Ligamentum baseos stapedis tympanicum.
6. Ligamentum baseos stapedis vestibulare.
7. Dichte Faserlage an dem Knorpel des Vorhoffensters.
8. Dichte Faserlage an dem Knorpel des Steigbügels.
9. Lückensystem zwischen den beiden Faserlagen.

Fig. 5. Horizontalschnitt des hinteren Randes der Steigbügelbasis in Verbindung mit dem ovalen Fenster.

1. Hinterer Rand der Steigbügelfussplatte mit dem hyalinen Knorpelbeleg.
2. Hinterer Schenkel des Steigbügels.
3. Fussplatte des Steigbügels mit dem hyalinen Knorpelbeleg.
4. Rinnenförmig abgesetzte Stelle zwischen dem Schenkel des Steigbügels und dem Rande der Fussplatte.
5. Hyaliner Knorpelbeleg am Rande des ovalen Eensters
6. Faserlage auf dem Knorpel an der Vorhofsfläche des Steigbügels.
7. Ligamentum baseos stapedis vestibulare.
8. Ligamentum baseos stapedis tympanicum.
9. Dichte Faserlage, welche sich an den hyalinen Knorpel anschliesst.
10. Grössere mit einander communcirende Lücken im Centrum.
11. Knochenleiste an der Vorhofswand.
12. Hackenförmig umgebogenes Ende der Knochenleiste.
13. Musculus fixator baseos stapedis, welcher sich in ziemlich grosser Ausdehnung in dem Winkel zwischen Fussplatte und Schenkel des Steigbügels befestigt.

Fig. 6. Durchschnitt durch das Hammer-Amboss-Gelenk.

1. Hals des Hammers.
2. Körper und kurzer Schenkel des Ambosses.
3. Kapsel des Hammer-Ambossgelenkes.
4. Meniscus im Hammer-Ambossgelenk.
5. Gefässräume in dem Hammerhals.
6. Grosse Gefässräume in dem Amboss.
7. Hyaliner uud Faser-Knorpel an dem Einschnitt des Ambossschenkels.
8. Hyaliner Knorpelbeleg an der Spitze des Ambossschenkels.
9. Ligamentum incudis posterius.

Fig. 7. Vergrösserter Durchschnitt durch das Hammer-Ambossgelenk.

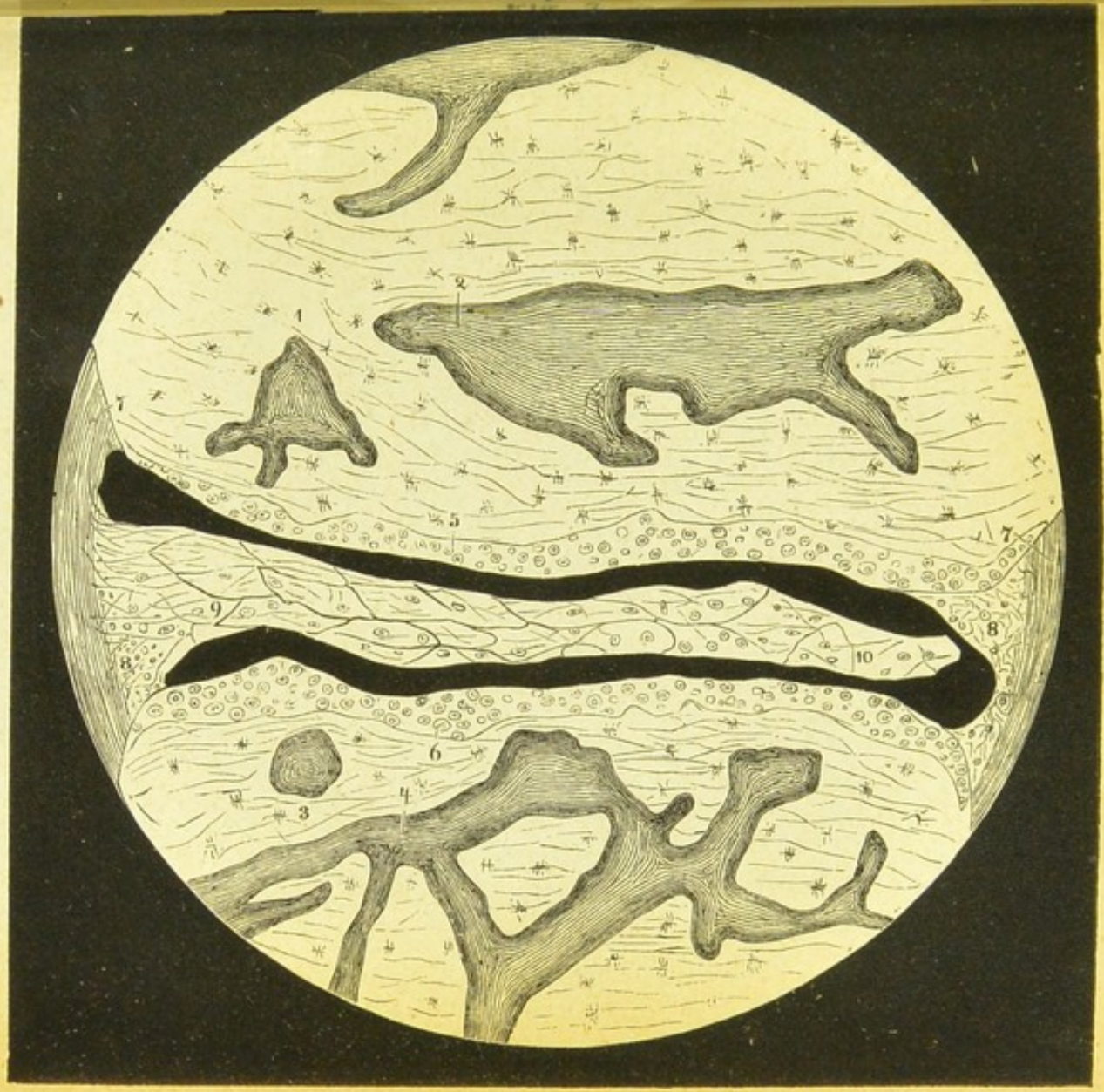
1. Durchschnitt durch den Hammerhals.
2. Dessen Gefässräume.
3. Basis des Ambosses.
4. Dessen Gefässräume.
5. Hyaline Knorpelsubstanz am Hammer.
6. Hyaliner Knorpelbeleg am Amboss.
7. Fibröse Kapsel des Gelenkes.
8. Faserknorpelige Lippe an dem Rand der Gelenkfläche.
9. Meniscus aus Faserknorpel bestehend.
10. Dünner werdendes Ende des Meniscus.

Fig. 8. Vergrösserte Darstellung der Spitze des kurzen Ambossschenkels in seiner Verbindung mit der Paukenhöhlenwand. (S. Taf. II.)

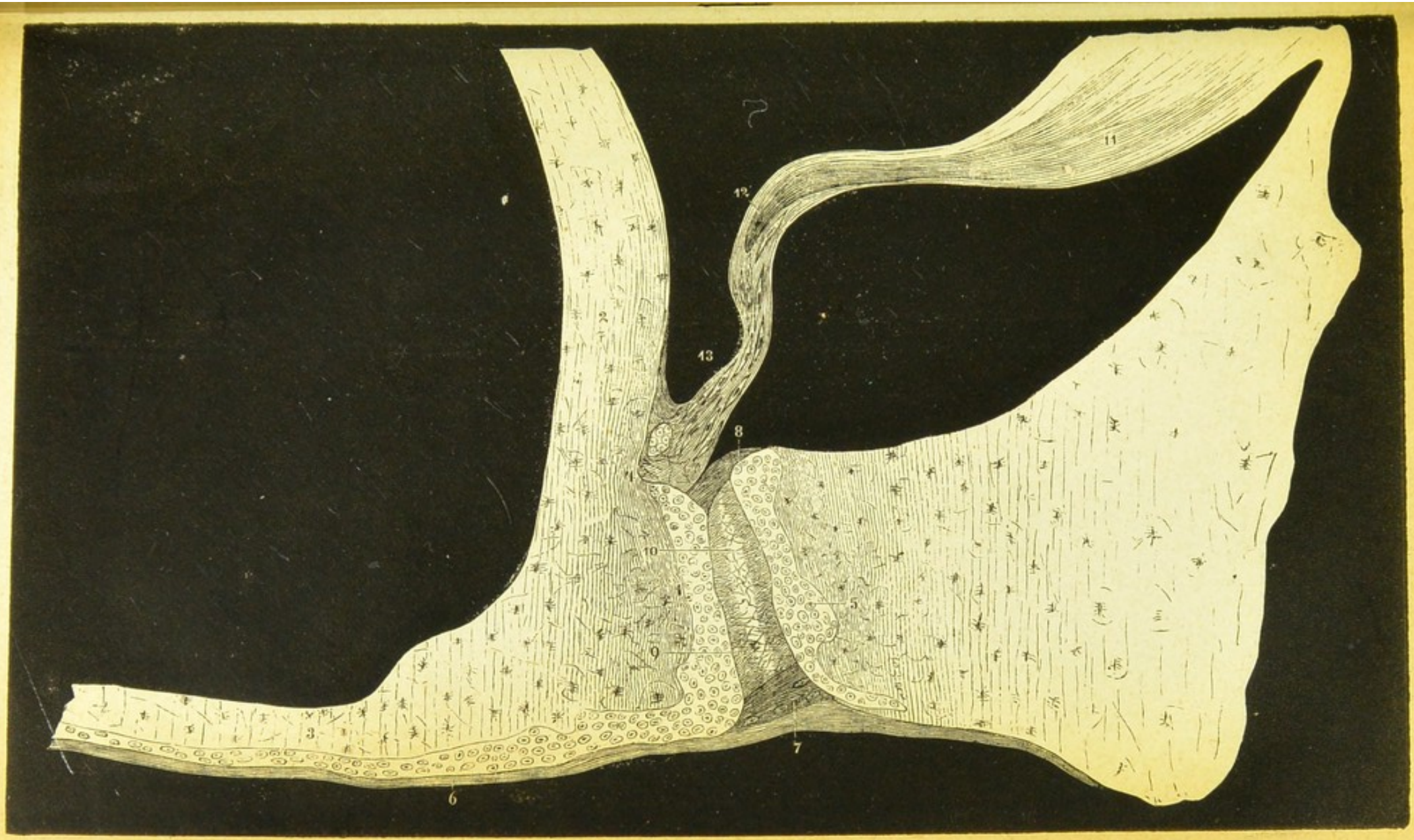
1. Knochensubstanz.
2. Hyaliner Knorpeleg.
3. Ligamentum incudis posterius.

Fig. 6.

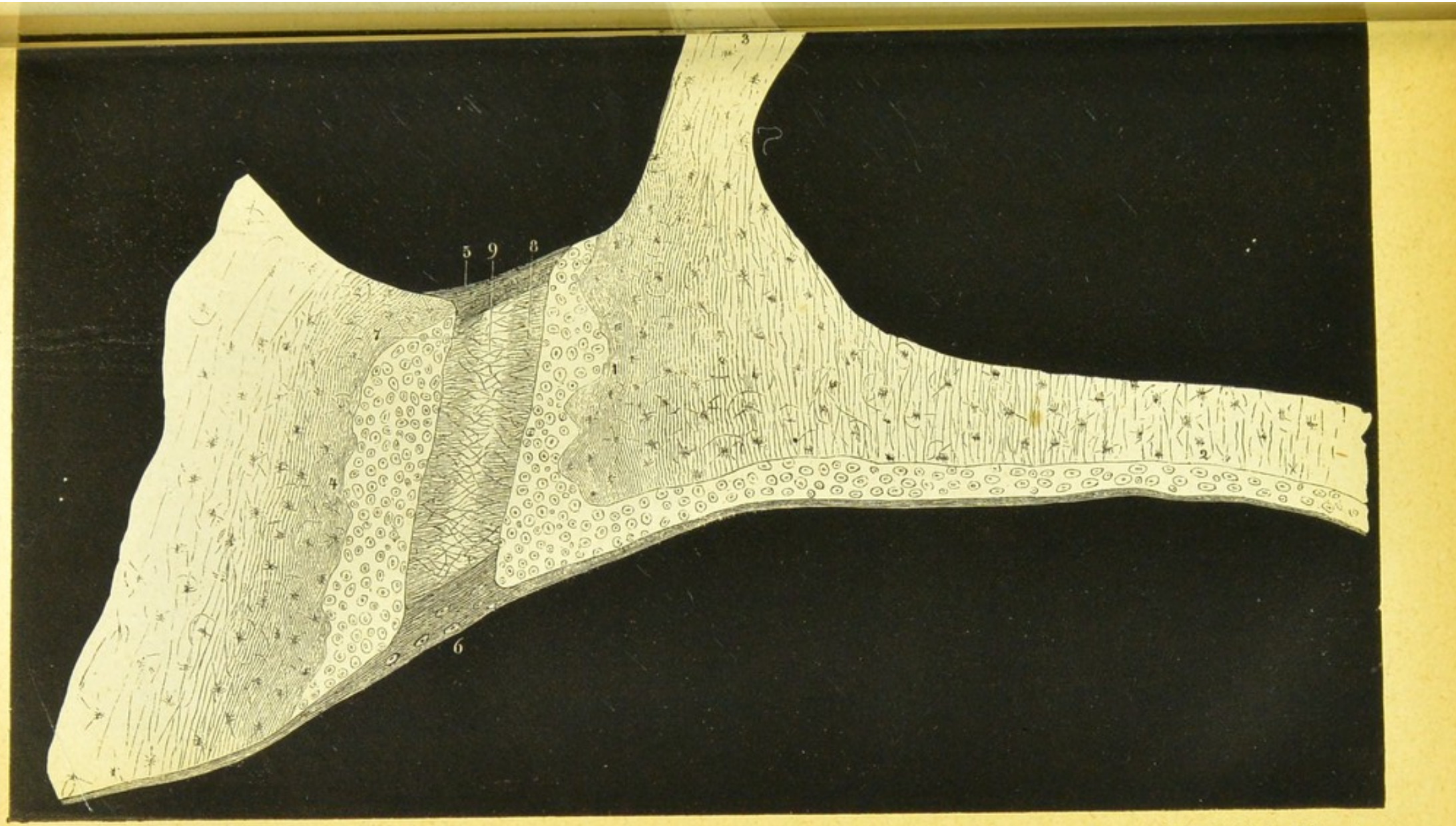
Rüdinger ad nat del.



Holzschnitt v. H. Wolf in München.

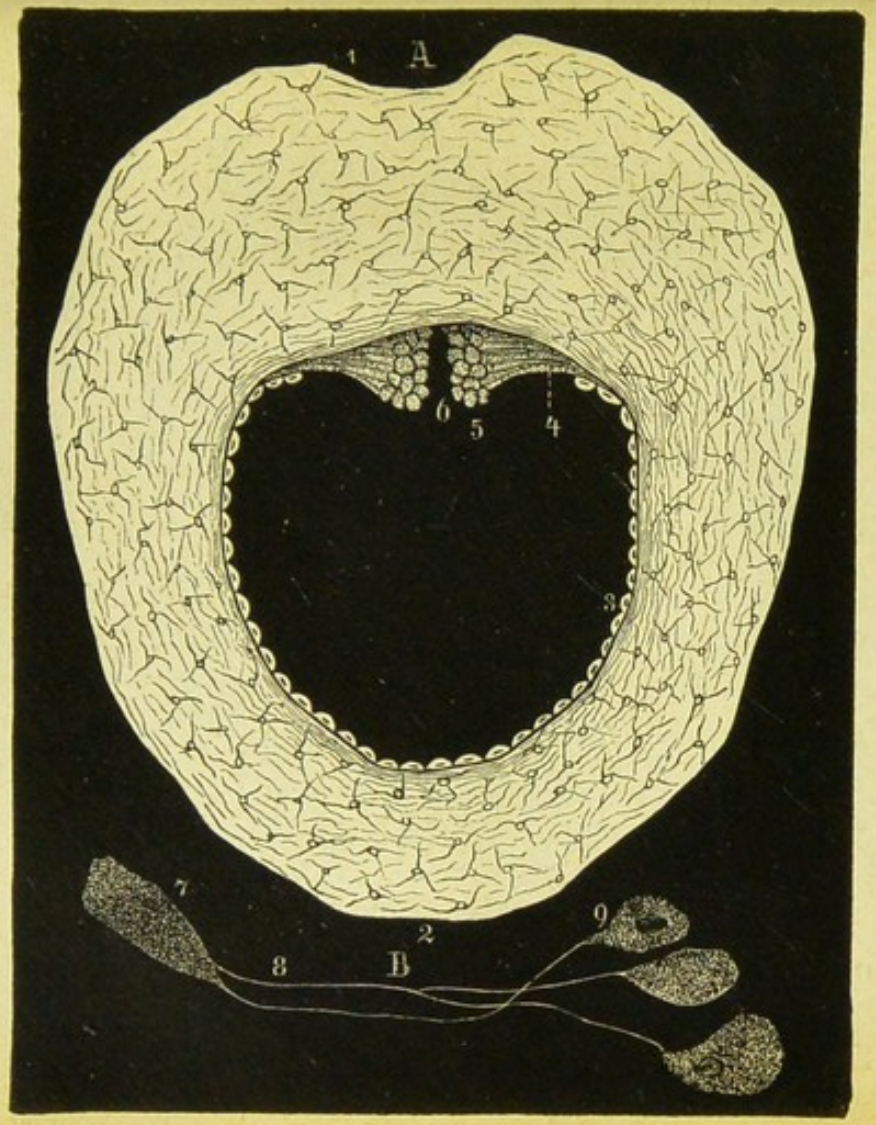


Rüdinger ad nat. del. *Holzschnitt v. H. Wolf in München.*



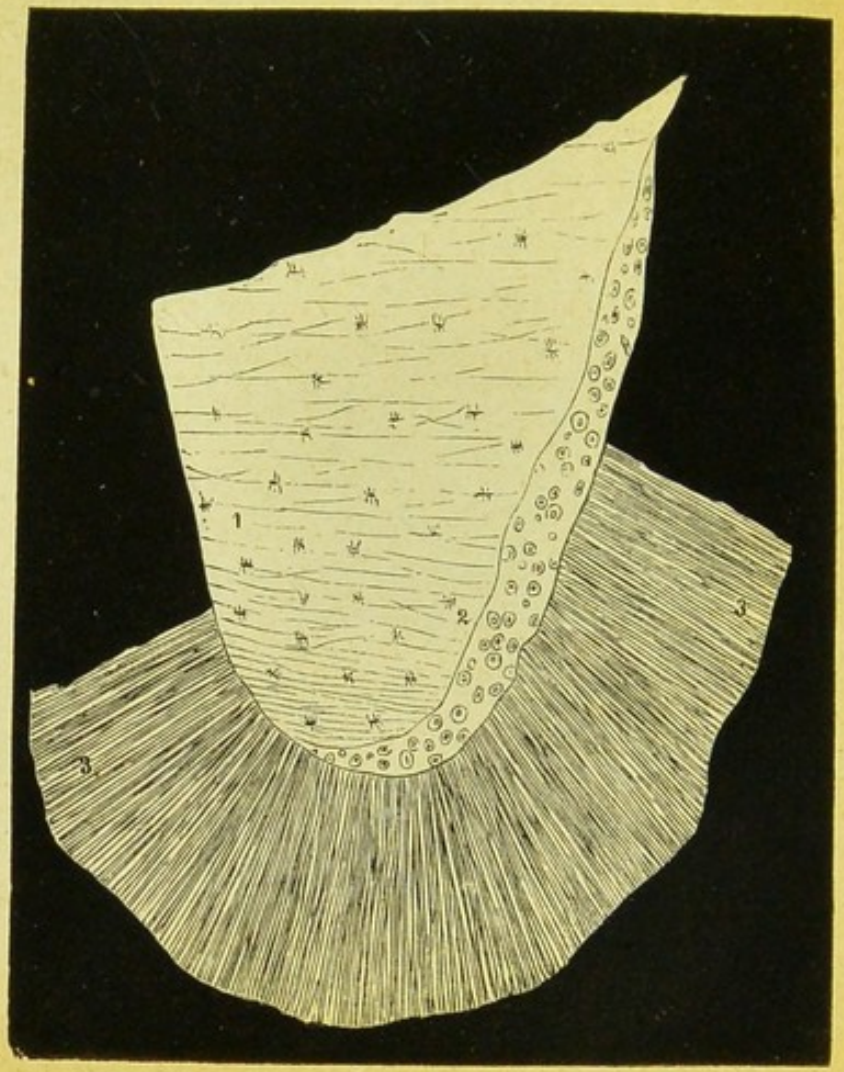
Rüdinger ad nat. del.

Holzschnitt v. H. Wolf in München.

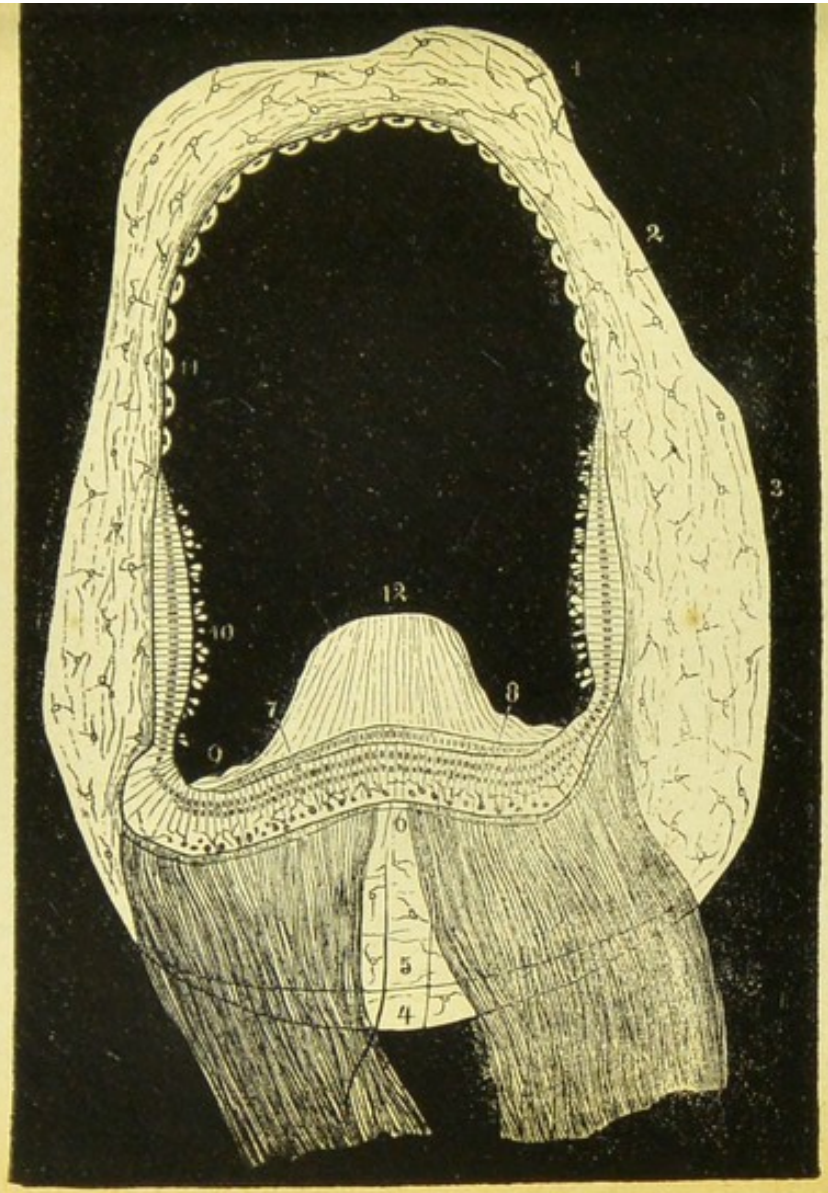


Rüdinger ad nat. del.

Fig. 8.

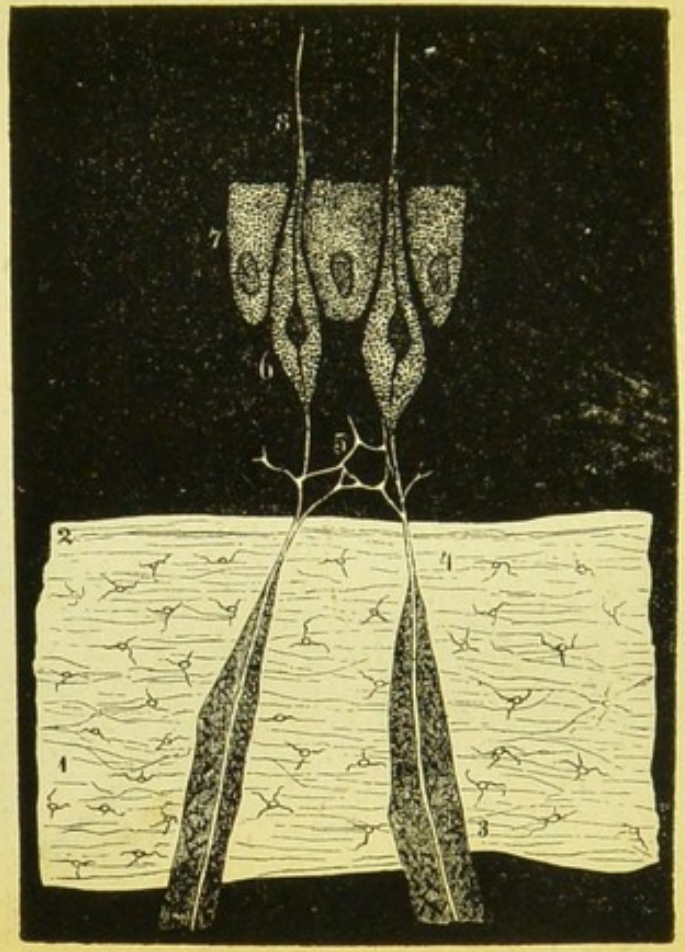


Holzschnitt v. H. Wolf in München.



Rüdinger ad nat. del.

Fig. 2.



Holzschnitt v. H. Wolf in München.