

Die Innervation des harten Gaumens der Säugethiere.

Von

Dr. Eugen Botezat.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Czernowitz.)

Mit Tafel XXX—XXXI und 1 Figur im Text.

Der harte Gaumen der Säugethiere wurde, so weit mir die Litteratur über diesen Gegenstand bekannt geworden ist, in Bezug auf seine Innervation nur wenig untersucht. Namentlich ist es MERKEL¹, der sich besonders auch mit diesem Gegenstande beschäftigt hat; die Resultate seiner Untersuchungen sind aber so dürftig, dass es nothwendig schien, dieses Objekt mit Hilfe der neuen Nervenuntersuchungsmethoden zu prüfen. Die vorliegende Arbeit ist nun das Resultat meiner einschlägigen Untersuchungen, die sich insbesondere auf die Hauskatze, welches Thier mir in reichlicherer Menge zur Verfügung stand, erstreckten, und erhebt durchaus nicht den Anspruch auf Allgemeinheit, sondern soll vielmehr als eine vorläufige Mittheilung über die Innervation des harten Gaumens der Säugethiere angesehen werden. Ich habe bisher außer Felis noch Vesperugo, Talpa, Erinaceus, Canis, Mus und Sus untersucht, habe aber von diesen Thieren noch nicht so zweifellose Resultate erhalten, dass ich sie ausführlich in diese Arbeit einbeziehen könnte. Zwar erscheint auch das Resultat der Untersuchung des Katzengaumens noch nicht vollständig, da es mir bisher noch nicht gelungen ist gewisse terminale Körperchen in der Cutis aufzufinden; weil ich aber in Bezug auf die Endigung der Nerven meine Hauptaufmerksamkeit auf die Epidermis und die obersten Schichten der Cutis gelenkt habe, und die Befunde an diesen Stellen, wie ich glaube, so ziemlich erschöpft sind, so entschloss ich mich dieselben der Öffentlichkeit zu übergeben.

¹ FR. MERKEL, Über die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbelthiere. Rostock 1880.

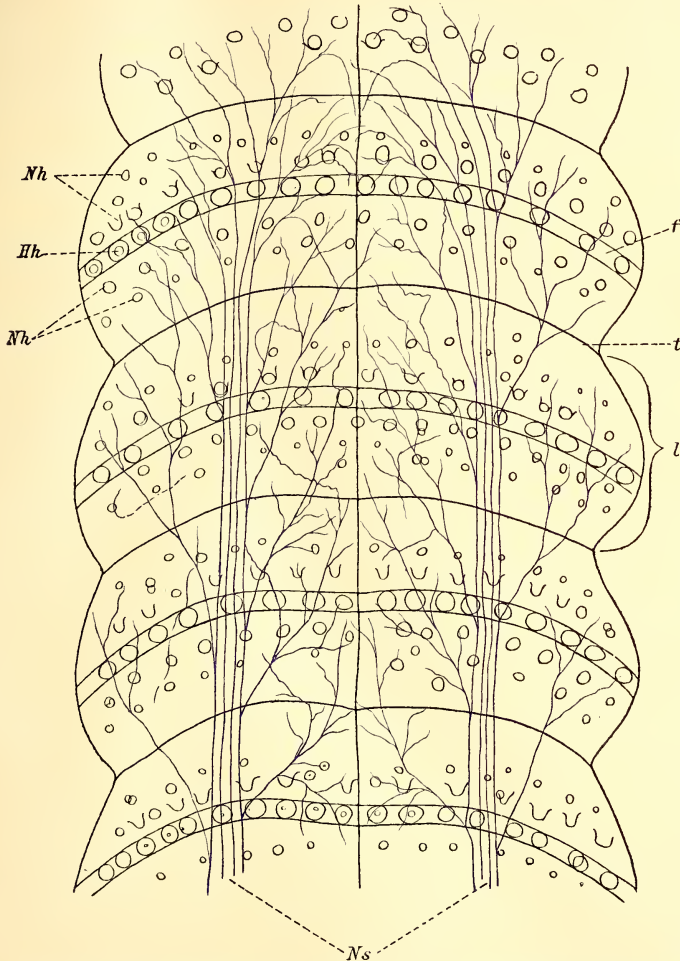
Ehe ich auf die Beschreibung des Verlaufes und der Endigung der Nerven im harten Gaumen eingehe, will ich mit kurzen Worten die Methode anführen, nach welcher ich diese Untersuchungen durchgeführt habe. Im Wesentlichen besteht sie in demselben Verfahren, welches DOGIEL¹ zur Untersuchung der HERBST'schen und GRANDRY'schen Körperchen angewendet hat.

Das zu untersuchende Thier wird mit einem Gemisch von Chloroform und Äther narkotisiert. Während der Narkose wird demselben rasch die Brustdecke entfernt und in die linke Herzkammer oder in die Aorta eine bis auf Bluttemperatur erwärmte 1%ige Methylenblaulösung in physiologischer Kochsalzlösung injicirt. Dieser Vorgang wird nach Bedarf auch mehrmals wiederholt. Es ist von Vortheil die Injektion mit einer kleinen Spritze auszuführen und dieselbe mehrmals auf einander folgen zu lassen, falls dies wegen der Größe des Untersuchungstieres überhaupt nothwendig erscheint. Durch die Herzthätigkeit wird das Methylenblau bis in die feinsten Kapillaren hineingetrieben, und man erkennt die gelungene Injektion an dem Blauwerden der haarlosen Körperstellen, wie Fußballen, Schnauze etc. Ist dies eingetreten, so wird das Thier eine Zeit lang liegen gelassen, bis die Herzthätigkeit vollständig aufgehört hat. Dann wird die zu untersuchende Stelle — in unserem Falle der Gaumen — abgetragen, auf einen Objektträger mit der Innenseite nach oben gelegt und mit einer schwachen ($\frac{1}{10}$ %igen) Methylenblaulösung behandelt. Zugleich wird eine Gaumenleiste abgetrennt, um durch dieselbe behufs Untersuchung (Färbung) der Nervenendigungen mit einem Rasirmesser Längs- oder Querschnitte zu machen. Diese werden ebenfalls mit der genannten Lösung behandelt, mit einem Uhrgläschen bedeckt in den auf Bluttemperatur erwärmten Thermostat gestellt, und der Gang der Nervenfärbung von Zeit zu Zeit bei schwacher Vergrößerung (etwa ZEISS B, Ocular 1) beobachtet. Sobald bei dieser Vergrößerung die Nervenfasern bis in das Epithel hinein deutlich zu sehen sind, kann das Verfahren unterbrochen werden. Nun werden die Schnitte direkt in 10%iges Ammoniummolybdänat hineingelegt, wo sie bis zum nächsten Tage verbleiben. Dann werden sie in destillirtem Wasser gewaschen, in successivem Alkohol entwässert, in Bergamottöl und Xylol aufgehellt und in Dammar-Xylol eingeschlossen. Etwa zu dick

¹ A. S. DOGIEL, Zur Frage über den Bau der HERBST'schen Körperchen und die Methylenblaufixirung nach BETHE, diese Zeitschr. Bd. LXVI, und die Beziehungen der Nerven zu den GRANDRY'schen Körperchen, ebenda, Bd. LXVII.

ausgefallene Schnitte werden aus dem Xylol mit Hilfe eines scharfen Rasirmessers in zwei bis drei Theile zerlegt, was sich um so leichter bewerkstelligen lässt, als die Stücke hart geworden sind.

Indem ich nun zum eigentlichen Gegenstand schreite, glaube ich eine Beschreibung des Gaumens übergehen zu können, da eine solche



Schema des Nervenverlaufes im harten Gaumen von Felis. *l* Gaumenleiste: *f* Firste derselben, *t* Thal zwischen zwei Leisten, *Hh* Haupthöcker, die Firste bildend, *Nh* Nebenhöcker an den Abhängen der Leisten, *Ns* die zwei Nervenstämme.

schon von MERKEL (p. 132—133) zur Genüge gegeben wurde. Im Speciellen kann jedoch bemerkt werden, dass die Firste einer jeden Gaumenleiste der Katze mit in einer Reihe angeordneten großen

Höckern, welche ich der Kürze wegen Haupthöcker (Textfig. *Hh*, Taf. XXX, Fig. 2 *Hh*, Taf. XXXI, Fig. 3) nennen will, besetzt ist, und dass sich an den Abhängen der Leisten im Allgemeinen in je zwei zur Firste parallelen Reihen angeordnete kleinere Höcker, Nebenhöcker (Textfig. *Nh*, Taf. XXX, Figg. 1, 2 *Nh*, Taf. XXXI, Fig. 6) erheben. Die ersteren sind halbkugelig geformt, die Gestalt der letzteren ist entweder eben so (Fig. 2 *Nh*) oder aber etwas gestreckt und namentlich an den der Mundöffnung proximalen Abhängen etwas nach rückwärts gebogen, wodurch im Profil die in Fig. 6 wiedergegebene Form hervorgeht. Bei anderen Thieren sind die Gesamtleisten einfach, d. h. ohne Höcker.

1. Allgemeiner Verlauf der Nerven.

Der Gaumen einer jeden bisher untersuchten Säugethierart wird von einer sehr großen Nervenmenge versorgt. Überall ist die Vertheilung derselben eine regelmäßige; am regelmäßigsten bei *Talpa*. Hier treten vom weichen Gaumen her zwei parallel verlaufende starke Nervenstämmen, deren jeder aus etwa 500—600 Fasern besteht, in den harten Gaumen ein, verlaufen nahe an der Gaumennaht und geben regelmäßig sich abzweigende Nervenstämmchen ab und zwar so, dass sich vom Stamme der rechten Hälfte die Seitenstämmchen nach rechts und von jenen der linken Hälfte nach links ausbreiten. In der Mitte, das ist zwischen den beiden Hauptstämmen, finden sich nur einzelne, unregelmäßig verlaufende Fasern. Die Abzweigung der genannten Lateralstämmchen geschieht nun so, dass sich über der Firste und über dem Thale einer jeden Gaumenleiste ein aus etwa 25 bis 30 Fasern bestehendes Stämmchen loslöst, in schräger Richtung nach links, beziehungsweise nach rechts verläuft und sich in einer gewissen Entfernung, in der Regel in vier dünnere Stämmchen theilt, welche oberhalb der nächsten Firste in zwei ungleich starke Theile zerfallen. Die stärkeren Äste krümmen sich nach abwärts und steigen in die Tiefe der Leiste, die schwächeren aber verlieren sich im jenseitigen Abhang derselben, indem sie dem Thale zustreben. Rechnet man mit diesen Thatsachen, so ergibt sich die Gesamtzahl der Nervenfasern im harten Gaumen von *Talpa*, wenn man zehn Gaumenleisten annimmt, auf 1000 und darüber.

Abweichend davon ist das Verhältnis der Nervenvertheilung im Gaumen der Katze. Die zwei Hauptnervenstämmen, welche aus dem weichen in den harten Gaumen eindringen, bestehen aus je 1500 bis 2000 Fasern, die nicht wie beim Maulwurfe je ein solides Bündel

bilden, sondern es erscheint ein jeder Stamm aus, im Mittel, vier Bündeln zusammengesetzt, was in der Textfigur durch die vier parallel verlaufenden Längslinien, welche sich vorn vollständig auflösen, angedeutet sein will. Diese zwei Nervenstämme verlaufen etwa in der Mitte einer jeden Gaumenhälfte und geben Lateralzweige nach beiden Seiten in folgender Weise ab: Gegen die Gaumennaht hin entspringen Bündel in der Stärke von je 50—60 Fasern und zwar ziemlich regelmäßig ein Bündel über jeder Firste und ein zweites über jedem Thale. Diese streben in schräger Richtung der nächsten Gaumenleiste zu. Jedes Nervenbündel, das in der Höhe einer Firste seinen Ursprung nimmt, lässt sich etwa bis zur nächsten Firste und wohl auch etwas darüber verfolgen; eben so jedes Bündel, das in der Nähe eines Thales entspringt, bis zum nächsten Thale und etwas darüber hinaus. Dabei bleiben diese Bündel in derselben Gaumenhälfte; nur selten sieht man einzelne Fasern wie zufällig in die andere Gaumenhälfte hinübergreifen. Von diesen Bündeln zweigen sich in verschiedenen Höhen Ästchen ab, welche sich fast netzartig über das Gaumenfeld verbreiten. Sie verschwinden an verschiedenen Stellen des Gaumenfeldes, indem sie in die Tiefe dringen; ihr weiterer Verlauf kann erst an Längs- oder Querschnitten durch den Gaumen erkannt werden (Fig. 1, 2 *N*).

Außer diesen Fasern, welche das mittlere Feld versorgen, entspringen nach außen hin, das ist gegen den Gaumenrand zu, bloß über jeder Firste Nervenästchen in der Stärke der vorher genannten, welche eben so in schräger Richtung verlaufen, jedoch etwa über zwei Gaumenleisten hin verfolgt werden können, wobei sie sich im Weiteren ganz so wie die vorher erwähnten verhalten. Es erscheint somit ein jeder vom Nervenstamm nach außen gelegene Theil des Gaumens um die Hälfte spärlicher mit Nerven versehen als der innere, gegen die Mitte gelegene Theil.

Diese Ästchen, welche der Epidermis zustreben, verlaufen im Allgemeinen recht unregelmäßig, netzartig und verzweigen sich besonders stark unterhalb der Höcker. Ganz besonders instruktiv für diese Verhältnisse ist Fig. 2, welche einen Querschnitt durch einen Haupt- und einen Nebenhöcker darstellt. Man sieht deutlich, wie sich das Nervenästchen (*N*) unterhalb der beiden Höcker baum- oder strauchartig verzweigt. Je nach ihrem weiteren Schicksal lassen sich diese Auszweigungen in drei Gruppen unterscheiden: büschelförmig in die großen Cutispapillen (*Cp*) der Höcker hineindringende Fasern, Nervenfasern, welche bei *B*, *C* in die Epitheleinsenkungen ein-

dringen und Nervenfasern, welche längs der Epithelgrenze (Basalmembran) verlaufen und in die kleinen Cutispapillen (*cp*) eindringen. Diese Auszweigungen führen zu den

2. Nervenendigungen.

Dieselben sind, so weit meine bisherigen Erfahrungen reichen, durchweg intraepithelial und lassen sich nach ihrer histologischen Beschaffenheit in zwei Abtheilungen bringen: freie Endigungen mit Terminalknöpfchen und Endigungen in Tastmenisken. Die Endigungen der ersteren Art kann man nach ihrer Lage in vier Kategorien einteilen, und es ergibt sich folgendes allgemeine Schema:

I. Nervenendigungen in Tastmenisken,

II. Nervenendigungen in Terminalknöpfchen:

- 1) einfache Endigungen in den Menisken führenden Epitheleinsenkungen,
- 2) einfache Endigungen in den gewöhnlichen Epitheleinsenkungen,
- 3) einfache Endigungen in die gewöhnlichen Cutispapillen eindringender Nervenfasern,
- 4) einfache Endigungen pinsel- oder büschelförmig in die großen Höckerpapillen eindringender Nervenfasern.

Ad I.

Die Tastmenisken sind überall dort vorhanden wo die sogenannten MERKEL'schen Tastzellen zu finden sind. Dies ist eine Thatsache, welche schon von vielen Forschern insbesondere in der Schnauze des Schweines und den Tasthaaren der Säugethiere unzweifelhaft nachgewiesen wurde. Es lag nun sehr nahe, dass auch der Gaumen der Säugethiere, in welchem MERKEL (l. c.) Tastzellen nachgewiesen hat, Tastmenisken enthalten müsse. Die Untersuchung des Gaumens bestätigte nun diese Annahme vollkommen. Ferner ist uns durch die Lage der Menisken in diesem Körpertheile ein weiteres Mittel an die Hand gegeben, womit man die Bedeutung der Tastmenisken als auf Druck reagirender Apparate und die Tastzellen als Druckübertragungsapparate feststellen kann. Über die Vertheilung der Tastzellen im Säugethiergaumen, an welche die Anwesenheit der RANVIER'schen Tastmenisken gebunden ist, spricht sich MERKEL dahin aus, dass der vordere etwas modificirte Theil desselben von einer größeren Menge dieser eingenommen ist. Ferner

sagt er: »Der mit Firsten versehene größere hintere Theil des Gaumens trägt nicht bei allen Species Tastzellen, ist er aber damit versehen, dann finden sie sich in allen Fällen entweder nur auf dem Gipfel der Firsten oder an deren vorderem sanft aufsteigendem Abhang. Die Thäler zwischen den Leisten und der hintere Abhang pflügen der Tastzellen zu entbehren.« Diesen Ausspruch kann ich wenigstens für die Katze nicht vollkommen bestätigen. Denn die Tastzellen liegen, wo sie vorhanden sind, in den Epitheleinsenkungen. Unterhalb der Firste (Höcker) der Säugethiere, welche ich untersucht habe, war immer tief hinabreichendes Bindegewebe und nicht Epithelgewebe zu sehen und zwar bei Thieren mit und ohne Höcker an den Gaumenleisten. Ich kann für die von mir untersuchten Thiere behaupten, dass sich unterhalb der Firste ihrer Gaumenleisten keine Epitheleinsenkungen und eben so keine Tastzellen, mithin auch keine Tastmenisken vorfinden. Vielmehr sind es Nervenendigungen anderer Art, über welche später die Rede sein soll, welche sich hier vorfinden und die im Firsten-, resp. Höckerepithel endigen. Diese Thatsache beweist sofort ein einziger Blick auf die Figg. 1, 2, 3, 6. Ferner kann ich es nicht als richtig hingehen lassen, dass nur der vordere Abhang der Gaumenleisten Tastzellen führt; denn wie uns Fig. 2 bei *C* und Fig. 6 belehren, existiren Tastzellen und Tastmenisken auch an dem hinteren Abhange (*r*) und mitunter, wie an dem Haupthöcker in Fig. 2 zu sehen ist, bloß am hinteren Abhange (*C*).

Dies über das Vorkommen der Tastzellen. Was die Anordnung derselben (Katze) betrifft, so scheint diese von der Gestalt der Gaumenhöcker abhängig zu sein. In den Haupthöckern finden sie sich in den Epithelzapfen vor, welche am Fuße des Höckers liegen; auch sind es nicht viele, sondern nur einzelne Zapfen, welche mit denselben versehen sind (Fig. 2 *C*). Sie sind unter einander fast parallel, dergleichen sind sie im Allgemeinen mit ihren Breitseiten dem vorderen Höckerabhange parallel gestellt (Figg. 2 *C*, 5). An Längsschnitten durch die Gaumenleisten erscheinen sie nicht (Fig. 1), woraus erhellt, dass sie sich bloß im vorderen, resp. hinteren Theile derselben vorfinden.

In den Nebenhöckern der vorderen, sanft absteigenden Abhänge der Leisten sind sie analog denen in den Haupthöckern gelegen, und zwar so, dass immer ihre Breitseite parallel zur vorderen Oberfläche des Höckers ist, und befinden sich, wie dort, in der Nähe der Ursprungsstelle der in die Cutispapille aufsteigenden Nervenbüschel,

so hier in der Nähe der Ursprungsstelle der aufsteigenden mehr pinselartig ausgebreiteten Nervenfasern (Figg. 2 B, 6). Ist die Oberfläche der Höcker mehr flach, dann sind die Tastzellen mit ihren Menisken mehr horizontal gelagert (Fig. 2 B), ist jene aber mehr gewölbt, dann liegen sie rückwärts fast senkrecht, vorn aber wieder fast horizontal zur allgemeinen Cutisausbreitung.

In den Höckern der hinteren Abhänge der Gaumenleisten scheinen Tastzellen und somit auch Tastmenisken nicht vorzukommen, da ich solche trotz ausgiebigster Imprägnation der Gaumen und guter Schnittfärbung mit Methylenblau an dieser Stelle nicht, oder wenigstens nicht unzweifelhaft vorgefunden habe. Einzelne mögen wohl vorhanden sein, aber so allgemein wie in den anderen Höckern ist ihr Auftreten in diesen nicht.

Ihrer Beschaffenheit nach sind diese Tastzellen jenen identisch, welche in der äußeren Wurzelscheide der Tasthaare und im Schweinerüssel vorgefunden wurden. Nach gut gelungener Imprägnation mit Methylenblau kann man an denselben eine körnige Struktur nachweisen, wobei die Körner blau gefärbt erscheinen (Figg. 4, 5, 7). Sie dürften den Tigroïdkörnern, welche DOGIEL in seiner Arbeit über die GRANDRY'schen Körperchen beschreibt, gleichzustellen sein.

Die Nervenfasern, welche sich zu den Tastzellen (*tz*) begeben, verlieren in der Nähe der Epidermisgrenze ihre Markscheiden und dringen als nackte Achsenzylinder, wobei sie auch bedeutende Varicositäten aufweisen, in die Epithelzapfen ein, um sich an den Tastzellen schüsselförmig zu verbreitern und so die Tastmenisken (*tm*) zu bilden. Sehr oft bemerkt man, dass eine Faser mehrere Tastmenisken bildet, dann, wie dies SZYMONOWICZ¹ in der Schweineschnauze und ich² an den Tasthaaren beobachtet haben, dass sich einzelne Fasern tiefer in das Epithel begeben. SZYMONOWICZ beobachtete, dass diese Fasern eine Schleife bilden, was ich in meiner Tasthaararbeit widerlegte, wobei ich in einen anderen Fehler verfiel und solche Fasern allgemein als die letzten Enden der Menisken bildenden Nerven deutete. Fortgesetzte Untersuchungen über die Nerven der Säugethierhaare belehrten mich, wie in einigen anderen so auch in diesem Punkte, eines Besseren, worüber ich bei anderer Gelegenheit berichten werde. Was das vorliegende Objekt, den Gaumen betrifft, so

¹ W. SZYMONOWICZ, Beiträge zur Kenntnis der Nervenendigungen in Hautgebilden. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. XLV.

² E. BOTEZAT, Die Nervenendigungen an den Tasthaaren von Säugethieren. Ebenda. Bd. L.

dringen Achsencylinder als Fortsetzung der Tastmenisken in das Epithelgewebe ein und verlieren sich nach kurzem Verlaufe zwischen dessen Zellen; sie endigen alsdann allem Anscheine nach knopfförmig (Fig. 4 *tmf*). Die Beziehung der Tastmenisken zu den Tastzellen ist wohl eine innigere, als dies bisher angenommen wurde, da die ersteren als aus einander getretene Primitivfibrillen des Achsencylinders anzusehen sind, welche von einer größeren Menge Interfibrillärsubstanz gestützt werden und also ein schüsselartiges Gebilde formend, sich an die Tastzellen innig anschmiegen. Einzelne Fibrillen dringen in das Innere des Zellenleibes ein, um hier mit Terminalknöpfchen, also frei, zu enden, während sich die anderen wieder zu einem Achsencylinder vereinigen, um an der nächsten Tastzelle abermals in der genannten Weise einen Meniscus zu bilden. Dieser Vorgang kann sich mehrmals wiederholen und schließlich liegt es sehr nahe, dass sich einzelne Fibrillen in das Epithelgewebe verlaufen und hier zwischen, beziehungsweise an den Zellen frei (mit Terminalknöpfchen) enden. Unzweifelhaft fällt es wegen der Subtilität dieser Gebilde sehr schwer einen klaren Einblick in dieselben zu gewinnen; namentlich gilt dies aber von den Fibrillen, welche im Inneren der Tastzellen endigen sollen. Ich glaube nämlich mit dem Immersionssystem solche sehen zu können, kann aber ihre Existenz nicht mit Bestimmtheit behaupten, da die Beobachtung in dieser Richtung durch die Anwesenheit der Tigroïdkörnchen, welche das ganze Innere der Tastzellen einnehmen und sich mit Methylenblau färben, gar sehr erschwert wird (Figg. 4, 5).

Schließlich hätte ich noch eine kleine Bemerkung zu machen: In seiner Arbeit über die GRANDRY'schen Körperchen stellt DOGIEL die Vermuthung auf, dass sich in ähnlicher Weise wie um diese Körperchen auch überall dort, wo Tastzellen und Tastmenisken vorhanden sind, um dieselben herum eine besondere Art von Nervenfasern vorfinden müssten, welche die genannten Gebilde korbartig umflechten. Ich habe, seit ich diese Vermuthung DOGIEL's gelesen, mit großer Aufmerksamkeit die Sache in dieser interessanten Richtung verfolgt, habe an Schnitten, welche Thieren entnommen wurden, bei denen die Methylenblauinjektion sehr gut gelungen ist, die Nachfärbung mit der schwachen Lösung auf das genaueste bewirkt und unausgesetzt beobachtet, und dennoch ist es mir außer den schönen Bildern, von welchen etwa die Fig. 4 ein Beispiel liefert, nicht gelungen die von DOGIEL vermutheten Nervengeflechte zu finden. Erst, als ich bei der Korrektur der Tafeln Gelegenheit hatte ein feines Immersionssystem:

von WINKEL zu benutzen, beobachtete ich in dem Präparate, welchem die Fig. 4 entnommen ist, jene Thatsachen, welche durch die nachträglich hinzugefügte Fig. 7 wiedergegeben sein sollen. Um nicht unnöthige Störungen zu veranlassen, verweise ich auf die Erklärung dieser Figur. Da ich aber ähnliche Beobachtungen auch an Tastmenisken von Tasthaaren gemacht habe, so gedenke ich diese zusammen in einer besonderen Arbeit zu besprechen.

Ad II.

1) Gewisser terminaler Nervenfasern dieser Reihe, welche als Fortsetzungen jener Nerven erkannt wurden, die an der Bildung von Tastmenisken participiren, wurde bereits oben Erwähnung gethan. Außer diesen aber glaube ich in den Menisken führenden Epithel-einsenkungen freie Nervenendigungen verzeichnen zu können, welche von den Cutisästchen sich abspalten, und ohne Menisken zu bilden, direkt zu denselben führen (Fig. 4 *tf*) — diese Fasern liegen nämlich tiefer als die Tastmenisken; überhaupt sind die Figuren bei mehreren Einstellungen gezeichnet. — Die Fasern dieser Art dringen etwas tiefer in das Epithel ein, verzweigen sich wohl auch und endigen schließlich mit Terminalknöpfchen (Fig. 4 *tk*) zwischen, beziehungsweise an den Epithelzellen. Das Knöpfchen scheint, mit dem Immersionssystem betrachtet, eine Ausbreitung der Interfibrillärs-substanz zu sein, welche sich dicht an eine Zelle anlegt. Ob sich noch die Achsenfibrille am Ende zerfasert und diese Fasern in die Zelle eindringen, dies kann vermuthet werden, lässt sich aber durchaus nicht behaupten.

2) Von den Cutisästchen spalten sich in der Nähe der Basalmembran zwischen Cutis und Epidermis gewisse Nervenfasern, welche entweder direkt (Fig. 2 bei *Nh*) oder erst nach längerem Verlaufe längs der Grenze (Fig. 2, unterhalb *C*) gegen das Thal hin in die Epithelzapfen eindringen, in denselben entweder einen mehr geraden oder mehr gewundenen Verlauf nach abwärts, das ist gegen das Stratum corneum zu, nehmen. Diese Nervenfasern sind äußerst fein und nicht sehr varicös. Ich habe nicht beobachtet, dass sie sich theilen. Sie enden in derselben Weise wie die vorher angeführten.

3) Andere Nervenfasern, welche sich ebenfalls in der Nähe der Cutisgrenze von den Ästchen abspalten und wie die genannten alsbald ihre Markscheide verlieren, nehmen ihren Verlauf gegen die kleinen Cutispapillen (Fig. 2 *cp*), dringen in diese ein, verlaufen in

denselben fast gerade aus nach abwärts, begeben sich in die Epidermis und verlieren sich zwischen den Zellen derselben.

4) Ganz besonders charakteristisch für den harten Gaumen (Katze) sind aber jene Nerven, welche sich etwa pinselartig zerschlitzend ihren Verlauf durch die großen Cutispapillen der Nebenhöcker nehmen und namentlich jene, welche büschelartige Gebilde formend oder sich bäumchen- oder strauchartig verzweigend, durch die großen Cutispapillen der Haupthöcker ihren Weg nehmend, der Epidermis zustreben. Jene der ersteren Art (Figg. 1, 2 bei *Nh*, 6) zweigen sich von den Cutisästchen in der Nähe der Epidermis ab, theilen sich in die Papillen eingedrungen wiederholt und verlieren in diesen in verschiedenen Höhen ihr Mark. Gegen das Ende der Papillen zu werden sie sehr varicös und dringen alsdann in die Epidermis, um hier in der Nähe des Stratum corneum zerstreut liegende, freie Endigungen zu bilden.

Die Verzweigungen der zweiten Art sind jene, welche in Folge ihrer großen Menge — sie bilden nämlich unter allen Endverzweigungen die Hauptmasse — beim Färben der Schnitte auf dem Objektträger sich zu allererst und am besten tingiren. Sie nehmen die großen Cutispapillen der Haupthöcker ein und setzen sich aus mehreren Nervenbündeln, welche sich in verschiedenen Höhen unweit der Epidermis von den Cutisästchen abzweigen, zusammen (Fig. 2 bei *Hh*). Nachdem sie nun eine gewisse Strecke in der Papille verlaufen sind, zerfasern sie sich in einzelne, verschiedenartig, im Allgemeinen recht unregelmäßig sich hin und her schlängelnde Fäden, welche bald ihr Mark verlieren und sich sodann durch äußerst stark hervortretende Varicositäten auszeichnen (Fig. 3). Solcherart gelangen sie bis in die Nähe des Papillenzipfels. Hier werden sie in ihrem Verlaufe äußerst unregelmäßig. Nur selten gelingt es die eine oder die andere Faser, welche gerade besser hervortritt, eine weitere Strecke in die Epidermis hinein und eventuell bis zu den Enden, wenn ihrer mehrere sind, zu verfolgen. Überhaupt geschieht ein solches Verfolgen der einzelnen Fasern, falls es sonst möglich ist, nur bei ausgiebigster Verwendung der Mikrometerschraube, welche unausgesetzt hin und her gedreht werden muss. Die Fig. 3, welche diese Verhältnisse darstellen soll, ist dem Gesagten entsprechend, bei mehreren Fokaldistanzen gezeichnet worden. Es ist ein herrliches Bild, das sich dem Auge darbietet, wenn in einer solchen Papille recht viele Fasern vorhanden und diese wohl gefärbt sind. Man sieht dann einen förmlichen Wald von blauen, wirr durch einander verlaufenden, stark

varieösen Fasern. In die Epidermis eingedrungen, zerfasern sie sich weiter und endigen in verschiedenen Höhen derselben bis an die Grenze des Stratum corneum mit oft recht stark entwickelten Terminalknöpfchen. Namentlich diese Endigungen sind es, welche auf mich den Eindruck gemacht haben als beständen sie aus einander getretenen Primitivfibrillen, welche vollständig von Interfibrillärs substanz umhüllt, sich entweder sehr dicht an die Epidermiszellen anlehnen, oder vielleicht gar ein wenig in das Innere derselben eindringen. Übrigens sind, wie ich schon oben bei den Tastmenisken erwähnt habe, diese Verhältnisse wegen ihrer äußersten Subtilität einer genauen Beobachtung nur sehr schwer zugänglich, und spielen dabei noch andere Umstände eine derartige Rolle, dass es wahrscheinlich noch einer guten Zeit bedürfen wird, bis sie vollständig aufgeklärt sein werden. Vorläufig glaube ich mit Sicherheit erkannt zu haben, dass die Endigung dieser Nerven Knöpfchen sind, welche sich an die Epidermiszellen anlegen (Fig. 3 tk).

Diesen Nerven entspricht bei Thieren mit glatten Gaumenleisten die Hauptmasse der nervösen Endverzweigungen, welche in die Leisten büschel- oder strauchförmig eindringen, um eben so wie die genannten zu enden.

Endlich kann ich noch erwähnen, dass ich mehrmals einzelne, sich längs der Basalmembran hinziehende Fasern beobachtet habe, welche sich mehrmals theilten und so nicht weiter, oder nicht über die erste Zellenlage der Epidermis verfolgt werden konnten. Ob diese nun in ihrem weiteren Verlaufe durch den Schnitt unterbrochene Fasern sind, oder ob sie mit jenen Endigungen identificirt werden können, welche SZYMONOWICZ (l. c.) in der Schweineschnauze als »freie Endigungen an der Basalmembran« beschreibt, von denen er sagt, dass sie sich an jenen Stellen vorfinden, wo es keine oder nur wenige Tastmenisken giebt, dies vermag ich nicht zu beantworten, muss jedoch bemerken, dass auch ich diese Nervenverzweigungen an solchen Stellen beobachtet habe, wo sich keine Tastmenisken vorfinden. Weitere Untersuchungen werden mich über die richtige Auffassung in dieser Richtung, wie ich erwarte, gewiss belehren.

Damit wäre die Beschreibung der sensiblen Nervenendigungen im harten Gaumen der Hauskatze, mit denen im Wesentlichen auch die der übrigen Säugethiere übereinstimmen, erschöpft. Die Fasern, welche zu den Endigungen führen, entspringen alle denselben Ästchen, und dürfte daher in ihrer Funktion kein wesentlicher Unterschied bestehen. Die Tastmenisken sind gewiss Apparate, welche auf Druck

reagiren, wofür, wie schon oben zu erwähnen Gelegenheit war, namentlich auch ihre Lage spricht. Denken wir uns nämlich auf die Oberfläche des Gaumens einen Druck ausgeübt, so wird sich dieser in den Höckern, da dieselben fast ausschließlich, wenn nicht etwas nach rückwärts gekrümmt (Fig. 6), so doch wenigstens am hinteren Abhange etwas steiler sind (Fig. 2), in etwas schiefer Richtung von vorn nach rückwärts fortpflanzen, so dass die Richtung desselben fast senkrecht auf die Breitseite der Tastzellen, respektive der Tastmenisken fallen wird.

An dieser Stelle dürfte es am Platze sein, dass ich meine in der Tastaararbeit enthaltene Vorstellung von der Wirkungsweise der Tastmenisken (l. c., p. 164) berichtige. Danach bewirkt jeder Druck in den Epithelzellen eine molekulare Verschiebung, welche, von Zelle zu Zelle fortschreitend, sich auf die Tastzellen überträgt. In diesen werden sie möglicherweise in Folge der stark körnigen Beschaffenheit derselben verstärkt, wodurch die Enden der Fibrillen (Knöpfchen) beziehungsweise die Elemente des korbartigen Geflechtes gereizt werden.

Die zweite Art der Nervenendigungen, die Endigung in Terminalknöpfchen, dürfte sich in ihrer Funktion von der ersteren nicht wesentlich unterscheiden. Ein Unterschied besteht eben hauptsächlich in der »topographischen Lage«, wie sich schon MERKEL mit Bezug auf alle sensiblen Nervenendigungen der Wirbelthiere ausspricht. Da die freien Endigungen recht tief in das Epithel hineinreichen, ja einzelne sogar bis an das Stratum corneum gelangen, dürften sie am meisten (hauptsächlich) für Temperatur- und wohl auch chemische Reize empfänglich sein, wobei sie natürlich auch den Druck zu percipiren vermögen.

Schließlich fühle ich mich sehr angenehm verpflichtet, Herrn Professor Dr. CARL ZELINKA, in dessen Institute diese Untersuchungen durchgeführt wurden, und der mir in der zuvorkommendsten Weise zu jeder Zeit mit allen Hilfsmitteln des Institutes, sowie nicht minder in Bezug auf die Untersuchungen selbst mit Rath und That an die Hand ging, an dieser Stelle öffentlich meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Czernowitz, im August 1900.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Figuren sind nach Methylenblaupräparaten mit Hilfe der Camera lucida bei verschiedenen Fokaldistanzen und einer Tubuslänge von 160 mm entworfen worden. Die Nerven sind in denselben Farben dargestellt, in denen sie im Präparate erscheinen.

Es bedeuten durchwegs in den Figuren:

<i>c</i> , Cutis;	<i>sc</i> , Stratum corneum;
<i>Cp</i> , Cutispapille im Gaumenhöcker;	<i>sm</i> , Stratum Malpighii;
<i>cp</i> , gewöhnliche Cutispapille;	<i>tf</i> , Terminalfaser;
<i>Ec</i> , Epitheleinsenkung;	<i>tk</i> , Terminalknöpfchen;
<i>Hh</i> , Haupthöcker;	<i>tm</i> , Tastmenisken;
<i>N</i> , Nervenästchen;	<i>tmf</i> , Tastmeniskenfasern;
<i>Nh</i> , Nebenhöcker;	<i>tz</i> , Tastzellen;

tm + *tz*, Tastmenisken + Tastzellen.

Tafel XXX.

Fig. 1. Längsschnitt durch eine Gaumenleiste von Felis. Der Schnitt hat mehrere Nebenhöcker getroffen, und man sieht in einem jeden derselben die büschelförmig verzweigten Nervenfasern eindringen. Vergr. ZEISS, B, Oc. 1.

Fig. 2. Querschnitt durch eine Gaumenleiste der Katze, welcher eine Haupt- und eine Nebpapille getroffen hat. *c*, vorn, *r*, rückwärts. Vom Nervenästchen (*N*) zweigen sich unterhalb des Nebenhöckers (links *Nh*) mehrere Fasern ab, von denen einige bei *B* zu den Tastzellengruppen (*tz*) führen, andere sich pinselförmig verzweigend in der Cutispapille (*Cp*) nach aufwärts verlaufen, andere sich in die Epitheleinsenkungen begeben, um in den tieferen Schichten des Epithels (*tf*) frei zu enden, schließlich andere sich durch die kleineren Cutispapillen (*cp*) zum Epithel begeben. Endlich bemerkt man noch eine Faser (rechts) sich abzweigen, welche eine Strecke weit durch die Cutis, fast parallel zur Epithelgrenze, verfolgt werden kann. Rechts, unterhalb des Haupthöckers (*Hh*) sieht man, wie sich mehrere Fasern vom Ästchen (*N*) abzweigen, von denen sich drei in die große Cutispapille (*Cp*) hineinbegeben, andere bei *C* zur Tastzellengruppe gelangen, von denen dann mehrere Fasern an der Basalmembran (nach rechts) weiter verlaufen, wo sie verschwinden. Vergr. ZEISS, B, Oc. 1.

Tafel XXXI.

Fig. 3. *A* von Fig. 2 bei stärkerer Vergrößerung. Man sieht die sich vielfach durch einander windenden stark varicösen Fasern, wie sie sich in das Epithel begeben, sich hier nach allen Richtungen ausbreiten und endlich in verschiedenen Höhen mit Terminalknöpfchen (*tk*) an den Epithelzellen endigen. Vergr. REICHERT, homog. Immers. 1,15" Apochrom., Oc. ZEISS 1.

Fig. 4. *B* von Fig. 2 bei stärkerer Vergrößerung. Die beiden Epitheleinsenkungen sind bei zwei verschiedenen Einstellungen gezeichnet; es liegt daher in Wirklichkeit die eine höher, die andere tiefer. Die stark granulirte Masse (Tigroödkörner) der Tastzellen erscheint mit Methylenblau gefärbt. Man sieht, wie eine Nervenfasern auch mehrere Tastmenisken (*tm*) bildet. Rechts sieht man

von den Tastmenisken einzelne Fasern tiefer in das Epithel eindringen und hier mit Endknöpfchen an den Zellen desselben endigen. Das zu oberst gelegene Terminalknöpfchen (*tk*) dürfte nicht einer Meniskenfaser entstammen. Vergr. ZEISS D, Oc. 3.

Fig. 5. *C* von Fig. 2 bei stärkerer Vergrößerung. Eine Epitheleinsenkung mit Tastmenisken und den stark granulirten MERKEL'schen Tastzellen. Vergr. REICHERT, Apochrom. 1,15", homog. Immers., Oc. ZEISS 1.

Fig. 6. Querschnitt durch eine Gaumenleiste von Felis. Die Figur zeigt bloß eine nach rückwärts geknickte Nebenpapille (Nebenhöcker) des vorderen Abhanges der Leiste. *v*, vorn, *r*, rückwärts. Man sieht sowohl vorn als auch rückwärts an der Basis der Cutispapille (*Cp*) in den Epitheleinsenkungen Gruppen von Tastzellen mit Tastmenisken, welche auch hier eine regelmäßige Anordnung zeigen, so dass ein von vorn oben nach rückwärts unten gerichteter Druck die Breitseite derselben treffen würde. Außerdem sieht man die sich vielfach verschlingenden Nervenfasern, von denen sich einige zu den Tastmenisken, die meisten aber in die Cutispapille (*Cp*) begeben. Vergr. ZEISS B, Oc. 3.

Fig. 7. *B* von Fig. 2 bei noch stärkerer Vergrößerung. Man sieht wie die stark granulirten Tastzellen von einem mehr oder minder korbartigen Geflecht von stark varicösen Fasern, in denen die zuführenden Nerven übergehen, umgeben werden. Rechts und links sieht man, wie dieses Geflecht schwächer und mehr einseitig ausgebildet ist. Vergr. WINKEL, homog. Immers. 1,8 mm, Apochrom. 1,35, Fluor-Syst., Oc. 3.

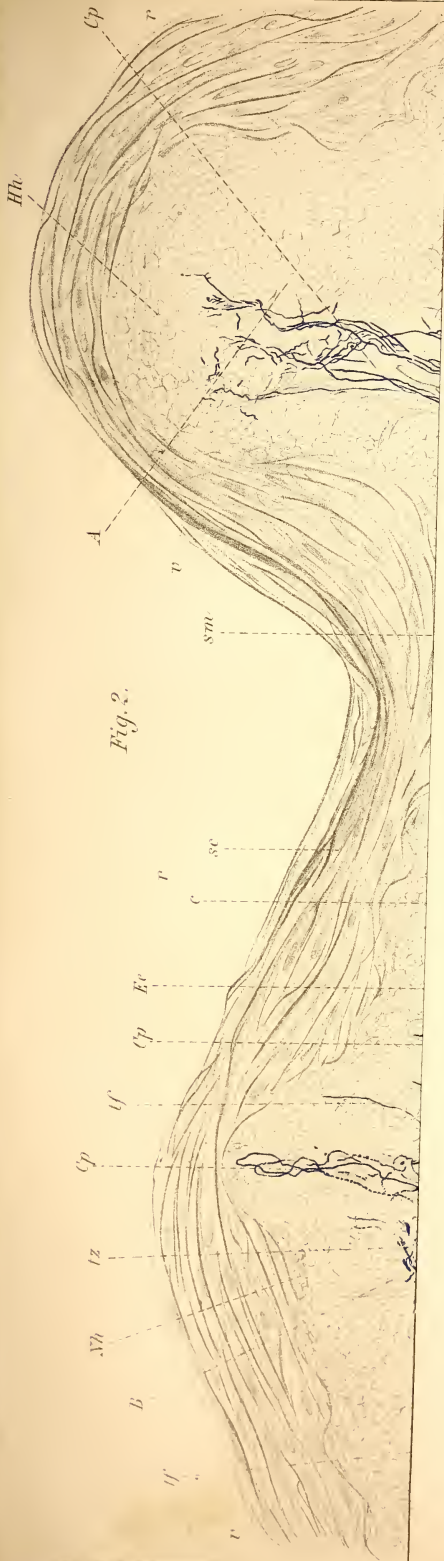
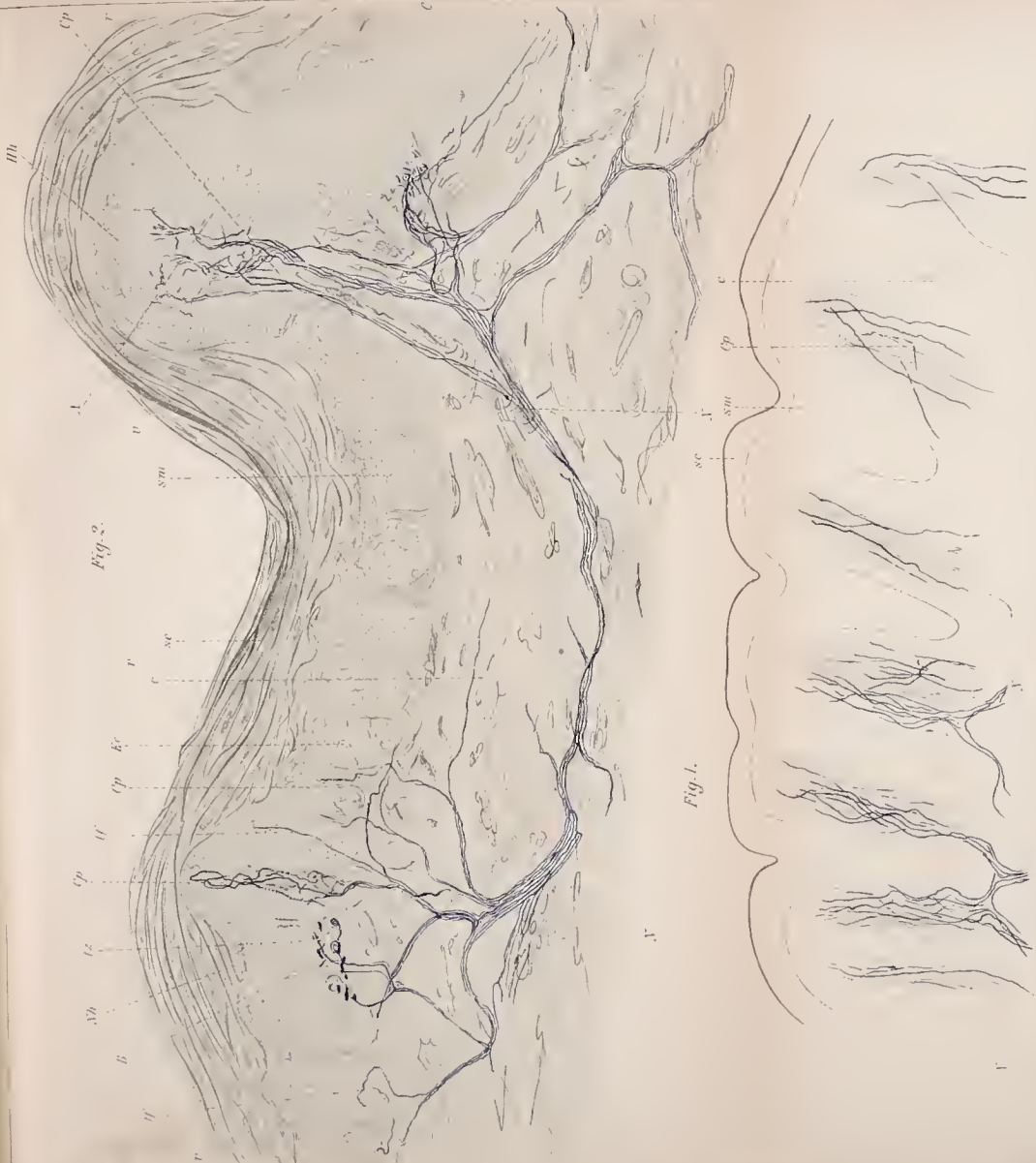
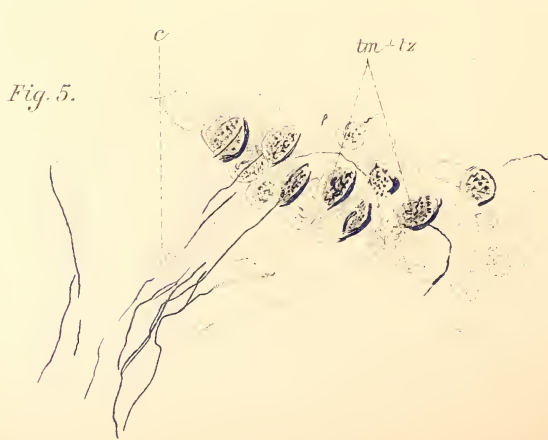
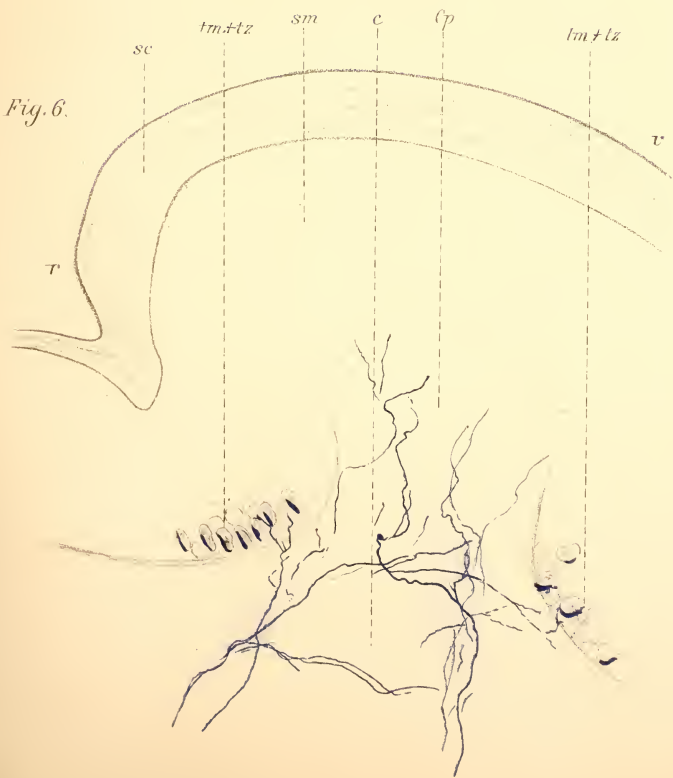


Fig. 2.







sm Cp



Fig. 3.

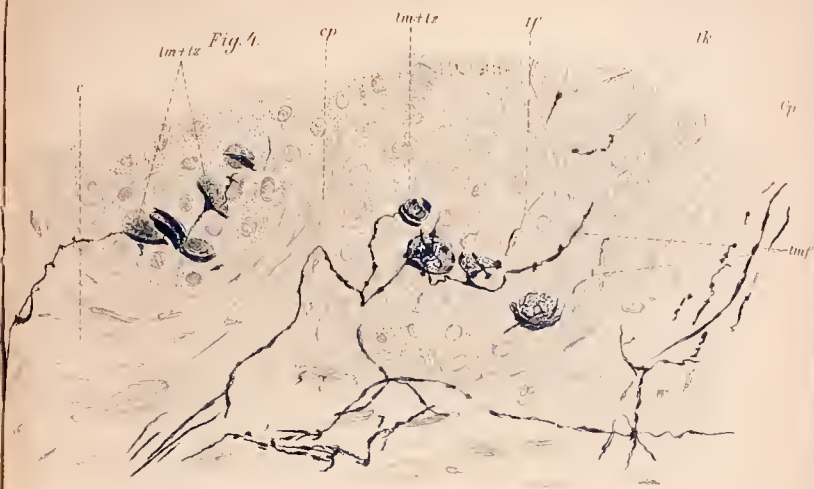


Fig. 4.



Fig. 5.

Fig. 7.

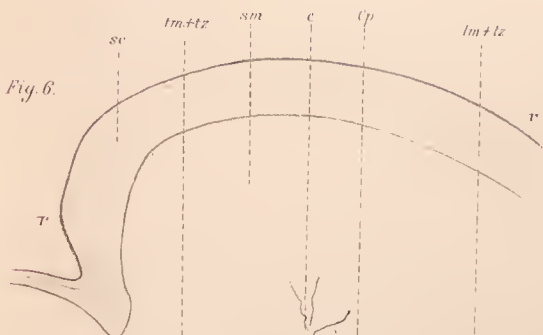


Fig. 6.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: [69](#)

Autor(en)/Author(s): Botezat Eugen

Artikel/Article: [Die Innervation des harten Gaumens der Säugethiere.
429-443](#)