

M. le Professeur Charcot

hommage respectueux de l'auteur.

BIOLOGISCHE
UNTERSUCHUNGEN

NEUE FOLGE

IV.

BIOLOGISCHE
UNTERSUCHUNGEN

VON

PROF. D:R GUSTAF RETZIUS

NEUE FOLGE

IV.

MIT 22 TAFELN.



STOCKHOLM
SAMSON & WALLIN

STOCKHOLM
GEDRUCKT IN DER
CENTRAL-DRUCKEREI
1892.

BERLIN
H. FRIEDLÄNDER & SOHN



3

DEM ANDENKEN

MEINES ONKELS

JOHAN AUG. WAHLBERGS

DES VERWEGENEN AFRIKA-PIONIERES
UND UNERMÜDLICHEN NATURFORSCHERS

GEWIDMET.

VORWORT.

In dem vorliegenden IV. Bande theile ich v. A. die fortgesetzte Veröffentlichung meiner Untersuchungen vermittelt der Golg'schen und der Ehrlich'schen Methode auf dem Gebiete des Nervensystems der Wirbellosen und der Wirbelthiere mit.

Bei den Wirbellosen habe ich diesmal die prinzipielle Einrichtung des *sensiblen Nervensystems der polychäten Würmer und der Mollusken* zu erörtern versucht, und ich glaube, dass dabei ich einige für die Nervenlehre interessante Aufschlüsse gewonnen habe.

Unter den Sinnesorganen der höheren Thiere erwählte ich für die Besprechung diesmal das *Geschmacksorgan*, und ich theile hier Befunde mit, welche mit der üblichen Anschauungsweise nicht übereinstimmen. In Zusammenhang mit dem Geschmacksorgan habe ich auch die nach von VON LENNÉROTH und ZIMMERMANN besprochenen Endknospen der niederen Wirbelthiere behandelt, und ich bin dabei zu ähnlichen Ergebnissen wie diese Forscher gelangt.

Ferner habe ich hier im Anschluss an FR. E. SCHLELL'S und meine eigenen sowie auch VAN GERBICHEN'S Untersuchungen über die periphere Endigungsweise der *sensiblen Nerven in der Haut und in den Schleimhäuten der Wirbelthiere* diese Frage in umfassenderer Weise studirt.

Schließlich füge ich einige kurze Bemerkungen in Betreff *gewisser nervöser Elemente des Kleinhirns* sowie auch der *vertebrirten Ganglienzellen, der Riechschleimhaut, der Drüsenerven und der Zahnenerven* bei.

Endlich theile ich auch meine auf verschiedene Vertreter des Wirbelthierstammes angelegten Untersuchungen über die *Gallstapillaren auf den Drüsenhaab der Leber* mit.

Stockholm, den 3. November 1892.

GUSTAF RETZIUS.



INHALT.

1.	Das sensible Nervensystem der Polychäten. Tafel I—III	1
2.	Das sensible Nervensystem der Mollusken. Tafel IV—VI	11
3.	Die Nervenendigungen in dem Geschmacksorgan der Säugethiere und Amphibien. Tafel VII—X	19
	A. Das Geschmacksorgan der Säugethiere	19
	B. Das Geschmacksorgan der Amphibien	26
4.	Die Nervenendigungen in den Endknospen, resp. Nervenbügeln der Fische und Amphibien. Tafel X und XI	33
5.	Ueber die sensiblen Nervenendigungen in den Epithelien bei den Wirbelthieren	37
	A. Leptocardier, Cyclostomen und Fische. Tafel XI	39
	B. Die Amphibien. Tafel XII	41
	C. Die Reptilien. Tafel XII	41
	D. Die Säugethiere	42
	E. Die Schleimhäute. Tafel XIII und XIV	42
6.	Ueber die Nervenendigungen an den Haaren. Tafel XV und XVI	45
7.	Ueber die neuen Prinzipien in der Lehre von der Einrichtung des sensiblen Nervensystems	49
8.	Kleinere Mittheilungen von dem Gebiete der Nervenhistologie	57
	I. Ueber die GOLGI'schen Zellen und die Kletterfasern RAMÓN Y CAJAL's in der Kleinhirnrinde. Taf. XIX	57
	II. Zur Kenntniss der Ganglienzellen der Spinalganglien	59
	III. Zur Kenntniss der Nervenendigungen in der Riechschleimhaut. Taf. XVIII	62
	IV. Zur Kenntniss der Drüsennerven. Tafel XVII, Fig. 1—6	64
	V. Zur Kenntniss der Nervenendigungen in den Zähnen. Tafel XVII, Fig. 7—10	65
9.	Weiteres über die Gallenkapillaren und den Drüsenbau der Leber. Tafel XX—XXII	67



INHALT.

	Seh-
1. Das sensible Nervensystem der Polychäten. Tafel I—III	1
2. Das sensible Nervensystem der Mollusken. Tafel IV—VI	11
3. Die Nervenendigungen in dem Geschmacksorgan der Säugethiere und Amphibien. Tafel VII—X	19
<i>A.</i> Das Geschmacksorgan der Säugethiere	19
<i>B.</i> Das Geschmacksorgan der Amphibien	26
4. Die Nervenendigungen in den Endknospen, resp. Nervenbügeln der Fische und Amphibien. Tafel X und XI	33
5. Ueber die sensiblen Nervenendigungen in den Epithelien bei den Wirbelthieren	37
<i>A.</i> Leptocephaler, Cyclostomen und Fische. Tafel XI	39
<i>B.</i> Die Amphibien. Tafel XII	41
<i>C.</i> Die Reptilien. Tafel XII	41
<i>D.</i> Die Säugethiere	42
<i>E.</i> Die Schleimhäute. Tafel XIII und XIV	42
6. Ueber die Nervenendigungen an den Haaren. Tafel XV und XVI	45
7. Ueber die neuen Prinzipien in der Lehre von der Einrichtung des sensiblen Nervensystems	49
8. Kleinere Mittheilungen von dem Gebiete der Nervenhistologie	57
<i>I.</i> Ueber die Golgi'schen Zellen und die Kletterfasern RAMÓN Y CAJAL'S in der Kleinhirnrinde. Taf. XIX	57
<i>II.</i> Zur Kenntnis der Ganglienzellen der Spinalganglien	59
<i>III.</i> Zur Kenntnis der Nervenendigungen in der Hoeschleimhaut. Taf. XVIII	62
<i>IV.</i> Zur Kenntnis der Drüsenerven. Tafel XVII, Fig. 1—6	64
<i>V.</i> Zur Kenntnis der Nervenendigungen in den Zähnen. Tafel XVII, Fig. 7—10	65
9. Weiteres über die Gallenkapillaren und den Drüsenbau der Leber. Tafel XX—XXII	67

DAS SENSIBLE NERVENSYSTEM DER POLYCHÄTEN.

Taf. I—III.

In meiner Arbeit »Zur Kenntnis des centralen Nervensystems der Würmer« habe ich das peripherische Nervensystem nicht besprochen, obwohl ich gerade bei den Polychäten oft Bilder gesehen hatte, welche mein Interesse fesselten. Es färbten sich nämlich unter der Haut vermittelt der Methylenblaumethode eine Menge spindelförmige Zellkörper, deren eines zugespitztes Ende nach der Körperoberfläche hinauslief, deren anderes Ende fadenförmig nach dem Innern des Thieres verlief, ohne näher verfolgt werden zu können. Da ich indessen damals die eigenthümlichen Gebilde nicht sicher zu deuten vermochte und nicht Zeit hatte, sie eingehender zu studiren, nahm ich von ihnen nur einige Abbildungen an und liess die Frage bis auf Weiteres ruhen.

Nachdem aber M. VON LEXNÖSSÉ seine schönen Untersuchungen und Befunde der sensiblen Nervenzellen in Hautepithel der Lumbriعيين veröffentlicht hatte und ich diese Entdeckung auch durch eigene Studien vollauf bestätigen konnte, schien es mir im hohen Grade wahrscheinlich zu sein, dass die oben erwähnten spindelförmigen Zellen der Polychäten von ähnlicher Natur sind.

Im vergangenen Sommer suchte ich die schwedische Meeresküste, Wäderöarna in Bohuslän, wieder auf, theils um das sensible Nervensystem des *Amphioxus* noch einmal mit der Chromsilbermethode in Angriff zu nehmen, theils um die Polychäten und Meeresmollusken, ebenfalls in Betreff des sensiblen Nervensystems, zu studiren. Die fraglichen Versuche am *Amphioxus* misslangen, wie bei meinem vorjährigen Aufenthalt auf Sicilien, fast vollständig; da auch andere Forscher, wie NASSÉ und v. LEXNÖSSÉ, ähnliche negative Befunde bekommen haben, so scheint gerade der *Amphioxus* mehr als die meisten Thiere gegen diese Methode refractär zu sein, was sehr zu bedauern ist; ich versuchte, die Methode in verschiedener Weise zu modificiren, aber stets ohne guten Erfolg; im Rückenmark wurden nur vereinzelte Partien der längslaufenden feinen Nervenfasern und einige Kolossalfasern, sowie ein paar Ganglienzellen und Ependymzellen in gefärbtem Zustande angetroffen; ebenso färbten sich hier und da einige knoetige motorische Fasern im Seitenmuskelsystem¹, aber, was ich besonders zu finden wünschte, die in die Haut auflaufenden und endigenden sensiblen Nervenfasern, färbten sich nicht.

¹ Dr. EMIL BROWN hat neulich in einer Mittheilung (Mödel und Nerv bei *Mermis* und *Amphioxus*, Strömberg, d. k. pr. Akad. d. Wiss. zu Berlin, Bd. 25, 1902) die Frage von Verhalten der »motorischen Fasern« bei *Amphioxus* von Neuem besprochen und dabei SCHUBERT's und seine eigenen sonderbaren Ansichten von der Innervation der Muskelplatten dieses Thieres aufrecht zu halten versucht. »Von den Platten«, sagt er, »treten an ihrer Innenseite in bestimmter Gegend eine Anzahl Muskelköpfe ab und vereinigen sich convergirend zu einem von einer dünnen Membran begrenzten Stränge, der zum Rückenmark zieht. Das sind die motorischen Fasern (bez. Nerven) der Automei... Der Rückenmarksscheide liegt innen eine eigenthümliche dünne Membran dicht an, welche sich in der Regel an der Ansatzstelle der motorischen Fasern weit abhebt, so dass zwischen ihr und der Scheide ein weiter Raum frei bleibt. Dieser durchtrennt die motorischen Fasern und trennt sich dann an der Membran. Ueber diese Membran sind sie zu verfolgen, stets entsteht ihr centrale Ende durch dieselbe gegen das Rückenmarksköpfchen scharf abgegrenzt.« — Manches Sonstige bietet der *Amphioxus*, und wahrscheinlich sind noch unentdeckte Strukturverhältnisse bei ihm zu entdecken. Der centrale Ursprung der motorischen Nervenfasern ist in der That noch nicht erkannt worden. So ungewiss ist jedoch meiner Ansicht nach die Einrichtung der peripheren Innervation der Muskelplatten nicht, und ich überlasse es daher gefälligst anderen Fachleuten zu entscheiden, in wie weit die von mir beschriebenen knoetrischen motorischen Nervenfasern als Kanalsprosslinge anzufassen sind oder nicht; meiner Meinung nach ist jedoch in Betreff der Innervation die Frage zu erlösen, ob vielleicht noch kleinere Aeste von den Stammfasern abgehen, wie ich das einige Mal gesehen und auch abgebildet habe. Wie oben in Text erwähnt wurde, habe ich zuweilen auch durch die Golgi'sche Methode diese »variablen« motorischen Fasern färben können; zuweilen sah ich dabei auch einige feinste Seitenzweige abgehen.

Ich benutze die Gelegenheit, bei einer andern Abhandlung zu besprechen, welche die Methylenblau-Methode behandelt, nämlich die zuerlich erschienenen Arbeiten von S. APATRY im 9. Bd. (II. 1) d. Zeitschr. f. mikroskop. Mikrotechnik (Erfahrungen in der Behandlung des Nervensystems für histologische Zwecke). APATRY hat durch seine Untersuchungen das Wesen der fraglichen Methylblaufärbung zu erlösen versucht und u. a. »durch Experimente festgestellt, dass

Bei den *Polychäten*, *Nephtys*, *Nereis*, *Lepidonotus*, erwies sich auch die Golg'sche Methode auffallend ungünstig. Ich wählte diesmal vor allem *Nereis diversicolor* zum Gegenstand der Untersuchungen aus, und ich habe eine ganze Masse von diesen Thieren nach der fraglichen Methode, in verschiedenen Modificationen, präparirt; nur in einzelnen Fällen gelang es mir, erläuternde Präparate zu gewinnen. Diese Thiere sind mithin für die mit der Chromsilbermethode auszuführenden Studien gewiss nicht so günstig wie die Lümbricinen. Jedoch gewinnt man dadurch auch bei ihnen so viel, dass die Golg'schen Bilder für die durch die Ehrlich'sche Methode zu bekommenden Befunde prüfend und bestätigend sind, und dies ist jedenfalls ein grosser Gewinn.

Durch die letztere Methode, die Ehrlich'sche *Methylenblaumethode*, lassen sich in der That in ausgiebigster Weise Bilder hervorrufen, durch welche die vorliegende Frage wesentlich erhellt wird.

Nachdem ich die Thiere mit einer 0.1—0.2 % Methylenblaulösung injicirt und sie in ähnlicher Weise behandelt hatte, wie in meiner Arbeit »Zur Kenntniss des centralen Nervensystems der Würmer« angegeben worden ist, sah ich schon nach einigen Stunden bei der mikroskopischen Betrachtung der Körperhaut, der Parapodien und Fühler eine Menge distincter, intensiv blauer Flecken, welche ziemlich regelmässig angeordnet zu sein schienen. Bei genauerm Studium derselben erkannte ich in ihnen die von mir schon früher gesehenen spindelförmigen Zellkörper, von denen in oppositipol-bipolarer Anordnung zwei Fortsätze verfolgt werden konnten.

Besonders an den Fühlern und den kleinsten Parapodienlappen, in der Ansicht von der Seite her, liessen sich die fraglichen Gebilde gut übersehen und eruiren, indem an solchen Stellen kein unterliegendes Gewebe das Bild stört. Zum orientirenden Beispiel wähle ich deshalb einen kleinen Parapodienlappen von der lateralen Körperseite. In der Fig. 1 der Taf. I ist ein solcher Lappen abgebildet. Man sieht hier eine Anzahl blaugefärbter spindel- oder flaschenförmiger Zellen mit ihrem äusseren, peripheren, allmählig zugespitzten und strangförmig ausgezogenen Ende nach der Oberfläche des abgeplatteten Lappens ziehen. Dieser periphere Fortsatz erreicht die innere Fläche der Cuticula; hier und da bemerkt man, dass er durch die Cuticula etwas verschmälert hindurchdringt, ja zuweilen sogar an ihrer Aussenseite stab- oder borstenförmig hervortragt. Dicht unter der Cuticula schwillt der Fortsatz oft knötig an, so dass er gegen dieselbe ein scheibenförmiges Ende kehrt, von dessen Mitte dann der durch die Cuticula hindurchdringende haarförmige Faden hervortragt.

Der Zellkörper ist von etwas wechselnder Grösse und Gestalt; er ist bald schmaler, bald breiter, bald spindelförmig-oval, bald mehr flaschenförmig. Seine Richtung und Lage ist auch etwas verschieden; im allgemeinen ist seine Längsaxe mehr oder weniger rechtwinklig gegen die Oberfläche des Lappens gerichtet; viele Zellen biegen sich jedoch schief um und richten nur den äusseren Theil des peripheren Fortsatzes vertikal nach aussen hin, indem sich der Zellkörper selbst der Längsaxe des Lappens mehr oder weniger parallel richtet. Dies hängt v. A. von der verschiedenen tiefen Lage der einzelnen Zellkörper ab. Es ist bei diesen Präparaten im Ganzen schwer die innere Grenze der Epidermis (Hypodermis)¹ zu demonstrieren, da die eigentlichen Epidermiszellen bei der Anwendung dieser Methode ungeführt bleiben und deshalb nicht deutlich hervortreten; zuweilen gelingt es jedoch, diese innere Grenze wahrzunehmen, und besonders, wenn man die Präparate mit den durch die Golg'sche Methode gewonnenen vergleicht, so erkennt man, dass die Zellkörper der fraglichen spindelförmigen Zellen nur selten in der Epithellage der Epidermis liegen; in der Regel befinden sie sich unter, d. h. nach innen von derselben und schicken nur den peripheren Fortsatz durch diese Lage hinaus; ja eine grosse Anzahl derselben liegt sogar tief unter der eigentlichen Epidermis gegen die Mittellinie des Parapodienlappens hin gerickt (Taf. I, Fig. 1).

das verschiedene Gelagen der Präparate zum grossen Theil von dem wechselnden Gehalt der Luft an kohlensaurem Ammoniak abhängig ist. Wenn sich dies bewährt, so hat er uns ein neues Verständniss dieser eigenthümlichen Reaction gegeben, indem wir bisher angenommen haben, dass es der Sauerstoff war, welcher die Bildung hervorrief. Ich will hierzu nur bemerken, dass ich vor einigen Jahren versuchte, die Präparate in reinem Sauerstoff zu halten und dabei keine Verstärkung der Farbe bekam. — In Betreff der übrigen Ausstattungen APATITS ist es mich in der That verunruhigt, dass es, wenn er einen Angriff macht, so heftig ist. Er sagt z. B. S. 25, in der Note: »Deshalb hat REYNOLDS (s. a. O.), der den 0.5 procentigen, also überflüssig, ja unzulänglich starken Farbstoff Hämatoxylin in den Darm injicirt und dann den Bauchtrog in Zusammenhang herauspräparirt etc. Nun habe ich aber ausdrücklich (Hist. Unter. N. F. II, S. 14) Folgendes angegeben: »Ich spritzte bei *Anelasma* und *Hirudo* in lebendigen Zustande eine recht bedeutende Menge der 0.2 % Methylenblaulösung ein und legte nach einigen Minuten den Bauchtrog von der Dorsalseite frei dar.« Also eine 0.2 % Lösung! In den *Dorsis* (C) habe ich gewiss nicht injicirt; dies glaubte ich, sei nicht nötig, besonders zu erwähnen. — Herr APATITS catalogische Ausstattungen in Betreff v. LEINHOFFS und meiner Arbeiten und Ansichten über die neuwäskischen Bakterien bei *Lumbricus* liess ich diesmal ganz ausser Acht, da wir, welche die Untersuchungen angeführt haben, wohl hauptsächlich ebenso gute Gewissheiten sind, wie Hr APATITS, welcher seine Befunde bis jetzt nur in einigen Zeilen vorgelegt hat. — Dagegen will ich gerne anerkennen, dass in Betreff der von mir beschriebenen molasses Fäden und Zellen in den Ganglien der *Hirudines* APATITS vielleicht eine richtige Deutung gegeben hat. Im Anschluss an die früheren Angaben von HERMANN, habe ich denselben als eine Art von Nervenelementen aufgefasst. Sie scheinen mir zwar sehr wunderbar zu sein; beständige Händelnisse geben eine solche Auffassung legte ihre Gestalt jedoch nicht in den Weg. So z. B. hat ja RAMON Y CAJAL bei Säugethieren und Batrachien multipolare Ganglienzellen von ähnlicher Form beschrieben. Indessen scheint die Erklärung APATITS viel für sich zu haben.

¹ Es ist mir, wie JOURDAN und M. v. LINDENSCHEID, nicht begrifflich, weshalb man die *Epidermis* der Würmer noch *Hypodermis* nennen soll.

Das nach innen oder centralwärts gerichtete Ende aller dieser spindelförmigen Zellenkörper verjüngt sich mehr oder weniger schnell und läuft in einen feinen Faden aus, welcher nach der Mittenaxe des Lappens zieht; die von der Spitze desselben kommenden Fäden verlaufen in derselben Richtung weiter; die von den Seitenpartien stammenden biegen um und setzen die Bahn in der Mittenaxe centralwärts fort. Durch das Zusammentreten aller dieser schön blau gefärbten Fäden entsteht ein strangförmiges Faserbündel, dessen Stärke in centraler Richtung allmählich wächst, um an der Wurzel des Lappens als ein dichter Strang (*ab*) den Weg fortzusetzen. Wenn man diesen Strang weiter verfolgt, erkennt man bald, dass er sich dem Plexus der subcutanen Nervenbündel anschliesst, augenscheinlich um den Weg nach dem Bauchstrang einzuschlagen; die einzelnen Fasern hierunter bis zu ihrem Endziel zu verfolgen, lässt sich kaum thun; davon kann man sich aber überzeugen, dass diese Fasern mit den übrigen Nervenfasern eine vollständige Uebereinstimmung darbieten.

Während des Verlaufes dieser centralen Fortsätze der spindelförmigen Zellen bis in das Bündel hinein bemerkt man wenigstens in den Parapodienlappen keine Verzweigung der Fasern; ob eine solche während des späteren Verlaufes nach dem Bauchstrang hin vorkommt oder nicht, kann ich nicht angeben, da ich gerade bei diesen Fasern keine Theilung wahrgenommen habe.

In der Fig. 3 der Taf. I habe ich bei etwas stärkerer Vergrößerung die Wurzelpartie eines ähnlichen Parapodienlappens und in Fig. 4 derselben Tafel das äussere Ende noch eines Lappens wiedergegeben. Ich habe in diesen Figuren nicht alle vorhandenen blaugefärbten spindelförmigen Zellen abgebildet; es färben sich oft noch mehr von ihnen gleichzeitig. Ich habe in erster Linie solche Zellen wiedergegeben, welche in den Seitenpartien liegen, deren peripherer Fortsatz sich deshalb im optischen Längsschnitte bis zur Cuticula, resp. durch sie hinaus verfolgen lässt. Von den übrigen Zellen, deren peripherer Fortsatz an der oberen oder unteren Fläche des Lappens nach der Oberfläche zieht, habe ich, um das Bild nicht zu viel zu verwirren, nur einige Repräsentanten geliefert; in Fig. 3 sind z. B. fünf, in Fig. 4 drei solche Zellen abgebildet, welche an der nach oben gerichteten Fläche des Parapodiums endigen. In der Fig. 4 sieht man ferner, wie lang der periphere Fortsatz dieser Zellen sein kann, indem der eigentliche Zellenkörper weit centralwärts belegen ist.

In den Fühlern der Kopfregion färben sich ganz wie in den Parapodienlappen zahlreiche spindelförmige Zellen derselben Art. Sie sind hier auffallend zahlreich und im allgemeinen lang ausgezogen. In der Mittenaxe des Fühlers befindet sich ein starkes Bündel feiner Fasern, welche durch das Methylenblau stark gebläut werden (Taf. I, Fig. 2 *ab*). Diese Fasern biegen sich bald tiefer unten, bald höher oben nach den Seiten hin um und erweisen sich, wie in den Parapodienlappen, als centrale Fortsätze bipolarer, spindelförmiger Zellen, welche entweder in der Nähe des Faserbündels oder weiter nach aussen hin im Fühler liegen. Vom äusseren Ende dieser Zellen laufen die langen, relativ dicken peripheren Fortsätze zuerst nach vorn-aussen hin, um, in der Nähe der inneren Grenze des Epidermisepithels (*ep*) angelangt, schnell nach aussen hin umzubiegen und zwischen die Epidermiszellen nach der Cuticula hinauszutreten; hier lassen sie sich, wie in den Parapodienlappen, oft durch ein feines Canälchen hinaus verfolgen. Hier und da sieht man die Zellenkörper, dicht unter der Epithelschicht liegend, den peripheren Fortsatz noch eine Strecke weit bis an deren innere Grenze hinschicken, um ihn dann nach rechtwinkliger Knickung durch die Epithelschicht hinaus zu senden (Taf. I, Fig. 2).

Wenn man die übrige Körperoberfläche eines in derselben Weise behandelten Thieres bei scharfer Einstellung des Mikroskopes von oben her betrachtet, so bemerkt man ein Mosaik unregelmässiger, polygonaler, ungefärbter Felder (Taf. I, Fig. 6), deren Contouren oft etwas wellenförmig und durch schmalere Strassen getrennt sind; in diesen Strassen oder Zwischenräumen trifft man in gewissen, obwohl nicht genau regelmässigen Abständen blaue Knötchen (Fig. 6 *ac*), von welchen beim Senken des Tubus sich je ein blauer Strang nach unten hin verfolgen lässt; wenn man den Tubus noch weiter senkt, findet man dass dieser Strang oder Faden sich in je eine spindel- oder flaschenförmige Zelle verlängert (Taf. I, Fig. 6 *ac*), deren anderes Ende in einen noch dünneren Faden übergeht, welcher sich den tiefer hinab horizontal verlaufenden Nervenfaserbündeln (*nb*) anschliesst. In Fig. 7 derselben Tafel (I) sieht man in der Flächenansicht eine Partie, wo drei solche Zellen von ihrem peripheren Ende her bis an ihren Verlauf in den Nervenbündeln verfolgt werden können. In Fig. 5 derselben Tafel (I) ist eine etwas grössere Partie einer solchen Ansicht der Körperoberfläche abgebildet; hier lassen sich auch die fraglichen Zellen von ihren äusseren knotenförmigen Enden bis in die Nervenfaserbündel (*nb*) hinein verfolgen; hier fällt es aber auf, dass die feinen centralen Fortsätze der Zellen früher oder später unter einander zusammenlaufen; hierdurch

entsteht der Eindruck, dass die Fasern sich theilen und sich mit mehreren Zellen verbinden; da aber dies kaum möglich ist, lässt sich das Verhalten in der Weise erklären, dass die feinen centralen Fortsätze der einzelnen Zellen sich einander so dicht anlegen, dass es den Anschein gewinnt, als ob sie mit einander zusammenflössen, obwohl nur ein dichtes Anliegen vorhanden ist.

Die Cuticula ist an verschiedenen Körpertheilen von wechselnder Dicke. In den Fig. 4, 7, 8 der Taf. II sind in optischem Durchschnitt einige solche Stellen abgebildet, wo die Cuticula dick ist; hier lassen sich die peripheren Fortsätze als dünne Fäden eine Strecke weit durch die Cuticula hindurch, zum Theil sogar bis an die äussere Oberfläche derselben hinaus verfolgen.

Vermittelt der Ehrlich'schen Methylenblaumethode lassen sich die hier oben beschriebenen Verhältnisse in prägnanter Weise demonstrieren; bei gelungener Färbung bekommt man die spindelförmigen Zellen in grosser Menge und fast überall an der Körperoberfläche sowie an den Fühlern und übrigen Anhängen zur Ansicht. Die Zellen und ihre Fortsätze können auch durch pikrinsaures Ammoniak fixirt und wenigstens eine Zeit lang gefärbt aufbewahrt werden.

Wie oben erwähnt wurde, habe ich vermittelt der Golgi'schen Chromsilbermethode Präparate gewonnen, welche die durch die Methylenblaumethode eruirten Structurverhältnisse vollständig bestätigen. In den Fig. 1—5 der Taf. III sind in der Seitenansicht einige Partien der Körperoberfläche von *Nereis diversicolor* abgebildet; man erkennt in dunkler Gestalt dieselbe Art von ovalen und spindelförmigen Zellen, welche in den Methylenblaupräparaten gelblich erschienen. Man sieht den mehr oder weniger langen peripheren Fortsatz durch das Epithel der Epidermis bis zur Cuticula verlaufen; sein Hinausdringen durch dieselbe war indessen in Folge des Schwärzens der Oberfläche nur ausnahmsweise demonstrirbar, wie in Fig. 1 und 2 dargestellt worden ist. Der centrale Fortsatz konnte als äusserst feine, oft knotige Faser eine Strecke in centraler Richtung verfolgt werden. In diesen Präparaten sind nun aber die eigentlichen Epithelzellen der Epidermis oft gut und scharf gefärbt, weshalb man ihre Form und Anordnung sowie ihr Verhalten zu den spindelförmigen Zellen leicht überblicken kann. Die Epithelzellen der Epidermis sind an verschiedenen Stellen der Körperoberfläche von sehr wechselnder Höhe; bald sind sie ganz kurz (Fig. 2, 3), bald höher (Fig. 4, 5); ihr unteres (inneres) Ende ist in der Regel verzweigt und die einzelnen Aeste sind oft knopfförmig verdicke oder mit kleinen Füsschen versehen, welche bis zu einer bestimmten Grenze reichen. Diese Grenze biegt sich aber oft wellenförmig, so dass auch nahe an einander liegende Partien ein sehr verschiedenes hohes Epithel haben können, wie es die Fig. 6 der Tafel III wiedergibt. Zwischen ihnen ragen nun einerseits die peripheren Fortsätze der spindelförmigen Zellen empor; hin und wieder trifft man auch zwischen ihnen, wenn die Epidermiszellen hoch sind, einzelne Zellkörper der spindelförmigen Zellen; andererseits befinden sich hier ferner die oberen, peripheren Enden der flaschenförmigen Hautdrüsen, deren unteres (inneres), breites, abgerundetes Ende verschieden weit ins Unterhautgewebe hinabreicht. In den Fig. 3, 4, 7 der Taf. III habe ich die Contouren einiger solcher Drüsen angegeben. In den Fig. 3 und 7 sieht man also diese bauchigen Enden der Drüsen mehr oder weniger tief unter die innere Epithelgrenze, von Muskelbündeln (*m*) umstrickt, hinabragen. Durch diese Präparate gewinnt man in der That, wie unten näher besprochen werden soll, eine Erläuterung in Betreff des feineren Baues der Haut der Polychäten.

Was sind nun diese *spindelförmigen Zellen*, deren Form und Lage hier oben nach Methylenblau und Chromsilberpräparaten beschrieben worden ist?

Wenn man diese Gebilde mit eventual entsprechenden Elementen anderer nahestehenden Thierformen vergleicht, so treten die durch M. v. LEBNOSSEK entdeckten und von mir bestätigten Bauverhältnisse bei den *Lumbricarien* in den Vordergrund. Bei ihnen hat man in der Epitheldecke der Körperhaut zwei Arten von Zellen: die eigentlichen *Epithelzellen* der Epidermis und die zwischen ihnen belegenden *Sinnesnervenzellen*, von denen die letzteren je einen fadenförmigen Ausläufer als eine echte Nervenfasern nach dem Bauchstrang senden und ihn im letzteren nach sparsamer Verzweigung mit freien Spitzen enden lassen.

Bei den *Polychäten* erkennt man ebenfalls die eigentlichen Epithelzellen der Epidermis, welche den entsprechenden Elementen der Lumbricushaut sehr ähnlich sind. Die zweite Zellenart ist aber bei den Polychäten

nur theilweise in der eigentlichen Epithelschicht anzutreffen; hier und da findet man indessen bipolare Zellenkörper, welche zwischen den Epithelzellen liegen und offenbar mit den Sinnesnervenzellen der Lumbricinen übereinstimmen, obwohl die bei diesen vorhandenen Seitenzweige fehlen. Dann trifft man aber bei Polychäten von diesen bipolaren Zellen eine Reihe von Uebergangsformen zu den oben beschriebenen, unter, d. h. nach innen von der Epithelschicht liegenden bipolaren Zellen. Es giebt ja in der That keinen anderen realen Unterschied zwischen allen diesen bipolaren Zellen der Polychäten als die Lage in oder unter der Epithelschicht. Alle sind morphologisch offenbar derselben Art. Da nun ferner die inneren Enden aller dieser Zellen als feine Fasern in die Nervenbündel eintreten, resp. diese Bündel constituiren, so kann wohl kaum ein Zweifel darüber herrschen, dass die bipolaren, spindelförmigen Zellen den Sinnesnervenzellen der Lumbricinen gleichwerthig sind, mithin die sensiblen Nervenzellen der Polychäten ausmachen, obwohl die bei weitem grösste Anzahl derselben sich mit den eigentlichen Zellenkörpern aus der Epithelschicht gelöst und in das unterliegende Gewebe eingesenkt hat. Es ist also ein Zustand vorhanden, welcher phylogenetisch als ein weiterer Fortschritt in der Entwicklung, resp. als ein höherer Zustand betrachtet werden muss, was besonders beim Vergleich mit den Verhältnissen bei höheren Thieren deutlich wird. Ich werde unten in einer anderen Abhandlung auf diese Frage zurückkommen und füge hier nur hinzu, dass die entsprechenden Bauverhältnisse bei den Mollusken mit denjenigen der Polychäten in auffälliger Weise übereinstimmen, wie in der folgenden Abtheilung dieses Buches dargelegt werden soll.

Bei den Lumbricinen sind indessen die centralen Fortsätze der noch in dem Hautepithel belegenen sensiblen Nervenzellen bis zu ihrem centralen Ende im Bauchstrang verfolgt worden. Bei den Polychäten ist dies bis jetzt in gleichem Grade nicht möglich gewesen. In Methylenblaupräparaten lässt sich zwar leicht darlegen, dass die centralen Fortsätze die Nervenfaserbündel bilden, und diese lassen sich bis zu den Seitenzweigen der Ganglien des Bauchstrangs verfolgen. In diesen Zweigen habe ich schon lange eine Art sehr feiner Nervenfasern gesehen und abgebildet, welche gerade beim Eintritt ins Ganglion sich dichotomisch theilen und je einen Ast in longitudinaler Richtung nach vorn und hinten senden. In den Fig. 1, 2, 3 *sa* der Taf. II sieht man verschiedene Fasern dieser Art abgebildet; sie lassen sich oft im Bauchstrang eine weite Strecke verfolgen; hier und da theilen sie sich wiederholt dichotomisch; ihr eigentliches Ende habe ich zwar nicht sehen können, doch ist wohl als höchst wahrscheinlich anzunehmen, dass hier, wie beim Lumbricus, eine freie Endigung der mehr oder weniger verastelten Fasern vorliegt und dass gerade diese Fasern die centralen Enden der peripher belegenen sensiblen Nervenzellen darstellen.

Im Anschluss an die Darstellung der sensiblen Elemente der äusseren Haut kann ich auch einige Befunde aus der *Mundhöhle* und dem *Schlucke* der Nereiden anführen. In dem hohen Cylinderepithel dieser Theile sah ich nach Chromsilberfärbung mehrmals spindelförmige oder flaschenförmige Elemente, welche denen der Haut ähneln (Fig. 8 d. Taf. III) und am unteren Ende in feine knotige Fasern übergehen, die ihrem Aussehen und Verlaufe nach als Nervenfasern zu deuten sind. Diese Körper, deren peripheres Ende bis zur Oberfläche des Epithels reicht und dort sogar zuweilen einen feinen freien Anhang zeigt, sind wohl auch als Sinnesnervenzellen aufzufassen, obwohl sie hier, wie bei Lumbricus, noch im eigentlichen Epithel liegen.

Bevor ich aber die Besprechung dieser Frage beschliesse, kann ich nicht umhin, eine andere Art von Nervenendigungen zu berühren, welche von der eben beschriebenen auffallend abweicht. In den *Parapodien der Polychäten* beschrieb ich im vorigen Jahre¹ Nervenfasern, welche am unteren Ende der Borsten nach reichlicher dendritischer Verastelung frei endigen. Ich hatte damals schon verschiedene Polychäten — unter anderen *Lepidonotus*, *Nephtys*, *Arenicola* und *Glycera*-Arten — untersucht und die Verhältnisse übereinstimmend gefunden. Gewöhnlich konnte ich unter dem Mikroskope schon bei schwacher Vergrösserung an den verschiedenartigen Borsten der Parapodien durch Methylenblau gefärbte, feine, aus einer, zwei oder einigen Nervenfasern bestehende Nervenzweige verfolgen, welche von aussen her, d. h. von der äusseren Partie der Parapodientasche, ungefähr dort wo die Borsten aus den Parapodien austreten oder auch etwas weiter hinab dicht neben den Borsten verlaufen, um das innere

¹ GUSTAF RETZIG, Ueber Nervenendigungen an den Parapodienborsten etc. Biologiska Föreningens Söndlingar. Verhandlingen des Biologiska Vereäns i Stockholm. Band III. Jan.—mars 1891, N. 4—6.

Ende, das Fussende derselben, zu erreichen. Während dieses Verlaufes ziehen die Nervenfasern ziemlich gerade oder in schwachen Biegungen, gewöhnlich ohne Theilungen weiter. Zuweilen schlingen sie sich dabei schnurformig um die Borsten herum. Hin und wieder sieht man aber auch Borsten, wo die Nervenfasern erst in der Nähe des unteren Borstenendes herantreten. Nachdem die Nervenfasern das fragliche Borstenende erreicht haben und sich also im unteren Ende des Parapodiensackes befinden, fahren sie plötzlich aus einander und theilen sich dichotomisch in reichlicher Ausdehnung, um mit freien Ausläufern zu endigen. Die einzelnen Theilungsfasern zeigen in ihrem Verlaufe hier und da knotenförmige Verdickungen und die Enden der Fasern sind ebenfalls gewöhnlich in ähnlicher Weise verdickt. Hierdurch entsteht ein dendritisch verästelter, durch das Methylenblau in schönster Art gefärbter nervöser Endapparat, welcher gewissermassen den motorischen Nervenendigungen der quergestreiften Muskelfasern der Wirbelthiere ähnelt, und wie diese in mancherlei Weise wechseln kann. . . . Gewöhnlich tritt, wie erwähnt, der Nervenzweig von aussen nach innen hin und verästelt sich in derselben Richtung. In anderen Fällen tritt er von der Seite oder von unten hinzu und verästelt sich um die Borsten nach oben hin. Dass die Nervenverästelungen sich in der That den Borsten anschmiegen, nimmt man überall wahr, besonders aber in solchen Seitenansichten, wo sich die Nervenfasern um die Borsten umbiegen. Sie begleiten also die Borsten und verästeln sich um dieselben, liegen ihrer Oberfläche ganz nahe an. Sie liegen aber in dem Gewebe der Parapodientaschen, also in der hier hineingesenkten Hypodermis der Haut. Wenn man nämlich versucht, die Borsten aus den Taschen hinauszuziehen, und dies gelingt oft ohne Schwierigkeit, bemerkt man, dass, wie man ja auch a priori erwarten konnte, die Nervenfasern und ihre Endigungen den Parapodientaschen folgen. . . . Zuweilen schmiegen sich die Endäste in der Tasche unter dem Borstenende. Ganglienzellen waren hier *nicht* zu sehen. Mit den Muskeln, den Protrusoren, der Parapodien scheinen diese also beschriebenen Nervenfasern und ihre Endverästelungen nichts zu thun zu haben. Es sind offenbar andere Nervenfasern, welche die Innervation dieser Muskeln besorgen. Ich kann mithin die vorliegenden Nerven und ihre Endäste nur als *sensible Organe* auffassen. Die Borsten stehen in Folge dessen nicht nur im Dienste der Locomotion, sondern indirect auch der *Empfindung*.

Ich habe im letzten Sommer die fraglichen Verhältnisse noch einmal untersucht, und zwar v. A. bei *Nereis*. Zu dem, was ich aus meiner vorigen Mittheilung angeführt habe, kann ich nichts Neues hinzufügen. Was ich dort aus der Untersuchung verschiedener Polychäten beschrieben habe, gilt in gleicher Weise auch für *Nereis*, und ich brauche es hier nicht zu wiederholen. Nachdem ich mich aber vom Vorhandensein der sensiblen Zellen der Haut überzeugt hatte, erschienen mir diese Nervenendigungen »an den Parapodienborsten«, d. h. im Grunde der Parapodiensäcke doppelt eigenthümlich. Sie gehören ja einer ganz anderen Art von Nervenendigungen an, welche bei den Würmern sonst nicht dargelegt worden ist. Ich prüfte deshalb die Sache zu wiederholten Malen, bekam aber stets dieselben Bilder und konnte sie in keiner anderen Weise erklären. Nach Allem, was ich bis jetzt gesehen habe, kann ich also nicht umhin, bei den Polychäten *zwei* verschiedene Arten von sensiblen Nervenendigungen anzunehmen, nämlich erstens das über die ganze Körperoberfläche ausgebreitete System sensibler Nervenzellen, welche den unverzweigten peripheren Fortsatz durch die Epithelschicht der Epidermis mehr oder weniger vertical nach aussen und den langen, feinen centralen Fortsatz durch die Nervenzweige nach dem Bauchstrang schicken; und zweitens in den borstenführenden Parapodiensäcken eine Art von Nervenendigungen, welche in ihrer reichlich dendritischen Endverzweigung die bei den höher stehenden Thieren normale Endigungsweise sensibler Nerven darzubieten scheint.

Diese letztere Art von Nervenendigungen in anderer Richtung als dem sensiblen System angehörend aufzufassen, lässt sich wohl, wenigstens bei unseren jetzigen Kenntnissen, kaum thun; eine Beziehung zu den Muskeln der Parapodien konnte ich keineswegs nachweisen. Es wäre indessen von grossem Interesse, die in dieser Weise endigenden Nervenfasern bis zu ihrem Ursprung aus den betreffenden Nervenzellen zu verfolgen, um zu erfahren, ob diese Zellen central (im Bauchstrang) oder peripher (in der Hautgegend) liegen. Es war mir jedoch bis jetzt nicht möglich, diese Nervenfasern bis zu ihrem Ursprung zu verfolgen.

Bei der Durchmusterung der bedeutenden Literatur, in welcher der Bau der Würmer behandelt worden ist, habe ich im Ganzen nur sehr vereinzelte Angaben über die hier dargestellten Structurverhältnisse gefunden. Die Angaben und Ansichten sind ausserdem im Allgemeinen schwebend und unsicher, was auch leicht erklärlich ist,

wenn man bedenkt, dass schon in Betreff des Baues der Haut die Anschauungen in mehrfacher Hinsicht differiren.

Nachdem CLAPARÈDE die zelluläre Structur der »Hypodermis« nachgewiesen hat, ist dieselbe allgemein anerkannt worden. In der von der Cuticula bedeckten Epithelschicht sind von den verschiedenen Forschern im Ganzen zwei Arten von zellulären Elementen beschrieben worden, die eigentlichen Epithelzellen und die Drüsenzellen.

In Betreff der Endigungsweise der peripheren Nerven hat man seit Jahren einen Zusammenhang derselben mit zellulären Elementen in der Haut urgirt. So z. B. haben HATSCHKE¹ und FRAIPONT², obwohl in verschiedener Weise bei den Archianneliden, eine solche Art von Endigungen beschrieben. Bei erwachsenen Exemplaren von *Polygordius* sah der letztere Forscher in jeden Tentakel einen starken Nervenzweig bis zur Spitze hin treten und die ihn constituirenden Fibrillen in Verbindung mit den Epidermiszellen stehen.

Einer der neueren Forscher, JOURDAN,³ unterscheidet bei *Eunice* in der Epidermis die Cylinderzellen von cylindrisch-konischer Gestalt und die Drüsenzellen; die ersteren können zuweilen in ihrer Basalpartie mehrere Fortsätze abgeben, welche mit denen der Nachbarzellen anastomosiren; diese bei *Eunice* seltenere Einrichtung ist bei anderen Formen mehr entwickelt; unter der Epidermis giebt es bei *Eunice* keine bindegewebige Hautschicht, obwohl es in einigen Regionen den Anschein hat, als ob die Füsse der Epithelzellen auf einer wenig distincten Basalmembran ruhen. In den Antennen (Fühlern) fand JOURDAN unter der Cuticula die Schicht der cylindrokonischen und stabförmigen Epithelzellen und, nach innen von ihnen, in Verbindung mit ihren Fortsätzen eine zweite Art von kleinen Zellen bipolarer Form, welche er für nervös betrachten will, obwohl er ihr Verhalten zu den Nervenfasern im Antennennerven und ihre periphere Endigungsweise offenbar nicht deutlich sehen konnte; zwischen den Epithelzellen, gerade an den Stellen, wo Cilienbüschel standen, sah er schmale Elemente, welche er als Nervenfasern deutete.

In seiner grossen Monographie über die Capitelliden fasst ESSIG⁴ seine hierauf bezüglichen Ansichten folgendermassen zusammen. Er unterscheidet in der Hypodermis zwei stark von einander abweichende Zellformationen, nämlich *erstens* Elemente, welche entweder Platten darstellen, die sich aus pallissadenartig nebeneinander geordneten Fäden aufbauen und meistens ihrer Kerne verlustig gegangen sind, oder spindelförmig erscheinende Körper, welche sich durch ebenso gefornnte Kerne und von diesen ausgehende basale Ausläufer (geschwanzte Kerne) auszeichnen, oder endlich compactere Gebilde mit breiten protoplasmatischen Leibern und ähnlichen Ausläufern ihrer Kerne. »Ich fasste«, sagt ESSIG, »alle diese Elemente unter dem Namen *Fadenzellen* zusammen.« Diejenigen der *zweiten* Formation sind die *Plasma- oder Drüsenzellen*. Die Fadenzellen verbinden sich vermittelt ihren Ausläufern mit transversalen Muskelfibrillen. »Auch die der Haut zustrebenden *Spinalnerven*, respective die Äeste solcher pflegen dabei in ihre Fibrillen zu zerfallen. Diese Fibrillen verbinden sich nun aber nicht etwa direct mit den die Haut zusammensetzenden Elementen, sondern . . . mit Ausläufern eines zwischen Haut- und Ringmuskulatur eingeschobenen, überaus dünnwandigen *Ganglienzellenplexus*. Letzterer besteht aus eminent fortsatzreichen Zellen. Die meisten Fortsätze anastomosiren zum Behufe der Plexusbildung, andere stellen die Verbindung mit den Fibrillen der Spinalnerven und noch andere endlich die Verbindung mit den Ausläufern der Fadenzellen her. Zwischen die Fadenzellen- und Ganglienzellenfortsätze schieben sich häufig ähnliche kernartige Anschwellungen ein, wie sie auch in den entsprechenden Bildungen des Centralnervensystems und der Seitenorgane angetroffen werden, Bildungen, welche ich den sogenannten Körnern der höheren Thiere histologisch für vergleichbar halte.«

In seiner Arbeit »Beiträge zur Anatomie und Histologie der Univoren Anneliden« giebt A. WIRF⁵ eine genauere Beschreibung der Haut von *Arenicola marina*, *Eumenia crassa* und *Ammotegane endopagica*. Die sog. Hypodermis stellt bei ihnen ein Epithel dar, dessen Zellen im allgemeinen eine cylindrische Form einnehmen, wenigstens da, wo die Cuticula von mässiger Dicke ist; ist aber die Cuticula von grösserer Mächtigkeit, wird das Epithel niedriger. In jüngerem Zustande sind die Epithelzellen, wenigstens der *Arenicola* und der *Eumenia*, deut-

¹ B. HATSCHKE, *Protodermis* Leuckartii. Arb. aus dem Zool. Inst. Wien. Bd. 2, 1880.

² J. FRAIPONT, Recherches sur le système nerveux central et périphérique des Archiannelides etc. Archives de Biologie p. p. E. Van Beneden et Ch. Van Beneden. T. V., 1884.

³ E. JOURDAN, Études histologiques sur deux espèces du genre *Eunice*. Annales des sciences naturelles. Sept. Sér. Zoologie. T. 2, 1887.

⁴ H. ESSIG, Die Capitelliden, Fauna und Flora des Goltes von Neapel etc., herausg. v. d. Zoolog. Station zu Neapel. 16. Monographie, Berlin, 1887.

⁵ A. Wirf, Beiträge zur Anatomie und Histologie der Univoren Anneliden. K. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bd. 22 No. 1, Stockholm 1887.

lich von einander abgegrenzt und durch eine homogene Substanz, die WIRÉN als Kittsubstanz erkannt hat, vereinigt. In dem älteren Epithel dagegen schmelzen die Zellen mit einander zusammen, so dass die Grenzen nur theilweise oder fast gar nicht wahrgenommen werden können. Einzelne verschleimte Zellen kommen bei *Arenicola* und *Ammotrypane* vor. Grössere mehrzellige Hautdrüsen sind bei *Eumenia*, *Ammotrypane* und den *Chloraspiden* vorhanden. Die Cuticula ist bedeutenden Variationen unterworfen. Am basalen Theile hängt das Epithel wahrscheinlich in den meisten Fällen mit Fasern des unterliegenden Bindegewebes zusammen; nur *Eumenia* scheint eine Art Basalmembran zu haben, aber diese ist mit dem Bindegewebe vereinigt und wahrscheinlich von diesem gebildet. Zwischen die Basen der Epithelzellen dringen bei *Arenicola* die Fasern des Bindegewebes ein und erstrecken sich bis gegen die Kernregion, »so dass man bisweilen Kerne des Bindegewebes nahe bei den Kernen des Epithels findet«. Bei *Trophonia* und auch im grösseren Theile der Haut der *Ammotrypane* giebt es unter dem Epithel ein äusserst spärliches faseriges Bindegewebe mit länglichrunden Kernen. *Arenicola* hat unter dem Epithel eine mächtigere Schicht von Bindegewebe; es besteht aus verzweigten Fasern, welche vielleicht mit Ausläufern der Epithelzellen zusammenhängen und mit spulförmigen Kernen versehen sind. Weit mächtiger ist das Bindegewebe der Haut bei *Eumenia*; es besteht aus einer homogenen gallertigen Grundsubstanz, durchzogen von festeren Häutchen faseriger Consistenz, zwischen welche Maschenräume eingeschlossen sind; in den festeren Theilen befinden sich zahlreiche Zellen amöboider Form mit langen verzweigten Ausläufern; in dem subepithelialen Bindegewebe der *Eumenia* giebt es zweierlei verticale Fasern, nämlich theils unregelmässige, ziemlich grobe und gewöhnlich verticale, theils unmessbar feine, gerade, etwas verzweigte, in Bündel vereinte, welche letztere sich bisweilen höher empor erstrecken können. »Es ist mir«, sagt WIRÉN, »nie gelungen, einen Zusammenhang zwischen diesen Fasern und Zellen mit Sicherheit zu finden, obwohl es mir oft vorgekommen ist, als ob sie mit Ausläufern von den kleinen Zellen an der Basis der Subepithelialschicht vereint seien. Auch habe ich nicht in den Fasern selbst Kerne gefunden oder überhaupt eine Andeutung, dass sie Zellen oder Zellenteile sein können. Es muss daher unentschieden bleiben, ob diese Fasern für Zeugnisse eines unbekanntem Structurverhältnisses der Grundsubstanz oder für Nervenfasern anzusehen seien, welche letztere Annahme nahe bei der Hand liegt. Hiermit verdienen verschiedene Beobachtungen von vermuteten Nervenfasern der Hypodermis der Oligochäten zusammengestellt zu werden.»

In seiner Arbeit über die Gehörorgane der *Arenicolen* bespricht EILERS¹ beiläufig auch die Frage vom Baue der äusseren Haut dieser Thiere. »Wie die Cuticula des Gehörorgans«, sagt er, »eine Fortsetzung von der äusseren Körperwand ist, haben auch die unter ihr gelegenen Zellen . . . einen ununterbrochenen Zusammenhang mit den subcuticularen Epithelzellen der Körperwand.« Diese sind hohe Cylinderzellen, welche in ihrem basalen Abschnitt besenartig in eine Anzahl langer feiner Fasern auslaufen. »Ich beschränke mich hier«, fügt EILERS hinzu, »auf diese allgemeinste Kennzeichnung der Oberhautepithelien, sowie ich nur kurz hinzufüge, dass sie mit dem Gewebe der peripheren Nerven in Zusammenhang treten und mit ihren fadenförmigen Ausläufern diese Schicht nervösen Gewebes durchsetzen und an eine Basalmembran stossen, welche die Gesamtheit des Epithels gegen die Muskeln der Körperwand und die Leibeshöhle abgrenzt.« — »Ich hatte«, sagt er ferner, »diese meine Auffassung vom Baue des Epithels der Körperwand hier mitzuthellen, weil sie im Widerspruch zu einigen Angaben steht, welche WIRÉN vom Baue der Haut der *Arenicola* gemacht hat. Die Ungleichheit unserer Darstellung geht wohl darauf zurück, dass WIRÉN sein Urtheil nach Schnittpräparaten und nicht nach den Bildern des durch Maceration zerlegten Gewebes gegeben hat. Dadurch ist WIRÉN die Auffassung der basalen Enden der Epithelzellen entgangen, er spricht nur vermuthungsweise von fadenförmigen Ausläufern dieser Zellen. Bedeutender ist der Unterschied unserer Auffassung über das subepitheliale Gewebe. Ich will zunächst hervorheben, dass ich das Fehlen einer Basalmembran, welche die Epithelien von den Muskeln trennt, nicht zugeben kann. Dann gebe ich dem Fasergewebe, welches unterhalb der Kernregion des Epithels gegen die Leibeshöhle hin folgt, eine andere Bedeutung als WIRÉN, der dies als Bindegewebe bezeichnet. Dieses Fasergewebe enthält einmal die faserigen Ausläufer der Epithelzellen; was aber als kernhaltiges netzartig verstricktes Fasergewebe erscheint, ist nach meiner Auffassung nicht, wie WIRÉN will, Bindegewebe, wenigstens nicht das stützende Bindegewebe des Körpers, sondern gehört dem Nervensystem an. Diese Auffassung leite ich daraus ab, dass ich das Gewebe der ringförmigen Nerven in das kernhaltige Fasergewebe übergehen finde. Wie weit dem bindegewebige Elemente beigemischt sein können, habe ich nicht weiter untersucht.»

¹ E. EILERS, Die Gehörorgane der *Arenicolen*. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 53, Suppl., 1892.

An dem Gehörorgan selbst suchte EULERS die Frage vom Verhalten der die Nervenfläche desselben bedeckenden Epithelzellen zu den Nervenfasern zu eruiern. »Es musste sich die Frage aufdrängen, ob die Ausläufer der Epithelzellen dieses Fasernetz der Nervenschicht nur durchziehen, oder ob die Fasern des einen und anderen Gewebes zusammenhängen.« An Schnittpräparaten war darüber irgend welche sichere Auskunft nicht zu erlangen. Bei Macerationen beobachtete EULERS, allerdings nur selten, solche Vorkommnisse, dass ein Kern des Fasernetzes mit dem Ausläufer einer Epithelzelle zusammenhing, und zwar durch kurze, von ihm abgehende Fäden. »Die Frage«, sagt EULERS, »welche sich hier vor Allem aufdrängt, ist die, ob die beschriebenen Fasernetze und ihre Kerne Nervenfasern und Nervenkerne vorstellen, oder ob sie nicht etwa nur einem Stütz- und Hüllgewebe angehören, in dessen Maschen die eigentlich leitende nervöse Substanz verborgen sei. Ich hatte gehofft, durch Behandlung mit Methylenblau, hier eine Entscheidung zu erhalten, bin aber dabei zu keinem Ergebnis gekommen. So kann ich endgültig meine Ansicht nicht beweisen, dass das Fasernetz mit seinen Kernen aus Nervenfasern und Nervenkerne gebildet werde, und dass wenigstens ein Theil der Epithelzellen mit diesem Nervenetz durch einen Ausläufer in Verbindung steht, der an der Zellkante bis unter die Cuticula zu verfolgen ist.«

Die hier angeführten Angaben reichen hin, um zu zeigen, wie unsicher die Kenntniss vom Baue der Haut und den in diesem Organ befindlichen und dort endigenden Nervenfasern bei den Polychäten gewesen ist. Es ist zwar nicht meine Absicht, diesmal den Bau der Haut dieser Thiere eingehender zu behandeln. Die von WITEX und EULERS hauptsächlich untersuchten Thiere habe ich in dieser Hinsicht auch nur mehr beiläufig studirt, indem ich bald sah, dass dieselben für die Ehrlich'sche und die Golgi'sche Methode nicht gerade günstige Objecte darstellen. Nach Allem aber, was ich sowohl bei ihnen als in noch viel grösserer Masse bei anderen Polychäten gesehen habe, kann ich nicht umhin, die Angabe zu bestätigen, dass, wie schon oben hervorgehoben worden ist, die verschiedenen langen sog. Cylinderzellen des Epithels der äusseren Körperhaut in der Regel nach unten hin verzweigt sind und mit ihren Füssen an einer bestimmten Grenze endigen; eine distincte Basalmembran konnte ich jedoch hier an meinen Präparaten, welche indessen bei der Golgi'schen Färbung hierfür nicht günstig sein können, nicht nachweisen. Ein Aufsteigen von bindgewebigen Fasern ins Epithel sah ich *nie* und halte es bei den von mir untersuchten Thieren für unglücklich. Dagegen ist es ja möglich, dass die von mir beschriebenen sensiblen Nervenzellen mit ihren Fortsätzen solche Elemente vortäuschen können; ferner ist es wahrscheinlich, dass die von EULERS erwähnten und von ihm als Nervenfasern und Nervenkerne gedeuteten Fasernetze dem durch Methylenblau sowie durch Chromsilberfärbung scharf und deutlich demonstribirbaren sensiblen Nervenplexus entsprechen.

Durch die hier oben gegebene Darstellung der sensiblen Nervenlemente in der Haut der Polychäten glaube ich indessen auch einen Beitrag zur Lösung dieses Problems darbieten zu können, und es würde mir angenehm sein, wenn die vorliegenden Untersuchungen Anlass zu weiteren Arbeiten in dieser Richtung geben sollten.

Auf die wichtige Frage, in welcher Beziehung der Typus des sensiblen Nervensystems und seiner Endorgane bei den Polychäten zu den entsprechenden, bisher bekannten Einrichtungen bei anderen Thieren in phylogenetischer Hinsicht steht, werde ich in einer unten folgenden Abtheilung noch einmal zurückkommen, weshalb ich hier nicht weiter auf dieselbe eingehe.

Dagegen werde ich eine andere, mehr specielle Frage kurz besprechen, welche oben nur ganz beiläufig berührt wurde; ich meine die Art der letzten Endigung des peripheren Fortsatzes der sensiblen Nervenzellen.

Ich erwähnte oben, dass ich sowohl in Methylenblau- wie in Chromsilberpräparaten von der Haut von *Nereis diversicolor* hier und da gesehen habe, dass ein schmaler Faden des fraglichen peripheren Fortsatzes durch die Cuticula hindurch bis zur äusseren Fläche derselben hinaustrat, und dass in den ersten Präparaten sogar zuweilen auch noch ein von diesem Faden aus frei hinausragendes Stüfchen nachweisbar war.

Als ich vor einigen Jahren mit dem Nervensystem anderer Polychäten arbeitete, sah ich in Methylenblaupräparaten, v. A. an den Fühlern von *Lepidonotus*, eine Reihe hierauf bezüglicher Bilder, von denen ich mehrere noch in Abbildung vor mir habe. Die Cuticula ist offenbar stellenweise von feinen senkrechten Canälchen durchbohrt, welche hier und da sich nach innen hin trichterförmig erweitern. In diese Canälchen stecken die Enden der peripheren Fortsätze der sensiblen Zellen, und man sieht sie auch bei diesem Thiere hier und da aus denselben

hervorragend, und zwar bald in Gestalt eines dünnen und kurzen Fadens, bald aber auch als ein Büschel von etwa vier kurzen Stäbchen, welche nach aussen hin zuweilen dicht beisammen liegen und einen einzigen Faden vortauschen, in anderen Fällen aber nach aussen hin divergieren.

Dann habe ich auch in den Fühlern von *Lepidonotus* einige mal gesehen, dass von dem peripheren Fortsatz der sensiblen Zellen bei seiner Passage durch das Epithel einzelne Seitenzweige abgehen, die sich in demselben interzellulär verzweigen. Prinzipiell wäre eine solche Anordnung nicht unmöglich; sie weist vielmehr auf die Verhältnisse bei höheren Thieren hin. Bei *Nereis* sah ich bei meinen neueren Studien nichts davon, und ich hatte diesmal nicht die Gelegenheit, den *Lepidonotus* von Neuem zu untersuchen. Ich erwähne es deshalb hier nur andeutungsweise, weil ich die Aufmerksamkeit anderer Untersucher darauf zu richten wünsche, indem eine genauere Prüfung des fraglichen Gegenstandes von gewisser prinzipieller Bedeutung ist.

Aus der obigen Darstellung recapitulire ich hier als die wichtigsten Schlüsse Folgendes:

1. In der Körperhaut und den Anhängen derselben sind bei den Polychäten (*Nereis*) zahlreiche spindel-förmige bipolare Zellen eingelagert, deren peripheres, strangförmiges Ende zwischen den eigentlichen Epithelzellen und durch die Cuticula hindurch nach der Oberfläche reicht, deren inneres (centrales) Ende als feiner Faden sich den subkutanen Nervenbündeln anlegt und nach dem Bauchstrange zieht, um in ihn einzutreten. Der kernführende Zellkörper dieser Zellen liegt zuweilen an der unteren Grenze des Epithels, in der Regel aber, von demselben abgetrennt, weiter nach innen.

2. Diese bipolaren Zellen mit ihren Fortsätzen stellen offenbar das eigentliche peripherische sensible Nervensystem der fraglichen Thiere dar und entsprechen dem System der in der Haut zwischen den Epithelzellen befindlichen Sinnesnervenzellen bei den Lumbricinen.

3. An den inneren Enden der Parapodienborsten befindet sich in den Säcken eine andere Art von Nervenendigungen, wo die Nervenfasern nach reichlicher Verzweigung mit freien Enden auslaufen. Es scheint, als ob hier eine zweite Art sensibler Nervenendigungen vorliege; jedoch kann diese Frage noch nicht endgültig entschieden werden.



DAS SENSIBLE NERVENSYSTEM DER MOLLUSKEN.

Taf. IV—VI.

Nachdem LEXIG (1851) bei gewissen Wirbellosen (*Branchipus* u. A.) gefunden hatte, dass die sensiblen Nerven nahe an ihrem peripheren Ende mit ganglienkugelhähnlichen Zellen versehen sind, stellte er sogar in Zusammenhang hiermit die Frage auf: »Ja sollte es überhaupt nicht ein allgemeiner anatomischer Charakter der sensiblen Nerven sein, peripherisch noch einmal mit Ganglienkugeln in Verbindung zu stehen?« Und in seinem classischen »Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere« (1857) äussert er im Abschnitt »Von den Tastwerkzeugen der Wirbellosen«: »Zum *Tasten* können verschieden gestaltete, mit Nerven versehene Fortsätze der Haut, namentlich Anhänge des Kopfes (Antennen, Cirren, Tentakeln etc.) behülflich sein, oder es werden gewisse Hautstellen durch ihre Structur zu einer präciseren Empfindung befähigt und auf diese Art ebenfalls zu Tastorganen umgeschaffen. Diese Structur scheint zu verlangen, dass der Nerv an seinem Ende mit *Ganglienzellen* in Verbindung steht, wozu noch besondere Ausrüstungen, Fortsätze der äussersten Hautschicht, den Tastaaren der Säuger vergleichbar, sich gesellen können. Bei *Helix* geht der Fühler nerv (in den oberen und unteren Tentakeln) in ein längliches Ganglion über, aus dessen vorderem, etwas verbreitertem Ende eine Anzahl von Nerven hervorkommt, welche sich dichotomisch theilen und wieder mit einander in Verbindung treten, wodurch ein Geflecht erzeugt wird, dessen letzte Ausstrahlungen sich in einer Zellennasse, die ich für Ganglienkugeln halten möchte, verlieren. Auch der Tentakelnerv von *Ferola* enthält nach LEUCKART solche Elemente. BLANCHARD sah bei *Janus* ebenfalls das Anschwellen der Tentakelnerven zu einem Ganglion. Gangliöse Enden von Hautnerven mit Hinzutritt äusserer Hilfswerkzeuge sind von mir an Krebsen, Insekten und Rotatorien nachgewiesen worden.

Aus der früheren Literatur über die Tastorgane der Mollusken hebe ich v. A. KEFERSTEIN'S Darstellung in BROX'S Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs (Bd 3, 1862—66) hervor. In Betreff der Structur der äusseren Haut der Lungenschnecken sagt er, dass dieselbe aus einer dicken, muskulösen Schicht, der Cutis, in deren äussere Lage viele Drüsen eingelagert sind, und aus einem sie überziehenden Epithel besteht; eine Schicht cylindrischer Zellen, deren Länge aber an den verschiedenen Körpertheilen verschieden ist, bildet das Epithel, das überall von einer deutlichen Cuticula, die z. B. an den Tentakeln eine bedeutende Dicke erreicht, bekleidet wird und an einigen Stellen, unter andern an der Fusssohle, ein Cilienkleid trägt. Über die Nerven und Nervenendigungen in der Haut finde ich bei ihm keine näheren Angaben. Dagegen bespricht er als besondere Tastorgane die Tentakeln am Kopfe der Pulmonaten. In den Spitzen der Tentakeln befindet sich eine ovale gangliöse Endanschwellung des recht dicken Tentakelnervs; in seinem oberen Theile, besonders an der rechten und linken Seite, und, wie bei den Ganglien überhaupt, in der Peripherie enthält das Organ dichtgedrängte Ganglienzellen, welche sich auch eine Strecke weit in die zahlreichen Nerven fortsetzen, die von dem Ganglion, vor allen in drei Zügen, ausstrahlen. »Diese Nerven lassen sich vielfach zertheilt bis zum Cylinderepithel der Tentakelspitze verfolgen und bisweilen schien es als ob sie dort noch eine kleine Zelle in ihrem Verlauf aufnahmen und dann in einen Faden ausliefen.«

I SEIDEN »Beitr. zur vergl. Histologie des Molluskentypus« legte BOLL¹, im Anschluss an einzelne Angaben von CLAPARÈDE, MAX SCHULTZE und LEIDIG, das ausgedehnte Vorkommen borstenähnlicher Haare an der Hautoberfläche der Mollusken dar. Ein einziges Mal gelang es auch BOLL an der Haut von *Arisia* aber ein Präparat zu gewinnen, welches deutlich die Continuität des Borstenhaares mit einer zwischen den gewöhnlichen Cylinderepithelien

¹ Fk. BOLL, Beiträge zur vergleichenden Histologie des Molluskentypus. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Suppl. Bd. 2, Bd 5, 1869.

gelegenen spindelförmigen Zelle zeigte. »Die Annahme des Zusammenhanges der die Borstenhaare tragenden Zellen mit Nervenfasern stützt sich ebenfalls nur auf eine einzige directe Beobachtung.« In dem Gehörorgan der Heteropoden hatte er nämlich den Zusammenhang Borsten tragender Zellen mit Nervenfasern sicher constatiren können.

Erst durch FLEMING's bahnbrechende Arbeiten auf diesem Gebiete wird unsere Kenntniß von der Endigungsweise der sensiblen Nerven der Mollusken in höchst bedeutender Weise gefördert. Er begnügte sich nicht damit, das ausgedehnte Vorhandensein der starren, borstenähnlichen Spitzen an verschiedenen Stellen der Hautoberfläche darzulegen, sondern suchte durch geeignete Methoden, v. A. die Macerationsmethode, ihr Verhalten zu dem Epithel, und den Nerven zu ermitteln. In zwei bald nach einander erschienenen gründlichen Abhandlungen¹ legte er seine Erfahrungen nieder. In der ersten behandelte er die Sinneszellen der Oberhaut, in der zweiten v. A. die Fühler. In der Oberhaut entdeckte er, dass die von ihr hervorragenden starren Haare je aus einem Bündel feinerer Härchen bestehen, welche an Köpfchen sitzen, die sich in der Oberfläche des Epithels befinden und obere Enden von Zellen darstellen. Bei vorsichtiger Isolation macerirter Hautpartien konnte er ermitteln, dass diese Zellen sich nach unten hin in einen feinen Faden fortsetzen, der sich oft, ohne zu reissen, lang aus dem Gewebe hervorziehen lässt. Er nannte diese Elemente »pinselförmige Zellen«, und er konnte schon auf Grund ihrer Länge annehmen, dass nicht alle ihre Kerne im Epithel liegen, sondern viele tiefer in Bindegewebe stecken. Diese Zellen kommen beim Teichmuskel nicht bloss auf den Papillen des Mantels und der Siphonen vor, sondern man trifft sie auch, obwohl spärlicher, in der Umgebung der Kloake, am vorderen Theil des Mantelrandes, auf den Mundlappen, noch minder häufig am Fuss, und endlich an der Innenfläche des Mantels. Bei den Prosobranchiern traf er die pinselförmigen Zellen wieder. Die Verbreitung an der Oberfläche des Cephalophorenkörpers ist der Art, dass man die Pinselzellen überall am dichtesten stehend an dessen Fühlern antrifft, demnächst am vorderen Mantelrand und vorderen Fussrand, minder dicht gestellt am Kopf und auch an der Fusssohle. An den Fuss- und Mantelrändern der landbewohnenden und amphibischen Schnecken — *Limax agrestis*, *Arion ater*, *Succinea amphibia* und verschiedene *Helix*arten — scheinen die Verhältnisse ganz dem zu entsprechen, was bei den Wassermollusken statt hat. Die starren Spitzen stehen nur etwas seltener und sind sehr kurz und fein. An den Fühlern der luftlebenden Gastropoden wird der dicke Cuticularsaum der cylindrischen, unbewimperten Epithelzellen auch nicht durch eine einzige Haarspitze überragt; zwischen diesem Epithel und zwar besonders an jenem vorderen Knöpfchen hält sich eine Menge kleiner Gebilde versteckt von so grosser morphologischer Aehnlichkeit mit den Pinselzellen, dass ihr Ausblick sofort an diese erinnern muss.

In seiner oben citirten zweiten Abhandlung hat FLEMING gerade diesen letzten Gegenstand eingehender behandelt. Der sehr starke Fühlernerv verläuft nahezu in der Mitte des Fühlerstiels und verdickt sich von dort an, wo der Hülsenmuskel ihn einschneidet, um das 2—3fache zu dem unregelmässig kolbenförmigen Ganglion des Knopfes. Er besteht aus feinen blassen Fasern, welche überall in dicht-feinkörnige, blaugraue Masse eingebettet liegen. Der ganze hintere und centrale Theil des Ganglion zeigt durchaus dieselbe Structur, und man kann ihn deshalb eigentlich nur als Verdickung des Nerven in Anspruch nehmen; in der Peripherie dieser Anschwellung aber, und namentlich in der vorderen, beginnt der gangliöse Theil; es treten hier in der faserig-körnigen Masse eine Unzahl Zellen auf, die innen gelegenen grösser, rundkernig, mit zahlreichen verästelten Ausläufern; nach aussen nimmt die Zahl der letzteren ab, die Zellen werden kleiner und in der Peripherie finden sich deren fast nur spindelförmige mit wenig Protoplasma und zwei, selten mehr, langen Ausläufern, ziemlich ähnlich den Zellen der äusseren Körnerschicht in der Retina. Jene körnig-faserige, centrale Substanz mag als *Nervenmasse*, die periphere zellenreiche Schicht als *Ganglienstratum* bezeichnet werden. Das ganze Gewebe vom vorderen Ende des Nervenkolbens bis zu den Füssen des Epithels ist eigentlich nichts weiter als Ganglienstratum, in welches sich die Nervenmasse in zahlreichen Ausbuchtungen hineindrängt. Gegen das Epithel zu aber ordnen sich die periphere gelegenen Spindelzellen jedes Lagers und ihre Ausläufer zu einer Menge von Zügen, welche, durch die wenigen subepithelialen Muskelzüge hindurch, direct zwischen die Deckzellen des Fühlerknopfes hineinstrahlen. Die ganze Schicht unterhalb des Knopfepithels besteht aus fast nichts Anderem als diesen Nervenzellenzügen. Nur eine spärliche spongiöse Bindesubstanz durchsetzt jene Züge und bildet für sie eine Art Stützgewebe. Noch finden sich im Fühlerknopf ausser einzelnen Muskelzügen gewisse Züge grosser, opaker, sehr feinkörniger, dicht aneinanderlagernder

¹ W. FLEMING, Die haartragenden Sinneszellen in der Oberhaut der Mollusken. Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd 3, 1869. — Untersuchungen über Sinnesepithelien der Mollusken. Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd 6, 1870.

Zellen von länglichrunder oder Flaschenform, deren Enden sich zu langen Ausläufern ausziehen; diese Zellen scheinen FLEMING am Besten nervöse Elemente, dann also eine weitere Form von Ganglienzellen zu sein. Sonst bleibt im Fühlerknopf, ausser Blutgefässen, nur noch ein spärliches Bindegewebe zu erwähnen, das die Nervenanschwellung mit ihrer Muskelhülse locker verbindet. Drüsen fehlen am Knopf. Die Becherzellen sind sehr klein und unscheinbar. Die Haut zeigt sich an den Seiten der Fühler, wie am ganzen Körper, mit warzigen Erhabenheiten besetzt, welche nicht durch Contraction der Hautmuskeln o. d. entstanden sind; gegen den Fühlerknopf zu werden jene Warzen flacher und endlich die Hautfläche ganz glatt; zugleich sieht man, dass hier ein eigenthümliches Epithel beginnt. Dies Epithel ist zusammengesetzt aus Cylinderzellen, Becherzellen und den Endzellen, besser Endkölbchen der Fühlererven. Die ersteren haben eine regelmässige cylindrische Form, im Gegensatz zu den Deckzellen der übrigen Haut, welche vielfach gekrümmte, verzogene und zugespitzte Gestalten darbieten; ihr auffallend starker Cuticularsum zeigt eine colossale ausgesprochene Streifung. Die Becherzellen sind klein. Die *Endkölbchen* der Nerven scheinen entschieden an ihrem oberen Ende in der Mitte einen axial hervorragenden Theil zu haben, sei es ein einfaches Stifftchen oder mehrere Härchen. Die Nervenfasern treten (an Schnitten von Osmiumpräparaten) bis unter die Füsse des Epithels und lassen hier, durch die subepitheliale Muskelzüge, reiche Bündel von Fasern ausstrahlen, welche man mit voller Deutlichkeit bis *zwischen* die dunklen Körper der Cylinder *hinein* verfolgen kann. Wenige der spindelförmigen Nervenzellen liegen dicht unter oder gar noch in dem Epithel; »wenn also die Kölbchen als wahre Endzellen anzufassen sind, so kommt ihnen als solchen meist eine sehr langgestreckte Gestalt zu. Uebrigens liess sich nicht ermitteln, ob sich jede Spindelzelle mit je einem, oder durch Theilung ihres peripherischen Ausläufers mit mehreren Kölbchen in Verbindung setzt, oder ob das Umgekehrte stattfindet.«

Ueber die *Sinneszellen in der Körperhaut der Landpulmonaten* gab FLEMING in seiner zweiten Abhandlung eine Darstellung, aus welcher zu entnehmen ist, dass die zahlreichen Hautwärzchen mit einer bedeutenden Anzahl schmaler, langcylindrischer Zellen bedeckt sind, die mit ihrem verdickten Kerntheil fest im Gewebe stecken; bei Vielen wenigstens kann man eine feine Spitze nachweisen, welche sich in mehrere feine Härchen auflösen lässt, obwohl dieser Endtheil leicht herausbricht. Die Kerne dieser *Haarzellen* liegen tiefer als die der sie umgebenden Cylinderzellen; die Haarbündel befinden sich zwischen ihren Vordertheilen, stehen also nicht frei hervor, wie bei den Pinselzellen. Ein Zusammenhang der Haarzellen mit der Tiefe lässt sich an diesen Objecten nicht ermitteln. Dennoch mögen sie, als den Pinselzellen der Cephalen analog, als Neuroepithelien aufgeführt werden. Die Haarzellen stehen über die ganze Körperfläche verbreitet, am dichtesten an den Fühlerstielen, den Lappen seitwärts des Mundes und nach unten zu an den Seiten des Fusses, am eigentlichen Fussrand aber und der Fusssohle selbst nehmen sie Formen an, welche denen der Pinselzellen bei den Wassersechsen sehr ähnlich werden.

Durch die Goldmethode gelang es FLEMING, im Mantelrand von *Mytilus* die Nervenfaserbündel in ihrer Endausbreitung bis an's Epithel, ja die Nervenfasern sogar zwischen seine Zellen hinein zu verfolgen. An Schnitten von Chromalkipräparaten lässt sich auch die Ausbreitung der Nerven bis an's Epithel wahrnehmen; geht man von dem Haarbündel der Pinselzellen durch das Epithel nach abwärts, so kommt man auf einen jener terminalen, blassen körnigen Nervenaufläufer. »Die Meisten derselben haben dicht unter den Füssen des Epithels ihre letzte Zelle eingelagert und dann findet sich auch kein Kern sonst, welcher der Pinselzelle entspreche; es wird also jene letzte Nervenzelle als der verdickte Kerntheil des Neuroepithels anzusprechen sein.«

FLEMING hebt endlich aus seinen Untersuchungen hervor, dass die Pinselzellen der Wassermollusken und die Sinneszellen in der Körperhaut der Landpulmonaten ohne Zweifel entsprechende Dinge sind; beide gemeinsam kann man unter dem Namen *Haarzellen* begriffen. Die Haarzellen hängen mit Nervenfasern zusammen. Ausser ihnen finden sich in der Haut der Weichthiere keine Neuroepithelien von nur annähernd so grosser Verbreitung. Er zieht den Schluss, dass die Haarzellen die Endgebilde der sensiblen Hautnerven, die *Gefühlszellen* der Mollusken sind. An den *Fühlern* der Wasser-bewohnenden Pulmonaten fand er keine anderen Neuroepithelien als Haarzellen. Die oberen und unteren *Fühler der Landpulmonaten* haben dagegen einen mindestens viermal stärkeren Nerven, welcher eine mächtige und eigenthümliche Ganglienausbreitung nimmt; und »seine Fasern endigen zwischen einem besonders geformten Epithel in Sinneszellen, welche durch ihre Kleinheit und ihr auf die Fühlerendplatte localisirtes Vorkommen wesentlich von den Haarzellen abweichen«. Am übrigen Körper der Landpulmonaten finden sich die Haarzellen in einer Form und Verbreitung, welche der bei den Wasserthieren vorhandenen durchaus entspricht. — »Ich schliesse daraus«, sagt FLEMING, »dass die Landschneckenfühler höchst wahrscheinlich einer anderen, als der Gefühlsfunction dienen.«

Nachdem BÉLA HALLER¹ bei einigen Mollusken (*Fissurella* etc.) das Vorhandensein von eigenthümlichen, ungefähr wie die Endknospen und Geschmacksorgane der niederen Wirbelthiere gebauten (Seitenorganen) beschrieben hatte, gab FLEMING² eine Mittheilung über ähnlich gebaute, schon früher von BOLL bei *Halotis* gesehene Organe, welche er im Jahre 1871 bei *Trochus cinerarius* an den Fühlern und Randtastern gefunden hatte.

In einer Arbeit über die Sinneswerkzeuge deutscher Mollusken hat SIMROTH³ u. A. auch die Histogenese der Sinnesepithelien der Haut untersucht und, wie aus seiner Darstellung hervorgeht, im Ganzen die fraglichen Befunde und Ansichten FLEMING's bestätigen können.

Endlich hat DROST⁴ die Sinnesepithelien von *Cardium edule* beschrieben. Er konnte das Vorhandensein der Fleming'schen Pinselzellen bestätigen und fasst im Ganzen die Ergebnisse seiner Untersuchungen in folgender Weise zusammen: *Cardium edule* hat vier verschiedene Sinnesepithelien, zwei lokalisirte und zwei über die Körperfläche ausgebreitete. Es besitzt erstens das pigmentirte, lichtempfindliche Sinnesepithel an der Wölbung unterhalb der Cirrenspitzen, zweitens das aus Stützzellen und den äusserst langhaarigen Sinneszellen zusammengesetzte Organ, welches in einer Einsenkung der Cirrenspitze gelegen ist; es besitzt drittens die normalen Pinselzellen mit den sehr kurzen Härchen und schliesslich die breithköpfigen Pinselzellen mit den längeren Härchen, welche durch die Cuticulawärzchen hervorragen.

In den neueren Handbüchern der Zoologie und der vergleichenden Anatomie findet man im Ganzen eine kurz gefasste Wiedergabe der Angaben und Ansichten FLEMING's.

Da es mir bei der vorliegenden Untersuchung des sensiblen Nervensystems der Mollusken v. A. galt, das eigentliche leitende Bauprinzip zu eruiiren, so suchte ich zuerst bei verschiedenen mir zugänglichen Repräsentanten des Molluskenstammes zu ermitteln, welche Thiere für diese Studien sich am meisten geeignet zeigten. Es galt hierbei besonders, die beiden neuen Färbungsmethoden, die Methylenblau- und die Chromsilbermethode zu prüfen. Mit der ersteren gelang es mir bisher nicht, für das sensible Nervensystem der Mollusken hinreichend erläuternde Präparate zu bekommen. Mit der Chromsilbermethode erwiesen sich besonders die von mir untersuchten See- und Südmollusken in dieser Hinsicht wenig geeignet.

Dagegen gelang es mir, in den Linnaciden ein für diese Studien ausgezeichnetes Object zu finden. Die von mir besonders bearbeiteten Thiere waren *Arion ater* und *Limax agrestis*. Ich benutzte die schnelle Golgische Methode, wie sie von mir gewöhnlich angewandt wird, und erhielt eine ganze Reihe schöner Bilder, von denen ich eine Auswahl auf den Taf. IV—VI abgebildet habe. Ich untersuchte sowohl die äussere Haut in verschiedenen Regionen des Körpers als auch besonders die grossen Fühler und die Hautbedeckung der Mundhöhle. *Arion* und *Limax* zeigten in Betreff der sensiblen Nervenendigungen ganz übereinstimmende Verhältnisse.

Ich fange bei der Beschreibung mit der äusseren Körperhaut an. Verticallschnitte derselben von verschiedenen Partien des Körpers bieten im Ganzen denselben Bau dar. Die Aussenfläche wird bekanntlich überall von einem einschichtigen sog. *Cylinderepithel* bekleidet, welches an der unteren Fussfläche mit Flimmercilien besetzt ist. Die Höhe dieses Epithels ist an verschiedenen Partien etwas wechselnd; seine innere Grenze ist zuweilen ziemlich distinct und eben; im Allgemeinen aber ist dieselbe sehr wenig markirt und sogar sehr unbestimmt, indem die inneren Enden der Epithelzellen verschieden weit in das unterliegende Gewebe hineinragen (s. z. B. Fig. 4, 5, 6 der Taf. V). Die Gestalt dieser Zellen ist wohl sehr selten von «cylindrischer» Beschaffenheit; sie sind in der That sehr wechselnd und unregelmässig, v. A. läuft ihr inneres (unteres) Ende entweder in eine einfache Spitze aus, oder auch verzweigt es sich in verschiedenster Weise und läuft in mehrere Spitzen aus; hier und da gehen auch Fortsätze von den Seitenflächen der Zellen aus. Die Fig. 4—6 der Taf. V und die Fig. 1 und 2 der Taf. VI können von den gewöhnlich vorkommenden Formen eine Vorstellung geben, so dass eine eingehendere Beschreibung nicht nöthig ist; unter ihnen sind auch schon seit lange die Becherzellen, resp. die Drüsen beschrieben worden. In den Fig. 2 und 3 der Taf. VI sind einige Drüsen abgebildet, sie werden nämlich oft vom Chromsilber gefärbt und senken sich bekanntlich mit ihrem unteren, etwas ausgebauchten Ende verschieden tief — oft sehr tief — in das unterliegende Gewebe hinab. Dieses Gewebe stellt keine eigentliche, abgegrenzte Cutis dar, wenn man

¹ BÉLA HALLER, Untersuchungen über marine Rhipidoglossen. Morphol. Jahrbuch, Bd 9, 1883.

² W. FLEMING, Ueber Organe von Bau der Geschmacksknospen an den Tastern verschiedener Mollusken. Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd 25, 1884.

³ HEINR. SIMROTH, Ueber die Sinneswerkzeuge unserer südeuropäischen Weichtiere. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd 26, 1876.

⁴ KARL DROST, Über das Nervensystem und die Sinnesepithelien der Herzguschel (*Cardium edule* L.) etc. Inaugural-Dissertation (zu Kiel) 1885.

nicht die ganze Körperwand als solche betrachten will, was vielleicht richtig ist. Es besteht aus einem von mehr oder weniger zahlreichen Muskelfaserbündeln und einzelnen Muskelfasern in verschiedenen Richtungen durchkreuzten Bindegewebe von dem den Mollusken eigenthümlichen Typus, d. h. einem »spongiosen«¹ Fachwerk von dünnen Strängen und Häutchen, dessen Maschenräume von grossen, hohlen, rundlichen oder ovalen Zellen eingenommen werden. Gegen das Epithel hin verdichtet sich im Allgemeinen dieses Gewebe mehr oder weniger, indem die grossen interstitiellen Zellen spärlicher auftreten und die Muskelfasern dichter liegen. Jedoch trifft man auch solche Zellen einzeln oder gruppenweise oft weit gegen das Epithel hinaus. Die v. A. von FLEMING erwähnten rinzelligen und papillenartigen Erhabenheiten der Haut sind fast überall in starker Ausbildung vorhanden; das Epithel folgt denselben in allen Ein- und Ausbuchtungen, wodurch, wie er hervorhebt, die Gestalt der Epithelzellen beeinflusst wird. In diese Ausbuchtungen stülpt sich auch überall das spongiöse Gewebe nach aussen. In den grösseren Balken dieses Gewebes trifft man die oben erwähnten Muskelfaserbündel und einzelne Muskelfasern; diese werden oft durch das Chromsilber schwarzbraun gefärbt und dadurch in ihrer Gestalt und ihren Ausbreitungsbahnen einzeln leicht verfolgbar. Unter diesen Muskelfasern sind v. A. die gegen die Hautoberfläche senkrecht ausstrahlenden Muskelfasern von Interesse. Ich habe sie in vielen Präparaten von Arion und Limax eingehender studirt, finde aber eine ähnliche Anordnung auch bei anderen Gastropoden sowie bei Acephalen. Die Muskelfasern verzweigen sich in schönster Weise gegen das Epithel hin und steigen mit ihren zahlreichen, ausgespreizten Endästen *nach ins Epithel empor, um zwischen dessen Zellen zu endigen*. In Fig. 8 der Taf. V habe ich eine kleine Partie eines solchen Präparates abgebildet, wo die intrapitheliale Endigung von vier Muskelfasern sichtbar ist. In den übrigen Figuren sind nur an drei Stellen einzelne dieser Fasern angegeben, nämlich in Fig. 4 *ss* der Taf. V und in Fig. 1 und 3 *ss* der Taf. VI.

In dem subepithelialen spongiösen Gewebe trifft man nun auch, wenn die Chromsilberfärbung gut ausgefallen ist, zahlreiche feine, schwarz gefärbte Fasern, welche den Typus von *Nervenfaser*n tragen. Viele derselben verzweigen sich wiederholt dichotomisch und endigen an den Muskelfaserbündeln. Sie stellen offenbar peripherische Ausbreitungen der *motorischen Fasern* dar. In der Fig. 5 der Taf. VI habe ich eine charakteristische Partie einer solchen Faserausbreitung abgebildet; die Muskelfaserbündel, an welchen die Fasern sich verzweigten, sind in der Figur nicht angedeutet. Diese motorischen Endgeflechte, welche in den Präparaten massenhaft zu sehen sind, ähneln in allem Wesentlichen den von mir bei anderen Wirbellosen (Arthropoden, Wärmern) beschriebenen motorischen Nervengebüden, so dass ich auf ihre genauere Beschreibung nicht einzugehen brauche.

Neben diesen motorischen Fasergeflechten bemerkt man aber noch andere Fasern von etwas verschiedenem Typus. Es sind mehr gerade verlaufende, feine, in der Regel unverzweigte, nicht oder nur wenig varicöse Fasern, welche mehr oder weniger senkrecht gegen die Epitheloberfläche emporsteigen. Während dieses Verlaufes erweitern sie sich früher oder später zu einem spindelförmigen Knoten, in welchem hier und da ein Zellkern sichtbar ist. Man hat hier offenbar eine Art bipolarer Zellen vor sich, deren beide Fortsätze gewöhnlich von dem kleinen Zellkörper oppositipol auslaufen, um nach entgegengesetzten Richtungen zu ziehen. Wenn man diese beiden Fortsätze verfolgt, findet man, dass der peripher ziehende in der Regel etwas dicker ist und gerade oder in kleinen Biegungen in die Epithelschicht hineinläuft, um zwischen den Epithelzellen bis zur Oberfläche hinauf emporzusteigen. Der zweite Zellfortsatz ist sehr fein, entweder ohne varicöse Knoten oder etwas perlschnurartig und senkt sich centralwärts hin, anfangs oft in ziemlich geradem Verlaufe, dann aber gewunden und oft nach der Seite hin geknickt. An dünneren Schnitten wird dieser centrale Fortsatz deshalb oft abgeschnitten, und er lässt sich dann nicht weiter verfolgen. Bei dickeren Schnitten dagegen kann man ihn in der Regel noch eine Strecke wahrnehmen, und man sieht ihn dann sich einem der zahlreichen, oben erwähnten, im spongiösen Gewebe verlaufenden Nervenzellen anschliessen, um in ihnen den Weg centralwärts fortzusetzen. In den Fig. 4 und 5 *ss* der Taf. V und in den Fig. 1, 2 und 3 *ss* der Taf. VI habe ich eine Anzahl dieser bipolaren Zellen mit ihren Fortsätzen abgebildet.

Was sind nun diese Zellen? Man erkennt in ihnen offenbar die von FLEMING schon längst entdeckten *Sinneszellen*, welche dieser Forscher hauptsächlich in Macerationspräparaten bei verschiedenen Mollusken fand und als *Haarzellen*, resp. *Pinselzellen* genau beschrieb. Er bemerkte auch, dass die Zellkörper dieser Zellen tief im Epithel, resp. unter demselben lagen, er konnte sie aber in isolirtem Zustand mit ihren feinen Fortsätzen aus dem Gewebe herausziehen. Diese höchst interessanten Zellen lassen sich also durch die Golgi'sche Methode schön färben und in situ im Gewebe in ihren verschiedenen Verhältnissen studiren. Nur konnte ich nicht das äusserste Ende

derselben genauer untersuchen. In den Chromsilberpräparaten bekommt man auch nach sorgsamer Abwuschung vor dem Eintauchen in die Silberlösung einen kleinen Oberflächenniederschlag, welcher die hier befindlichen feinsten Strukturverhältnisse deckt. Die von FLEMMING am äussersten Ende seiner Zellen zwischen den Cylinderzellenenden gesehenen Haarbündel habe ich leider in meinen Präparaten nicht constatiren können, ich zweifle aber keineswegs an der Richtigkeit der stets so sicheren Angaben dieses Forschers. Es mag aber hervorgehoben werden, dass FLEMMING diese Haarspitzen bei den Limaciden nur bei sehr starker Vergrösserung sehen konnte, welche sich dagegen für die Golgi'schen Präparate im Allgemeinen nicht gut eignet.

Um so viel mehr zeigen aber, wie schon angedeutet wurde, diese Präparate in Betreff der Gestalt und der Lagerung der Zellen sowie der Verlaufsweise ihrer Fortsätze. Nur ganz selten trifft man Zellen, deren Zellenkörper bis in die eigentliche Epithelschicht emporreichen; die bei weitem meisten, ja fast alle Zellenkörper liegen unter, d. h. nach innen von der übrigens sehr unebenen und indistincten Epithelgrenze, also in dem cutanen spongiosen Gewebe eingebettet. Sie liegen aber keineswegs in einer bestimmten Region oder Schicht, sondern in sehr verschiedener Tiefe unter dem Epithel, wie auch aus den beigegebenen Abbildungen zu ersehen ist. Die meisten befinden sich indessen in einer Region, welche so weit unter der inneren Epithelgrenze liegt, wie die Epithelhöhe selbst, oder noch ein wenig mehr. Die Zellenkörper sind im Ganzen klein, aber doch nicht alle gleich gross. Ihre Gestalt wechselt zwischen der lang spindelförmigen und der rundlich ovalen; jedoch ist die spindelförmig ovale die bei weitem überwiegende, wobei das schmalere Ende der Ovale peripher gerichtet ist und in den peripheren Fortsatz übergeht.

Oft laufen, wie auch FLEMMING hervorhebt, die Fortsätze vom Zellenkörper nicht ganz oppositipol, sondern einander etwas genähert, aus; bisweilen ist diese Annäherung sehr stark.

Die meisten aller dieser Zellen zeigen keine Vergrösserung ihrer Fortsätze. An dem peripheren Fortsatz habe ich in der That nie sicher eine Theilung gesehen, obwohl Bilder vorkommen, welche in solcher Richtung gedeutet werden können. Dagegen sah ich nicht selten eine dichotomische Verzweigung am centralen Fortsatz. In der Fig. 7 der Taf. V habe ich eine solche Zelle abgebildet, von deren centralen Fortsatz einige Zweige abgehen scheinen, die jedoch nach kurzem Verlaufe nicht weiter verfolgt werden konnten. In Fig. 6 derselben Tafel (V) ist eine derartige Zelle zu sehen, deren centraler Fortsatz einen Seitenzweig abgibt. In diesen Fällen lässt sich indessen eine andere Erklärung denken, nämlich dass die Fortsätze zweier oder mehrerer Zellen eine Strecke dicht zusammenlaufen, um sich später zu trennen; dafür spricht die Theilung am unteren Ende der Faser in Fig. 6 (der Taf. V). Es sprechen in der That für eine solche Auffassung die Bilder, wo von einer scheinbar einfachen Faser zwei noch mit ihren Zellen verbundene Fortsätze abgehen, wie mitten in der Fig. 3 der Taf. VI. Indessen giebt es auch Fälle, wo eine derartige Erklärung nicht ausreicht. Vom centralen Fortsatz einer Zelle sieht man zuweilen Seitenzweige abgehen, welche sich wiederholt dichotomisch theilen und knotig-varicos werden; diese Seitenzweige durchlaufen das spongiöse Gewebe und steigen sogar bis in das Epithel empor. Hier sind im Ganzen zwei Annahmen möglich: entweder sind wirklich frei endigende Seitenzweige (=Collateralen) vorhanden, oder auch sind den centralen Fortsätzen Fasern anderer Art (motorische) beigemischt, welche sich später von ihnen wieder trennen. Für die letztere Auffassung sprechen Bilder wie Fig. 4 und 5 der Taf. V, ebenso die Thatsache, dass viele centrale Fortsätze sich weit nach innen hin verfolgen lassen, ohne dass man an ihnen etwaige Spuren von Theilung oder Verzweigung wahrnehmen kann.

Wie zahlreich sind nun die fraglichen Zellen? Sie färben sich in den Präparaten nie in dicht gedrängter Anordnung, sondern scheinen im Ganzen zerstreut im Gewebe zu stehen und finden sich, soweit ich wahrnehmen konnte, überall in der Haut der Körperoberfläche, sowohl an den papillären Erhabenheiten, wie in den Falten zwischen ihnen; im letzteren Falle biegen sich die peripheren Fortsätze in der Regel mehr oder weniger winklig um, um senkrecht durch das Epithel emporzuziehen (Taf. VI, Fig. 2 *sz.*, rechts). Hier und da trifft man die Zellen auch zu kleinen Gruppen gesammelt. An Stellen, wo sie zahlreicher vorkommen, stehen sie etwa so dicht wie in der Fig. 1 der Taf. VI.

In denselben Schnitten aus der Körperhaut der Limacinen trifft man noch eine Art von Zellen, welche ein eigenthümliches Aussehen darbieten. In Fig. 3 der Taf. VI sind *sz.* mehrere Exemplare derselben abgebildet. Von dem kleinen Zellenkörper, welcher an der inneren Epithelgrenze oder noch weiter hinab liegen, steigen mehr oder weniger reichlich verzweigte Fortsätze nach aussen durch die Epithelschicht empor, oft fast bis zur

Nähe der Oberfläche des Epithels. Zuweilen schicken sie Fortsätze nach mehreren Richtungen, sogar nach innen, hin, so dass man sie mit den oben beschriebenen bipolaren Zellen verwechseln kann, wie z. B. bei der Zelle *sc'* der Fig. 3 (Taf. VI). Da indessen diese Zellen nicht gerne nervöser Natur sein können und also für die vorliegende Frage kein besonderes Interesse darbieten, habe ich sie diesmal nicht weiter verfolgt, sondern erwähne sie nur beiläufig.

Nach diesen Ermittlungen ging ich zur Untersuchung der *Fühler der Limacinen (Arión und Limax)* über und wählte zum besonderen Object die grossen, augenträgenden Fühler. Bekanntlich ist es sehr schwer, dieselben in ausgespanntem Zustande erhärtet zu bekommen. Es gelang mir aber nach verschiedenen Versuchen, dies Problem zu lösen. Ich legte beim lebenden Thiere um die ausgestreckten Fühler je eine Schlinge eines feinen Seidfadens und zog sie momentan zu. Dann schnitt ich den Fühler hinter dem Knoten ab und legte ihn schnell in das Chromkali-Osmiumgemisch. Besonders bei den anscheinlichen Fühlern des Arión gelang diese Procedur sehr gut, und ich bekam eine Anzahl schöner und erläuternder Präparate, vorwiegend Längsschnitte der Fühler.

Wie oben aus der historischen Darstellung hervorgeht, hat FLEMMING gerade bei diesen Fühlern eine von derjenigen der übrigen Körperhaut differirende Endigungsweise der sensiblen Nerven beschrieben und daraus physiologische Schlüsse gezogen. In einem eigenthümlich geforniten Epithel sah er zwischen dessen Zellen schmale Kolbchen, welche er als Sinneszellen zu deuten scheint, die durch ihre Kleinheit und ihr auf die Fühlerendplatte localisirtes Vorkommen wesentlich von den Haarzellen der übrigen Körperhaut abweisen; in diesen Zellen endigen die Fasern des Fühlernerven, nachdem er eine mächtige und eigenthümliche Ganglienausbreitung aufgenommen hat, in deren oberflächlicher Lage nach dem Knopfepithel zu spindelförmige Ganglienzellen liegen.

Ich gehe jetzt zu meinen hierauf bezüglichen Befunden über. An dünneren Längsschnitten der grossen Fühler des *Arión ater* lässt sich das Epithel der Fühler ohne Schwierigkeit untersuchen. Es ist im Ganzen recht niedrig, sowohl am Knopfe (Taf. IV, Fig. 3 *ep*; Taf. V, Fig. 1 *ep*) wie an den Seitenflächen (Taf. VI, Fig. 4 *ep*). Die Oberfläche ist, wie FLEMMING hervorhebt, am Knopfe eben, an den Seitenpartien der Fühler mit vielen papillären Erhabenheiten versehen. Die innere Grenze des Epithels ist im Allgemeinen ziemlich scharf abgesetzt. Das Epithel selbst besteht aus Cylinderzellen von viel regelmässigerer Gestalt als die Zellen der übrigen Körperhaut. In den Fig. 1 und 2 der Taf. IV ist das übrigens durch Chromsilber-Niederschläge an der Oberfläche etwas überdeckte Epithel schief getroffen und giebt deshalb kein hinreichend erläuterndes Bild. In der Fig. 1 der Taf. V sind dagegen zwei Cylinderzellen im Epithel in gefärbtem Zustande und richtiger Lagerung abgebildet; bei diesen Zellen trifft man aber auch oft kurze Zacken und Fortsätze an ihrem unteren Ende.

Wo sind denn die Kolbchen FLEMMING'S? In der Fig. 3 der Taf. IV sind offenbar die fraglichen Gebilde sichtbar. Es sind schmale fadenartige Elemente, welche durch das Epithel (*ep*) emporsteigen und in der Nähe der Oberfläche desselben mehr oder weniger knopf- oder kolbenförmig anschwellen. Wenn man sie aber nach unten hin in das unter dem Epithel liegende Gewebe verfolgt, so sieht man die Fäden in eine spindelförmige Zelle übergehen, welche einen feinen centralen Fortsatz nach unten hin im Fühler schickt. Bei fortgesetzter Untersuchung findet man nun, dass in der subepithelialen Zone des Fühlerknopfes eine ganze Menge solcher bipolarer Zellen liegt, welche alle ihren peripheren Fortsatz ins Epithel senden. Diese Zellen entsprechen offenbar den von KEFERSTEIN kurz erwähnten und von FLEMMING eingehender beschriebenen spindelförmigen Nervenzellen des Fühlerganglions.

Die fraglichen bipolaren Zellen entsprechen aber ausserdem offenbar den von mir hier oben in der übrigen Körperhaut der *Limacinen* beschriebenen spindelförmigen Zellen, deren periphere Fortsätze an der Oberfläche des Epithels endigen; und somit sind sie auch derselben Art wie die Flemming'schen Haarzellen (resp. Pinszellen).

Was sind denn die von FLEMMING als Sinneszellen gedeuteten Kolbchen im Epithel? Sie sind die Endigungen der peripheren Fortsätze der bipolaren Zellen. Diese Endigungen sind oft kolbenförmig erweitert, aber nicht immer. Man trifft sie auch ohne solche Anschwellungen, wie schon Fig. 3 der Taf. IV und noch mehr Fig. 1 der Taf. V zeigt.

Nun kommt es aber auch, obwohl sehr selten, vor, dass einzelne bipolare Zellen mit ihrem Zellkörper theilweise im Epithel selbst liegen. Ich habe in Fig. 1 der Taf. V zwei solche Zellen abgebildet, weil sie durch diese intermediäre Lage für die Frage von ihrer Natur erläuternd sind. Sonst liegen die Zellkörper dieser bipolaren Zellen stets unter, d. h. nach innen vom Epithel, und dies in einer breiten Zone, wie aus den Fig. 1 und 2 der Taf. IV hervorgeht. Die Gestalt der Zellkörper wechselt, wie die der entsprechenden Zellen der Körperhaut, indem sie bald mehr lang spindelförmig, bald spindelförmig-oval ist; die Grösse der fraglichen Elemente ist auch

etwas verschieden. Der periphere Fortsatz ist in der Regel etwas stärker als der centrale und geht aus dem Zellkörper unter allmählig vorsichgehender Verschmälerung hervor.

Wohin ziehen nun die centralen Fortsätze dieser Zellen? Darüber erhält man in den vorliegenden Fühlerlingschnitten eine recht gute Auskunft.

In der Fig. 1 der Taf. IV liegt der Längsschnitt eines ganz ausgestülpten, in der Fig. 2 derselben Tafel ein entsprechender Schnitt des etwas eingestülpten Fühlers vor. Das Auge (*an*) ist in beiden in dem seitlichen Umfange getroffen; die Nervenfasern des Opticus (*ans*) sind nicht gefärbt. Links von demselben liegt in der Fig. 1 das grosse von den früheren Forschern beschriebene Ganglion (*g*), an dessen oberer Grenze einige *Ganglienzellen* (*gz*) gefärbt sind, welche dem *unipolaren* Typus angehören; multipolare Zellen habe ich hier nicht angetroffen. Die centralen Fortsätze der oben dargestellten bipolaren Zellen strahlen convergirend in dies Ganglion hinein und lassen sich theilweise eine Strecke weit in ihm verfolgen. Da es von besonderem Interesse sein dürfte, das Verhalten dieser centralen Fortsätze im Inneren des Ganglions zu erühen, suchte ich diese Frage bei stärkerer Vergrößerung zu erledigen. Nun fand ich zu meinem Erstaunen, dass die Innenmasse des Ganglions von zahlreichen feinen Fasern durchzogen ist, welche den Typus der *Moosfasern* tragen; sie ähneln in der That in hohem Grade den »Fibres moussues« in der Rinde des Kleinhirns der Säugthiere. In Fig. 4 der Taf. VI sieht man sieben bipolare Zellen, deren periphere Fortsätze zwischen den Epithelzellen an der Seitenfläche des Fühlers die Oberfläche erreichen, ihren centralen Fortsatz aber in das Ganglion hineinsendend. Ich konnte dieselben auch hier eine Strecke verfolgen, ohne jedoch ihr endliches Schicksal erfahren zu können; sie verlieren sich nämlich in dem Gewirr der Moosfasern. Dies ist auch der Fall mit den Fortsätzen der unipolaren Ganglienzellen (*gz*). Indessen ist es möglich, dass die fraglichen centralen Zellfortsätze in die Moosfasern übergehen; ich sah Bilder, welche darauf hindeuteten. Diese Frage muss aber von Neuem in Angriff genommen werden, und zwar in Zusammenhang mit dem Centralnervensystem der Mollusken. Für mein jetziges Ziel war es hinreichend zu constatiren, dass die fraglichen Zellfortsätze in das Ganglion hineintreten. Der Verlauf derselben vom Epithel bis in's Ganglion hinein lässt sich übrigens in diesen Präparaten sehr schön verfolgen; es sind nämlich sehr wenig störende Gewebstheile vorhanden. Die grossen Bluthohlräume des Fühlers (*fr*) sind von einer ganz durchsichtigen Masse erfüllt, und das die gefärbten bipolaren Zellen und ihre Fortsätze in breiten, fächerartig erweiterten Strängen enthaltende Gewebe lässt uns ebenfalls die fraglichen Elemente in ihrem Verlaufe in schöner Weise überblicken.

In der *Mundhöhle* der Lämaceen traf ich dann dieselben Elemente wieder. Das Epithel ist hier im Ganzen recht hoch und zeigt scharf markirte äussere und innere Grenzebenen; es besteht aus schmalen Cylinderzellen, und zwischen diese dringen die peripheren Fortsätze bipolarer Zellen bis zur äussersten Oberfläche empor; diese bipolaren Zellen liegen in dem unter dem Epithel befindlichen Gewebe, einige nahe unter demselben, andere weit davon entfernt. In den Fig. 4 und 5 der Taf. IV, ebenso in den Fig. 2 und 3 der Taf. V sind mehrere solche Zellen in ihren verschiedenen Formen und Lagen abgebildet. An mehreren Stellen dieser Region kommt indessen noch eine *Cuticula* des Epithels vor, wie in Fig. 4 und 5 der Taf. IV und in der Fig. 2 der Taf. V dargestellt worden ist; in solchen Präparaten sieht man oft sehr schön, dass vom oberen nicht selten kolbig erweiterten Ende des Zellfortsatzes sich noch ein feiner Faden fortsetzt, welcher durch einen Porcanal der Cuticula bis zur Oberfläche hinan reicht. Der centrale Fortsatz dieser bipolaren Zellen lässt sich gewöhnlich noch eine Strecke im unterliegenden Gewebe verfolgen, obwohl man sein endliches Schicksal in diesen Präparaten nicht zu entscheiden vermag, indem er umbiegt und an der Schnittfläche abgeschnitten worden ist.

Was stellen nun diese aus der Körperhaut, den Fühlern und der Mundhöhle dargestellten bipolaren Zellen dar?

In dem Lichte der neueren Nervenhistologie und v. A. der Befunde bei den Würmern (Lambricinen und Polychäten) scheint mir kaum eine andere Deutung möglich zu sein, als dass diese Zellen *sensible Nervenzellen*, Sinnesnervenzellen, sind. Es sind nicht Sinneszellen nach dem alten Begriffe dieses Wortes, spezifische Epithelzellen, welche mit solchen Nervenfasern peripher zusammenhängen, deren Ganglienzellkörper in Centralorganen liegen, sondern *diese bipolaren sensiblen Zellen sind selbst die Nervenzellen* (»Ganglienzellen«), von welchen die fraglichen Nervenfasern entspringen, um in ihrem centralwärts angeordneten Verlaufe die Centralorgane aufzusuchen und auf ihre Elemente in irgend einer Weise, wahrscheinlich nur durch Berührung (Contact), die Reizimpulse überzuführen.

DIE NERVENENDIGUNGEN IN DEM GESCHMACKSORGAN DER SÄUGETHIERE UND AMPHIBIEN.

Taf. VII—X.

A. Das Geschmacksorgan der Säugethiere.

Taf. VII und VIII, Taf. IX Fig. 1 und 2.

Die von CHRISTIAN LOVÉN und G. SCHWALBE etwa gleichzeitig und von einander unabhängig entdeckten Geschmacksorgane der Säugethiere wurden von den beiden Forschern in sehr übereinstimmender Weise aufgefasst und beschrieben. Am seitlichen Umfang der Papille circumvallata der Zunge trafen sie eine grosse Anzahl in das mehrschichtige Plattenepithel hineingesenkte zwiebel- oder knospenartig gebaute epitheliale Organe, die *Geschmackszwiebeln* (Geschmackshulben) oder *Geschmacksknospen*, welche senkrecht im Epithel angeordnet waren und von dessen unterer Grenze bis gegen die Oberfläche emporragten, wo sie mittelst eines Canales, des Geschmacks-*porus*, mit der Mundhöhle in offener Verbindung standen. »Es sind diese Gebilde, sagt LOVÉN, »von ziemlich complicirtem Bau und bestehen aus wenigstens zwei verschiedenen Arten von Elementen, nämlich theils aus modificirten Epithelialzellen, theils aus eigenthümlichen stäbchenförmigen Organen, welche aller Wahrscheinlichkeit nach als Nervenendgebilde aufzufassen sind.« Die Epithelialzellen, die Stütz- oder Deckzellen, sind länglich, platt und oben in schmale Spitzen auslaufend, welche gegen das Loch hin convergiren. Die zweite Art von Zellen, welche LOVÉN als die Homologa der von KEY beim Frosche beschriebenen Geschmackszellen betrachtet, sind von matten Glanz und bestehen aus einem dickeren, ovalen, kernförmigen Theil (Zellenkörper) und aus zwei davon entspringenden Ausläufern, deren der eine nach aussen gegen die Spitze der Geschmackswiebel läuft, der zweite in der Gestalt eines langen feinen Fadens in die unterliegende Schleimhaut eindringt. »Es dürfte wohl, sagt LOVÉN, »in Betracht der eigenthümlichen Form, des Aussehens und des Fundortes der soeben beschriebenen Organe, kaum ein Zweifel darüber obwalten können, dass sie den stäbchenförmigen Elementen, welche an anderen Orten als die Endorgane der specifischen Sinnesnerven aufgefunden worden sind, entsprechen; dagegen begegnet die Erforschung ihrer näheren Anordnung in den Geschmackswiebeln sowie die Darlegung ihres Zusammenhangs mit den in der unterliegenden Schleimhaut reichlich vorkommenden Nerven sehr grossen Schwierigkeiten.« »Aus dem Grunde aller dieser Thatsachen, fügt er schliesslich hinzu, »scheint es mir wenigstens in dem höchsten Masse wahrscheinlich, dass die Geschmackszellen als die directen Fortsetzungen der in dem unmittelbar unterliegenden Theile der Schleimhaut reichlich vorkommenden Nerven anzusehen sind, obwohl es, trotz wiederholter Versuche mit Zerpflanzung von macerirten Präparaten, mir noch nicht gelungen ist, diesen Zusammenhang ganz unzweideutig zu demonstrieren.« — und ferner: »Auf dem Grunde des oben mitgetheilten muss ich als das Wahrscheinlichste annehmen, dass in den Papillis vallatis des Kalbes (und des Menschen) die Geschmacksnerven, nachdem sie in den äussersten Schichten der Schleimhaut ihre Marksheide verloren, als nackte Axencylinder sich bis in die Geschmackswiebeln hinauf fortsetzen, und dabei in eine kleinere Zahl von Arten (soll wohl *Aesten* heissen), welche in die Geschmackszellen direct übergehen, zerfallen.« LOVÉN fand Geschmackswiebeln auch an der oberen Fläche der Papille fungiformes.

SCHWALBE gab, besonders in der betreffenden zweiten Abhandlung, eine sehr eingehende Beschreibung der fraglichen Organe (die Schmeckbecher, SCHWALBE) beim Menschen und verschiedenen Thieren. Bezüglich des feineren Baues stimmten seine Beobachtungen im Wesentlichen mit denen LOVIN'S überein. Er unterschied auch die äusseren Zellen, die *Deckzellen*, von den das Centrum einnehmenden Geschmackszellen. Das Charakteristische der Geschmackszellen liegt darin, dass ihr breiter peripherischer Fortsatz sich allmählig in der Richtung nach dem Epithel zu verschmälert, aber hier nicht spitz mit einem Härchen, sondern abgestutzt endigt, während der centrale Fortsatz schon dicht hinter dem Kerne als dünner, glänzender, oft unregelmässige Varicositäten zeigender Faden erscheint, der am centralen Ende gewöhnlich noch eine knopfartige Anschwellung erkennen lässt. An gut conservirten Zellen sieht man indessen ihr äusseres Ende in ein schmales Stifftchen übergehen. In Betreff des centralen Endes fügt er noch hinzu: »Es kommen auch solche Fortsätze ohne jegliche Varicosität vor, während andere nur wenige, aber dicke erkennen lassen. Das an das bindgewebige Stroma stossende Ende dieses Ausläufers zeigt jedoch fast immer eine knopfartige oder knollige Anschwellung.« SCHWALBE unterschied noch eine besondere Art von Geschmackszellen, die Stabzellen, ohne peripherischen Stift. In Betreff der Endigung der zahlreichen Nervenfasern der Papillen fand SCHWALBE, dass nach dem Abpinseln des Epithels in dünnen Chromsäurelösungen macerirter Präparate Nervenfasern ähnliche Fäserchen frei über die Grenzfläche des Bindegewebes hervorstehen. »Dieselben sehen wie abgerissen aus und gleichen sehr den centralen Ausläufern der Geschmackszellen.« Da ich nun», sagt SCHWALBE, »zwischen den Elementen der Schmeckbecher nie Fäserchen wahrgenommen habe, die etwa als Nervenfasern zu deuten wären, so halte ich es nach Allem für das Wahrscheinlichste, dass jene feinen Nervenfasern direct mit den centralen Fortsätzen der Geschmackszellen in Zusammenhang stehen, obwohl ich nicht so glücklich gewesen bin, eine solche Verbindung zu beobachten.«

Ich habe die betreffenden Angaben und Anschauungen der beiden Entdecker der Geschmacksknospen ausführlicher angeführt, weil dieselben die Fundamente unserer Kenntniss von diesen Organen bilden und die späteren Untersuchungen im Ganzen nur wenig daran geändert haben. Da die hierauf bezügliche Uebersicht schon mehrmals dargestellt worden ist¹, so werde ich aus denselben hier nur diejenigen Angaben anführen, welche für das vorliegende Thema besonders wichtig sind. Nach W. KRAUSE (1870 und 1876) kann man in den Geschmacksknospen der Papilla fungiformes und vallata nicht nur äussere Zellen (Deckzellen) und innere Zellen unterscheiden, sondern unter den letzteren sogar drei Formen: Spindelzellen, Stäbchenzellen und Gabelzellen. Die centralen Ausläufer der inneren Zellen sind häufig getheilt: sie endigen mit kleinen kolbigen Verdickungen, die ebenso wie die äusseren Zellen eingezahnt sind. Die Nervenfasern gehen in blasse Endfasern über und lösen sich pinselförmig in eine granulirte Masse auf, welche aus Neurilen, dessen Kernen und zahlreichen rundlichen Körnern, *Geschmackskörnern*, besteht, die kuglige Kerne mit sehr wenig sie umgebendem Zellenprotoplasma darstellen. »Die blassen Nervenfasern endigen mit ganz kleinen Endanschwellungen, soweit sich beim Menschen verfolgen liess, dicht unterhalb der inneren Zellen der Geschmacksknospen, ohne mit denselben in continuirlicher Verbindung zu stehen.«

V. WISS (1869—70) und ENGELMANN (1872) fanden unabhängig von einander, dass an der Kaninchenzunge zwei grosse Ansammlungen von Geschmacksknospen vorhanden sind, nämlich in den Papilla foliata, und hoben hervor, dass der centrale Fortsatz der Geschmackszellen sich zuweilen in zwei Aeste theilt. ENGELMANN sagt sogar, dass derselbe in gewisser Entfernung vom Kern sich in zwei nur wenig dünnere Aeste zu theilen pflegt, welche die Schleimhautoberfläche erreichen. »Bevor dieses geschieht, theilen sie sich nicht selten noch ein- oder mehrmals schnell nach einander. Das chemische Verhalten des centralen Fortsatzes scheint das von Nervenfasern zu sein.« Nach der Beschreibung der feinsten, gegen die Oberfläche der Papilla emporsteigenden Nervenfasern fügt ENGELMANN hinzu: »Höchst wahrscheinlich gehen diese feinsten Fäserchen in die centralen Ausläufer der Geschmackszellen über.«

SERTOLI (1874) entdeckte in der Umgebung der Geschmacksknospen in der Pap. foliata des Pferdes noch feine intrapitheliale Nervenfasern. Er hob hervor, »dass, abgesehen von den Schmeckbechern, die Menge der Nervenendigungen am Epithel eine so reichliche ist, wie sie weder in der Haut noch in den Schleimhäuten und noch weniger in dem freien oberen Theile der Schleimhaut der Pap. foliata vorkommt.«

MERKEL gab (1880) in seiner grossen Monographie »Über die Endigungen der sensiblen Nerven« etc. eine kurz gefasste Zusammenstellung der bisherigen Kenntniss derselben in Zusammenhang mit seinen eigenen betreffenden

¹ S. z. B. in MERKEL'S »Über die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbelthiere«, 1880.

Befunden. »Der Zusammenhang mit Nerven«, sagt er, »ist auch für die Säugethiere nicht direct nachzuweisen, jedoch gelang es mir an Goldpräparaten der Papilla foliata des Kaninchens, einzelne dünne Nervenfasern in die Knospen eintreten zu sehen.« MERKEL scheint das Vorhandensein von Stützzellen auch im Inneren der Knospen erkannt zu haben: die Stützzellen sind in der Peripherie, die Stäbchenzellen im Centrum »reichlicher zu finden«.

RANVIER fand auch beim Kaninchen die intraepithelialen Nervenfasern. »Ausserdem enthält«, sagt er in seinem *Traité technique d'Histologie* (1888), »das den Geschmacksknospen benachbarte geschichtete Epithel eine grosse Zahl intraepithelialer Nervenfasern, die ebenfalls von den in den Papillarleisten verlaufenden Nerven her stammen. Diese Fasern zeigen dieselbe Anordnung wie diejenigen der Epidermis. Nach wiederholter Theilung endigen sie in der Oberfläche mehr oder weniger genäherten Knöpfen.« RANVIER beschrieb ferner die zwei die Knospen zusammensetzenden Zellenarten, die Geschmackszellen und die Stützzellen, und hob hervor, dass die letzteren auch im Inneren der Knospen, zwischen den eigentlichen Geschmackszellen vorkommen. Durch die Goldmethode erhielt er bei der Untersuchung der Papille foliata sehr deutliche Präparate; die Geschmacksknospen werden violett gefärbt. »Ebenso werden die in den Leisten aufsteigenden Nerven gefärbt und man sieht sie allmählig Zweige abgeben, die sich an die Basis der Geschmacksknospen hinbegeben und sich in ihrem Inneren verlieren. In einem Theil der Knospen, wo die Sinneszellen stärker gefärbt sind als die Stützzellen, erkennt man, dass sie mit den Nervenfasern in Zusammenhang stehen. Ihre Endstäbchen färben sich gleichfalls dunkelviolett.«

DRASCH (1884) bestätigte auch beim Kaninchen den von SERTOLI beim Pferde und von RANVIER beim Kaninchen beschriebenen intraepithelialen Nervenplexus zwischen den Knospen und sah die Fäserchen bis nahe an die Epitheloberfläche hinausziehen. Es kam in der That, sagt er, kaum mehr zweifelhaft sein, dass die Mehrzahl der geschmackempfindenden Fasern im Blattstroma selbst enden und nur eine geringe Menge derselben zu den Knospen umbiegen und in deren Innerem ihr Ende erreichen.

In einer späteren Abhandlung (1887) veröffentlichte DRASCH seine fortgesetzten »Untersuchungen über die Papille foliata et circumvallata«. In Betreff der Nerven des secundären Blattes kommt er u. A. zu dem Schlusse, dass der Glossopharyngus ausser doppelt contourirten Nerven noch viele Remak'sche Fasern enthält, und dass dessen Auffassung bereits unterhalb der Knospenregion stattfindet. »Nur eine verhältnissmässig geringe, der Summe der 'Sinneszellen' entsprechende Anzahl von Fasern geht direkt zu den Knospen, um in ihnen in Form der Sinneszellen zu enden. Ein weitaus grösserer Theil derselben zieht zu Büscheln angeordnet durch die Längs-scheidewände der Knospennischen bis an den Blattrand und geht dort in das oberhalb der Knospen gelegene Epithel über. Viele Fasern enden aber auch schon im Blattstroma.« Unter der Knospenregion in der ganzen Dicke des Blattes findet sich eine zusammenhängende Lage von Ganglienzellen, welche zur Vermehrung der Fasern beitragen.

ROSENBERG¹ sah nach Goldfärbung in den Papille circumvallata zwischen den Schneckbechern dichte Nervenbündel ins Epithel hineingehen, unter vielfachen Theilungen gegen die dem Graben zugekehrte Epitheloberfläche ziehen und in den äusseren Schichten des Epithels zu einem dichten Netze zusammentreten, aus welchem sich erst die letzten Fasern erheben, um, gegen den Graben hinziehend und von denselben nur durch wenige Zelllagen getrennt, mit Knötchen zu endigen. Auch im Inneren des Bechers, zwischen den epithelialen Deckzellen desselben, sieht man einzelne, feine, varicöse Fäserchen gegen die Becherspitze hinaufziehen.

Endlich komme ich zu der letzten hierauf bezüglichen Abhandlung, derjenigen von FUSARI und PANASCI², welche für meine unten folgende Darstellung besonders wichtig ist. Die von diesen Forschern in Betreff der Nervenendigungen der Geschmacksorgane mittelst der Golg'schen Methode untersuchten Thiere waren Katzen (neugeborene), Ziegen, Kaninchen und Mäuse. Grösstentheils mit Benutzung von SCHWALBE's Referat (in seinem Jahresbericht) gebe ich hier das Hauptsächliche der fraglichen Abhandlung wieder. In der Zungenschleimhaut an der Oberfläche des Bindegewebes bilden die Nerven ein feines Netz mit eingelagerten Zellen, von welchem einzeln oder gruppenweise feine Fasern in das Epithel und zwar bis in das Stratum granulosum vordringen, wo sie als feinste Fibrillen endigen. Auch in das Epithel der Papille filiformes dringen feine Fasern ein. In den Papille fungiformes und vallata bilden die Nervenfasern reichliche Plexus, in denen zweierlei Arten von Nervenzellen vorkommen, die einen an der Basis der Papille mitten im Plexus, die anderen am Gipfel der Papille unter den

¹ L. ROSENBERG, Über Nervenzellgängen in der Schleimhaut und im Epithel der Säugethierzunge. Sitz. ber. d. L. Akad. d. Wissensch. in Wien. Math. Naturw. Cl., 93 Bd., 3 Abth., 1896.

² R. FUSARI e A. PANASCI, Sulle terminazioni nervose nella mucosa e nelle ghiandole storse della lingua dei mammiferi. Atti della E. Accademia delle scienze di Torino. V. 25, Disp. 15 n. 1895—96.

sekundären Papillen. Von den letzteren geht eine variable Zahl von Fortsätzen unter wiederholter Theilung in das Epithel bis zu dessen Hornschicht. Die Nervenfasern des Plexus endigen theils frei im Bindegewebe mit einer kleiner Anschwellung, oder sie dringen in das Epithel ein. Unter dem Epithel, welches dem Wallgraben zugekehrt ist, befindet sich ein besonders dichter, verwickelter Plexus feiner varicoser Fibrillen, von welchen sich überall zahlreiche in das Epithel hinein abzweigen, und zwar setzen sich *etwas dickere Fibrillen direct in continuirliche Verbindung mit den Geschmackszellen*, von denen die Verfasser die Stütchen- und Stäbchenzellen SCHWALBE's unterscheiden. Ausserdem dringen andre (wenig verzweigte) Nervenfasern in die Geschmacksknospen ein, welche zwischen den Deckzellen bis in die Nähe des freien Endes der Geschmacksknospen verlaufen und mit einem feinen Knopf enden. Jede Geschmacksknospe wird überdies auf ihrer Aussenfläche von einem dichten Netz feiner Nervenfasern, dem *peribulbären Netz*, überzogen. Nicht weniger reich an Nervenfasern ist aber das zwischen den Geschmacksknospen befindliche Epithel; es endigen hier die Nervenfasern nahe der freien Oberfläche mit Knöpfchen. FESARI und PANASCI geben in ihren Figuren Abbildungen der von ihnen beschriebenen Structurverhältnisse, u. A. auch einer Reihe von Geschmacksknospen, in welche man verschiedene schwarz gefärbte «Geschmackszölen» sieht, deren centrales Ende in *directen Zusammenhang* mit Nervenfasern steht.

Endlich bleibt zu erwähnen, dass in den Hand- und Lehrbüchern der späteren Zeit im Allgemeinen angegeben wird, dass die Geschmackszellen wahrscheinlich oder sogar mit der höchsten Wahrscheinlichkeit direct mit den Nerven zusammenhängen, so dass diese Ansicht gewissermassen in die allgemeine Anschauung Eingang gefunden hat.

In meinem Vortrage über «die peripherische Endigungsweise des Gehörnerven» beim Anatomischen Congresse in Wien äusserte ich u. A., dass ich die Angabe von FESARI und PANASCI in Betreff des directen Zusammenhangs der Nervenfasern mit den sog. «Geschmackszölen» nicht habe bestätigen können, doch wollte ich bei jener Gelegenheit diese Frage nicht eingehender behandeln.

In der That hatte ich schon oft die Papilla foliata des Kaninchens mit der Golgi'schen Methode behandelt und war in der Hauptfrage zu ganz anderen Ergebnissen gelangt. Es hatte bei mir dieser Befund keine Verwunderung hervorgerufen, weil ich schon seit mehreren Jahren dasselbe Object mit der Methylenblaumethode behandelt hatte und stets zu denselben Resultate gekommen war. Ich hatte auch die fraglichen Präparate sowohl dem hiesigen Biologischen Verein wie auch mehreren Schülern vorgezeigt. In diesen Präparaten nahm man im Inneren der Geschmacksknospen ein mehr oder weniger reichliches, dasselbe durchspinnendes feines Nervengeflecht wahr; dagegen waren nie gefärbte Geschmackszellen in Zusammenhang mit Nervenfasern sichtbar.

Da indessen negative Befunde, wenn dieselben nicht in grossem Masse und mit den am besten zum Ziele führenden Methoden ausgeführt werden, nicht endgültig entscheiden, so schien es mir nicht unmöglich zu sein, dass meine Präparate lückenhaft waren.

Ich nahm deshalb in diesem Sommer den fraglichen Gegenstand noch einmal zu erneuerter Prüfung auf. Die Ergebnisse derselben stimmen aber vollständig mit meinen früheren Befunden überein. Ich erwählte zu dieser Untersuchung v. A. zwei Objecte, die Papille circumvallata junger Katzen von 2—4 Wochen und die Papille foliata des Kaninchens. Und da meiner Ansicht nach keine anderen Methoden in dieser Beziehung zu so sicheren Resultaten führen wie gerade die Chromsilbermethode und die Methylenblaumethode, so habe ich mich hauptsächlich dieser beiden Methoden bedient.

Bei der Katze sind die Papille circumvallata von mässiger Ausbildung. Mit der Chromsilbermethode bekam ich in ihnen eine sehr reichliche Färbung von Nervenfasern, welche in mehr oder weniger distincter Bündelanordnung durch die Papillen emporziehen, um sich zu der Oberfläche, v. A. des seitlichen Umfangs, zu begeben. In der subepithelialen Region fahren sie aus einander und bilden bekanntlich einen reichlichen subepithelialen Plexus. Von diesem Plexus steigen nun zahlreiche Fasern in die dicke Epithelblöcke empor, welche rings um die Papille den seitlichen Umfang derselben bekleidet und in sich eingeschlossen die Geschmacksknospen enthält. Diese Geschmacksknospen oder Geschmackswiebeln sind bei der Katze bekanntlich von länglich elliptischer Gestalt und stehen in grosser Zahl und dichter Anordnung etwa senkrecht im Epithel. Ihre Zusammensetzung aus eigenthümlich

modifizierten Epithelzellen, wie diese schon längst zuerst von C. LOVÉN und SCHWALBE beschrieben wurde, lässt sich in den Chromsilberpräparaten oft in sehr erläuternder Weise darlegen, indem einzelne Zellen hier und da intensiv schwärzlich oder braunschwarz gefärbt werden. Es lassen sich auch bei dieser Behandlungsweise vorwiegend zwei Hauptarten von Zellen unterscheiden, die Deckzellen und die Geschmackszellen von LOVÉN und SCHWALBE. Die fragliche Färbungsmethode stellt die Zellen nicht nur in ihrer Form, sondern auch in ihrer natürlichen Lage dar, und man erkennt daraus, dass die Form der Zellen zum grossen Theil von ihrer Lage in der Zwiebel abhängig ist. Die Deckzellen sind indessen in ihren Gestaltungen durch die früheren Arbeiten so genau beschrieben worden, dass ich auf ihre Darstellung nicht weiter eingehe, sondern nur auf die zwei in Fig. 3 *sz* der Taf. VII abgebildeten Zellen hinweise. Die zweite Art, die sog. *Geschmackszellen*, bieten auch, durch Chromsilber gefärbt, die von den Autoren geschilderten Formen dar, wie die in den Fig. 2, 3 *sz*, 5, 8, 9, 10 der Taf. VII dargestellten Zellen dieser Art zeigen können; die spindelförmige, kernführende Partie der Zellen befindet sich bald in der Nähe der Mitte derselben oder nach unten von ihr, bald weiter nach aussen hin in der Nähe des peripheren Endes; im Verhältniss dazu ist auch der periphere und der centrale Fortsatz von sehr verschiedener Länge und Dicke, wie aus den angeführten Figuren ersichtlich ist. Eine »variciöse« Beschaffenheit des centralen Fortsatzes, wie sie von einigen Forschern dargestellt worden ist, habe ich in den Chromsilberpräparaten nie wahrgenommen. Das centrale Ende reicht bald bis zur unteren Epithelgrenze, bald endigt es schon nach aussen von derselben; es ist fast immer abgestumpft, wie die angeführten Figuren zeigen, oft sogar fussartig erweitert (Fig. 3 *sz*, unten). Diese Zellen enden nach innen hin stets blind, ohne jede faserige Fortsetzung nach der Bindegewebslage der Papille hin.

Die aus dem in dieser Bindegewebslage befindlichen subepithelialen Nervenplexus in die Epithelschicht hinaustretenden Nervenfasern sind, wie mehrere Autoren hervorgehoben haben, äusserst zahlreich; ein Theil dieser Fasern steigt direkt in die Basen der Geschmacksknospen, ein anderer, nicht unbedeutender Theil derselben tritt in die zwischen ihnen befindlichen Epithelpartien hinein. Diese letzteren, von SERTOLI entdeckten, von RANVIER, DRASCH und ROSENBERG sowie von FUSARI und PANASCI bestätigten und eingehender beschriebenen Nervenfasern färben sich oft durch die Chromsilbermethode in sehr ausgiebiger Weise. In den Fig. 1, 8, 9 und 10 *ira* der Taf. VII habe ich einige Beispiele davon abgebildet. Wie man sieht, theilen sich die Fasern, welche ein knotig-variciöses Aussehen darbieten, bald nach dem Eintritt in's Epithel wiederholt dichotomisch und breiten sich in der Regel zuerst nach der Seite hin aus, um ihre sich mehrfach verzweigenden Aeste wieder mehr oder weniger senkrecht nach der Oberfläche hin zu schicken. Viele dieser Aeste endigen hier in den obersten Zellenschichten mit freien knotigen Enden, meistens jedoch nach einer seitlichen Umbiegung. Hier und da sieht man aber auch Aeste, welche nach der Umbiegung eine weite Strecke recurrent nach innen hin verlaufen, um, nach wiederholter Verzweigung in den inneren Schichten des zwischen den Geschmacksknospen oder Zwiebeln befindlichen Epithels, mit freien knotigen Spitzen zu endigen (Taf. VII, Fig. 8, 10 *ira*). Ich werde diese intraepithelialen, interzellulären Nervenfasern, deren Verzweigungszone zwischen den Geschmackszwiebeln liegt, die *interbulbären* benennen. Sie stimmen offenbar in ihrer Lage und der Art ihrer Verzweigung vollständig mit dem Typus der im Epithel anderer Schleimhäute und in der Epidermis der äusseren Haut vorhandenen Nervenfasern überein. Ich verweise u. A. auf die von mir im vorigen Bande dieses Werkes (Biol. Unt., N. F. III) beschriebenen Nervenendigungen in der Haut von Petromyzon, ebenso auf die hier unten in dem Abschnitt über sensible Nervenendigungen in der Haut (No. 5) und in den Schleimhäuten anderer Vertebraten dargestellten Endplexus.

Die zweite Gruppe der in's Epithel hinaustretenden Nervenfasern stellt die oben erwähnten, in die Basen der Geschmacksknospen oder Zwiebeln eindringenden Fasern dar. Unter diesen soll nun nach der Angabe einiger neuerer Autoren ein Theil sich in der äusseren Schale der Zwiebel, d. h. an der Aussenseite derselben (peribulbär) und zwischen den äussersten Schichten der Deckzellen, verbreiten. Die übrigen Nervenfasern, die eigentlichen Geschmacksfasern, sollen dagegen in das Innere der Zwiebel emporsteigen und sich direct mit den Sinnessellen, den Geschmackszellen, verbinden, d. h. in dieselben übergehen und in ihnen endigen.

Von dieser letzteren Gruppe kommen gewiss die in den äusseren Deckzellenschichten befindlichen Fasern vor; man trifft sie oft in den Chromsilberpräparaten als feine knotig-variciöse Fasern, wie z. B. die Fig. 5, 6, 7 der Taf. VII zeigen, sie stellen aber ebenso gewiss keine besondere »periphere« Nervenansbreitung dar, sondern gehören einem Nervenplexus an, welcher das ganze Innere der Zwiebel in verschiedenen Richtungen durchzieht. Ich werde diesen Plexus den *intraulbären* nennen. Hier und da färben sich nur einzelne Fasern, welche bald in

der Mitte, bald mehr peripherisch durch den Bulbus emporsteigen (Taf. VII, Fig. 1, 2, 3, 8 a) und sich während dieses Verlaufes mehr oder weniger reichlich dichotomisch theilen; die Endfasern derselben steigen bis zur Nähe der oberen Spitze der Zwiebel empor, um dort frei zu endigen; einige Seitenzweige der Fasern endigen dagegen oft tiefer unten im Bulbus, zuweilen sogar nach recurrentem Verlaufe. Im Ganzen ziehen diese Fasern in ziemlich senkrechter Richtung empor und machen nur geringere Seitenbiegungen. In anderen Fällen fächer sich aber im Inneren der Zwiebel reichlichere Nervenplexus, wie die Fig. 1, 2 b, Fig. 5, 6, 7 der Taf. VII zeigen; die Nervenfasern theilen sich wiederholt und senden ihre Aeste, mehr oder weniger gewunden, in überwiegender Menge nach der Bulbusspitze hin, in deren Nähe ein Theil derselben frei endigt, während andere tiefer unten, ebenfalls frei auslaufend, ihr Ende finden. Dass diese intrabulbären Nervenfasern in der That das Innere der Zwiebel in verschiedenen Richtungen durchspinnen, geht deutlich aus den Querschnittsbildern hervor; in der Fig. 4 der Taf. VII ist eine Partie eines solchen Präparates dargestellt, wo man zehn Geschmackswiebeln in Querschnitt sieht.

Wo sind endlich die von den verschiedenen Forschern beschriebenen Nervenfasern, welche sich mit den Sinneszellen, den »Geschmackszellen«, direct vereinigen sollen?

Ich habe in der That in allen den von mir durchmusterten Chromsilberpräparaten nie solche Nervenfasern sehen können. Wie ich oben bemerkt habe, endigen die sog. Geschmackszellen unten mit abgestumpften, oft fussähnlich verbreitertem Ende, ohne jede faserartige Fortsetzung. Einen Zusammenhang dieser Zellen mit Nervenfasern konnte ich nie wahrnehmen. In einzelnen Fällen konnte zwar ein derartiger Zusammenhang vorgetäuscht werden, indem einzelne Nervenfasern am unteren Ende der Geschmackszellen vorbeistrichen und ihnen dicht anschmiegt; bei genauerer Betrachtung des Präparates erwies es sich, aber stets, dass hier nur eine Contiguität, keine Continuität vorlag.

Ich muss also den bestimmten Angaben von FESARI und PANASCI gegenüber in dieser Hinsicht meine negativen Befunde aufrecht halten und sowohl gegen die Ansicht dieser Forscher als gegen die der übrigen Autoren auf diesem Gebiete, welche, mit Ausnahme von KRAUSE, einen directen Zusammenhang der Sinneszellen mit Nervenfasern als höchst wahrscheinlich annehmen, die Ansicht darstellen, dass ein solcher Zusammenhang in keiner Weise bewiesen und sogar höchst unwahrscheinlich ist. Wenn man die unten noch weiter zu besprechenden Verhältnisse zusammenstellt, kommt man meiner Ansicht nach zu dem Schlusse, dass ein derartiger Zusammenhang nicht vorhanden ist. Die hier oben das Innere der Geschmackswiebel durchspinnenden *intrabulbären* Nervenfasern, welche mit freien Enden, ohne directen Zusammenhang mit Nervenfasern, endigen, stellen die wirklichen Nervenendigungen der Geschmackswiebel dar. Die sog. Geschmackszellen sind den Riechzellen der Riechschleimhaut nicht gleichzustellen; die »Geschmackszellen« sind keine peripher gebliebenen Nervenzellen, sondern stellen eine Art echter Epithelzellen dar, welche vielleicht, ungefähr wie die Haarzellen des Gehörorgans, die Rolle »secundärer Sinneszellen« spielen.

Bei der Katze habe ich übrigens in den Papille circumvallate und ihrer nächsten Umgebung in der Zunge keine ganglienzellenähnlichen Gebilde türken können.

Geschmackswiebeln traf ich nicht nur im seitlichen Umfange der Papille circumvallate, sondern auch hier und da einzeln an der oberen Fläche, wo sie ja auch früher gefunden worden sind. Diese oberen Zwiebeln zeigten ganz denselben Bau wie die seitlichen, und in dem umgebenden Epithel waren die üblichen interzellulären Nervenfasereudigungen nachzuweisen.

Beim *Kaninchen* (Taf. VIII) habe ich die *Papille foliata* sowohl mit der *Golgy'schen* wie mit der *Ehrlich'schen Methode* untersucht.

Mit der erstereu bekam ich eine Reihe erläuternder Präparate, welche indessen in allem Wesentlichen mit den eben beschriebenen Verhältnissen bei der Katze so genau übereinstimmen, dass eine eingehende Darstellung nicht nöthig ist. Die Geschmacksknospen oder Zwiebeln sind beim Kaninchen kürzer und breiter, rundlich-oval und stehen im allgemeinen dicht gedrängt mit spärllichem interbulbärem Epithelgewebe. Die Zusammensetzung der Zwiebel ist aber ganz gleichartig. Es färben sich oft durch die Chromsilbermethode die Deckzellen und Geschmackszellen in ihren verschiedenen Formen, wie die Fig. 1—5, 7, 8 der Taf. VIII zeigen. Die äussersten Deckzellen sind breit und dem Bulbassumfange gemäss stark gekrümmt, die inneren sind mehr gerade, schmaler und an den Rändern oft

gezackt; am unteren Ende sind sie oft mit breitem Fusse versehen oder auch gespalten. Die Geschmackszellen sind schmal und zeigen den Kern bald in der Nähe des unteren Endes (Fig. 1), bald in der Mitte (Fig. 4, 7, 8), bald gegen das obere Ende zu (Fig. 5, rechts). Das untere (innere) Ende der Geschmackszellen ist in der Regel abgestumpft und mit einem dreieckigen Fusse versehen, welcher wie das Fussende der Deckzellen bis zur inneren Grenze der Zwiebel reicht; er steht hier in keiner wahrnehmbaren directen Verbindung mit den *Nervenfäsern*, welche von dem subepithelialen, im unterliegenden Bindegewebe befindlichen Nervenplexus in die Zwiebel emporsteigen. Diese *intrabulbären* Nervenfasern durchziehen die Zwiebel in etwas wechselnder Weise. Im Ganzen ziehen sie nach verschiedenartiger Verzweigung gegen das Spitzeneude zu, um hier mit freien Enden auszulaufern. Während dieses Verlaufes biegen sie sich oft nach den Seiten um; sie sind stets mehr oder weniger knotig-variciös. Die Fig. 6 der Taf. VIII stellt ein sehr gewöhnliches Verhalten derselben dar; ebenso sind in den Fig. 1, 2, 4 mehrere typische intrabulbäre Nervenendigungen wiedergegeben. Die Nervenfasern schmiegen sich offenbar interzellulär zwischen die Geschmack- und Deckzellen in Biegungen nach dem oberen Ende hin. Auf Querschnittsbildern sieht man auch, wie bei der Katze, dass die Fasern durch das Innere der Zwiebel ziehen (Taf. VIII, Fig. 9). Diese frei endigenden intrabulbären Nervenfasern stellen die einzige Nervenendigung dar, welche ich in den Zwiebeln wahrgenommen habe. Einen directen Zusammenhang mit Sinneszellen (Geschmackszellen) im Sinne der meisten Autoren konnte ich also auch beim Kaninchen nicht darlegen.

Ausser diesen intrabulbär verlaufenden und frei endigenden Nervenfasern sind beim Kaninchen auch *interbulbäre Fasern* vorhanden. Diese verhalten sich in ähnlicher Weise wie bei der Katze, d. h. wie die im mehrschichtigen Plattenepithel der Schleimhäute endenden Fasern im Allgemeinen. Die Fig. 5 stellt einige solche Fasern dar. Dieselben ziehen nach der typischen Verzweigung in die Endäste hinaus, welche fast bis zur Oberfläche gehen, um dort etwas umbiegend mit knotigen Spitzen frei zu endigen. Oft sind indessen diese interbulbären Fasern unverzweigt oder nur dichotomisch getheilt; sie laufen aber in ähnlicher Weise nach der Oberfläche hin, um dort zu endigen (Taf. VIII, Fig. 1 [oben], Fig. 4, 7, Fig. 5 [unten]).

Im subepithelialen Bindegewebe sind in Verbindung mit den Nervenplexus von einigen Autoren multipolare Ganglienzellen beschrieben worden. Wie ich oben hervorgehoben habe, konnte ich bei der Katze mit der Chromsilbermethode keine derartigen Gebilde darlegen. Beim Kaninchen sah ich aber hier und da schwärzlich gefärbte multipolare Zellen mit langen Fortsätzen, welche aller Wahrscheinlichkeit nach den von den anderen Forschern, v. A. DRASCH, FENARI und PANASCI beschriebenen entsprechen. In den Fig. 4 *bc* und Fig. 11 der Taf. VIII habe ich ein paar solche Zellen abgebildet. Ich konnte indessen ihren directen Zusammenhang mit Nervenfasern nicht nachweisen und mich im Ganzen von ihrer nervösen Natur nicht überzeugen. Man trifft ja auch in den Golg'schen Präparaten oft verschiedentlich gestaltete Bindegewebszellen, welche mit ihren langen, oft varicosen Fortsätzen eine kräftige schwarzbraune Farbe angenommen haben; dies ist z. B. oft der Fall in Hautpräparaten.

Mit der *Methylenblaumethode* färben sich die Nervenfasern der Papille foliata des *Kaninchens* oft in schönster Weise, wie ich es schon vor fünf Jahren gesehen und abgebildet habe. Zu meiner Verwunderung traf ich nur Geflechte, welche die Geschmackswiebeln in verschiedenen Richtungen durchspannen; da ich zu jener Zeit noch die Ansicht hegte, dass die fraglichen Nervenfasern direct mit Sinneszellen zusammenhängen, so sah ich die Befunde als unerklärt an und veröffentlichte nichts darüber. Nunmehr aber, nachdem die Golg'sche Färbung in ganz übereinstimmender Richtung die Frage entschieden hat, finde ich es angemessen, einige der mit der Methylenblaumethode gewonnenen Bilder zu veröffentlichen. Dieselben bilden nämlich ein Supplement zu den Golg'schen und bestätigen die durch diese gewonnenen Ergebnisse. Fig. 1 der Taf. IX stellt also eine Längsansicht und Fig. 2 ders. Tafel eine Quersansicht einiger Geschmackswiebeln aus einer Papilla foliata des Kaninchens dar. Man sieht in ihnen knotig-variciöse Nervenfasern die einzelnen Zwiebeln in verschiedener Weise durchziehen, d. h. zwischen Deck- und Geschmackszellen verlaufen, ohne einen sichtbaren Zusammenhang mit ihnen einzugehen. Die Fasern endigen offenbar, nach ihrem interzellulären Verlaufe, frei in den Zwiebeln.

B. Das Geschmacksorgan der Amphibien.

Tafel X und Taf. IX Fig. 3—7.

Nachdem LAYBAC (1857) hervorgehoben hatte, dass die Papille fungiformes der Froschzunge an ihrer oberen vertieften Fläche ein Epithel tragen, welches eine ganz andere Natur annimmt als am Rande der Papillen, indem die Zellen ihr helles Aussehen und ihre Cilien verlieren, feinkörnig werden und einen Stich in's Gelbliche annehmen, untersuchte BELLETOU (1858) etwas eingehender die verschiedenen Papillen der Froschzunge, unter denen er die breiten, nervenführenden von den schmalen nervenlosen unterschied. Nachdem er früher behauptet hatte, dass auch die Nervenpapillen mit Flimmerepithel besetzt seien, nahm er dies jetzt zurück, und er beschrieb es nun folgendermassen: »Diese Zellen haben eine im Allgemeinen längliche Gestalt und einen den Zellkörper fast allein ausfüllenden Kern. Nach der freien Fläche zu zeigen sich verschiedene Formen; zum Theil sieht man verästelte, an ihren Enden leicht geknöpfte Fäden, theils stäbchenartige Körper, theils trichterförmige membranöse Aufsätze.« »Nach der Papille zu haben die Zellen einen Fortsatz, der in ein verästeltes, faseriges, wurzelähnliches Gewebe ausgeht, durch welches die Zellen unter einander in Verbindung stehen und enorm fest an einander gehalten werden; dies Wurzelgewebe adhärirt wieder ebenso innig mit der Papillaroberfläche. Ob die Nervenenden mit diesen Zellen zusammenhängen, dafür habe ich keinen directen Nachweis liefern können, doch ist es wahrscheinlich, wenn sich die Beobachtungen über die Endigungen des Geruchsnerven weiter bestätigen sollten«. In einem früheren Aufsatze hatte er sich jedoch bestimmter in dieser Richtung ausgesprochen und sogar geäußert, dass er die mittleren Zellen für die Endzellen der Nervenfasern, für terminale Ganglienzellen halte, die man jedoch nicht in Zusammenhang mit den Nervenfasern sehen kann, weil die übrigen Epithelialzellen nicht isolirt entfernt werden können, was ebenso für die Riechzellen gilt.»

FIXEN (1857) sah die Nervenfasern in den fraglichen Papillen entweder mit stumpfen Enden, oder etwas zugespitzt endigen, ohne in umgebende Theile überzugehen. Er unterschied zwei Formen der Epithelzellen, spindelförmige und cylindrische, welche sich beide mit ihren feinen Fortsätzen an unterliegenden Gewebe inseriren; die Spindelzellen bilden die tiefere, die Cylinderzellen die oberflächliche cilientragende Schicht; viele Cylinderzellen haben getheilte Fortsätze.

HOYER (1859) fasste die hierauf bezüglichen Resultate seiner Untersuchung an der Froschzunge in folgender Weise zusammen: »Es giebt an der oberen Fläche der Froschzunge zwei Arten von Papillen, breite oder nervenhaltige und schmale oder nervenlose. Die ersteren sind die wahren Organe des Geschmacks, sie enthalten ein dünnes Nervenstämmchen, das aus einfach contourirten Fasern besteht. Die Fasern endigen einfach blind, und zwar innerhalb des Substrates dicht unterhalb der Anheftungsstelle des Epithels am freien Ende der Papille. Das Epithel oberhalb des Nervenendes hat eine andere Beschaffenheit, als das auf den Seitenflächen der breiten und auf allen schmalen Papillen befindliche; es besteht aus schmalen, langen, cilienlosen Cylinderzellen, die mit einem einfachen spitz zulaufenden Ende dem Substrate angeheftet sind.»

AXEL KEY (1861) gab eine eingehende Darstellung vom Baue der Nervenpapillen der Froschzunge und von der Endigungsweise der Geschmacksnerven in denselben. Die zellulären Elemente in dem eigenthümlichen, die obere abgeplattete Fläche der Papillen bekleidenden, cilienlosen Epithel sind, gleichwie in der *Regio olfactoria*, von zwei verschiedenen Arten, nämlich *modifizierte Epithelialzellen*, die nicht in Zusammenhang mit den Nerven stehen, und dazwischen eingelagerte eigenthümliche zelluläre Bildungen, die *nervöse Einbildungen* sind. »Die modificierten Epithelialzellen stehen in einer einfachen Lage und bestehen aus cylindrischen Zellkörpern, die fast in gleicher Höhe mit einander in verschmälerte Fortsätze übergehen, welche nach der von der Nervenschale gebildeten Grundlage fortlaufen, und hier oder schon etwas früher in mehrere Zweige sich verästelnd, die mit einander anastomosiren, hier und da deutliche Kerne enthalten und über der ganzen Oberfläche des Substrates ein zusammenhängendes Netzwerk bilden.« »Durch quere Verbindungsfasern stehen die Fortsätze oft mit einander in Verbindung, schon bevor sie sich in ihre Endzweige auflösen. Unmittelbar bevor der Zellkörper in seinen Fortsatz übergeht,

hat er oft eine kleine Erweiterung, und enthält da einen runden, homogen aussehenden Kern.» «Zwischen den Fortsätzen der Epithelialzellen liegen in verschiedener Höhe eine Menge von eigenthümlichen zellulären Bildungen, die in der Form wie im Aussehen und in ihren Verhältnissen zu Reagentien mit den Riechzellen in der *Regio olfactoria* und mit den Hörzellen in den Ampullen übereinstimmen. Sie bestehen aus einem ründlichen oder mehr elliptischen Zellenkörper mit einem peripherischen und einem centralen Ausläufer. Der glänzende Zellenkörper selbst wird fast völlig von einem ründlichen Kern mit einem glänzenden Kernkörper eingenommen. Der *peripherische* Fortsatz ist stäbchenförmig, glänzend und läuft zwischen den Körpern der Epithelialzellen gegen die freie Oberfläche des Epithels.» An ihren Enden sind diese Fortsätze ein wenig knopförmig angeschwollen und zeigen oft auf dem Ende eine feine haarförmige Bildung, welche wahrscheinlich normal vorkommt, die Oberfläche des Epithels jedoch nicht überragt. «Dagegen scheint mir ihre Bedeutung darin zu liegen, dass sie Verlängerungen von den peripherischen Fortsätzen sind, welche in ganzer Dicke die Oberfläche nicht erreichen.» «Der *centrale* Fortsatz des Zellenkörpers ist ein äusserst feiner Faden, der gegen die Nervenschale verläuft und mit regelmässigen Varicositäten versehen ist. Sowohl im Aussehen als in den Eigenschaften stimmen diese Fäden mit den centralen Fortsätzen der Riechzellen oder mit feinsten varicösen Nervenfasern überein.» Diese zellulären Gebilde nennt KEY, im Vergleich zu den Stäbchen und ihren Körnern in der *Retina*, die *Stabzellen*. Das Neurilem der in den Papillen hinaufsteigenden Nerven bildet die Grundmasse der *Nervenschale*. Einige *Nervenfaser*n verlieren, sobald sie in die Nervenschale eintreten, ihre Markscheide und Schwann'sche Scheide und setzen sich als nackte Axencylinder fort; andere dagegen behalten ihre doppelten Contouren bis in die Nähe des Epithels, wo sie sich dann plötzlich zuspitzen und in nackte Axencylinder übergehen. Die gerade oder schräg emporsteigenden Axencylinder können sich ein- oder auch zweimal theilen. Ein Theil von ihnen zerfallen dann schon in der Nervenschale in eine Zahl feinsten varicöser Fäden, die völlig mit den centralen Ausläufern der Faserzellen übereinstimmen. «Dass die varicösen Fäden mit den centralen Ausläufern der Faserzellen (*Stabzellen*) sich verbinden, daran kann man nicht zweifeln, wenn man sich von der völligen Uebereinstimmung im Aussehen und in den chemischen Eigenschaften dieser Bildungen überzeugt hat, und durch einen glücklichen Zufall konnte ich das erste Mal, als ich deutlich den Zerfall eines Axencylinders in varicöse Fäden sah, auch direct beobachten, wie einer von diesen Fäden in eine varicöse Faserzelle übergieng.» Hiervon wird auch eine Figur mitgetheilt. «Die erwähnte Beobachtung des directen Zusammenhangs der eigenthümlichen epithelialen Elemente und der Nerven in der Zunge dürfte wohl für den directen Zusammenhang der vorher beschriebenen, entsprechenden Bildungen in den übrigen höheren Sinnesorganen als fast ebenso beweisend angesehen werden können.» «Aus dem Mitgetheilten», schliesst KEY, «geht hervor, dass die Nerven in den breiten Papillen in der Froschzunge schliesslich in feinste varicöse Fäden übergehen, die als Endbildungen eigenthümliche zelluläre Bildungen, die wohl den Namen Geschmackszellen verdienen, zwischen den Epithelialzellen an ihrem Ende tragen, in schönster Analogie mit dem, was schon vorher in anderen höheren Sinnesorganen nachgewiesen ist».

Zwei Jahre später (1863) legte R. HARTMANN die Resultate seiner Untersuchungen vor, welche zu denen BILLROTH's und KEY's in scharfer Opposition standen. Er suchte u. A. darzulegen, dass die in der Papille befindlichen, zu einem Stamme vereinigten Nervenprimitivfasern, unter Beibehaltung ihrer Markscheide, bis gegen die homogene Grenzschicht des Bindegewebe-Substrates emporsteigen, diese Grenzschicht aber nicht durchsetzen und nicht durchdringen, sondern in kurzen Abstände innerhalb derselben höchst wahrscheinlich sich schlingenförmig umbiegen, dass demnach nackte, in varicöse Fäden sich theilende, mit Elementen des Epithelialbelags der Papille sich verbindende Axencylinder hier nicht existiren; dass ferner alle von BILLROTH, KEY u. s. w. beschriebenen Zellen mit Stäbchenfortsätzen und natürlichen varicösen Centralenden, auf dem freien Ende der Papillen «Kunst-producte» seien, hervorgerufen durch Einwirkung der Aufbewahrungsflüssigkeit.

LIONEL BEALE gab (1865, 1868) in zwei Mittheilungen eine Darstellung seiner Untersuchungen über den Bau der Papillen der Froschzunge. Die feinen Nervenfasern, sagt er, verzweigen sich im Bindegewebe der Papillen; mit ihnen hängen aber die Epithelialzellen der Froschzunge weder im allgemeinen, noch an den Papillen zusammen. Die an dem Ende der Pap. fungiformes befindliche Masse, welche aus epithelialähnlichen Zellen besteht, hängt mit den Nervenfasern zusammen, ist aber keine epitheliale Bildung. Die doppelt contourirten Nervenfasern in der Axe der Papille theilen sich nahe an dem oberen Ende in zahlreiche, sehr feine Zweige, mit welchen Kerne vereinigt sind. Hierdurch entsteht ein Netzwerk feinsten Faserchen am oberen Ende jeder Papille. Von diesen

Netzwerk können feine Fäserchen in das besondere *arrose* Organ hinein verfolgt werden, welches aus den epithelähnlichen Zellen besteht, mit denen je ein Nervenfaserschlauch zusammenzuhängen scheint.

ENGELMANN gab (1872) im STRICKER'Schen Handbuch eine Darstellung vom feineren Bau der Geschmackorgane der Amphibien. Die Geschmackspapillen bestehen aus einem mit Epithel bedeckten bindegewebigen cylindrischen oder abgestutzt kegelförmigen Körper, auf dessen kreisförmiger oder elliptischer Endfläche die »Geschmackscheibe« sitzt, welche aus dem eigenthümlichen »Nervenepithel« besteht. Dieses Epithel besteht aus drei Arten von Zellen, den *Gabelzellen*, den *Kelchzellen* und den schmalen *Cylinderzellen*, von denen wahrscheinlich nur die erste Art mit Nervenfasern zusammenhängt, die zwei letzteren mehr indifferenten Natur zu sein scheinen. Die *Kelchzellen* bilden in einfacher Lage die äussere Schicht der Scheibe, während ihre centralen, unregelmässig gestalteten Ausläufer durch Aneinanderlagerung, vielleicht auch durch Verschmelzung, ein Maschenwerk von Protoplasmasubstanz in der Zusammensetzung der unteren Schicht des Epithels eingehen. Die *Cylinderzellen*, welche »sicherlich zum grossen Theil die »Stäbchenzellen« von KEY gewesen« sind und von ihm mit den Gabelzellen zusammengeworfen wurden, bestehen aus einem in der tiefsten Schicht des Epithels befindlichen, kernführenden Körper, welcher sich in einen bis zur Oberfläche reichenden, geraden, cylindrischen Fortsatz verlängert; der Zellkörper breitet sich mit einigen kurzen, niemals das Ansehen von Nervenfasern besitzenden Fortsätzen horizontal auf der Oberfläche des Nervenkissens aus. Die *Gabelzellen*, deren Zahl vielleicht das Doppelte der Kelchzellen beträgt, bestehen, wie die Geschmackszellen der Säugethiere, aus einem ellipsoidischen, von dem Kern fast ganz ausgefüllten Körper mit langen, dünnen Fortsätzen. Der periphere Fortsatz ist im Allgemeinen gabelförmig, und seine Enden erreichen die freie Oberfläche des Epithels. Man kann an ihm wie an einer Gabel den Stiel und die 2–3 stäbchenartigen Zinken unterscheiden; der Stiel kann fehlen; je kürzer er ist, um so länger sind die Gabelzinken. Am centralen Ende jeder Gabelzelle entspringt ein cylindrischer Ausläufer (selten 2 oder 3 dünnere), der sich weiter unten in zwei Aeste theilt; aus diesen Aesten gehen durch wiederholte Theilung kleinere sehr dünne Aestchen zweiter und dritter Ordnung hervor, welche mit den blossen an der Oberfläche des Nervenkissens mündenden Nervenfasern in jeder Hinsicht übereinstimmen und sehr wahrscheinlich deren Fortsetzung sind.« ENGELMANN hat auch eine Abbildung von diesem mutmasslichen Zusammenhang geliefert. Entgegen KEY, welcher »ein mehr pinselförmiges Zerfallen der Nervenfasern in feinste varicöse Aestchen« annimmt, betont ENGELMANN, dass die bloss gewordenen Nervenfasern unter wiederholter dichotomischer Verastelung ein zartes dichtes Nervengeflecht bilden, welches sich nahezu horizontal in der unteren Hälfte des Nervenkissens ausbreitet; von diesem Geflecht aus steigen zahlreiche feine Zweige, die sich selbst wieder zu theilen pflegen, in gerader oder schräger Richtung bis auf die Oberfläche des Nervenkissens, um hier mit den Elementen der Geschmacksscheibe in Verbindung zu treten.

MERKEL (1880) gab in seiner Monographie (Über die Endig. der sensiblen Nerven etc.) eine in mehrerer Hinsicht von den Angaben der früheren Forscher abweichende Darstellung der von ihm *Endscheiben* benannten Gebilde (Geschmacksscheiben ENGELMANN'S) der Nervenpapillen der Froschzunge. Die Hauptmasse der Endscheiben, sagt er, wird von einem geschichteten Cylinderepithel gebildet, dessen äusserste Zellen flimmerlos, kurz, nach unten in wurzelartige Fortsätze verlängert und mit quergestellten Kern versehen sind. Die tieferen Lagen dagegen werden von Zellen gebildet, welche eine bestimmte Gestalt nicht erkennen lassen, sondern, ebenfalls mit vielen wurzelartigen, nach allen Seiten gerichteten Fortsätzen versehen, geformt sind, wie es ihre jeweilige Lage mit sich bringt. Zwischen den gestreiften, die Deckschicht bildenden Cylinderzellen sind aber noch massenhaft Zellen eingelagert, welche vielfache Missdeutungen erfahren haben; sie sind aus einem kernführenden Theile, welcher tiefer liegt, als die kerntragende Stelle der Cylinderzellen, und einem die Oberfläche erreichenden Theile zusammengesetzt, welcher letzterer eine sehr zarte, mit Flügeln versehene Platte darstellt, die sich in die Räume einfügt, welche zwischen den Körpern der Cylinderzellen bleiben. Der kerntragende Theil endet nach innen häufig in denselben kleinen Wurzeln, wie der der Cylinderzellen, oft ist er auch mit einem ungetheilten, kurzen, zapfenartigen Ende versehen. ENGELMANN hat diese *Flügelzellen* für Gabelzellen genommen; Gabelzellen im Sinne dieses Forschers giebt es in den Endscheiben der Batrachier nicht. Die wahren *Endorgane* sind in Bündel geordnet, welche sich in grösserer oder kleinerer Anzahl durch die Endscheibe hin vertheilt finden. Die ganze Zusammensetzung aus platten *Stützzellen* und *Stäbchenzellen* mit einem äusseren dickeren und inneren dünneren Fortsatz gleicht vollständig derjenigen der Endknospen der Fische. Auf dem Aussenende einiger Stäbchenzellen fand er noch kleine stummelförmige Fortsätze. Auf dem Mosaik findet man diese *Endknospen* als kleine Gruppen von dunklen Kreisen, welche den

Knöpfchen der Stäbchenzellen entsprechen. Dieselben stehen in Lücken, welche zwischen den Cylinder- und Flügelzellen bleiben. An der Spitze der Pap. fungiformes tritt der Nerve in ein eigenthümlich modificirtes, mehr homogen aussehendes Bindegewebe. »Hier werfen die Nervenfasern ihre Scheide ab und steigen in unregelmässigem, oft gewundenem Verlauf zu dem Epithel in die Höhe. Hat man das Glück, ein solches Bündelchen einmal ganz zu überblicken, dann sieht man ausnahmslos, wie es sich unter eine der oben beschriebenen Endknospen begiebt und hier in das Epithelstratum eintritt.« Man kann also auch hier aus den oben (in der Monographie) bei der Besprechung der Verhältnisse bei den Fischen angeführten Gründen annehmen, »dass ein Zusammenhang der Nerven mit den Stäbchenzellen besteht«.

Der Erfinder der Methylenblau-Methode, ERLICH, prüfte schon bei seiner ersten Untersuchungsreihe, deren Ergebnisse er in seiner bekannten, leider nur in sehr gedrängter Form gedruckten Mittheilung (1886) veröffentlichte, die Methylenblaureaction in der Froschzunge. Er fand den Nervenreichthum in den Geschmackspapillen so gross, dass diese Gebilde schon makroskopisch durch ihre intensiv blaue Farbe hervortreten. Dicht unter dem Epithel der Geschmacksscheibe findet sich ein dichtester Plexus feinsten mit mehr oder weniger grossen Varicositäten versehener Axencylinder. »Die Sinneszellen legen sich mit ihren Endigungen an den Varicositäten dieses Netzes an, ohne mit ihnen jedoch zu verschmelzen. Aus dem Grundplexus treten weiterhin ins Epithel feine Stämmchen über, von denen ein Theil sich zu den Sinneszellen hinbegiebt, um in deren Oberfläche mit einem höchst scharfen kleinen Knöpfchen zu endigen. Aus diesen Bildern geht mit Evidenz hervor«, fügt er hinzu, »dass die Geschmacksnerven mit den Geschmackszellen nicht continuirlich, sondern per contiguitatem verbunden sind«.

Gegen ERLICH'S Auffassung trat bald nachher ARNSTEIN (Anat. Anz. 1887) auf. »Wir haben uns dagegen«, sagt er, »aufs evidenteste überzeugt, dass die Axel Key'schen Geschmackszellen mit feinen Nervenfasern zusammenhängen, die bis in's Nervenstämmchen verfolgt werden können. Man bekommt nämlich an den Geschmackspapillen bei den einzelnen Versuchen sehr verschiedene Bilder. Manchmal sieht man das eintretende Nervenstämmchen sich in einen dichten Plexus feiner Nervenfasern auflösen, aus dem sich netzartig angeordnete varicöse Fäden entwickeln, die bis ans Epithel heranreichen. Von hier aus treten feinste Fäden ins Epithel ein, wo sie ziemlich gerade bis an die Oberfläche heranstiegen, sie liegen zwischen den Epithelzellen und endigen frei in einem Niveau mit ihnen. Die Zellen selbst erscheinen entweder vollkommen farblos, oder man sieht zwischen ungefärbten Epithelzellen intensiv blaue resp. schwarzbraune (bei Jodbehandlung) Gebilde, die entweder die charakteristische Form der Axel Key'schen Geschmackszellen haben oder kolbenförmig rundlich oder flaschenförmig aussehen. Die gefärbten Gebilde liegen nie nebeneinander, sondern sind immer von ungefärbten Zellen umgeben. Isoliert man die rundlichen oder kolbenförmigen Gebilde, oder giebt ihnen eine andere Lage, indem man das Deckgläschen verrückt, so überzeugt man sich, dass die rundlichen Gebilde Geschmackszellen sind, deren Körper nebst Kern gefärbt ist, während beide Fortsätze ungefärbt geblieben sind; bei den kolbenförmigen Gebilden ist dagegen nur der eine Fortsatz und zwar entweder der peripherische oder der zentrale gefärbt. In letzterem Falle kann der gefärbte zentrale Fortsatz in eine Fibrille übergehen, wobei es den Anschein hat, als ob ein Nervenfaden mit einer keulenförmigen Verdickung ende.« Ausser den Geschmackszellen färben sich auch die Flügelzellen MERKEL'S, welche jedoch mit Nerven nicht zusammenhängen. »Es ist also mehr als wahrscheinlich«, schliesst ARNSTEIN, »dass die Geschmackspapille zwei Endapparate besitzt, von denen der eine dem von ERLICH beschriebenen entspricht, der andere aber mit Geschmackszellen zusammenhängt.«

Ich habe die sogenannten Geschmackspapillen der Zunge sowohl bei dem *Frosch* wie dem *Salamander* untersucht, und zwar sowohl vermittelst der Methylenblaumethode wie der Chromsilbermethode.

Beim *Salamander* (*Sal. maculata*) färbte sich mit *Methylenblau* in jeder breiten Zungenpapille ein in dieselbe emporsteigendes Nervenstämmchen, dessen Fasern sich unter wiederholter Theilung reichlich verzweigten und in zahlreiche, in das Epithel übergehende feine, knotig-varicöse Endfasern übergingen, welche bis zur Oberfläche vorliefen, um dort frei zu endigen. In der Fig. 7 der Taf. IX sind zwei solche Papillen mit ihrer Nervenverzweigung abgebildet. Leider lässt sich in diesen Präparaten das übrige Gewebe der Papillen nicht eingehender wahr-

nehmen, indem feinere Schnitte des ungehärteten Gewebes nicht gemacht und also die Papillen nur in toto, von der Seite oder von oben her untersucht werden können. Sinneszellen färbten sich indessen in meinen Präparaten nirgends; es war überall nur eine freie interzelluläre Endigung im Epithel zu finden.

Vermittelt der *Chromsilbermethode* kommt man in dieser Hinsicht weiter, indem sich sowohl Epithelzellen wie Nervenfasern färben lassen und Schnitte in beliebiger Richtung gemacht werden können. In der Fig. 1 der Taf. X habe ich die Hälfte einer solchen Papille im Verticalsechnitte abgebildet. Man erkennt im Epithel zwei verschiedene Arten von Zellen, nämlich eine Art mehr cylinderförmiger Zellen (ϵ_2), welche von einer ziemlich breiten, an der Oberfläche des Epithels belegenen Fläche sich bis etwas unterhalb der Mitte desselben hinabsenken, um dort mit einem schwach gezackten Ende frei zu endigen. Die andere Art (Taf. X, Fig. 1 ϵ_1) besteht aus langen, schmalen, von der Oberfläche des Epithels bis zu dessen innerer Fläche an der Bindegewebsschicht reichenden Zellen, welche unten entweder nur abgestumpft oder mit wurzelartig gespreizten, mehr oder weniger zahlreichen Zweigen endigen; der spindelförmige Kern liegt bald in der Mitte der Epithelhöhe, bald etwas über oder unter derselben in dem wenig erweiterten Zellenkörper; bald befindet er sich in der Nähe des unteren Endes, und dann verbreitert sich der Zellenkörper zu einer von der Seite dreieckig erscheinenden, stark gewurzelten Partie (Fig. 1 ϵ_2'). In der Fig. 2 der Taf. X ist eine Zelle der zweiten Art abgebildet, wo das untere Ende in zwei längere Wurzelfasern ausläuft.

In das zusammengesetzte Epithel dringen von der Bindegewebsschicht zahlreiche feine *Nervenfasern* (Fig. 1, 2 α) empor, welche entweder mehr senkrecht (Fig. 2), oder schief und unter verschiedenen Biegungen sowie hier und da dichotomisch getheilt zwischen den Epithelzellen nach aussen hin verlaufen, um mit freien, zuweilen etwas knotig verdickten Enden zu endigen; die meisten steigen bis in die Nähe der Oberfläche des Epithels und erreichen dieselbe sogar, was jedoch in diesen Präparaten nur ausnahmsweise demonstrirt werden kann, weil die eigentliche Oberfläche gewöhnlich durch einen Niederschlag geführt ist.

Weder in den fraglichen Chromsilber-, noch in den Methylenblaupräparaten konnte ich also beim Salamander spezifische Sinneszellen finden, noch weniger solche Zellen, die mit Nervenfasern direct zusammenhängen. Die von mir gesuchten Nervenfasern endigen interzellulär und mit frei auslaufenden Enden.

Beim *Frosch* (Taf. IX, Fig. 3—6; Taf. X, Fig. 7—10) habe ich schon vor fünf Jahren die Zungenspapillen vermittelt der Methylenblaumethode eingehender untersucht und ich bin dabei zu demselben Resultate wie EHRICH gekommen; ich fand nur die freie interzelluläre Endigung im Epithel, keine mit Nervenfasern zusammenhängenden Sinneszellen. Da indessen ein so bewährter Forscher wie ARNSTEIN das Vorkommen beider Arten von Endigungen behauptete, so habe ich meine Befunde, die nur der Biologischen Gesellschaft vorgelegt wurden, bis jetzt nicht veröffentlichten wollen. Zuweilen sah ich zwar im Epithel gefärbte Gebilde, welche eine Art von Sinneszellen vortäuschen können, bei genauerer Betrachtung erwies sich aber kein Zusammenhang zwischen ihnen und den vorbeistreichenden Nervenfasern. Auch hier lassen sich vom frischen Zungengewebe keine recht dünnen Schnitte machen, sondern nur dickere, in welchen man jedoch, besonders bei der Ansicht von der Seite her, den Verlauf der gefärbten Nervenfasern oft gut verfolgen kann. In den Fig. 3, 5 und 6 der Taf. IX sind Partien von Papillen in der Seitenansicht, in der Fig. 3 bei schwächerer, in Fig. 5 und 6 bei etwas stärkerer Vergrößerung, abgebildet. Wie EHRICH hervorgehoben hat, sieht man in derartigen Präparaten in dem subepithelialen Gewebe einen sehr reichlichen Plexus feiner varicöser Nervenfasern, von welchen hier und da feinste Fäserchen ins Epithel emporsteigen, um senkrecht oder schief nach der Oberfläche hin zu ziehen und in deren Nähe frei zu endigen; hier und da sieht man sie auch die Oberfläche selbst erreichen. Bei der Ansicht der Papille von oben (Taf. IX, Fig. 4) bemerkt man in dem Mosaik ungefärbter Zellen zwischen diesen liegende, kornförmige, blaue Punkte, welche offenbar den letzten Enden der Nervenfasern entsprechen.

Durch die *Chromsilbermethode* (Taf. X, Fig. 7, 8, 9) färben sich, wie beim Salamander, im Epithel zwei Arten von Zellen, nämlich eine Art breiter, von der Oberfläche des Epithels mehr oder weniger weit in demselben, aber nicht nach der inneren Fläche, hinab reichender *Cylinderzellen*, deren unteres Ende in eine Anzahl spitzer Fortsätze ausläuft (Taf. X, Fig. 7—9 ϵ_2); diese Elemente stimmen also mit den von einigen Forschern beschriebenen Zellen (ENGELMANN'S Kelchzellen, MERKEL'S Cylinderzellen) überein; wie die Fig. 9 zeigt, reicht das untere Ende bald kaum bis zur Mitte der Epithelhöhe, bald bis unter dieselbe hinab. Diese Zellenart entspricht offenbar den oben beschriebenen Cylinderzellen in den Papillen des Salamanders. Die zweite Art der Epithelzellen besteht aus hohen, schmalen, durch die ganze Epithelhöhe reichenden Zellen, welche auch beim Salamander ihr Vorbild haben.

Diese Zellen zeigen indessen beim Frosch einen sehr wechselnden Typus, wie die Fig. 7—9 der Taf. X darthun. Der äussere, periphere Fortsatz ist in der Regel einfach; zuweilen theilt er sich aber in zwei Aeste, und dadurch entstehen die von ENGLMANN als ein besonderer, zahlreich vorkommender Zellentypus beschriebenen Gabelzellen (Taf. X, Fig. 7, rechts; Fig. 8, links und rechts), welche indessen nur als eine Varietät der anderen Zellen anzusehen sind. Der untere (centrale) Fortsatz aller dieser Zellen ist zuweilen unverzweigt (Fig. 7—9), was besonders oft in der Peripherie der sog. Einscheibe der Fall zu sein scheint; in der Regel verzweigt er sich aber mehr oder weniger und in so verschiedener Weise, dass es sich kaum lohnt, davon eine Beschreibung zu geben; ich verweise deshalb auf die in Fig. 7, 8, 9 der Taf. X abgebildeten Beispiele, welche von den Variationen einen Begriff geben können. Die Verschiedenartigkeit der Verzweigungsweise hängt übrigens mit der Lage des Kerns, d. h. des sog. Zellkörpers zusammen. Dieser befindet sich, wie die angeführten Figuren zeigen, bald in der Nähe des oberen Endes der Zelle, bald und zwar in der Regel liegt der ründlich ovale, von einem geringen Protoplasmanmantel umgebene Kern ungefähr in der Mitte der Epithelhöhe oder etwas unter derselben; hier und da liegt der Kern aber auch am unteren (centralen) Ende der Zelle, und der Zellkörper giebt dann von sich selbst aus entweder keine, oder eine verschieden grosse Anzahl von Aesten ab, welche sich in verschiedenen Richtungen spreizen. Im Allgemeinen laufen die Aeste des centralen Zellendes unten an der Bindegewebsschicht stark divergirend aus und geben dieser Abtheilung des Epithels sogar hier und da ein gellächartiges Aussehen; indessen habe ich nie »Anastomosen«, d. h. ein directes Zusammenhängen der fraglichen Zellen und Zellenfortsätze gesehen. Ich betone dies entgegen den Angaben anderer Forscher in Betreff eines hier angenommenen Netzes der Zellenfortsätze. KEY, welcher die verzweigten unteren Fortsätze der zweiten Zellenart offenbar unrichtiger Weise mit den Cylinderzellen (seinen modificirten Epitheliazellen) in Verbindung gebracht hat, hat hier ein solches über die ganze Nervenschale zusammenhängendes, ja sogar ein kernführendes Netzwerk, beschrieben. ENGLMANN, welcher die entsprechende Verzweigung des centralen Endes seiner Gabelzellen beschreibt, scheint kein Anastomosiren derselben unter sich anzunehmen; ebenso auch MERKEL nicht.

Alle diese bis zur Bindegewebsschicht der Papille hinabreichenden Epithelzellen endigen nun hier, ohne jede weitere Fortsetzung in centraler Richtung. Die Zellenfortsätze und ihre Aeste endigen stumpf oder mit knopfförmigen Enden. Sie gehen jedenfalls keine Verbindung mit Nervenfasern ein, wie ENGLMANN betreffs seiner Gabelzellen angenommen hat.

Wo sind nun die wahren *Sinneszellen*, die Geschmackszellen, welche mit Nervenfasern zusammenhängen sollen?

Von den von KEY dargestellten Geschmackszellen (Stabzellen) habe ich in diesen Präparaten keine Spur gefunden; möglicherweise haben ihn einzelne unverzweigte Zellen der von mir oben beschriebenen zweiten Zellenart zu der Annahme solcher mit Nerven zusammenhängender Sinneszellen verleitet.

Von den von MERKEL beschriebenen, in Bündel geordneten Zellen (Stütze- und Stäbchenzellen) der Endscheiben habe ich bei erwachsenen Fröschen und Salamandern nichts sehen können. Dagegen habe ich, besonders in Methylenblaupräparaten, einzelne Zellen angetroffen, welche den Flügelzellen MERKEL's ähnelten; jedoch kamen sie zu selten vor, um sie als eine besondere Zellenart aufzuführen.

Wie verhalten sich aber die *Nervenfasern*? In den betreffenden Chromsilberpräparaten treten sie durch die Färbung im Ganzen nur ausnahmsweise hervor. Die Zellen des Epithels färben sich durch die Golgi'sche Methode oft in schönster Weise, und ich habe eine ganze Menge solcher Präparate durchmustert. Von den Nervenfasern aber habe ich beim Frosch nur einzelne gefärbte Partien gefunden. In der Fig. 10 der Taf. X ist die subepitheliale bindegewebige Platte einer Papille in Flächenansicht dargestellt, in welcher einzelne Blutgefässschlingen (*b*) und mehrere meist tangential verlaufende Nervenfasern (*a*) sichtbar sind. In der Fig. 9 derselben Tafel sieht man drei Nervenfasern, von denen zwei in dem Epithel ziemlich senkrecht und hoch zwischen die Zellen emporsteigen, um sich neben je einer schwarz gefärbten Cylinderzelle dem Blicke zu entziehen. Diese Fasern lassen sich mithin nicht bis zum Ende direct verfolgen; dieselben hängen aber offenbar nicht mit etwaigen »Sinneszellen« zusammen. Sowohl durch die oben beschriebenen Verhältnisse beim Salamander wie noch mehr durch die vermittelst der Methylenblaufärbung beim Frosche gewonnenen Erfahrungen lässt sich wohl als sicher annehmen, dass die *Entstehung der Nervenfasern eine interzelluläre und freie ist*. Da ich ferner hier keine Art von Zellen gefunden habe, welche als »Sinneszellen« aufgefasst werden können, und jedenfalls keinen Zusammenhang von Nervenfasern und derartigen Zellen

sehen konnte, so darf ich mithin als das einzig Sichere annehmen, dass die Nervenfasern im Epithel frei endigen. Dies stimmt ja auch, wie oben dargelegt wurde, mit den entsprechenden Verhältnissen bei den Säugethieren, ebenso mit den sensiblen Nervenfasereudigungen bei den Wirbelthieren im Allgemeinen überein.

Im Anschluss an die oben beschriebenen Ergebnisse meiner Untersuchungen der Zungenpapillen der Amphibien gebe ich hier eine kurze Mittheilung einiger von mir vor mehreren Jahren ausgeführter Studien über die Nervenendigung in den Papillen der Zunge und des Gaumens der Plagiostomen. Bei *Acanthias vulgaris* sah ich nämlich nach der Einspritzung von Methylenblaulösung in dem Gefässsystem die zahlreichen rundlichen Papillen der Mundschleimhaut, wie beim Frosch, durch ihre blaue Farbe scharf hervortreten; bei der mikroskopischen Untersuchung zeigte es sich, dass die in der Bindegewebschicht der Schleimhaut verlaufenden zahlreichen Nervenfaserbündel blau gefärbt waren (Taf. IX, Fig. 8 *ab*); man konnte die blauen Axencylinder auf weite Strecken verfolgen und sah dieselben sich hier und da bündelweise zu dem über ihnen liegenden Epithel begeben. Hier tauchten sie in rundliche, bald grössere, bald kleinere Epithelpartien (*p*) ein. Bei stärkerer Vergrösserung (Taf. IX, Fig. 10) konnte ich in den fraglichen Epithelflecken feine, knotige, blau gefärbte Fäserchen wahrnehmen, welche einen interzellulären Verlauf zeigten. Bei der Ansicht von der Seite her (Taf. IX, Fig. 9) zeigte es sich ferner, dass die Epithelflecken gerade die Papillen der Schleimhaut sind, sowie dass die knotigen Nervenfaserschlingen aus dem bindegewebigen Theil der Papille in das Epithel emporsteigen, um in demselben interzellulär mit freien Spitzen zu endigen. Keine Sinneszellen o. d. waren nachweisbar.

Ob nun diese Papillen der Zunge und des Gaumens der Plagiostomen als zu dem Geschmacksorgan gehörig zu rechnen sind, wage ich nicht zu entscheiden. Sie ähneln indessen in ihrer Lage und Gestalt den entsprechenden Papillen beim Frosch und Salamander. In Betreff der letzteren liegt meiner Ansicht nach aber auch der stricte Beweis für ihre Natur als Geschmacksorgane noch nicht vor. Ja, sogar in Betreff der »Geschmacksorgane« der Säugethiere ist die Frage in dieser Hinsicht noch nicht endgültig entschieden, obwohl Manches für eine solche Ansicht spricht. Der bekannte experimentelle Beweis von v. VINTSCHAU trifft nicht weiter zu, nachdem ich oben gezeigt habe, dass die Nervenendigungen in den Geschmacksknospen interzellulär und frei sind und nicht mit den fraglichen Geschmackszellen direct zusammenhängen.

Was die »Geschmacksorgane« der Amphibienlarven betrifft, so werde ich dieselben in der folgenden Abhandlung in Zusammenhang mit den Endknospen besprechen.

DIE NERVENENDIGUNGEN IN DEN ENDKNOSPEN, RESP. NERVENHÜGELN DER FISCHE UND AMPHIBIEN.

Taf. XI, Fig. 6—11; Taf. X, Fig. 3—6.

Im Anschluss an die in der vorigen Abhandlung gegebene Darstellung der Nervenendigungen in den sog. Geschmacksorganen der Säugethiere und Amphibien werde ich hier die Nervenendigung in den sog. Endknospen und den ihnen verwandten Gebilden bei Fischen und Amphibien besprechen.

Was die Geschichte unserer Kenntnis von diesen zuerst von LEYDIG bei Fischen entdeckten und von ihm als »becherförmige Organe« bezeichneten Sinnesorganen betrifft, so haben schon frühere Autoren¹ dieselbe mehrmals dargestellt. Ich kann also darauf verzichten und will hier nur betonen, dass schon mehrere hervorragende Forscher diese Frage behandelt haben, unter denen bekanntlich FR. E. SCHULZE durch seine berühmten Arbeiten obenan steht. Nachdem ferner auch LANGERHANS, BÉGNION und MALERANG den Gegenstand eingehend bearbeitet hatten, gab MERKEL (1880), auf eigene ausgedehnte Untersuchungen gestützt, in seiner grossen Monographie eine übersichtliche Darstellung der ganzen Frage. In derselben theilte er nun die betreffenden Sinnesorgane in zwei grosse Gruppen, die *Nervenbügel* und die *Endknospen* ein, welche Gruppen besonders durch die Gestalt ihrer Sinneszellen charakterisirt sind, indem die der Nervenbügel als birnförmig, die der Endknospen aber als stäbchenförmig beschrieben werden.

In einer neulich erschienenen Abhandlung hat MACRER² meiner Ansicht nach mit vollem Recht darauf hingewiesen, dass diese beiden Arten von Organen durch Uebergangsformen verbunden sind, weshalb die Trennung der Bügel und Knospen keineswegs so durchgeführt werden kann, wie MERKEL dies angiebt.

Was nun den feineren Bau der fraglichen Organe und besonders die Nervenendigung in denselben betrifft, so geben, v. A. auf Grund der Untersuchungen FR. E. SCHULZE's, die Ansichten in der Richtung, dass in diesen Organen zwischen langen mehr indifferenten Stützzellen eingelagerte, am freien Ende haartragende Sinneszellen vorkommen, welche mit den vorhandenen Nervenfasern in directem Zusammenhang stehen. »Demnach, sagt also FR. E. SCHULZE (1870) bezüglich des Baues der Nervenknöpfe der Seitenorgane der Fische, ist der Zusammenhang der im Epithel befindlichen markhaltigen Nervenfasern mit jenen haartragenden Zellen nachgewiesen.« Indessen fand er, dass an einigen der mit Müllerscher Lösung gewonnenen Präparate isolirte, frei vorstehende Axencylinder am oberen Ende in mehrere (bis zu 4) Fasern sich theilen, welche von einem Punkte aus schräg nach aussen und oben verlaufen und ohne Zweifel jenen dünneren Verbindungsstücken entsprechen, welche wir zwischen den starken markhaltigen Nervenfasern des Epithels und den birnförmigen Haarzellen finden. »Es würde demnach, schliesst er, »zu jeder in das Epithel von unten her eindringenden markhaltigen Nervenfasern immer mehrere dieser Nervenfasern gehören, womit auch die Beobachtung übereinstimmt, dass letztere weit zahlreicher vorhanden sind, als die aus dem Bindegewebsstroma aufsteigenden Fasern.«

¹ S. v. A. MERKEL's Monographie »Über die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbelthiere«. Bonn, 1880.

² F. MACRER, Haut-Sinnesorgane, Felle- und Haarsinnesorgane etc. Morpholog. Jahrb., 18 Bd., 1892.

Der direkte Zusammenhang der fraglichen Sinneszellen mit Nervenfasern in den zu dieser Gruppe von Endorganen gehörenden Bildungen wurde auch, wie schon angedeutet ist, von den folgenden Forschern im Allgemeinen angenommen, obschon derselbe wohl selten sicher dargelegt werden konnte. Diese Annahme stand übrigens in inniger Beziehung zu den damaligen Ansichten über periphere Endigungen sensibler und sensorischer Nerven.

Indessen hatte S. STRICKER¹ die in der Mundhöhle der Froschlurven vorkommenden Papillen schon längst genauer untersucht und in ihnen eine Nervenendigung anderer Art beschrieben; er sah nämlich in dem oberen dunkleren Abschnitte derselben eine mehrfache Theilung jener feinen Nervenfasern, deren einzelne Aestchen, nachdem sie sich meistens noch in eine Endgabel gespalten hatten, theils nach den Seiten hinliefen, theils bis hart an die Spitze verfolgt werden konnten, um schliesslich mit ganz leichten Anschwellungen aufzuhören. Dass diese letzteren im Epithel lagen, ist sehr wahrscheinlich. STRICKER deutete die Papillen als provisorische Geschmacksorgane.

Auf dem Anatomengongresse in Wien im Juni dieses Jahres theilte ZIMMERMANN² in der Discussion über die sensiblen Nervenendigungen mit, dass er die Hautsinnesorgane (Seitenorgane) von *Fierasfer acus* mit der Ramón'schen Methode untersucht habe, um den Zusammenhang der Sinneszellen mit Nerven zu studieren. »Wohl fürbten sich zahlreiche Sinneszellen und sehr viele sensible Nervenfasern in der Epidermis der übrigen Körperhaut, aber niemals konnte auch nur ein einziger Basalfortsatz einer Sinneszelle beobachtet werden, jedoch ein reichlicher Nervenplexus dicht unter dem Epithel der Sinnesorgane, aber ohne erkennbaren Zusammenhang mit dem Epithel.« »Man darf demnach, fügte ZIMMERMANN hinzu, die erwähnten Sinnesorgane wohl mit denjenigen des Corti'schen Organs, nicht aber mit den Sinneszellen der Rienschleimhaut zusammenbringen: denn letztere sind Ganglienzellen, die im Epithel sitzen geblieben sind und mit ihrem Basalfortsatz centralwärts ziehen, erstere (aus dem Corti'schen und dem Hautsinnesorgan) dagegen sind Epithelzellen, die nur eine mehr vermittelnde Rolle spielen.«

Zu ganz derselben Zeit und vollständig unabhängig von dem letztgenannten Forscher veröffentlichte M. von LÉNOSSEK eine vorläufige Mittheilung über die Nervenendigungen in den Endknospen der Mundschleimhaut der Fische. Er hatte im April d. J. in Neapel den Kopf eines jungen (2 Ctm. langen) Exemplars von *Conger vulgaris* nach der raschen Golgi'schen Methode behandelt. Er fand in den Endknospen der Mundschleimhaut im Wesentlichen nur eine einzige Zellgattung, und zwar nur indifferente Epithelzellen, »die Knospenzellen«, bald cylindrische, schmale, etwa gleich breite, bald mehr spindelförmige Elemente, welche an beiden Polen wie abgeschnitten endigen. Im Epithel der Schleimhaut sieht man einzelne, von unten eindringende Fasern senkrecht emporsteigen, um darin in eine schöne, flächenhaft ausgebreitete Endverastelung zu zerfallen, deren Zweige oft bis zur Oberfläche dringen. Auch an den Knospen ist die Nervenendigung stets eine freie; die Nervenfasern hängen mit keinem Zellgebilde zusammen, sondern laufen mit kleinen Terminalknötchen oder zugespitzt frei aus. Die Endigung erfolgt theils innerhalb der Knospen, theils um sie herum; sie zerfällt also in eine intragenomale und eine circumgenomale. An die Basis einer jeden Knospe treten 2—4 oft ziemlich dicke Fasern ungetheilt, senkrecht heran. Hier angelangt entziehen sie sich zunächst dem Blicke, indem sie in ein bisher unbekanntes Gebilde, die *Cupula* v. LÉNOSSEK, eintreten, welche eine dünne Schale am den Knospengrund bildet und ein sehr reichliches Geflecht von gewöhnlich varicosen, dicht gedrängten Nervenfasern enthält. Aus der Concavität der *Cupula* dringen ferner Fasern zwischen die Knospenzellen hinein und durchziehen meridianartig convergirend die Gebilde ihrer ganzen Länge nach, um erst oben im Knospenporus in Form kleiner Terminalknötchen, die über die Knospenzellen etwas hinausragen, zu endigen. Der Imprägnation sind diese intragenomalen Fasern schwer zugänglich; nie sah er mehr als zwei in einer Knospe gefärbt, er schätz jedoch ihre Zahl auf vier, indem er vier Terminalknötchen zählen konnte. Sinneszellen giebt es also in den Endknospen der Mundschleimhaut der Fische entschieden nicht. Die vielbesprochenen Kügelchen am Knospenporus stellen nicht haarartige Zellfortsätze, sondern die freien Nervenenden dar, die hier direct von den in die Mundhöhle aufgenommenen Flüssigkeiten umspült werden. Die Aeste des circumgenomalen Geflechtes lösen sich bald von dem an die *Cupula* hinzutretenden Stämmchen oder — wenigstens scheinbar — von der *Cupula* ab, bald wieder sind es besondere Aeste, die sich der Knospe von der Seite her nähern; sie sind sehr zart, etwas varicos und von zackigem Lauf. Dem Körpertheil der Knospe entsprechend streben sie senkrecht empor, wobei sie sich ab und zu spitzwinkelig theilen; erst von der Grenze des Halstheiles an sieht man

¹ S. STRICKER, Sit. ber. d. K. Akad. d. Wissensch. in Wien, Bd 25, Jahrg. 18 7. Wien 1858.

² K. W. ZIMMERMANN, Verhandl. d. Anat. Gesellsch. auf der sechsten Versamml. in Wien von 7—9. Juni 1892. Ergänzungsheft der Annot. Anatomicae.

³ M. v. LÉNOSSEK, Die Nervenendigungen in den Endknospen der Mundschleimhaut der Fische. Verhandl. d. Naturf. Gesellsch. zu Basel, Bd 10, H. 1 (Jah. 7. Juni 1892).

sie aus der aufsteigenden in die quere Richtung einlenken, um den Knospenhals unter weiterer baumförmiger Theilung zu umkreisen. Das zierliche, nicht gerade dichte Geflecht reicht von der Oberfläche bis zur Grenze des Körpers hinunter; die Aestchen bilden keine Anastomosen mit einander, sondern endigen alle frei, theils mit Terminalknötchen, theils ohne solche. Bei *Pristinurusembryonen* von 30—40 Mm. liegen im Wesentlichen dieselben Verhältnisse vor, wie bei *Conger*, nur fügt sich die Innervation der Knospe wegen der noch unvollendeten Differenzierung mehr in den Nervenplexus des Epithels, mit demselben ein zusammenhängendes Geflecht bildend, ein, als im entwickelteren Zustande.

Der letzte Autor über diesen Gegenstand, MAURER,¹ kam in Betreff des Verhaltens der Nerven in den Knospen an der Seitenlinie zu dem Schlusse, dass zu dem Knospenfollikel (der Tritonlarven) *zwei* Nervenfasern hinstreten; ein mächtiger markhaltiger Nerv tritt an der Basis des Follikels zu der Knospe selbst und besteht aus 3—6 Axencylindern, welche getrennt oder dicht beisammen in das Organ eintreten. »Ich konnte, sagt MAURER, »die Fasern bis gegen die centralen Sinneszellen verfolgen. Zu den spindelförmigen Stützellen, welche an der Nerven Eintrittsstelle alle bis zur Basalmembran des Epithels reichen, treten sie nicht, man kann die Fasern vielmehr zwischen diesen Zellen in die Höhe verfolgen.« Abgesehen von diesen als spezifische Sinnesnerven aufzufassenden Fasern, die vom Ram. later. vagi an der Seitenlinie stammen, treten zu den Seiten des Follikels andere Nervenstämmchen, welche gegen die Epidermis emporstreben. An verschiedenen Stellen sah MAURER solche Fasern zwischen die Zellen des Knospenfollikolepithels eindringen: nahe an der Basis, seitlich am Follikel, ferner in der Mitte und oben in der Nähe der Umbiegung des Follikolepithels in die Epidermis. Diese Fasern konnte er nur zwischen die Zellen der tiefsten Epithellage verfolgen; wie sie sich weiter im Epithel verhalten, war nicht nachweisbar. MAURER bezeichnet diese letzteren Fasern als *sensible* Fasern des Follikels, im Gegensatz zu den zuerst erwähnten *spezifischen Sinnesnerven*.

Ich untersuchte die Endknospen (resp. Nervenbügel) der Fische und Amphibien mittelst der raschen Golgi'schen Methode bei verschiedenen kleineren Fischen, jungen Individuen von *Gobius*, *Gasterosteus* und *Anguilla*, ebenso bei Larven und jungen Individuen von *Triton* und *Salamandra*, und zwar sowohl in der Mundhöhlenschleimhaut, wie in der äusseren Haut, v. A. in der Seitenlinie. In vielen Präparaten bekam ich Färbung der in Knospen zusammensetzenden Zellen, in anderen waren nur die eintretenden Nervenfasern gefärbt; hier und da konnte man beide Elemente gemeinschaftlich in gefärbten Zustande vorfinden.

Meine Resultate stimmen nun im Ganzen mit den Angaben von ZIMMERMANN und von LEXNOSSEK so sehr überein, dass ich auf eine ausführliche Beschreibung verzichten kann und nur eine kurze Mittheilung geben werde.

Sehr schöne Präparate erhielt ich aus der Schleimhaut des Gaumens halberwachsender Exemplare einer nicht näher bestimmten *Gobius*-Art. In der Fig. 9 der Taf. XI habe ich ein solches Präparat, von einem senkrechten Querschnitt des Gaumens herrührend, abgebildet; man sieht einen dickeren Nervenast nach mehrfacher, plexusartiger Verzweigung seine schwarz gefärbten Axencylinder zuletzt in kleinen Bündeln von einigen Fasern senkrecht zu den Basen der knospenartigen, von der Mundhöhlenschleimhaut emporgelagerten Organe schicken; nachdem sich diese Fasern hier in der von v. LEXNOSSEK als *Capula* bezeichneten Delle flächenhaft zu einem dichten Plexus, welcher von der Seite her als ein körniger, massiver Streifen erscheint, ausgebreitet haben, schicken sie mehr oder weniger zahlreiche, feine, varicöse Fäserchen nach oben hin; diese Fäserchen steigen in etwas gewundenem Verlaufe an den Seiten der Knospen empor und dringen theilweise zwischen ihre langen Zellen hinein, um am Knospenkörper bald tiefer, bald höher mit freien Spitzen zu endigen. In der Fig. 10 der Taf. XI sind zwei Endknospen derselben Art aus der Gaumenschleimhaut in etwas stärkerer Vergrößerung abgebildet. Die sog. Sinneszellen waren in diesen Präparaten nur ausnahmsweise gefärbt vorhanden, ein directer Zusammenhang derselben mit Nervenfasern war nirgends zu sehen. Die hier abgebildeten Fasern entsprechen offenbar den eiräumgemalen Fasern v. LEXNOSSEK's, obwohl ich glaube, hier und da das Eintreten derselben zwischen die Knospenzellen gesehen zu haben. Die von diesem Forscher beschriebenen »intragemalen«, zwischen den Knospenzellen gerade nach aussen laufenden und knopfartig endenden, dickeren Nervenfasern konnte ich in meinen Präparaten nicht auffinden; sie

¹ S. oben S. 23.

hatten sich also, wenn sie constante Elemente sind, was ich auf Grund von v. LAMPROSK's Angaben gar nicht bezweifle, in diesen Präparaten nicht gefärbt.

In der Mundschleimhaut des jungen Aales sah ich ebenfalls Endknospen mit an ihnen endigenden Nervenfasern, die jedoch nicht immer eine cupulaartige Scheibe bildeten, sondern oft nur ein um die Knospe verzweigtes Geflecht (Fig. 8, 11 der Taf. XI).

In der äusseren Haut des jungen Aales sah ich zahlreiche Endknospen, in welchen die sie zusammensetzenden Zellen sowohl als die Nervenfasern gefärbt waren. In der Fig. 6 der Taf. XI sind drei Knospen der Kopfhaut abgebildet, in welchen ein paar Zellen von der Deckzellennatur (links) und zahlreiche »Stäbchenzellen« sichtbar sind; ob nun diese beiden Zellarten grundverschieden oder durch Uebergangsformen mit einander verbunden sind, kann ich nicht sicher entscheiden; jedenfalls trifft man die Deckzellen meistens in der äusseren Lage der Knospen. Zu diesen Organen tritt je ein Nervenbündel aus der Cutis empor und breitet sich an ihrer Basis etwas aus, um seine frei endigenden, verzweigten Aeste um die Knospen herum fast bis zur Oberfläche der Haut zu schicken. Zwischen den unten stumpf endigenden Zellen und den Nervenfasern ist kein directer Zusammenhang vorhanden. Andere, senkrecht durch die Knospen emporsteigende Nervenfasern sah ich in diesen Präparaten nicht.

An der Seitenlinie zeigten die Organe einen ähnlichen Bau; die sie bildenden Zellen waren oft gefärbt, die Nervenfasern aber leider nur ausnahmsweise; eigenthümlich erscheint hier die stark entwickelte papilläre Erhabenheit der Cutis, auf welcher die Knospen sitzen; in dieser Erhabenheit erblickt man eine körnige Zusammensetzung, deren Natur ich nicht sicher eruiren konnte; wahrscheinlich rührt sie von einem nervösen Fibrillengeflecht her, was jedoch durch fortgesetzte Untersuchungen erst entschieden werden muss.

Bei den *Amphibien* studirte ich die Endknospen sowohl in der äusseren Haut, wie in der Mundhöhle. Bei (2 Ctm. langen) Larven von *Salvadora mac.* (Fig. 3 der Taf. X) sieht man in der dünnen Haut die breiten knospenförmigen Organe, in deren Innerem die birnförmigen Zellen mit ihren grossen, rundlich-ovalen Kernen in gedrängter Lage liegen; zu dieser Zellengruppe tritt (*a*) ein Nervenfaden, welcher sich verzweigt und die Zellen umspinnt, um mit freien Spitzen zu endigen; kein Zusammenhang zwischen den Zellen und den Nervenfasern war vorhanden.

In der Kopfhaut der 5–6 Ctm. langen Larven von *Triton crist.* sah ich Endknospen mit schön gefärbten Zellen von wesentlich zweierlei Art (Taf. X, Fig. 6), nämlich solche, welche von der Oberfläche etwa bis zur Mitte der Höhe reichten und am unteren Ende den grossen Kern trugen, sowie andere, welche bis zur Basis der Knospen reichten und den Kern in verschiedener Höhe hatten. Die Nervenfasern (*a*) stiegen von unten her zur Basis der Knospen empor und wichen dann seitwärts ab, um später in die umgebenden Partien der Epidermis emporzusteigen und nach mehrfacher Verästelung frei zu endigen; einzelne Fäserchen drangen in die Knospen hinein; keine in diese Organe direct von unten her eintretende Nervenfasern waren gefärbt. Jedenfalls war aber kein directer Zusammenhang der Nervenfasern mit den Knospenzellen nachweisbar.

In der Mundschleimhaut von Tritonlarven (derselben Länge) traf ich auch zahlreiche Endknospen mit gefärbten Zellen (Taf. X, Fig. 4, 5), welche eine ausgesprochene Stabform zeigten. Nervenfasern (*a*) stiegen von unten her in das Epithel empor und verzweigten sich in der Umgebung der Knospen; nur in einzelnen Fällen sah ich Aeste in die Knospen eintreten; die Zellen zeigten ein abgestumpftes unteres (inneres) Ende und standen jedenfalls nicht mit Nervenfasern in Verbindung.

Das äussere Ende der Knospenzellen liess sich in den Präparaten wegen Silberniederschlägen nicht gut studiren. Im Ganzen imprägniren sich die Nervenfasern bei den Amphibien schwerer als bei anderen Wirbelthieren. Deshalb sind diese Untersuchungen, trotz oft wiederholter Versuche, recht lückenhaft, und sie müssen noch vielfach fortgesetzt werden, bis man eine genaue Kenntniss der fraglichen Organe bekommt.

Aus den bisherigen Ergebnissen scheint indessen hervorzugehen, dass ein directer Zusammenhang der zelligen Elemente der Endknospen mit Nervenfasern weder bei den Amphibien, noch bei den Fischen vorhanden ist.

Dieses Resultat der Untersuchungen stimmt ja auch mit den in der vorigen Abhandlung bei den Geschmacksknospen gewonnenen Ergebnissen gut überein.

UEBER DIE SENSIBLEN NERVENENDIGUNGEN IN DEN EPITHELIIEN BEI DEN WIRBELTHIEREN.

Taf. XI, Fig. 1–5; Taf. XII; Taf. XIII; Taf. XIV; Taf. XV, Fig. 1–4.

In Zusammenhang mit der Besprechung des sensiblen Nervensystems in der Haut der Würmer und Mollusken beabsichtige ich, die sensiblen Nervenendigungen bei den Wirbelthieren nach den neuesten Methoden und im Lichte der neuen Lehren der Nervenhistologie eingehender zu behandeln.

Da indessen meine Versuche, gutes Material für die fraglichen Untersuchungen zu bekommen, bisher theilweise von keinem Erfolge gekrönt waren, so werde ich diesmal die besonderen Arten von Endorganen, die Tastkörperchen, die Endkolben, die Pacinischen Körperchen¹ u. s. w. bei Seite lassen, und dafür die *Nervenendigungen in der Epidermis der äusseren Haut* und in *dem Epithel verschiedener Schleimhäute* etwas ausführlicher behandeln.

In Betreff der Geschichte der vorliegenden Frage kann ich mich kurz fassen, indem dieselbe schon mehrmals, und v. A. in MERKEL's berühmter Monographie »Über die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbelthiere«, dargestellt worden ist. Ich werde deshalb nur einige Hauptpunkte und v. A. einige neuere Arbeiten über den Gegenstand berühren.

Nachdem HOYER das Eindringen der Nervenfasern in das Cornealepithel und COURSIER ihre Verbreitung und freie knopfförmige Endigung in denselben nachgewiesen, und nachdem auch mehrere andere bewährte Forscher diese prinzipiell bedeutungsvolle Entdeckung vollauf bestätigt und weiter geführt hatten, griff bekanntlich LANGERHANS die Frage in einem noch grösseren Masstabe an, indem er den entsprechenden Nervenendigungen in der eigentlichen Körperhaut der Säugethiere nachspürte und sie in der That bald fand; er sah die Nerven aus der Lederhaut in das Stratum mucosum der Epidermis hinausdringen, hielt es aber für wahrscheinlich, dass dieselben in gewissen, von ihm hier gefundenen verästelten Zellen endigen. Die auf ihm folgenden Forscher bestätigten das Hinausdringen der Nervenfasern und ihre interzelluläre Verästelung in dem Rete Malpighii der Epidermis und im Epithel einiger Schleimhäute, wollten aber den Zusammenhang der Langerhans'schen Zellen mit den Nervenfasern im Allgemeinen nicht anerkennen, sondern nahmen eine freie interzelluläre Endigung der feinen, verästelten, mehr oder weniger variös erscheinenden Nervenfasern an. Einige Forscher, wie z. B. W. KRAUSE (1876), äusserten sich indessen in Betreff dieser Nervenendigungen in der Haut und den Schleimhäuten sehr ablehnend. In seiner grossen, oben citirten Monographie fasste MERKEL (1880) das Wissen in der vorliegenden Frage zusammen, bestätigte das fragliche Vorhandensein der »einfachen Nervenendigungen« und erweiterte das Gebiet derselben. Bis dahin war — abgesehen von der Cornea, wo die epithelien Nervenendigungen nicht nur bei Säugern, sondern auch bei Vögeln, Reptilien und Amphibien bekannt waren — diese Endigungsweise in der äusseren Haut und gewissen Schleimhäuten fast nur bei Säugern entdeckt worden.

»Bei Fischen«, sagt MERKEL, »scheint selbst die Cornea dieser Fasern zu entbehren und da die vorstehenden Capitäl lehrten, dass bei der einen grossen Gruppe dieser Wirbelthierklasse, den Teleostiern, alle sensiblen Nervenfasern des übrigen Körpers in Knospen und Hägeln enden, so kann ihnen mit hoher Wahrscheinlichkeit der Be-

¹ In Betreff der Pacinischen Körperchen lasse ich zwar schon eine Anzahl gute Gölz'sche Präparate, werde aber dieselben diesmal nicht besprechen, da diese Gebilde besser zusammen mit den übrigen ähnlichen Endorganen behandelt werden dürfen.

sitz von einfach in der Epidermis endenden Nervenfasern überhaupt abgesprochen werden. Bei den Schleichern mag eine genauere Untersuchung, als sie mir zu machen vergönnt war, vielleicht solche Endigungen nachweisen.»

«Von den *Amphibien*», sagt er ferner, «entzogen sich die Tritonen mit ihrer höckerigen und sehr reich mit Drüsen versehenen Haut meiner Untersuchung ganz; die Frösche aber lassen ausser in der Cornea auch in der übrigen Haut allenthalben in das Epithel eintretende Nervenfasern entdecken, und zwar begegnet man zwei von einander verschiedenen Typen, von welchen der eine überall verbreitet ist, mit Ausnahme zweier Stellen, den Lippen und Zehen, an welchen die zweite Art gefunden wird.» Was die erstere Art der freien Nervenendigungen bei Amphibien betrifft, so hatte man schon lange nach ihnen gesucht. Erst DITLEVSEN gelang es (1876), Nerven der Froschhaut bis in das Epithel zu verfolgen, wo sie in verschiedener Höhe in Terminalzellen enden sollen. »Diese Beschreibung», sagt MERKEL, «trifft zum Theil das Richtige und ich stimme mit DITLEVSEN überein, wenn er Fasern in die Epidermis eintreten lässt und sie von den bekannten Bündeln herleitet, welche senkrecht die Cutis durchsetzen. Um aber die Endigung selbst zu studiren, eignet sich der gewöhnliche Frosch keineswegs und man kommt nur am Laubfrosch rasch und sicher zum Ziel.» »Die Nervenfasern selbst verbreitert sich nach ihrem Eintritt in das Epithel zuerst wenig und dann in den äussersten Schichten plötzlich mehr. Die fibrilläre Streifung weicht auseinander, so dass also die Verbreiterung der sogenannten interfibrillären Substanz zu setzen ist. Sehr auffallend ist es, dass die Schwann'sche Scheide beim Eintritt in das Epithel nicht abgelegt wird, auch ihre Kerne verschwinden nicht. Das Ende der Nervenfasern befindet sich in der zweiten Schichte der Cutis, liegt also niemals ganz an der Oberfläche, wie DITLEVSEN will.» »Was die von DITLEVSEN beschriebenen Terminalzellen betrifft, so haben sie mit der Nervenfasern nichts zu thun, sie sind nur die den oben beschriebenen Trichter bildenden Epithelzellen.» Diese Endigungsweise findet sich am ganzen Körper; am Kopf am zahlreichsten. Die zweite Art der in das Epithel eintretenden Nervenfasern, die an den Lippen und der Vohrfläche der Zehen befindlichen, werfen kurz vor ihrem Eintritt die Markscheiden ab und theilen sich im Epithel. »Sehr wahrscheinlich ist es nun, dass die Theilungsäste einerseits in das langgestreckte, einem aufgeblasenen Darmstück vergleichbare Rohr übergehen und andererseits sich in die beiden verbundenen Kreisfiguren fortsetzen, welche offenbar Durchschnitte von solchen Röhren sind.» Ganz ähnlich wie bei Fröschen verhalten sich die Nerven bei *Arota*.

«Wenn auch die Haut der *Reptilien*», äussert MERKEL ferner, «durch ihren sehr grossen Pigmentreichthum, welcher gerade in den obersten Schichten der Cutis sehr störend wirkt, im Allgemeinen negative Untersuchungsergebnisse lieferte, so gelang es mir doch an den Lippen, besonders von *Tropidonotus natrix*, häufig Nervenfasern unter Verlust der Markscheiden in das Epithel eintreten zu sehen. Dort konnten sie nicht weiter verfolgt werden; da jedoch von specifischen Endorganen an diesen Stellen nicht die leiseste Andeutung zu sehen war, muss ich glauben, dass auch bei diesen Thieren freie Nervenendigungen vorhanden sind.»

Bei den *Vögeln* gelang es MERKEL in der *Nielhaut* frei mit Knöpfchen endende Nervenfasern zu finden, welche in nichts von den in der Cornea beobachteten abweichen; an anderen Stellen des Vogelkörpers konnte er aber keine frei in der Epidermis endende Fäserchen wahrnehmen; ARNSTEIN hat aber solche beschrieben.

Bei den *Säugethieren* untersuchte MERKEL eine Reihe von Species und fand überall das gleiche Verhalten. Nächst der Cornea ist besonders die Schnauze (Kaninchen, Igel, Fledermaus) ein günstiges Object. Man sieht nach Goldbehandlung überall die Gewunden zwischen den Epithelzellen verlaufenden Fäserchen bis zum Stratum lucidum aufsteigen, unter welchem sie entweder ohne weiteres in einem kleinen Knöpfchen enden, oder erst umbiegen, um vor ihrer Endigung noch eine kurze Strecke horizontal zu verlaufen. In der Halshaut (des Schweines) fand er auch die freien Enden in grossen Mengen, und für den Gaumen bestätigte er die Beschreibungen. Die Langerhans'schen Zellen sind nicht nervöser Natur, sondern unpigmentirte Pigmentzellen, zum Theil Wanderzellen.

In diesem Jahre gelang es endlich FR. E. SCHULZE in der Lippenhaut von *Cobitis* einzelne feine Nervenfasern durch das Epithel bis zur Oberfläche zu verfolgen und sie dort frei endigen zu sehen, und ich selbst fand bei *Petromyzon* zahlreiche, reichlich verästelte Nervenfasern, welche durch das Epithel der äusseren Haut und der Mundhöhle fast bis zur Oberfläche ziehen, um dort oder etwas tiefer hinab frei interzellulär zu endigen. Diese beiden Befunde wurden mit der Golgi'schen Methode gewonnen. Dadurch war aber auch bei den Cyclostomen und Teleostern die freie (einfache) Nervenendigung in der Haut nachgewiesen.

Die meisten Forscher haben in diesem Gebiete haben in der That für die Haut der Säugethiere und des Menschen die freie, «einfache», interzelluläre Nervenendigung im Rete Malpighii anerkannt. In den neuesten Lehr-

büchern der Histologie (so in demjenigen von RANVIER, von v. KÖLLIKER und von SCHEFFERDECKER und KOSSEL) wird diese Endigungsweise als eine bewiesene Tatsache aufgeführt und beschrieben. Indessen giebt es einige Forscher, die diese Endigungsweise, obwohl sie mit derselben Methode — der Chlorgoldmethode — arbeiteten, mittelst welcher dieselbe im Ganzen erkannt und studirt worden ist, mehr oder weniger bestimmt leugnen.

Diejenigen Forscher aber, welche in den letzteren Jahren mit der Golg'schen Methode gearbeitet haben, sind gewiss hin und wieder in der Lage gewesen, gefärbte Endverzweigungen in der Haut und den Schleimhäuten zu sehen, welche in allem Wesentlichen mit den durch die Goldmethode gewonnenen übereinstimmen.

Auf dem Anatomie-Congresse in Wien im Juni d. J. legte nun VAN GERCHTES¹ eine Reihe schöner Präparate über die fraglichen Nervendigungen in der Haut vor und hielt einen Vortrag darüber, aus welchem ich hier Folgendes anführe. Seine Untersuchungen waren an der Haut der Schnauze, des äusseren Ohres, des Schwanzes und der Füsse der weissen Maus und der Ratte ausgeführt. Ueberall fand er dieselbe typische Anordnung. Die schwarz gefärbten Nervenfasern kommen aus der Tiefe der Gewebe, passiren die Muskelmassen und erreichen das subcutane Bindegewebe. Hier theilen sie sich, wonach die beiden Zweige sich von einander entfernen, sich mit Zweigen der Nachbarfasern vermischen, sich noch weiter theilen und im Unterhautbindegewebe einen unentwirrbaren Plexus bilden. Von diesem Plexus entspringt dann eine unzählbare Anzahl feiner Nervenfibrillen, welche senkrecht in die Epidermis emporsteigen, sich dort wiederholt theilen, etwas varicos werden und im Rete Malpighii mit einem Endknöpfchen endigen. Einige zeigen vor ihrer Endigung einen kurzen horizontalen Verlauf, andere biegen sich um und laufen, bevor sie ihr Ende erreichen, ein wenig nach den tieferen Lagen zurück. Die Endverdickung wird am leichtesten in den dünnen Epithelen und namentlich im Epithel der respiratorischen Region der Nasenhöhle wahrgenommen. In welcher Weise endigen nun, sagt VAN GERCHTES, diese zahllosen Nervenfasern in der Epidermis? Wie bei den Chlorgoldpräparaten, darf man auch bei den Golg'schen Präparaten schliessen, dass sie interzellulär endigen.

Während meiner mehrjährigen Arbeiten mit der Methylenblaumethode sowohl wie mit der Chromsilbermethode traf ich bei verschiedenen Wirbelthieren oft Stellen in der Haut und den Schleimhäuten an, wo fein verästelte Nervenfasern in das Epithel hinausdrangen und zwischen dessen Zellen verliefen, um frei zu endigen. Diese intraepitheliale, aber interzelluläre Nervenfasern waren in den *Methylenblaupräparaten* immer stark gekörnt, varicos, perlenschnurartig, mit nur schwach gefärbten, sehr feinen intergranulären Fäserchen versehen. Solche Nervenfasern sah ich z. B. in der Körperhaut des Amphioxus, der Myxine und verschiedener Teleostier; ferner in der Körperhaut und in mehreren Schleimhäuten des Proteus, des Frosches und des Kaninchens. Da indessen für ein genaueres Studium dieser Nervenfasern die Methylenblaupräparate nicht ausreichen, werde ich mich in der folgenden Darstellung hauptsächlich an die *Chromsilberpräparate* halten, welche ein eingehenderes Studium der feineren Verhältnisse erlauben. Mittels dieser Methode habe ich verschiedene Repräsentanten des Wirbelthierstammes untersucht, Fische und Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugethiere. Natürlicherweise galt es mir bei dieser Untersuchung, eine Uebersicht der fraglichen Strukturverhältnisse zu gewinnen, und ich konnte deshalb für das Studium nur einzelne Beispiele auswählen.

A. Leptocardier, Cyclostomen und Fische.

Wie ich eben angeführt habe, sah ich in der Haut des *Aspichirus*, nach der Behandlung mit Methylenblau, nur frei endigende Nervenfaserverästelungen. Da aber von LANGERHANS und anderen Forschern das Vorhandensein besonderer Sinneszellen im Hautepithel behauptet worden ist, sah ich meine negativen Befunde nicht als vollständig beweisend an, sondern hoffte mittelst der Chromsilbermethode besser zum Ziel zu gelangen. Leider mislungen aber meine in diesem Sommer wiederholten Versuche in dieser Richtung, und ich muss also diesmal von einer Besprechung dieser interessanten Frage absehen. Ich kann jedoch nicht umbin, meine Zweifel an dem

¹ A. VAN GERCHTES, Les terminaisons nerveuses libres intraépithéliales. Verhandl. d. Anatom. Gesellsch. auf der sechsten Versammlung, in Wien, vom 7-9 Juni 1892. Ergänzungsbl. d. Anatom. Anzeiger.

Vorhandensein derartiger Sinnesnervenzellen im Hautepithel des Amphioxus, wie sie von v. LEBNOSSEK und mir bei den Lumbriarien beschrieben wurden, hervorzuhelen.

Von *Cylostomen* habe ich den *Petromyzon flavicollis* (ausgebildete Exemplare sowohl wie Larvenformen verschiedener Grösse) und *Myxine glutinosa* untersucht. In Betreff des ersteren verweise ich auf meine vorige Beschreibung¹ und füge hier nur hinzu, dass ich seitdem, namentlich bei den Ammocotesformen, eine Menge Präparate bekommen habe, wo der Verlauf und die Endigung der Nervenfasern in der Epidermis in reichlicher Verästelung vorliegen. Es war meine Absicht, diesmal die letzte Endigung der Fasern an der Hautoberfläche zu eruiern. Um den bedeckenden und störenden Chromsilberniederschlag zu verhindern, tauchte ich die Präparate vor dem Einlegen in die Silberlösung in eine laue »Gelatinelösung«; dadurch bekam ich auch die oberflächlichen Schichten frei von den verunreinigenden Niederschlägen. In gleicher Weise sah ich an den Hautfalten, welche dicht zusammenlagen, eine ganz reine Färbung der Nervenfasern bis zu ihrem letzten Ende; ein Präparat der letzten Art aus der Kopfgegend ist in Fig. 4 der Taf. XI abgebildet; diese Fig. stellt einen Verticallschnitt der Haut dar; man sieht die aus der Cutis in die Epidermis emporsteigenden Nervenfasern (a) sich darin verästeln und zum Theil in den unteren Schichten mit freien knotigen Spitzen endigen, zum Theil fast bis zur Oberfläche verlaufen, um dort, oft nach weiterem tangentialen Verlaufe, ebenfalls frei zu endigen. Dagegen sah ich die Fasern nicht die freie Oberfläche erreichen; wenn dies wirklich vorkommt, dürfte es recht selten sein.

Bei *Myxine glutinosa* erhielt ich mit der Chromsilbermethode keineswegs zahlreiche Erfolge. Jedoch gelang es mir, besonders an den Fühlern, eine Reihe von Präparaten zu bekommen, welche sehr erläuternd waren. In den Fig. 1 und 2 der Taf. XI sind Partien von zwei solchen Präparaten (verticellen Längsschnitten) abgebildet. Man sieht die Nervenfasern (a), wie beim *Petromyzon*, aus der Cutis in die Epidermis hinaustraten und, sich verästelnd, hier in schwachen Biegungen zwischen die Zellen weiter verlaufen; hierbei ziehen sie bald eine Strecke in mehr horizontaler Richtung weiter, bald biegen sie sich auch nach innen hin um und endigen in den inneren Schichten; bald ziehen sie aber entweder auf diesen Umwegen, oder auch direct nach aussen hin und nähern sich der Oberfläche, um in gleicher Weise interzellulär und mit freien Spitzen zu endigen. Diese feinen Fasern der Epidermis zeigen fast immer eine knotig-variciöse Beschaffenheit.

In diesen Präparaten aus den Fühlern von *Myxine* nahm ich indessen noch eine Eigenthümlichkeit des Baues wahr, welche verdient, erwähnt zu werden. Hier und da sieht man die Epidermiszellen zu kegelförmigen Gruppen (Fig. 1, 2 *ek*) angeordnet; diese Kegel stehen mit der Basis an der Cutis und reichen mit der Spitze bis zur freien Oberfläche der Epidermis. Schon ohne besondere Färbung sieht man, dass die diese Kegel zusammensetzenden Zellen lang und schmal sind; hier und da trifft man sie durch das Chromsilber gefärbt und bemerkt dann, dass sie hauptsächlich in zwei Etagen stehen (Fig. 2 *ek*). Die Nervenfasern verästeln sich um diese Zellenkegel und wahrscheinlich auch in ihnen, wie in den Fig. 1 und 2 angegeben ist. Was stellen nun diese Zellenkegel dar? Ich kann nicht umhin, sie als eine Art *Endknospen* zu betrachten, welche den entsprechenden Organen bei den Teleostern homolog sind, obwohl diese Kegel der *Myxine* auf einer niedrigeren Entwicklungsstufe stehen. Jedenfalls liegt eine solche Deutung nahe.

Bei *Myxine* sah ich noch einige erläuternde Präparate, nämlich von der Schleimhaut der Nasenhöhle; unten, wo die Falten des Riechorgans anlaufen, giebt es Partien eines indifferenten Epithels, in welchem grosse, bombirte Schleimzellen stehen (Taf. XI, Fig. 3 *kn*); in dieses Epithel steigen nun auch gefärbte Nervenfasern (a) empor, um sich dort zu verästeln und mit freien Spitzen zu endigen; die Fasern schmiegen sich hier und da in Biegungen um die Schleimzellen herum.

Von *Teleostern* untersuchte ich hinsichtlich der Hautnerven verschiedene Exemplare von *Gobius*, *Gasterosteus*, *Ganulus* und *Anguilla* und fand bei allen dieselbe typische Anordnung. Besonders instructiv waren vier junge Individuen von *Anguilla* (v. 10 ctm. Länge), welche ich nach der Chromsilberfärbung in Querschnitte zerlegte. Ueberall in der Körperhaut fand ich denselben Typus der Nervenverästelung in der Epidermis, den ich in der Fig. 5 der Taf. XI wiedergegeben habe. Die Variationen lassen sich leicht auf diesen Typus zurückführen. Wie man findet, stimmt derselbe im Ganzen auch mit den von mir im vorigen Bande der Biol. Unt. abgebildeten Nervenendigungen von *Petromyzon* überein, und wir werden denselben bei den übrigen Wirbelthieren oft wiederfinden. Die senkrecht aus der Cutis emporsteigenden Nervenfasern theilen sich bald nach dem Eintritt in die

¹ GOSWALD REICHES, Die sensiblen Nervenendigungen in der Haut des *Petromyzon*. Biol. Unt. N. F. Bd III, S. 1892.

Epidermis und senden die Aeste zuerst eine Strecke in tangentialer (horizontaler) Richtung, um sie endlich in der Regel nach aussen zu schicken; während des tangentialen Verlaufes geben diese Aeste mehrere Seitenzweige ab, von welchen die meisten mehr oder weniger senkrecht nach aussen ziehen, um bald früher, bald später mit feinen Knötchen zu endigen; oft sind sie nahe dem Ende in einige kleine Endäste verzweigt; diese Zweige erreichen selten die eigentliche Oberfläche, sondern enden zwischen den äussersten Zellschichten. Von den tangentialen Aesten gehen zuweilen auch kleine, nach innen ziehende, recurrente Zweigchen ab. Hier mag indessen hervorgehoben werden, dass die tangentialen Aeste nicht, wie in der Fig., nur nach zwei Richtungen gehen, sondern im Gegentheil nach verschiedenen Richtungen; die ganze Verzweigung jeder Nervenfasern ähnelt demnach, wie ich früher geäussert habe, gewissermassen den alten mehrarmigen Leuchtern.

Ausser diesen überall in der Epidermis reichlich vorkommenden Nervenendigungen trifft man am Kopfe und an der Seitenlinie die hier oben in der vorhergehenden Abtheilung besprochenen Endknospen (Fig. 6 und 7 der Taf. XI).

Bei den übrigen von mir untersuchten Teleostiern zeigten die in der Epidermis überall in reichlichster Menge endenden Fasern ganz übereinstimmende Verhältnisse.

B. Die Amphibien.

Von Amphibien untersuchte ich mit der Methylenblaumethode *Proteus*, *Salamandra* und *Rana*, mit der Chromsilbermethode *Salamandra*, *Triton* und *Rana*. Obwohl die Ergebnisse beider Methoden übereinstimmen, werde ich hier jedoch nur die der letzteren referiren, indem dieselben, wie oben hervorgehoben wurde, noch schärfer und sicherer ausgefallen sind.

Bei erwachsenen Exemplaren von *Salamandra maculata* habe ich v. A. in der Körperhaut des Kopfes, der Halsregion und der Füsse eine wahrhaft prachtvolle Färbung der Nervenverastelung in der Epidermis bekommen. In der Fig. 1 der Taf. XII gebe ich eine Partie eines Längsschnittes der Haut, welche die grossen Parotiden bedeckt, und in Fig. 2 eine Partie der Haut einer Zehe. Wie man sieht, steigen die Nervenfasern in kleinen Bündeln senkrecht aus der Cutis in das Epithelgewebe der Epidermis empor, theilen sich und schicken, wie bei den Cyclostomen und Teleostiern, bald nach dem Eintritt die Aeste seitlich und zum Theil tangential ab; diese sich wiederholt theilenden feinen Aeste, welche mehr oder weniger variös und mit glänzenden Körnern versehen sind, biegen zwischen die mehrschichtigen Zellen ein und laufen theils in den unteren und mittleren Schichten, theils gegen die Oberfläche hin aus, um bald ohne Endknötchen, bald mit solchen Knötchen geringen Umfangs interzellulär und frei zu endigen. Wie in den beiden Figuren (1 und 2) sichtbar ist, dringen die nach der Oberfläche emporsteigenden Fäserchen hier und da zwischen die äussersten kernführenden Zellen hinaus und erreichen sogar die äusserste verhornte Zellschicht (A). Wenn diese Schicht abgeworfen wird und die nächste Zellschicht verhornt, müssen also die Nervenfasern sich entweder zurückziehen oder in die Hornschicht mit hineingezogen werden und an den Spitzen dem Untergang verfallen, wonach ein Nachwuchs im Sinne RAVIERE'S nothwendig ist.

Bei *Triton palustris* erhielt ich in der Körperhaut ebenfalls schöne Färbungen der Nerven. In der Fig. 3 und 4 der Taf. XII habe ich eine Partie vom Querschnitt des Schwanzes abgebildet, wo die Verzweigungs- und Endigungsweise der Hautnervenfasern dargestellt ist.

Beim *Frosch* (*Rana temp.*) sind die Nervenfasern der Epidermis nach demselben Typus eingerichtet, obwohl die Epidermis selbst meistentheils verhältnissmässig dünner und die leuchterförmige Anordnung daher weniger ausgedrückt ist. Die Nervenfaserbündel steigen zwischen die Hautdrüsen durch die Cutis mehr oder weniger senkrecht empor und verzweigen sich in der Epidermis mit knotigen, kurzen, zwischen den Zellen schmiegenden, mehr oder weniger tangential verlaufenden, frei endenden Aesten, wie die Fig. 5 der Taf. XII aus der Kopfhaut eines jungen Frosches zeigt.

C. Die Reptilien und Vögel.

Bei den *Reptilien* gelang es mir nur bei *Lacerta agilis* hinreichend erläuternde Präparate zu bekommen, und dieses in der Kopfhaut. Ohne auf die Frage vom Baue dieser Haut mit den eigenthümlichen Schildern hier näher einzugehen, werde ich nur hervorheben, dass in der unterliegenden, dem Rete Malpighii entsprechenden Epidermisschicht Nervenfasern vorhanden sind, welche denjenigen der Fisch- und Amphibienhaut entsprechen. In Fig. 6, 7 und 8 der Taf. XII habe ich einige Partien solcher Präparate abgebildet. Aus der ausserordentlich pigment-

reichen Cutis steigen zahlreiche feine Nervenfäserchen in die Epidermis empor und biegen sich, nachdem sie eine Strecke in den innersten Schichten tangential verlaufen sind, schief oder mehr senkrecht nach aussen hin, um in den äusseren Schichten einfach oder verzweigt frei zu endigen. Charakteristisch für diese Fasern sind erstens ihre sehr geringe Verästelung und zweitens die in der Regel vorkommenden starken, rundlich-ovalen Endknöpfchen, welche in den Präparaten durch ihren bedeutenden gelben Glanz imponiren. So grosse Endknöpfchen sah ich sonst bei Fischen, Amphibien und Säugethieren nie; inlessen soll hervorgehoben werden, dass nicht alle Fasern mit derartigen Knöpfchen endigen; man trifft hier und da auch kleinere und zuweilen sogar keine Knöpfchen; zuweilen liegen ganz ähnliche glänzende Knötchen in den Verzweigungsstellen der Fäserchen.

Bei den *Fogata* gelang es mir bisjetzt nicht, mit der Golg'schen Methode von diesen Nervenendigungen gute Bilder zu bekommen. Aus dem, was ich gesehen habe, scheint jedoch hervorzugehen, dass ganz entsprechende Verhältnisse vorliegen.

D. Die Säugethiere.

Bei den *Säugethieren* sah ich v. A. bei der *Maus* und dem *Kaninchen* die Endverästelung der Nervenfasern in dem Rete Malpighii der Epidermis. Sie entspricht so genau der deutlich von VAN GERCHTEN gelieferten Beschreibung, dass ich nicht näher darauf einzugehen brauche, um so weniger als die durch die Chromsilbermethode gewonnenen Ergebnisse eigentlich nur die von anderen Forschern (LANGERHANS, EBERTH, ARNSTEIN, MOISEWITZ, MEKEL, RANVIER, v. KÖLLIKER u. A.) vermittelst der Goldmethode dargelegten Verhältnisse bestätigen. Vermittelst der Chromsilbermethode wird aber zur Evidenz bewiesen, dass die sog. Langerhans'schen Zellen keineswegs zum Nervensystem gehören. Die feinen, variösen Nervenfasern verzweigen sich und endigen im Rete Malpighii interzellulär ohne jeden directen Zusammenhang mit Zellen. Aus den fraglichen Präparaten habe ich nur ein einziges Bild mitgetheilt, nämlich in Zusammenhang mit den Haarnerven der Mausschnauze in Fig. 4 *row* der Taf. XV; leider sind die äusserst feinen Fasern im Stich etwas zu stark ausgefallen.

Ich versuchte mehrmals, die Nervenfasern der Epidermis des *Menschen*, sowohl des erwachsenen wie des foetalen, mit der Chromsilbermethode zu färben. Dies gelang mir jedoch nicht, wahrscheinlich in Folge der nicht hinreichend frischen Beschaffenheit des Materiales. In der *Lippenhaut* eines 35 Cm. langen Menschenfoetus gelang es mir indessen, einige recht gute Färbungen zu bekommen, und ich theile in den Fig. 2 und 3 der Taf. XV einige kleine Partien von Nervenfasern mit. In der Fig. 2 ist eine Stelle abgebildet, in welcher das Epithel sehr dick ist, weshalb die feinen Nervenfasern theilweise eine weite Strecke verlaufen, bevor sie ihr Ende erreichen.

E. Die Schleimhäute.

Ich gehe jetzt zur Darstellung der Nervenendigung im Epithel der *Schleimhäute* über, beschränke mich aber dabei auf die Verhältnisse bei den Säugethieren.

Ich fange mit den mit *geschichteten Plattenepithelien* bekleideten Schleimhäuten an.

In der Schleimhaut des *harten Gaumens* des *Kaninchens* beschrieb ELIN¹ im Jahre 1871 nach Goldpräparaten Nervenfasern, welche aus dem Bindegewebe ziemlich senkrecht in das Epithel emporstiegen und hier und da mit Zellen (= Nervenzellen) zusammenhingen.

Mit der Chromsilbermethode habe ich bei *Kaninchen* und *Katzen* sehr schöne Färbungen dieser ins Epithel eindringenden Nervenfasern bekommen. In der Fig. 1 der Taf. XV gebe ich die Abbildung einer solchen Partie von einem Verticalschnitt der Schleimhaut des harten Gaumens der jungen Katze. Wenn man diese Figur mit denjenigen von ELIN vergleicht, so findet man, dass die von mir beschriebene Nervenverästelung im Epithel ausserordentlich viel reichlicher ist. Man trifft in meiner angeführten Figur ungefähr dieselben Verhältnisse wie in der äusseren Haut wieder, d. h. zahlreiche Fasern steigen aus der bindegewebigen Schicht ins Epithel empor und verzweigen sich dort, nachdem sie mehr oder weniger tangential verlaufende Aeste abgegeben haben, von welchen in verschiedene Richtungen zwischen die Epithelzellen ziehende, variöse Aestchen ausgehen, die bald tiefer im Epithel,

¹ E. ELIN, Zur Kenntnis der feinsten Nerven der Mundhöhlen Schleimhaut. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd 7, 1871.

bald höher gegen die Oberfläche hin mit frei auslaufenden Endästen endigen; einige dieser Endäste gelangen sogar bis in die äusserste Zellschicht und scheinen zuweilen die Oberfläche zu erreichen. Ein Zusammenhang derselben mit Zellen (Nervenzellen), wie ihn ELIX beschreibt, kommt in diesem Epithel nie vor.

Im Plattenepithel der *Zunge* sah ich überall ganz ähnliche Nervenverästelungen, die übrigens schon theilweise in der 3ten Abtheilung dieses Bandes in Zusammenhang mit den Geschmacksknospen besprochen wurden.

In der Schleimhaut der *Epiglottis* und aller jenen Partien des *Kehlkopfes*, wo geschichtetes Plattenepithel vorkommt, ist eine Verästelung und Endverzweigung der Nervenfasern vorhanden, welche mit dem oben im Gaumenepithel beschriebenen fast in jeder Hinsicht übereinstimmt. In den Fig. 1, 2 und 3 der Taf. XIII habe ich einige Partien von Verticalschnitten der Epiglottis des Kaninchens und in Fig. 4 derselben Tafel von derjenigen der Katze abgebildet. In dieser letzteren Figur findet man zugleich eine der bekannten *Endknospen* mit einer in ihr verästelt endigenden Nervenfaser. Die Fig. 5 stellt die Partie eines Verticalschnitts aus der Region der Cart. arytenoideae dar, wo sich ein hohes geschichtetes Plattenepithel vorfand. Die Fig. 10 rührt aus der Region der falschen Stimmbänder her und stellt eine wahrhaft prachtvolle Nervenverästelung dar; nahe an der Oberfläche des Epithels biegen sich mehrere der zahlreichen, dorthin im ganzen ziemlich senkrecht emporsteigenden, feinen, variösen Aeste, winklig um und laufen eine Strecke in tangentialer Richtung weiter, bevor sie frei endigen. Ich habe eine ganze Reihe solche Präparate gesehen, wo ähnliche Verhältnisse vorkamen. Von der Oberfläche her (Fig. 11 der Taf. XIII) bemerkt man in den äussersten Zellschichten feinste, gekrümmte, verzweigte Fäserchen, welche an den Rändern der Zellen verlaufen und den tangential ziehenden Nervenfasern zu entsprechen scheinen. Die Fig. 6 der Taf. XIII stammt aus der *Stimmbandsregion* und ebenso die Fig. 7, in welcher der Uebergang in das Flimmerepithel dargestellt ist. Die Figuren stellen das typische Verhalten dar und brauchen keiner weiteren Beschreibung. Es kommen hier keine besonderen Endorgane vor, sondern nur die mit frei und interzellulär auslaufenden Enden versehenen variösen Nervenfasern.

Was die *Endknospen* oder Endzweifel der Epiglottisschleimhaut betrifft, so findet man ganz denselben Bau wie in den Endknospen der Zungenpapillen. In Fig. 9 der Taf. XIII ist aus der untersten Epiglottisregion der Katze eine Gruppe solcher Endknospen abgebildet, in welchen man ein paar gefärbte Stabzellen (=Geschmackszellen) und eine reichliche Nervenverästelung findet, welche sowohl aus interbulbären wie aus intrabulbären Fasern besteht, ganz wie in den Geschmackszweibern der Zunge. Kein directer Zusammenhang der Nervenfasern mit den Zellen ist vorhanden, sondern die Nervenfasern enden alle mit freien Spitzen auslaufend.

Nachdem ich diese Endigungsverhältnisse gefunden hatte, suchte ich in einigen anderen Schleimhäuten, wo geschichtetes Plattenepithel vorhanden, aber das Verhalten der Nervenendigungen wenig bekannt ist, dieses Verhalten zu erünen. Ich wählte den *Oesophagus*, in dessen Epithel, wie es scheint, nur KnouX Nerven gesehen hat, und die *Harnblase* aus. Im *Oesophagus* der Katze gelang es mir bald, eine Reihe von Präparaten zu bekommen, welche nicht nur darlegen, dass Nervenfasern in sein Epithel austreten, sondern dort auch eine reichliche interzelluläre Verästelung eingehen. Die Fig. 1, 2 und 3 der Taf. XIV stellen einige solche Nervenfasern dar. Es muss indessen bemerkt werden, dass ich solche Fasern in der Schleimhaut des Oesophagus nicht nur in der oberen, sondern ebenso oft in der unteren Hälfte bis gegen Cardia hin antraf; ich sah sie jedoch keineswegs in so reichlicher Zahl wie im Gaumen und im Kehlkopf und fand sie auch nicht so weit gegen die Oberfläche des Epithels reichend, wie an den genannten Stellen. Indessen ist ihr Vorhandensein auch in der Schleimhaut des Oesophagus von Interesse.

Noch interessanter schien es mir aber zu sein, dass ich auch im Epithel der Schleimhaut der *Harnblase* die gesuchten interzellulären Nervenendigungen entdeckte. In der Harnblase des Kaninchens sah ich nämlich, wie die Fig. 4—8 der Taf. XIV zeigen, aus der Bindegewebsschicht gefärbte Nervenfasern in das Epithel hinaustreten, um in demselben nach einer mehr oder weniger reichlichen Verästelung mit freien Enden zu endigen. Alle die von mir in diesen Präparaten beobachteten Nervenfasern boten einen eigenthümlichen Verlauf dar, indem sie gewöhnlich auf weite Strecken tangential verlaufen und dabei starke Biegungen um die Zellen machten (Fig. 4, 5), auch nie die eigentlichen Endigungen in den äusseren Schichten des Epithels zeigten, sondern einen charakteristischen recurrenten Verlauf der Aeste aufweisen, welcher zwar ausnahmsweise auch in anderen Epithelien (Zunge, Oesophagus) vorkommt, aber in der Harnblase als Regel vorhanden zu sein scheint. In der Fig. 4 und 5 ist dieses Verhalten in auffallender Weise ausgedrückt, indem die feinen verästelten Endzweige der tangential verlaufenden Mutterfasern sich sämmtlich nach der Tiefe des Epithels wenden, um dort unweit der Bindegewebsgrenze zu endigen.

Wenn diese von mir beim Kaninchen gefundenen Thatsachen sich als allgemeine Regel für die Nerven des Harnblasenepithels erweisen sollten, so sind sie wohl von der Einrichtung der Harnblasenwand herzuleiten, indem sie verschiedenen Zuständen der Ausdehnung ausgesetzt sein müssen und übrigens in den äusseren Zellschichten des Epithels mit dem ihnen schädlichen Harn leichter in Berührung kommen dürften.

Ich gehe jetzt zu den *Flimmerepithelien* über und werde dabei von den Verhältnissen im *Kehlkopf* ausgehen.

In der Fig. 7 der Taf. XIII habe ich, wie oben bemerkt wurde, den Uebergang des geschichteten Plattenepithels der echten Stimmbänder in das Flimmerepithel dargestellt. Wie man in dieser Figur sieht, treten auch in das letztere Nervenfasern ein und verzweigen sich dort in der typischen Weise; die Aeste dringen gegen die Oberfläche hin, biegen sich aber schon in einiger Entfernung von ihr um und laufen recurrent, um mit frei endigenden Spitzen interzellulär aufzuhören. In der Fig. 8 der Taf. XIII ist eine kleine Partie eines Verticallschnitts wiedergegeben, welcher aus der unterhalb der *lrima glottidis* der Katze befindlichen Schleimhaut berührt; hier sind acht gefärbte Flimmerzellen vorhanden; die ebenfalls gefärbten, in's Epithel eintretenden Nervenfasern dringen mit ihren Aesten zwischen den Zellen in die Höhe, erreichen beinahe die Oberfläche, biegen sich aber dann bogenförmig um und endigen frei.

Dann ging ich zum Studium der Nervenfasern im Flimmerepithel der *Regio respiratoria der Nasenhöhle* der Katze und der Maus über und traf ganz ähnliche Verhältnisse. Hier gelang es mir aber, in dem vom Chromsilberniederschlag freien Falten (Taf. XIII, Fig. 12 und 13) zu sehen, dass die Nervenfasern auch bis zur freien Oberfläche der Zellen verlaufen und dort, d. h. an der cilienführenden Zellenoberfläche, endigen können. Bei der Maus (Taf. XIII, Fig. 14 und 15) war das Verhalten der Nervenfasern sehr schön zu verfolgen; es liegt hier, wie aus den angeführten Figuren ersichtlich ist, die typische Verzweigungsweise der im Epithel frei endigenden Nervenfasern vor; viele Fasern biegen nahe am Ende um und laufen recurrent.

Endlich untersuchte ich in dieser Hinsicht das Flimmerepithel der *Froschlunge* (Taf. XIII, Fig. 16) und fand auch hier ganz ähnliche Verhältnisse, indem die im Epithel endigenden Nervenfasern tangential umbiegen und nach aussen verlaufende und frei endigende Aeste abgeben.

Die in der obigen Darstellung geschilderten Verhältnisse lassen sich kurz folgendermassen zusammenfassen.

1. In der *äusseren Haut der Wirbelthiere* — Cyclostomen, Teleostier, Amphibien, Reptilien und Säugethiere — dringen massenhaft Nervenfasern, nachdem sie ihre Scheiden abgegeben haben, aus der Cutis in die Epidermis hinaus und verzweigen sich dort in mehr oder weniger typischer Weise, indem sie zuerst tangentielle Aeste abgeben, von denen dann noch feinere Aeste durch das Rete Malpighii, oder die demselben bei den niederen Thieren entsprechenden Schichten, nach aussen zwischen die Zellen laufen, um bald tiefer hinab, bald höher oben im Epithel mit freien Spitzen interzellulär zu endigen. Diese Nervenfasern sind sehr fein, variös oder perlenschnurartig und endigen oft mit einem Knötchen, das jedoch von derselben Beschaffenheit zu sein scheint, wie die übrigen Knötchen der Nervenäste.

2. In dem *geschichteten Plattenepithel der Schleimhäute* verhalten sich die Nervenfasern im Allgemeinen wie in der Epidermis, so z. B. am Gaumen, an der Zunge, an der Epiglottis, an den echten und falschen Stimmbändern. Auch im *Oesophagus* ist die epitheliale Nervenendigung eine ähnliche. Im *Harnblasenepithel* ist ihr Verhalten ebenfalls von derselben Art, aber etwas modificirt.

3. Im *Flimmerepithel der Schleimhäute* dringen auch die Nervenfasern hinaus und endigen nach dem nämlichen Typus interzellulär und mit frei auslaufenden Enden, welche bald an der Zellenoberfläche liegen, bald an ihr umbiegen und etwas recurrent verlaufen.

4. Die Nerven der in die Schleimhaut der Epiglottis eingelagerten Endknospen verhalten sich vollständig wie die in den Geschmacksknospen der Zunge, d. h. sie endigen in ihnen und in ihrer Umgebung mit frei auslaufenden Spitzen, ohne directen Zusammenhang mit den die Endknospen bildenden Zellen.

UEBER DIE NERVENENDIGUNGEN AN DEN HAAREN.

Taf. XV und XVI.

Auf dem Anatomencongresse in Wien im Juni d. J. legte VAN GEHECHTEN eine Reihe schöner Präparate über die Nervenendigung an den Mäusehaaren zur Demonstration vor, welche Präparate mittelst der Golg'schen Methode gewonnen waren. Und BONNET demonstrierte in Zusammenhang damit seine ebenfalls sehr schönen Präparate über die fragliche Nervenendigung, welche schon längst mit der Goldmethode präparirt waren. Kurz vorher erschien auch im Anatom. Anzeiger (v. 21. Mai) eine Mittheilung VAN GEHECHTEN's über diesen Gegenstand.

Bald nach meiner Rückkehr revidirte ich meine Golg'schen Präparate von Mäuseköpfen; ich fand in der That hier und da in der Haut derselben die fraglichen Nervenendigungen an den Haaren. Bei meinen folgenden Arbeiten mit derselben Methode bekam ich ferner oft gelegentlich bei Mäusen und Kaninchen solche Endigungen geführt und ich besitze jetzt eine ganze Menge derselben, welche zum genauem Studium geeignet sind.

Da die Frage von diesen Nervenendigungen mit dem Thema, welches in der vorhergegangenen Abtheilung (No. 5) dieses Bandes — über die periphere Endigung der sensiblen Nerven der äusseren Haut und der Schleimhäute bei den Wirbelthieren — besprochen worden ist, in innigem Zusammenhang steht, so werde ich dieselbe hier, obwohl nur ganz kurz, in einem besonderen Capitel anhangsweise behandeln und zugleich eine kleine Auswahl von Abbildungen meiner Präparate beifügen (Taf. XV und XVI).

Die geschichtliche Darstellung der Frage ist schon mehrmals geliefert worden¹; VAN GEHECHTEN hat neulich in seiner angeführten Mittheilung die herrschenden Ansichten zusammengestellt, und ich werde deshalb hier nur seine eigenen Angaben wiedergeben. Unter Hinweis auf seine Figuren legt er dar, dass jedes Haar nur eine einzige Nervenfasel empfängt. »RANVIER ist«, sagt er ferner, »der einzige, welcher dieses Verhalten als sehr gewöhnlich angiebt. SCHWABE und KOLLIKER, welche sich auf die Beobachtungen BONNET's stützen, führen an, dass jedes Haar einen aus 3—6 Nervenfasern bestehenden Nervenstamm empfängt. Die Beobachtungen von BONNET sind zum grossen Theil bei der Ratte ausgeführt, ein Thier, welches auch bei unseren Untersuchungen benutzt wurde; er studirte jedoch hauptsächlich den unteren, unmittelbar über den Pfoten befindlichen Theil der Haut der Extremitäten. Diese einzige Nervenfasel kommt nicht direct von dem tiefen Nerven, sie stellt nur den Collateralast einer angrenzenden Nervenfasel dar, welche dazu bestimmt ist, vermittelt ihrer Endäste eine bedeutende Partie der Epidermis zu innerviren. Die Haare besitzen also keine specielle Innervation, sondern die Sensibilität des Haares und die der Haut stehen unter dem Einfluss derselben peripherischen Nerven. Es ist sehr leicht, sich von dieser Thatsache zu überzeugen. Der für das Haar bestimmte collaterale Ast trennt sich in der Regel von der Nervenfasel etwas unter der Epidermis ab und steigt in die Cutisschicht hinab, um das Haar zu erreichen, für dessen Innervirung er bestimmt ist. Dieselbe Nervenfasel kann an verschiedene Haare Aeste abgeben.« Bieweilen zweigt sich jedoch der Innervationsast von einem in den tieferen Schichten befindlichen Axencylinder ab und steigt dann nach seiner Endigung empor. Nachdem der Nervenfaselast, etwas unterhalb der Einmündung der Talgdrüse, das Haar erreicht hat, dringt er in den Haarfollikel ein und theilt sich in zwei Endzweige, welche eine horizontale, gegen das Haar senkrechte Richtung einschlagen; der eine verläuft hinter und der andere vor dem Haare; wenn sie hinreichend lang sind, begegnen sie sich an der anderen Seite, kreuzen sich, ohne Anastomosen einzugehen, und endigen frei. Sie bilden also rings um das Haar einen mehr oder weniger vollständigen nervösen Ring. In der Regel sind jedoch die Zweige kürzer; sie

¹ S. v. A. in MARXEN'S Monographie »Über die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbelthiere«.

umfassen dann nur die Hälfte oder zwei Drittel des Haares. Von den beiden mehr oder weniger horizontalen Zweigen entspringen längsgehende Aestchen, welche fast alle eine aufsteigende Richtung zeigen; diese Aestchen entspringen isolirt oder vermittelt einiger dickerer Stämme; sie haben unregelmässige Contouren, sind knotig, mit feinen Verbindungen zwischen den Knötchen; einige der Aestchen verlaufen aber horizontal. Alle endigen frei vermittelt einer kleinen Verdickung. Nirgends wurde eine Spur von Anastomosen wahrgenommen. Es giebt indessen von der beschriebenen typischen ringförmigen Anordnung auch bedeutende Abweichungen. An welcher Stelle des Haarfollikels, fügt VAN GERCHTEN in seiner Darstellung hinzu, finden sich diese Nervenendigungen? »Es ist uns unmöglich«, sagt er, »diese Frage ausschliesslich mit der Stütze der Chromsilberreduction zu beantworten. Unsere Schnitte sind in der That viel zu dick, sie haben eine mittlere Dicke von 80 μ ; die Zellengrenzen sind in denselben kaum angegeben. Alles, was wir sagen können, besteht darin, dass der Nervenring sich im Haarfollikel befindet, und zwar nach aussen von der inneren Epithelscheide. Es ist höchst wahrscheinlich, dass die horizontalen und vertikalen Aestchen, welche die Endverästelung bilden, wenigstens vom Theil den durch die Goldmethode nachgewiesenen circulären und längsgehenden Axencylinder entsprechen. Man weiss nun, dass diese in der Glashaut endigen. Wir können deshalb annehmen, dass der Haarnervenring mit seinen collateralen Aestchen ebenfalls die Dicke der Glashaut einnimmt.«

Ich habe die Darstellung VAN GERCHTEN'S so ausführlich wiedergegeben, weil seine Untersuchungen mit derselben Methode, der Golgischen, und hauptsächlich bei demselben Thiere, der Maus, wie meine eigenen, ausgeführt worden sind. Es ist deshalb natürlich, dass meine Befunde die seinigen in dieser Beziehung grösstentheils bestätigen, weshalb ich mich kurz ausdrücken und zum Theil auf seine Darstellung verweisen kann.

Für mich war diese Untersuchung der Haarnervenendigung deshalb von besonderem Interesse, weil hier von bewährten Forschern »Terminalzellen« beschrieben worden sind, und ich solche sonst nirgends in der Haut oder in den Epithelien der Wirbelthiere antreffen konnte. Diese Frage hat ja in der letzten Zeit ein erneutes Interesse gewonnen, nachdem es sich erwiesen hat, dass die Riechzellen nicht nur »Terminalzellen«, sondern echte Nervenzellen, Ursprungszellen der Olfactoriusfasern, sind; wenn andere »Terminalzellen« in den Hautgebilden und Epithelien vorkommen, stellen auch sie wahrscheinlicher Weise solche Nervenzellen dar. Bis jetzt habe ich aber — ausser den Riechzellen — bei Wirbelthieren keine derartigen »Terminalzellen« finden können.

Ich wählte für die fragliche Untersuchung v. A. die Haut der Lippen, der Schnauze und des äusseren Ohres der weissen Maus, und zwar von 5—12 Tagen. Bei der Durchmusterung einer Reihe von Vertical- und Tangentialschnitten bekam ich, wie oben erwähnt wurde, eine Menge Bilder von Haaren, welche von scharf gefärbten Nervenfaserverästelungen umgeben sind. Viele meiner Bilder, ja sogar die meisten, stimmen mehr oder weniger vollständig mit denen VAN GERCHTEN'S überein. Dieser Forscher hat ja selbst betont, dass von der typischen Anordnung bedeutende Abweichungen vorkommen, sowie dass er nur die kleineren, sinusfreien Haare untersucht hat.

Auf der Tafel XV habe ich in den Fig. 4—22 eine Anzahl von Nervenendigungen an solchen kleinen Haaren (ohne cavernösen Haarbalg) wiedergegeben. Die Fig. 4—17 stellen Haare in der Längensicht, die übrigen in Querschnitt dar. In der Fig. 4 sieht man ein solches Haar zusammen mit dem umgebenden Nervenplexus der Cutis und Epidermis. Das Haar (*h*) steigt, von der inneren (*is*) und der äusseren (*as*) Wurzelscheide umgeben, nach oben und zeigt eine Einschnürung, zu welcher von dem vorbeiziehenden Zweig des cutanen Nerven (*n*) ein kurzer Ast zieht, um, an der Glashaut angelangt, mit zwei Armen das Haar, gerade an der Einschnürungsstelle, der Quere nach zu umstricken. Von diesen beiden Armen, deren Enden sich nicht begegnen, entspringt nach oben hin eine Reihe kurzer Fäserchen, welche dem Haare eine Strecke longitudinal folgen und mit freien, gewöhnlich etwas knotig angeschwollenen Enden endigen. Ausserdem sieht man hier auch von den beiden Armen mehrere solche Fäserchen nach unten hin entspringen, um ebenfalls longitudinal zu ziehen und frei zu endigen. In derselben Figur (4) sieht man ferner das Haar und die ihm anliegende, schwarzgefärbte Talgdrüse durch den sehr reichen, oberflächlichen, cutanen Nervenplexus und endlich durch die ebenfalls nervenreiche Epidermis ziehen. Die einzige Innervierung der fraglichen Haargebilde ist der aus zwei Armen bestehende Ring und die Seitenäste dieses Ringes. Unter demselben war am Haare und dessen Scheidenhöhnen, ebenso wie in der Papille, keine Nervenendigungen zu sehen.

Ungefähr dasselbe Verhalten bieten nun im Allgemeinen die kleinen Haare der Lippen und der Schnauze dar. Indessen soll sogleich betont werden, dass das am meisten typische Verhalten von den in Fig. 5—12 dargestellten Haaren repräsentirt wird. In der Regel spaltet sich von einem nach oben gegen den cutanen Oberflächenplexus

ziehenden Nervenast eine Faser ab, welche sich wieder nach unten hin senkt, sich in zwei Arme theilt und mit diesen das Haar ein wenig unter dem unteren Ende der Talgdrüse der Quere noch umfasst. Diese beiden Arme umstricken das Haar bald nur im halben Umfang, bald mehr; sie können einander mit ihren Enden oft beinahe berühren, ja sogar ein wenig kreuzen; sie fließen aber nie zu einem wirklichen Ring zusammen, d. h. sie anastomosiren nie mit einander. Von den beiden queren Armen gehen nun, wie oben bei der Besprechung der Fig. 4 schon erwähnt wurde, mehr oder weniger zahlreiche Fasern ab, welche nach oben hin eine Strecke in beinahe paralleler Richtung verlaufen (Fig. 5, 7, 8, 10—12) um in der Regel mit einem kleinen Knötchen frei zu endigen; diese emporsteigenden Astfasern sind so äusserst gewöhnlich, dass man sie mit VAN GERICHTEN als die am meisten typischen betrachten kann. Offenbar hat BONNEY diese longitudinal verlaufenden Aestchen der queren Arme in seinen Goldpräparaten recht gut gesehen, wie die Fig. 1 der Taf. XVII in seiner Arbeit und auch die von ihm auf den Anatomiencongresse in Wien demonstrirten Präparate darlegen; dagegen scheint er ihren Ursprung aus den circulären Fasern nicht gleich deutlich wahrgenommen zu haben. Auch ARNSTEIN hat wohl diese Aestchen vor sich gehabt, obschon er ebenfalls ihren Ursprung aus den quergebenden Fasern nicht erkannt hat.

Die mehr oder weniger senkrecht emporsteigenden, knötigen Astfasern anastomosiren nie unter einander, dagegen können sie zuweilen gruppenweise von einer gemeinsamen Wurzelfaser entspringen, wie z. B. in der Fig. 6 (Taf. XV) wiedergegeben ist. Da die Haarscheiden etwas oberhalb der queren Arme eingeschnürt sind und die longitudinalen Aestchen der Arme den Scheiden innig folgen, so biegen sie sich allmählig zusammen, wie die angeführten Figuren zeigen. Dies geht auch aus der Betrachtung der Querschnitte hervor (Fig. 18—22). Es entsteht, besonders in der Seitenansicht, ein sehr eigenthümliches Bild, etwa wie von einer alten königlichen Krone; die Aestchen endigen gewöhnlich auch in ziemlich gleicher Höhe.

Von den queren Armen entspringen nun ferner, wie das in der Fig. 4 abgebildete Haar zeigt, Aestchen, welche longitudinal nach unten hin ziehen, um frei zu endigen, wie es die Fig. 9 und 13 zeigen; in der Regel sind aber diese Aestchen nur sehr spärlich, wie in Fig. 11, oder auch fehlen sie ganz.

Wo liegen diese Nervenendigungen? Ich sah sie an den kleinen Haaren nie in die Wurzelscheiden eintreten. Auf Querschnitten (Fig. 18—22 der Taf. XV) sieht man sie etwas nach innen hin convergiren; dies hängt aber von der Einschnürung der Haarscheiden ab; sie endigen stets an einer scharfen circulären Linie, welche offenbar die Glashaut sein muss; ich sah sie nicht diese Linie durchdringen.

In diesen »typischen« Endigungen hat man zwar gewöhnlich nur mit je einer Nervenfasern zu thun; indessen überzeugte ich mich, dass dies keineswegs immer der Fall ist; auf Querschnitten sah ich zuweilen sicher zwei oder gar mehrere feine Nervenfasern an das Haar herantreten und es umspinnen, wie z. B. Fig. 22 der Taf. XV zeigt. Ja es giebt nicht gerade selten Fälle, wo die Fasern von verschiedenen Nervenzweigen herrühren, wie z. B. in Fig. 14 der Taf. XV. Dies scheint oft mit einer Abweichung von dem kronenartigen Typus zusammenzuhängen. Sowohl in Fig. 14 wie Fig. 16 sind solche abweichende Formen dargestellt, wo die Faserarme zwar der Quere nach die Haarscheiden umgeben, aber keine eigentlichen longitudinalen Aestchen entsenden. Solche atypische oder einfachere Formen der Endigungen sieht man hier und da; Fig. 15 und 17 stellen noch ein paar Beispiele dieser Art dar.

VAN GERICHTEN hebt hervor, dass die an die Haare herantretenden Nervenfasern nicht nur zusammen mit den Epidermis-Nervenfasern verlaufen, sondern sich auch von ihnen abzweigen. Diese Angabe habe ich nicht constatiren können, und ich glaube in der That, dass dies schwierig ist. Es scheint mir vielmehr die Regel zu sein, dass die für die Haare bestimmten feinen Nervenfasern nur *zusammen* mit den Epidermisfasern in denselben Nervenzweigen verlaufen, um sich früher oder später von ihnen abzutrennen.

Wie oben angedeutet wurde, habe ich bei diesen kleinen, cavernösen Scheiden entbehrenden Haaren keine anderen Nervenverstellungen, resp. Endigungen, als diese eben beschriebenen gefunden, was ja auch mit den Befunden anderer Forscher übereinstimmt. Bei guter Färbung sieht man sämtliche Haare des Präparates innervirt; jedoch ist es schwer, daraus den sicheren Schluss zu ziehen, dass in der That *alle* Haare des Körpers wirklich innervirt sind, was sehr wahrscheinlich ist.

Was nun die größeren, mit cavernöser Scheide versehenen Haare betrifft, so habe ich bei den jungen Mäusen in meinen Präparaten keine eigentlichen »Sinushaare« gesehen, wohl aber grössere Haare, welche mit einer dicken cavernösen, nach aussen von der Glashaut belegenen Scheide versehen sind. In der Fig. 1 der Taf. XVI habe

ich ein solches Haar bei geringer Vergrößerung abgebildet; die zwischen *bb* und *as* belegene Partie enthält ein cavernöses Gewebe, in welchem sich äusserst zahlreiche, dicht beisammenliegende Blutgefässschlingen finden. In solche cavernöse Haare treten, wie bei den Sinushaaren, wo es mehrere Forscher beschrieben haben, die Nervenfasern (*n*) von unten heran, dringen in der Nähe der — stets nervenfreien — Papille in den Haarsack bündelweise hinein und steigen durch das cavernöse Gewebe schief gegen die epitheliale Haarscheide empor. Hierbei trennen sie sich allmählig und legen sich getrennt und an verschiedenen Stellen der Glashaut an, um sich auf ihr zu verästeln; einzelne Fasern steigen zuweilen fast bis zu der unter den Talgdrüsen befindlichen Region hinauf, um sich dort zu verzweigen und zu endigen; sie zeigen aber nicht den oben für kleine Haare beschriebenen Typus der Endigung.

Bei stärkerer Vergrößerung (Taf. XVI, Fig. 2) konnte ich die Verästelung der Nervenfasern eingehender studiren und sah sie mit zahlreichen, feinen, varicösen Endästchen geschehen. Keine Spur von »Terminalzellen« oder anderen Endorganen war hier zu finden, nur eine frei auslaufende Verästelung.

Um das Verhalten dieser Nervenfasern zu den epithelialen Wurzelscheiden genauer kennen zu lernen, habe ich eine Reihe Querschnitte solcher Haare untersucht. Die Fig. 3—6 der Taf. XVI stellen Partien von derartigen Querschnitten dar; *bb'* ist die cavernöse Scheide, in welcher ich nur einige wenige Blutgefässschlingen angedeutet und einige schön verästelte eigenthümliche, zwischen den Blutgefässen liegende Bindegewebszellen (*bc*) abgebildet habe; durch dieses Gewebe ziehen die Nervenfasern an die Glashaut (*gl*) heran und verästeln sich um dieselbe herum, ohne, wie es scheint, durch sie hindurch bis in die äussere Wurzelscheide vorzudringen. Nur ein einziges Mal (Fig. 6 der Taf. XVI) ist es mir gelungen, eine Nervenfaser in diese Scheide eintreten zu sehen. Ich muss dies aber bis auf Weiteres als eine Ausnahme betrachten, weil ich in den vielen untersuchten Präparaten, auch bei sonst sehr guter Färbung, keine Nervenfasern in der Wurzelscheide angetroffen habe. Im cavernösen Gewebe selbst sah ich oft feinste Nervenfasern sich verästeln (Taf. XVI, Fig. 5 *n'*); ob dieselben als sensible Fasern oder als Gefässnerven zu betrachten sind, kann ich nicht entscheiden.

Ausser der Haut der weissen Maus untersuchte ich auch die des *Kaninchens*. Hier sah ich in der Haut der Oberlippe und des äusseren Ohres nicht die einfache typische kronenartige Anordnung der Nervenfasern an den Haaren, sondern eine complicirtere Verästelung derselben, aber stets mit freien Endigungen und ohne Terminalzellen. In den Fig. 7 und 8 der Taf. XVI habe ich zum Vergleich ein paar Beispiele von ihnen abgebildet. In Betreff der *typischen* Anordnung lässt sich also von den Verhältnissen bei *einem* Thier auf das andere kein sicherer Schluss ziehen. Es müssen offenbar umfassendere Untersuchungen vorgenommen werden, bevor man über diese Typen etwas Genaueres aussagen kann. Indessen steht es fest, dass bisher durch die Chromsilbermethode nur die *freie* Endigungsweise der Nervenfasern dargelegt werden konnte.



UEBER DIE NEUEN PRINZIPIEN IN DER LEHRE VON DER EINRICHTUNG DES SENSIBLEN NERVENSYSTEMS.

In der letzten Zeit ist auf dem Gebiete des Nervensystems, in Folge der Einführung neuer trefflicher Untersuchungsmethoden, über die Bauprinzipien bekanntlich ein tiefer eindringendes Licht geworfen worden. Obwohl die daraus resultirenden Anschauungen noch keineswegs zu allgemeiner Uebereinstimmung gelangt sind und die neue Lehre noch im Entstehen begriffen ist, so muss es doch auch auf diesem Gebiete wichtig sein, hin und wieder die Errungenschaften in allgemeinen Zügen zusammenzustellen und das neue Wissen, logisch prüfend, Revue passiren zu lassen. Dies ist in der That in ausgezeichneter Weise schon im vorigen Jahre von mehreren bewährten Forschern, u. A. von V. KÖLLIKER, WALDEYER, V. LENDRÖSKÉ, RAMÓN Y CAJAL und VAN GIEUCHTEN, in grösserer oder geringerer Ausdehnung geschehen, und ich selbst habe in einigen bisher nicht gedruckten Vorträgen in der hiesigen Akademie d. Wiss. und in gewissen gelehrten Gesellschaften Versuche in derselben Richtung gemacht.

Man muss sich dabei natürlicher Weise sehr hüten, dazu beizutragen, das noch unsichere Wissen festzuschlagen, das noch hypothetische zu Theorien zu erheben, sondern man muss v. A. das wahre Wissen zusammenfassen, um zu erfahren, ob die aufgestellten *Hypothesen* mit den *Thatsachen* übereinstimmen und ob aus den letzteren vielleicht neue hypothetische Schlüsse zu ziehen sind. Wenn man nur nicht das Unsichere zur Thatsache macht und das Hypothetische zur Theorie erhebt, so können solche Zusammenstellungen, obwohl in Einzelheiten gewiss oft fehlerhaft, für das wissenschaftliche Streben förderlich sein.

Nachdem ich also meinen gegen Theorien etwas skeptischen Standpunkt betont habe, gehe ich zu dem vorliegenden Gegenstand über. Ich werde diesmal nicht versuchen, das ganze Gebiet der neueren Nervenhistologie einer Betrachtung zu unterwerfen, sondern ich will nur einen Theil desselben, nämlich das *sensible* und *sensorische Nervensystem*, mit Hinsicht auf die Prinzipien seiner Einrichtung bei Wirbellosen und Wirbelthieren besprechen. Es gilt hier, die phylogenetische Entwicklung im Baue des fraglichen Systems zu eruiren und aus derselben vielleicht Hypothesen über die functionelle Einrichtung zu ziehen. Leider sind bezüglich dieser Fragen noch grosse Lücken in unserem Wissen vorhanden. Was ich hier aussage, hat deshalb in mehreren Beziehungen gewissermassen nur eine provisorische Geltung. Es ist also nur eine Zusammenfassung der wichtigsten Thatsachen, welche durch die Bestrebungen der auf diesem Gebiete arbeitenden Forscher bisher dargelegt sind, sowie eine daraus resultirende *hypothetische*, keineswegs aber festgestellte Lehre.

Ich werde das *sensible* und das *sensorische* Nervensystem gemeinschaftlich besprechen, weil diese beiden Systeme aller Wahrscheinlichkeit nach einen gemeinsamen Ursprung haben und in ihrer Einrichtung nahe verwandt sind.

Vor den durch HOYER, COHNHEIM und LANGERRANS angebahnten Entdeckungen eines in der Epithelschicht der Körperhaut der Wirbelthiere weit verbreiteten, äusserst reichlichen Systems feiner, frei und interzellulär endigender Nervenverastelungen, war das Wissen darauf beschränkt, die peripherischen Enden des einfach *sensiblen* Nervensystems dieser Thiere nur in gewisse, besonders gelaunte Endorgane, die Meissner'schen Tastkörperchen, die Krause'schen Endkolben, die Pain'schen Körperchen und einige mit diesen verwandte Organe, zu verlegen. Nach den erwähnten Entdeckungen aber wurde das fragliche sensible Nervensystem in dieser Hinsicht auf die eigentlichen, meistens nur in ganz beschränktem Umfang vorkommenden Endorgane und das neu gefundene in-

traepitheliale, frei endigende Astsystem vertheilt, obwohl man immer in Unsicherheit gewesen ist, wie diese Vertheilung in der Natur vorliegt.

Es dauerte indessen eine geraume Zeit, bis es allgemein anerkannt wurde, dass die im Rete Malpighii gefundenen Nervenendigungen in der That frei und interzellulär sind. Schon LANGERHANS selbst setzte gewisse myastische Zellen mit ihnen in Verbindung, und andere Forscher suchten diese Lehre zu stützen. Durch ARNSTEIN, MERKEL u. A. wurde diese zelluläre Verbindung jedoch geleugnet. Von einigen Forschern wurde noch die Ansicht dargestellt, dass die fraglichen Nervenfasern in die Epithelzellen eindringen und in ihnen, also intrazellulär, endigen. Diese Lehre wurde auf mehrere Gebiete übergeführt, und man begann allgemein einer Anschauung zu huldigen, dass wenigstens viele Nervenendigungen vermittelst bestimmter *Terminalzellen* geschehen.

Wenn man die Kenntniss von der Verbreitung des intraepithelialen, interzellulär endigenden sensiblen Nervensystems sowohl im Thierreich im Ganzen wie auch im einzelnen Organismus, sogar in demjenigen der höheren Thiere und des Menschen, zusammenstellt, so findet man, dass sie bis auf die letzte Zeit und sogar noch jetzt auffallend lückenhaft ist. In MERKEL'S grosser Monographie »Über die Endigungen der sensiblen Nerven« sieht man, dass, noch im Jahre 1880, dieses sensible, intraepitheliale System der Körperhaut bei den *Fischen* ganz unbekannt war; bei den *Amphibien* war es — von der Cornea abgesehen — durch DITLEVSEN und MERKEL gespürt, obwohl sehr wenig bekannt; bei den *Reptilien* war es — stets von der Cornea abgesehen — nicht entdeckt, obwohl von MERKEL geahnt; bei den *Vögeln* war es, ausser der Cornea, in der Nickhaut durch MERKEL und in der Körperhaut durch ARNSTEIN nachgewiesen. Nur bei den *Säugethieren* war es bei verschiedenen Arten und an mehreren Körperstellen dargelegt worden, jedoch auch dies in sehr beschränkter Masse; man hatte das fragliche Endigungssystem v. A. in der Schnauze gewisser Thiere (Maulwurf, Schwein, Kaninchen, Igel, Fledermaus), in der Halshaut des Schweines u. s. w. nachgewiesen und im Ganzen sein allgemeines Vorkommen in der Körperhaut der Säugethiere höchst wahrscheinlich gemacht. Ferner hatte man dieselbe Art von Nervenendigungen in gewissen Schleimhäuten, z. B. in der Mundhöhle, nämlich am Gaumen und der Zunge, ferner im Pharynx und Oesophagus, in der Conjunctiva, in der Vaginalschleimhaut gefunden. Ausserdem ist dieses System von Nervenendigungen in der Haut des Menschen, an den Fingern, am Vorderarm, in der Planta pedis u. s. w. nachgewiesen. Und doch war das Vorhandensein des ganzen Systems nicht so sicher festgestellt, dass nicht mehrere Autoren es bis in die neuere Zeit bezweifeln und für Kunstproducte erklären konnten.

Es ist deshalb gewiss ein Vortheil, dass man neue, scharfe Resultate gebende Methoden bekommen hat, um das fragliche intraepitheliale Nervensystem, welches bisher fast nur durch die Goldmethode dargestellt worden war, sicherzustellen. Sowohl die Ehrlich'sche Methylenblau- wie die Golgi'sche Chromsilbermethode sind in dieser Beziehung erfolgreich gewesen. Vor Allem hat sich die letztere bewährt. FR. E. SCHULZE hat mit derselben in diesem Jahre zuerst bei *Fischen* (Teleostern) intraepitheliale, interzellulär in die Körperhaut bis zur Oberfläche hinaustringende Nervenfasern beschrieben, und kurz nachher habe ich meine Befunde bei *Cyclostomen* (Petromyzon) veröffentlicht. Bald danach legte VAN GEUCHTEN seine Befunde bei *Säugethieren* (der Maus) vor. In der Abtheilung No: 5 habe ich hier die jetzige Kenntniss in dieser Hinsicht kurz besprochen und meine eigenen neuen Befunde mitgetheilt. Ich habe nämlich das intraepithelial und interzellulär endigende sensible Nervensystem äusserst reichlich in der Körperhaut nicht nur bei *Cyclostomen* und *Teleostern*, sondern auch bei *Amphibien*, *Reptilien* und *Säugethieren* gefunden; und ferner habe ich in den *Schleimhäuten* namentlich der letztgenannten Thiere einen ganz ähnlichen Typus der Nervenendigung constatiren können. »*Terminalzellen*« sind hier nirgends vorhanden, und der Eintritt der Nervenfasern in Zellen wurde von mir nirgends gesehen.

Obwohl diese Untersuchungen gewiss in noch weiterem Umfang durchgeföhrt zu werden verdienen, so geht schon aus unserer jetzigen Kenntniss hervor, dass bei den *Wirbelthieren*, von den *Cyclostomen* aufwärts, in der Körperhaut und in den Schleimhäuten die bei weitem grösste Menge der sensiblen Nervenfasern, ohne Terminalzellen oder sonstige directe Verbindung mit Zellen, unter mehr oder weniger reichlicher Verästelung mit freien, in der Regel carviculotigen (perlenschnurartigen) Endfasern zwischen den epithelialen Zellen endigen, wobei sie je nach den Umständen mehr oder weniger weit hinaus nach der Oberfläche hin laufen.

Nach unserer jetzigen Kenntniss gilt auch, wenigstens nach meiner Ansicht, dasselbe Princip für die besondern *Endorgane* in der Haut, d. h. ich kann bei ihnen nicht die Endigung der Nervenfasern in etwaigen Terminalzellen anerkennen, sondern nur sich mehr oder weniger verästelnde und mit freien Enden endigende Ner-

venfasern, wie ich sie z. B. in den Genitalkörperchen des Kaninchens beschrieben habe, und wie sie in den Tastkörperchen und den Pacinischen Körperchen etc. von den meisten Forschern anerkannt werden. Nur sind bei diesen Gebilden die Endigungen der Nervenfasern von der Haut abgetrennt, und sie geschehen in eigenthümlich gebauten, von bindegewebigen Kapseln umgebenen Organen besonderer Art. Ich beabsichtigte, diese Organe auch mit der Chromsilbermethode zu bearbeiten, doch mislungen bisher die Versuche grösstentheils, wahrscheinlich in Folge des fehlerhaften Materiales; nur bei den Pacinischen Körperchen bekam ich gute Bilder, aber diese sind für die vorliegende Frage von geringem Interesse.

Bekanntlich hat in den letzten Jahren DOGIEL die Ansicht ausgesprochen, dass in mehreren Arten jener Organe die Nervenfasern anastomosirende *Endnetze* und sogar *Endschlingen* bilden. Ich habe in meinen Präparaten nie etwas für diese alte, nun von Neuem auftretende Anschauung Beweisendes sehen können und bin in dieser Hinsicht mit dem hoch bewährten Forscher nicht einverstanden, sondern betrachte es hingegen eher als sicher-gestellt, dass die *sensiblen Nervenfasern mit freien, nicht anastomosirenden Endverästelungen endigen. Es können Endgeflechte, aber keine Endnetze, keine Endschlingen vorhanden sein.* Wenn wirkliche Endnetze vorkommen sollten, bilden sie gewiss seltene Ausnahmen, und sie sind dann durch eine Art secundärer Verwachsung der sonst freien Endäste entstanden.

Ferner hat man bei gewissen Wirbelthierclassen in der Körperhaut Endorgane beschrieben, in welchen die sensiblen Nervenfasern direct mit besonderen »Sinneszellen« zusammenhängen sollen; es sind dies die *Endknospen*, resp. die Nervenbügel der Seitenlinie und des Kopfes (sowie der Mundhöhle) bei Fischen und Amphibien. Nach v. LENNOSSEK's, ZIMMERMANN's und meinen Untersuchungen ist indessen kein solcher Zusammenhang zu finden, sondern die Nervenfasern endigen auch in diesen Organen *frei*, d. h. ohne directe Verbindung mit den Zellen.

Wie verhalten sich aber die peripherischen Endigungen der sensiblen Nerven im *übrigen Thierreich*, von den Cyclostomen abwärts?

Wir stossen ja im Wirbelthierreich noch auf ein Geschöpf, den sonderbaren *Amphioxus*. Nach LANGERHAUS' Angaben soll dieses Thier in seiner Körperhaut im Epithel eingelagerte besondere *Sinneszellen* besitzen, welche nach diesem Forscher höchst wahrscheinlich mit den Nervenfasern zusammenhängen. MEKKEL stimmte ihm bei: er habe ebenfalls, sagt er, die Anschauung gewonnen, »dass die haartragenden Zellen der Epidermis die Endigungen der Hautnerven bei *Amphioxus*, und zwar die alleinigen Endigungen darstellen. Wie ich schon in der 5. ten Abtheilung dieses Bandes erwähnt habe, konnte ich bei meinen Versuchen mit der Methylenblaumethode diese Angaben nicht bestätigen, und die Chromsilbermethode gab keinen Ausschlag. Meiner Ansicht nach ist die Frage also noch nicht endgültig entschieden; bis auf Weiteres sehe ich es als wahrscheinlicher an, dass bei diesem Thier die sensiblen Hautnerven in principiell derselben Weise wie bei den Cyclostomen und den übrigen Wirbelthieren endigen.

Bei den *Wirbellosen* aber hatte man schon längst (LEYDIG u. A.) in verschiedenen peripherischen sensiblen Organen *Sinneszellen* beschrieben, deren centraler Fortsatz nochmals mit Ganglienzellen zusammenhängen sollte.

Durch M. v. LENNOSSEK's bedeutungsvolle Entdeckung, die ich bestätigen konnte, wurde dargelegt, dass bei einem Wurm, dem *Lumbricus*, die Körperhaut eine grosse Menge sensibler Zellen enthält, welche in dem Epithel eingelagert liegen und je einen feinen, in der Regel unverästelten Fortsatz nach dem Bauchstrang schicken, wo derselbe unter geringer, aber typischer Verästelung, ohne directen Zusammenhang mit anderen Zellen frei endigt. Diese im Körperepithel eingelagerten Sinneszellen sind mithin als eine Art Nervenzellen zu betrachten. Sie stellen die auf einer phylogenetisch niedrigeren Stufe geliebene *sensiblen Nervenzellen* dar.

Durch meine in der 1. ten Abhandlung dieses Bandes veröffentlichte Beschreibung ist es ferner dargelegt worden, dass bei anderen, höher stehenden Würmern, den *Polychäten* (*Nereis*), eine etwas ähnliche Einrichtung vorliegt. Diese Thiere besitzen ebenfalls eine grosse Menge von überall in der Körperhaut eingelagerten, bipolaren sensiblen Zellen, welche den einen feinen Fortsatz centralwärts, den anderen nach der Peripherie senden; diese

sensiblen Zellen, welche offenbar den sensiblen Nervenzellen der Lumbriehaut entsprechen, sind indessen bei den Polychäten grösstentheils (in Betreff des Zellkörpers) aus dem Epithel hinausgetreten und in das unterliegende Gewebe eingesenkt.

Bei den *Mollusken* hatte FLEMING schon längst bipolare Sinneszellen beschrieben, welche unter dem Hautepithel des Körpers liegen und den einen Fortsatz nach der Körperoberfläche, den anderen centralwärts schicken. In den Fühlern der *Limacinen* sah er noch in das Epithel eingelagerte Kölbchen, welche er als Sinneszellen auffasste und mit etwas tiefer liegenden Ganglienzellen in directer Verbindung stehen sah. Nach den damaligen Anschauungen betrachtete man ja im Allgemeinen die etwa vorhandenen Sinneszellen als periphere Entlassungen der von den Centralorganen stammenden — resp. mit den verschiedenen, in ihnen befindlichen Ganglienzellen in directer Verbindung stehenden — sensiblen Nervenfasern.

In der 2ten Abhandlung dieses Bandes habe ich das Vorhandensein der Fleming'schen Zellen bei den *Limacinen* bestätigt, zugleich aber auch gezeigt, dass die Endkölbchen im Epithel der Fühler keine besonderen Zellenelemente, sondern nur die mehr oder weniger verdickten Enden der eigentlichen »Sinneszellen« sind; diese Zellen sind gerade die tiefer unten, unter dem Epithel befindlichen bipolaren »Ganglienzellen« FLEMING'S, welche offenbar den »Sinneszellen« der übrigen Körperhaut der *Limacinen* entsprechen. Es findet sich also bei diesen Thieren ein überall über die Körperhaut ausgebreitetes System bipolarer sensibler Zellen, welche, wie bei den Polychäten, aus dem Epithel hinausgetreten und in das unterliegende Gewebe eingesenkt sind. Alle diese Zellen entsprechen offenbar den Sinnesnervenzellen der Lumbriehaut, stellen also keine peripherischen sensiblen »Endzellen« der Nervenfasern dar, sondern sind die sensiblen Nervenzellen selbst.

Es wäre gewiss von sehr grossem Interesse, das Nervensystem bei den Wirbellosen durch seine noch tieferen Entwicklungsstufen hindurch bis zum ersten Anfang im Thierreich zu verfolgen. Die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen sind jedoch noch zu lückenhaft, um eine klare Einsicht in diese wichtigen Fragen zu gewinnen, weshalb ich diesmal von einem derartigen Versuche abstehe, um so viel mehr als es mir bisher nicht gelungen ist, bei *Echinodermen* und *Coelenteraten* die Methylenblau- und die Chromsilbermethode erfolgreich zu appliciren.

Aber auch bei den *Articulaten* ist unser Kenntniss in dieser Richtung sehr mangelhaft. Bei *Insecten* und *Crustaceen* sind schon längst von LEYDIG u. A. gewisse Sinneszellen im oder dicht unter dem Körperepithel beschrieben worden, welche viele Aehnlichkeit mit denjenigen der Polychäten und Mollusken darbieten. Bei den *Crustaceen* (*Palaemon*) sah ich indessen in Präparaten, die mit Methylenblau gefärbt waren, die peripherischen Enden der in der Hautschicht endigenden Nervenfasern reichlich verastelt (s. *Biol. Unt. N. F. I, 1*); es ist nun möglich, dass die an diesen Fasern von mir dicht vor ihrer Endverzweigung beobachteten Kerne, welche ich als Scheidenkerne gedeutet habe, in der That die gesuchten sensiblen Nervenzellen sind. Bei den *Crustaceen*, wie bei den *Articulaten* im Allgemeinen, ist unser Kenntniss vom sensiblen Nervensystem sehr mangelhaft. Hier müssen neue Untersuchungen vorgenommen werden, welche diese grosse Lücke ausfüllen. Gerade bei diesen Thieren ist wohl das Uebergangsstadium zwischen den Verhältnissen bei den Wärmern (und Mollusken) einerseits und den Wirbelthieren andererseits zu suchen. Die von mir mit der Chromsilbermethode gemachten Versuche, diese Frage zu ermitteln, scheiterten leider bis jetzt; man muss, um auf diesen Gebiete Erfolge zu gewinnen, die verschiedensten Repräsentanten der fraglichen Thiere zur Verfügung haben.

Wenn wir jetzt zu dem echt *sensorischen* Nervensystem übergehen, so finden wir bei einem Ueberblick über die betreffenden Organe bei den Wirbelthieren mehr oder weniger ausgesprochene Anklänge an die so eben geschilderten Bauverhältnisse des sensiblen Nervensystems, und in erster Linie an diejenigen dieses Systems bei den Wirbellosen.

Im *Geruchsorgan* der Wirbelthiere ist durch die schöne Entdeckung GOLGI'S, welche durch RAMÓN Y CAJAL, VAN GEHUCHTEN, von BRUNS, von KÖLLIKER und mir bestätigt und theilweise weiter ausgeführt wurde, bekanntlich nachgewiesen, dass die Reizellen MAX SCHULTZE'S peripheren Nervenzellen entsprechen, welche noch im Epithel liegen und ihren centralen Fortsatz zum Centralorgan schicken, um im Bulbus olfactorius mit Endverastelungen in

den Glomerulis zu endigen; diese Auffassung der Riechzellen hat noch durch W. His' embryologische Forschungen eine kräftige Stütze gewonnen.

Es liegt also im Geruchsorgan der Wirbelthiere, von den Cyclostomen bis zu dem Menschen hinauf, ein Zustand vor, welcher demjenigen der Lumbriken in auffallender Weise ähnlich, ja phylogenetisch sogar noch niedriger ist, als derjenige der Polychäten und Mollusken.

Im **Gehörorgan** sehen wir aber, wie ich im vorigen Bande meiner Biolog. Untersuchungen (Bd. III, 4) beschrieben habe, und VAN GERCHTEN etwa gleichzeitig gefunden hat, dass die im Epithel des Organs befindlichen Sinneszellen (die Hörzellen oder Haarzellen) *nicht* den Nervenzellen entsprechen. Diese letzteren Zellen sind im Gegentheil von den bipolaren Ganglienzellen des Acusticusstammes repräsentirt, deren centraler Fortsatz nach dem Centralorgan zieht, um dort verästelt zu endigen, deren peripherischer Fortsatz aber nach dem Gehörorgan hin verläuft, um in dessen Maculae, Cristae und Papille acusticae nach mehr oder weniger reichlicher Endverästelung zwischen den Haarzellen, sie umspinnend, mit freien Spitzen zu endigen.¹

In dem Gehörorgan der Wirbelthiere liegt also ein morphologischer Zustand vor, welcher sich von dem des Geruchsorgans weiter entwickelt und demjenigen der Polychäten und Mollusken in der Hinsicht angeschlossen hat, dass sich die sensorischen Nervenzellen aus dem Epithel abgetrennt haben und in das unterliegende Gewebe hinabgesunken sind, d. h. sich dem Centralorgan etwas genähert haben. Sie haben jedoch dabei ihren ursprünglichen niedrigen oppositipol-bipolaren Typus bewahrt. Die Haarzellen des Gehörorgans sind dagegen, wie ich vorher hervorgehoben habe, als eine Art sekundär in die Nervenleitung eingetretener Epithelzellen, als »sekundäre Sinneszellen« aufzufassen; dieselben als eine Art neu hinzugekommener echter Neuronen zu betrachten, finde ich nicht richtig; eine derartige Zusammensetzung wie die der äusseren Haarzellen kommt wohl sonst niemals bei wahren Nerven-elementen vor.

Das Gehörorgan bietet nun aber auch in der morphologisch-phylogenetischen Entwicklung ein Zwischenstadium zwischen dem Geruchsorgan und dem »Tastorgan« der Haut und der Schleimhäute dar, indem die Nervenzellen des Gehörnerven sich nicht nur aus dem peripherischen Epithel gegen das Centralorgan hin zurückgezogen haben, sondern auch in ihrer peripherischen Endigung eine mehr oder weniger reichliche Verästelung zeigen.

Das **Tastorgan**, das Organ der eigentlichen *sensiblen* Nervenfasern, steht ja merkwürdiger Weise in der morphologisch-phylogenetischen Entwicklung höher als die bisher erwähnten Sinnesorgane, indem die Nervenzellen desselben sich bis in die Nähe der Centralorgane, wo sie die Cerebrospinalganglien bilden, zurückgezogen und ihren bipolaren Typus in einen pseudo-unipolaren verändert haben, sowie endlich noch dadurch, dass die peripherischen Fortsätze dieser Nervenzellen sich in dem eigentlichen Sinnesorgan, der Haut und den Schleimhäuten, ungemein stark verästeln und interzellulär mit freien Spitzen endigen.

Wohin werden wir aber dann das **Geschmacksorgan** stellen? Bisher ist es in der Regel neben dem Geruchsorgan placirt worden. Man hat den Bau der beiden Organe als ungefähr gleichartig aufgefasst. Nach den hier oben in der 3. Abhandlung geschehenen Erörterungen ist aber der Bau derselben grundverschieden. Es sind meiner Ansicht nach im Geschmacksorgan keine wahren Sinnesnervenzellen vorhanden. Die Nervenzellen des Geschmacksorgans haben sich ebenfalls, wie im Tastorgan, aus dem Epithel zurückgezogen und liegen in den Ganglien des Geschmacksnerven.

Das Geschmacksorgan steht also in morphologisch-phylogenetischer Beziehung auf etwa demselben Standpunkt wie das Tastorgan und gewissermassen das Gehörorgan. Die weit gegen das Centralorgan zurückgetretenen Nervenzellen senden in das peripherische Organ ihren peripherischen Fortsatz, welcher unter starker Verästelung mit frei auslaufenden Spitzen frei und interzellulär im Epithel endigt; in dem Epithel der Geschmackszwiebeln sind indessen

¹ Ich habe vergangenen Sommer meine Untersuchungen über die peripherischen Endigungen des Acusticus fortgesetzt und dabei meine früheren Befunde stets bestätigt gefunden. In der Cochlea (im Cortischen Organ) der Störartige habe ich die Endigungsweise der Nervenfasern in zweierlei Weise beschrieben, nämlich einerseits als Fasern, welche reichlich verästelt mit den radial verlaufenden Enditen des Cortischen Organs durchdringen, andererseits als Fasern, welche zuerst ebenfalls radial, aber vorwiegend im Tangentialen durchziehen und erst zwischen den äusseren Haarzellenstrahlen aus der radialen in die Spiralrichtung umlagern und eine weisse Strecke zwischen den Haarzellenstrahlen verlaufen, um endlich unter geringer Verästelung zu endigen. In der Fig. 6 der Taf. XII der angeführten Abhandlung (Biol. Cat. N. F. III, 4) habe ich die beiden Nervenfasersorten aus einem Präparate abgebildet. Bei meinen neuen Untersuchungen traf ich diese beiden Fasertypen immer wieder. Ich besitze diese Gelegenheit, um noch bestimmte zu betonen, dass hier offenbar zwei verschiedene Verästelungs- und Endigungsweisen der Acusticusfasern vorliegen. Es gibt im Cortischen Organ zwei Arten von Nervenfasern: die gabelartig verästelten Radialfasern und die fast unverzweigten Spiralfasern. Hauptsächlich konnte ich auch einmal auf diesen Gegenstand zurück, v. A. die letzten Endigungen und ihr Verhalten in den Haarzellen eingehender zu besprechen.

eigenthümliche Zellen vorhanden, welche, ungefähr wie die Haarzellen des Gehörorgans, als eine Art secundärer Sinneszellen aufgefasst werden können.

Endlich haben wir noch das complicirte *Schorgan* zu besprechen. Durch die interessanten Untersuchungen von TARTUFERI, RAMÓN Y CAJAL und DOGIEL ist über die Einrichtung dieses Organs ein neues Licht geworfen worden. Auf eigene Untersuchungen bei Amphibien und Säugethieren gestützt, kann ich mich den Angaben dieser Forscher anschliessen. Vor Allem stimmen meine Befunde mit denen RAMÓN Y CAJAL'S überein. Wie der letzte Forscher hervorhebt, hat man in diesem Organ drei in verschiedenen Etagen angeordnete, besondere Arten von Nervenzellen — oder Neuronen von WALDEYER —, nämlich erstens die Stäbchen- und Zapfenzellen, zweitens die inneren Körner und die zusammen mit ihnen befindlichen sog. Spongioblasten und drittens die Zellen der Ganglienschicht (s. str.).

Wenn man nun die Einrichtung des Schorgans mit den übrigen Sinnesorganen vergleicht, so findet man, dass die äussersten, am meisten peripherischen Nervenzellen, die Stäbchen- und Zapfenzellen, gewissermassen den Riechzellen des Geruchsorgans entsprechen. Der centrale Fortsatz derselben läuft zwar nicht ins eigentliche Gehirn hinein, um sich dort in glomerulusartige Gebilde zu verästeln, sondern er zieht nur in die äussere Molekularschicht, um in derselben mit einem kleinen mehr oder weniger verzweigten Knäuel zu endigen. In dieser Retinaschicht liegt aber die Grenze der »Hirnschicht«. Man kann sicher, wie es auch schon längst geschehen ist, diese Schicht zusammen mit den nach innen von ihr belegenen Retinapartien als eine Gehirnpartie auffassen. In dieser Weise erklären sich die verwickelten Verhältnisse. Die Retina ist sogar ein für die moderne Nervenhistologie sehr erläuterndes Objekt geworden. Gerade durch die regelmässige Anordnung seiner Elemente erlaubt dieses Organ einen schönen Einblick in die wunderbare Einrichtung der nervösen Elemente. Zwar hat DOGIEL auch hier das Prinzip der *netzartigen* Verbindung der Elemente in grösserer Masse aufrecht zu halten gesucht. Vermittelt der Anwendung der Chromsilbermethode gelangt man jedoch meiner Ansicht nach zu einer klareren Einsicht in die Einrichtung, v. A. wenn man, wie ich es gethan habe, mit den Ergebnissen der von DOGIEL angewandten Methylenblau-methode combinirt.

Ich stimme also in Betreff der Einrichtung der Retina RAMÓN Y CAJAL darin bei, dass ich hier eine *unterbrochene* Kette in der Nervenleitung annehme. Die verschiedenen Nervenzellen, die Neuronen, hängen meiner Ansicht nach auch nicht direkt, durch anastomotische Verbindung, mit einander zusammen, sondern stehen nur durch *geflechtartige* Berührung unter einander in Contiguität. Es liegt gerade in dieser Hinsicht eine der wichtigsten Fragen der neueren Nervenbiologie vor, die Prinzipfrage nämlich, ob die Leitung durch unterbrochene Ketten von Neuronen geschieht, welche vermittelt ihrer Fortsätze nur durch Contact auf einander wirken. Es versteht sich von selbst, dass eine derartige Lehre bis auf weiteres nur hypothetisch ist, und dass noch viele controllirnde Untersuchungen nothwendig sind, bevor sie als sichergestellt angesehen werden kann. Ich gestehe indessen, dass ich nach Allem, was ich bis jetzt bei Wirbellosen und Wirbelthieren gesehen habe, sehr geeignet bin, dieser Auffassung zu huldigen.

Vor Allem haben mich gerade die Untersuchungen über die Einrichtungen der sensiblen und sensorischen Nerven zu einer derartigen Anschauung geführt. Die entdeckten Verhältnisse im Geruchsorgan, Gehörorgan und Schorgan stützen diese Anschauung in auffallender Weise, und die entsprechenden Einrichtungen im »Tastorgan« und Geschmacksorgan widersprechen ihr keineswegs. In allen diesen Organen hat man es mit bipolaren nervösen Zellenelementen — Nervenzellen oder Neuronen — zu thun, welche bald noch im Epithel (Geruchsorgan und [gewissermassen] Schorgan) liegen, bald von ihm abgetrennt und mehr oder weniger nach den nervösen Centralorganen hin gerückt sind. Die äusserste, am meisten peripherische Neurone erreicht in allen Organen mit ihrem peripherischen Fortsatze die Aussenseite des Epithels, mit ihrem centralen Fortsatze hingegen das nervöse Centralorgan, wo derselbe sich in verschiedener Weise verästelt und mit freien Enden endigt. Es liegt bei sämmtlichen Sinnesorganen in der That für die morphologischen Einrichtungen ein gemeinsames Bauprinzip vor. Keine morphologischen Grundverschiedenheiten sind vorhanden; als eine solche ist z. B., wie schon VAN GHENTEN und ich auf dem Anatomencongresse in Wien betonten, keineswegs das verschiedene Verhalten des peripherischen Fortsatzes zu betrachten, indem derselbe bald unverästelt, bald mehr oder weniger verästelt nur in dem peripherischen Epithel endigt. Ebenso wenig ist die verschiedenartige Lage der betreffenden Zellenkörper der Neuronen von prinzipieller Bedeutung, und ferner ist die etwas verschiedene Gestalt, v. A. das Abweichen der Nervenzellen der Cerebrospinalganglien von dem echt bipolaren Typus von keiner derartigen Bedeutung, da es schon längst

festgestellt ist, dass die Unipolarität dieser Zellen nur scheinbar ist und diese Elemente sich beim Embryo alle aus echt bipolaren Zellen entwickeln.

Von besonderer Wichtigkeit ist es dagegen, alle diese zum sensiblen Nervensystem gehörenden (sensiblen s. str. und sensorischen) Nervenlemente in ihrem morphologischen Verhältniss zu den übrigen Nervenzellen zu betrachten. Bekanntlich haben v. A. RAMÓN Y CAJAL und VAN GEHUCHTEN die Hypothese vertheidigt, dass die Protoplasmafortsätze der Nervenzellen die reizaufnehmenden und cellulipetal (v. KÖLLIKER) leitenden, die Axencylinder dagegen die cellulifugal (v. KÖLLIKER) leitenden und reizabgebenden Organe der Zellen sind, und in Uebereinstimmung mit dieser Hypothese hat RAMÓN Y CAJAL schon längst hervorgehoben, dass bei den sensiblen, resp. sensorischen Ganglienzellen der gewöhnlich als Axencylinder betrachtete, cellulipetal leitende, periphere Fortsatz vielmehr als dem System der Protoplasmafortsätze angehörig aufzufassen ist, während der centrale, offenbar cellulifugal leitende Fortsatz, welcher in das Centralorgan eintritt, um dort verzweigt und mit freien Enden zu endigen, den eigentlichen Axencylinder bildet. Ich kann nicht umhin zu bekennen, dass mir diese Deutung immer mehr als plausibel erscheint. Sie ist eine jener Hypothesen, welche die Verhältnisse in helleres Licht stellen und die scheinbaren Streitigkeiten ausgleichen.

Ich erkenne es, wie oben angedeutet wurde, vollauf, dass jedes »Schema« Gefahren in sich schliesst. Die lebende Natur folgt keinem einfachen Schema. Und dennoch ist es uns beim Erforschen ihrer Gesetze ein Bedürfniss, in der complicirten Mannigfaltigkeit der Formen und Phänomene das Einfache, das Allgemeingültige zu suchen. Darin liegt jedoch keine Gefahr, wenn wir nur jedes Schema als »provisorisch« betrachten und immer fertig sind, es bei der Entdeckung neuer Thatsachen zu prüfen, eventuell zu verbessern oder zu verwerfen. In Betreff der modernen Neurobiologie sind wir nur noch im Anfange eines wahren Wissens. Es ist deshalb gerade in dieser Periode der raschen Fortschritte von ausserordentlicher Wichtigkeit, nur Dasjenige als Thatsache anzuerkennen, was sichergestellt ist, und Dasjenige als Hypothese anzuführen, was durch die Thatsachen noch nicht hinreichend bewiesen ist. Deshalb ist es auch von Bedeutung, dass gegen die neuen »Lehren« Angriffe von bewährter Seite her gemacht werden. Die Wissenschaft kann dadurch nur gewinnen, denn sie braucht noch viel mehr Thatsachen, bevor sie auf diesem schwierigsten und wichtigsten Gebiete eine neue berechnete Theorie aufbauen kann.

Wenn ich nun, trotz meiner Ungenüghtheit gegen verführte Lehren, es dennoch, mehr oder weniger im Anschluss an die Arbeiten und Anschauungen mehrerer ausgezeichneteter Collegen, v. A. GOLGI, RAMÓN Y CAJAL, v. KÖLLIKER, VAN GEHUCHTEN und v. LEMBOSSÉ, im Obigen gewagt habe, die Principien in der Einrichtung des sensiblen und sensorischen Nervensystems zu besprechen, so ist es in der Absicht gesehehen, neue Forschungen, eventuell auch Controversen anzuregen. Es ist mir nämlich wohl bekannt, dass mehrere hervorragende Forscher gegen »die neuen Lehren« nicht günstig gestimmt sind. Man kommt indessen gewiss nicht dadurch, dass einer sagt: hier findet sich ein Netz, während ein anderer antwortet: hier findet sich kein Netz, nur ein Geflecht, sondern nur dadurch weiter, dass man von dem sicher Gesehenen ausgeht und das Festgestellte gewissenhaft sammelt, dabei alle Möglichkeiten so lange anerkennend, bis sie sicher und vollständig ausgeschlossen werden können.

Deshalb ist es auch, wie ich schon früher hervorgehoben habe, von fundamentaler Wichtigkeit, die *ein-facheren Bauverhältnisse* in erster Linie zu eruiren. Es ist ja von vornherein anzunehmen, dass *diese primitiven Verhältnisse bei niederen Thieren zu finden sind*. Hier wartet noch ein grosses Gebiet, auf welchem bisher gar zu wenig errungen worden ist, der Erforschung. Ich habe oben u. A. hervorgehoben, dass z. B. beim Amphioxus neue Untersuchungen über die peripheren Endigungen der sensiblen Nerven notwendig sind, ebenso bei den Articulaten (Crustaceen, Insecten etc.), bei vielen Würmern und Mollusken, bei den Echinodermen und Coelenteraten.

Was wir speciell in Betreff des sensiblen und sensorischen Nervensystems wissen, besteht nur aus Bruchstücken. Dennoch geben schon diese Bruchstücke merkwürdige Einblicke in die morphologisch so wunderbar einfache Einrichtung und werfen auf die phylogenetische Entwicklung der Sinnesorgane ein schönes Licht.

Da es interessant ist, diese Bruchstücke zusammenzustellen, um aus ihnen ein Gesamtbild zu gewinnen, füge ich hier einige Figuren bei, welche die durch die neuen Methoden bisher eruirten Bauverhältnisse des sensiblen, resp. sensorischen Nervensystems bei Wirbellosen und Wirbelthieren, etwas vereinfacht, wiedergeben:

Das sensible und sensorische Nervensystem.



1. Das sensible Nervensystem der einseitigen Würmer (Lanzettwurm).



2. Das sensible Nervensystem der polychäten Würmer (Nereis).



3. Das sensible Nervensystem der Mollusken (Limax).



4. Das sensible Nervensystem der Wirbelthiere (Hai).



5. Das Gehörorgan der Wirbelthiere.



6. Das Sehorgan der Würbelthiere.



7. Das Gehörorgan der Wirbelthiere.



8. Das Geschmackorgan der Säugetiere.



9. Das Tastorgan der Wirbelthiere.

Gemeinsame Bezeichnungen:

e — Ektodermien,
e — Cerebra,
st — Beackel mit sensorische
Nervenzellen,
ru — Rine Malpighi.

kl — Hantzellen,
f — Faltzellen,
gb — Geschmacksknospe,
r — Radialzellen,
g — innere Kitzelzellen.

sp — Spongsubstanz,
gl — Ganglienzellen der Betan,
sn — sensible Nervenzellen,
ru — Interballzellen,
in — Interballzellen.

ca — Centralorgan,
gl — Glomerulus,
mt — Mitochondrien.

KLEINERE MITTHEILUNGEN VON DEM GEBIETE DER NERVENHISTOLOGIE.

I. Ueber die Golgi'schen Zellen und die Kletterfasern Ramón y Cajal's in der Kleinhirnrinde.

Taf. XIX.

In der Abhandlung No. 2 des vorigen (III.) Bandes meiner Biolog. Untersuchungen N. F. habe ich die nervösen Elemente der Kleinhirnrinde besprochen und die schönen Errungenschaften der neueren Nervenhistologie, wie sie v. A. durch GOLGI, RAMÓN Y CAJAL, VON KÖLLIKER und VAN GERBICHEN gewonnen sind, bestätigten können.

Ich habe seitdem das verlockende Studium des wunderbar gelauten Organes hin und wieder fortgesetzt und Reihen von Präparaten bekommen, welche mehrere Thatsachen in noch prägnanterer Weise erkennen lassen.

Von diesen werde ich jetzt zwei zur erneuerten Besprechung aufnehmen, nämlich die von mir so benannten *Golgi'schen Zellen* und die *Kletterfasern* RAMÓN Y CAJAL's, weil diese beiden Elemente noch so räthselhaft und wenig bekannt sind.

A. Die *Golgi'schen Zellen* (Taf. XIX, Fig. 2 und 3).

Diese zuerst von GOLGI entdeckten und von ihm in ausgezeichneter Weise beschriebenen und abgebildeten Zellen der sog. Körnerschicht wurden von RAMÓN Y CAJAL, v. KÖLLIKER und VAN GERBICHEN bestätigt. Vor Allem stellen die Figuren, welche der letzte Forscher mitgetheilt hat, sehr schöne Exemplare der fraglichen Elemente (les grandes cellules de la couche granuleuse) dar; er hat eine wahrhaft colossale Verästelung ihrer kurzen Axencylinderfortsätze nachgewiesen. Er erwähnt, dass er sie in allen Schnitten des Kleinhirns der achttägigen Katze oft zu drei oder vier vereinigt gefunden hat, wodurch ein so dichter Plexus der verästelten Axencylinderfortsätze entstanden war, dass die ganze Körnerschicht schwarz erschien.

In meinen früheren Präparaten vom Kleinhirn des *Hundes* und *Kanariens* hatte ich sie in Uebereinstimmung mit VAN GERBICHEN nicht eigentlich sparsam gefunden, sondern sie zuweilen recht dicht liegen, obwohl sie bald auch vereinzelt, bald zu kleinen Gruppen von 2—4 an demselben Schnitte vorhanden waren.

Im letzten Sommer habe ich nun aber auch das Kleinhirn junger *Katzen* von 1 bis 6 Wochen untersucht und dabei eine Menge von Präparaten bekommen, in welchen die Golgi'schen Zellen in bedeutender Anzahl gefärbt waren. Oft sah ich sie in den Verticalschnitten dicht unter oder neben den Purkinje'schen Zellen eine Reihe bilden, welche fast ebenso reichlich besetzt war, wie die der Purkinje'schen, und ausserdem lagen einzelne Golgi'sche Zellen hier und da in der Körnerschicht zerstreut. In der Fig. 3 der Taf. XIX habe ich ein solches Präparat abgebildet. Es stammt aus dem Kleinhirn einer nur fünfzehn Tage alten Katze, weshalb die äussere Körnerschicht (2A) noch recht dick ist. Die äusseren Enden der verästelten Protoplasmafortsätze reichen im Allgemeinen nur bis zur Grenze dieser Schicht und dringen bloss hier und da etwas in dieselbe hinein. Die sich bald in reichliche Aeste auflösenden kurzen Axencylinderfortsätze bilden, wie v. A. VAN GERBICHEN hervorhebt, ein so intricates und dichtes, die ganze eigentliche Körnerschicht durchwebendes Geflecht, dass es vollständig unmöglich ist, die einzelnen Aestchen zu verfolgen; in dickeren Präparaten erscheint deshalb auch diese Schicht fast schwarz gefärbt.

Die Golgi'schen Zellen sind, wie früher betont worden ist, von sehr verschiedener Grösse. Es kommen unter ihnen viele kleine und auch mittelgrosse vor; hier und da trifft man aber ansehnliche Zellen, welche ungefähr die Grösse der Purkinje'schen Zellen haben. Unter diesen grösseren Zellen sah ich hin und wieder Exemplare, welche Eigenthümlichkeiten darbieten. Eine solche Zelle habe ich in der Fig. 2 der Taf. XIX abgebildet. Sie sandte Protoplasmaforsätze nicht nur in weiter Ausbreitung nach der anliegenden Molekularschicht, an deren äusserer Grenze mehrere Enden der Forsätze tief in die äussere Körnerzone hinausdrangen, sondern sie schickte noch jederseits einen starken und langen Protoplasmaforsatz durch die innere Körnerschicht weit nach den Seiten hinaus, wonach diese Forsätze in gewöhnlicher Weise in die Molekularschicht emporstiegen und sich verästelten; ferner entsprangen, wie bei den grossen Golgi'schen Zellen oft der Fall zu sein scheint, zwei getrennte Forsätze — es kommen auch drei vor — und liefen nach innen in die Körnerschicht hinein und lösten sich dort in einzelne Aestchen auf; ob nun beide diese Forsätze als »Axencylinderforsätze« anzusehen sind, oder nur der eine, kann ich nicht entscheiden. Die Verästelung der »Axencylinderforsätze« dieser in dem fraglichen Präparate allein gefärbten Zelle nahm die ganze Körnerschicht bis tief gegen die Markschiebt hin ein; in der Figur konnte nur der äussere Theil dieser Verästelung gezeichnet werden, weil die Figur sonst gar zu viel Raum eingenommen haben würde.

In meiner citirten vorigen Mittheilung über die nervösen Elemente der Kleinhirnrinde (Biol. Unt. N. F. III, S. 24) erwähnte ich beiläufig eine Art faserigen Flechtwerks, »dessen Herkunft mir zweifelhaft blieb«, das aber von den Golgi'schen Zellenforsätzen herrühren konnte. Ich bin nun davon überzeugt, dass dies der Fall ist, obwohl die Zellenkörper selbst nicht immer gefärbt oder in die Schnitte gefallen sind.

Aus dem hier Angeführten geht hervor, dass die Golgi'schen Zellen, wenigstens nach den Verhältnissen bei der Katze zu urtheilen, eine sehr weit verbreitete, constant und in einer bestimmten Region der Kleinhirnrinde vorkommende, sehr charakteristische Zellengattung bilden und nicht nur durch vereinzelte, sparsam und zerstreut auftretende Repräsentanten vertreten sind.

In Zusammenhang mit diesen Zellen will ich erwähnen, dass ich hin und wieder auch in der Markstrahlung des Kleinhirns, mehr oder weniger tief unter der Körnerschicht, vereinzelte grosse multipolare Ganglienzellen in gefärbtem Zustand angetroffen habe, welche nur von Markfasern umgeben waren, die in einer und derselben Richtung verliefen. In der Fig. 4 der Taf. XIX ist eine solche, von gefärbten Axencyclindern (a) der Markfasern umgebene Ganglienzelle abgebildet; der Fortsatz af scheint die Charaktere eines Axencyclinders darzubieten, obwohl, wie hier bemerkt werden soll, es nicht möglich war, ihn weiter zu verfolgen.

B. Die Kletterfasern (Taf. XIX, Fig. 1).

Bekanntlich hat RAMÓN Y CAJAL unter seinen vielen Verdiensten um die Erforschung des Baues der Kleinhirnrinde auch denjenigen, mehrere neue und sehr charakteristische Arten von Nervenfasern entdeckt und genau beschrieben zu haben.

Ich werde diesmal nur die *Kletterfasern* berühren. Ich habe sie in der letzten Zeit etwas weiter verfolgt, weil sie mir in gewisser Beziehung besonders mystisch erschienen.

RAMÓN Y CAJAL beschrieb zuerst eine Art von Fasern, welche mit ihren Enden die Körper der Purkinje'schen Zellen umspannen, die *Nestfasern* (Fibres se terminant en nids péricellulaires). Später suchte er darzulegen, dass diese letzteren Fasern als frühere Entwicklungsstadien der *Kletterplexus* anzusehen sind.

Ich hatte beide Arten von Fasern zusammen gesehen und war deshalb anfangs etwas zweifelhaft. Nachdem ich aber Uebergangsformen gesehen hatte, war ich geneigt, die Ansicht RAMÓN Y CAJAL'S als richtig anzuerkennen. Es erschien mir aber eigenthümlich, dass ich in den Fällen, wo die Kletterplexus ausgebildet waren, um die Purkinje'schen Zellen keine Nester mehr antraf. Nur einzelne feine Aeste konnten zuweilen bis zu den Zellenkörpern verfolgt werden (siehe z. B. die Fig. 2 der Taf. VIII in dem vorigen Bande der Biol. Unt.).

Nun habe ich aber aus der Kleinhirnrinde junger Katzen eine Reihe von Präparaten bekommen, in welchen diese Kletterplexus oder Kletterfasern in schönster Weise gefärbt sind, und zwar ohne Färbung anderer nervöser Elemente als gerade der Kletterfasern und der ebenso merkwürdigen Moosfasern RAMÓN Y CAJAL'S. In diesen Präparaten sah ich nun, dass die Kletterfasern nicht nur in grosser Anzahl und weit verbreitet, wahrscheinlich sogar

ebenso constant wie die Purkinj'schen Zellen vorkommen, sondern dass sie auch »neuartige« Aestchen zu den Körpern dieser Zellen abgeben. In der Fig. 1 der Taf. XIX habe ich eine Reihe solcher Kletterfasern abgebildet, an welchen man sieht, dass die die Körnerschicht unverändert durchlaufenden Fasern, nachdem sie die Körper der Purkinj'schen Zellen erreicht haben, in etwas wechselnder Weise Aeste zu diesen Körpern abgeben, welche Aeste, weiter verzweigt, dieselben umspinnen; dann laufen die Fasern in mehrere dicht gedrängte Aestchen aus, welche den Stamm und die Zweige der Purkinj'schen Zellen dicht begleiten und sie umspinnen, wie in der Figur dargestellt ist. Wie weit in die Molekularschicht hinaus diese Aeste der Kletterfasern dringen, konnte ich bis jetzt nicht sicher entscheiden. Ich traf sie nicht weiter hinaus wie in der angeführten Figur. Vielleicht waren sie aber hier in ihrer Ausbildung noch nicht fertig, da das Thier noch jung war (22 Tage).

II. Zur Kenntniss der Ganglienzellen der Spinalganglien.

Durch eine Reihe von Arbeiten ist nunmehr festgestellt worden, dass in den Cerebrospinalganglien der Wirbelthiere zwei Typen von Ganglienzellen vorhanden sind, nämlich der *bipolare* Typus bei Fischen und der *unipolare* bei den übrigen Wirbelthieren.

Ferner ist dargelegt worden, dass der letztere, der unipolare Typus, von dem bipolaren *nicht grundverschieden* ist, indem sein einziger Fortsatz sich früher oder später dichotomisch theilt (RAVIER u. A.) und den einen, gewöhnlich dünneren Ast nach dem Centralorgan, den zweiten, in der Regel dicken Ast hingegen nach der Peripherie sendet.

Ferner ist nachgewiesen worden, dass bei Embryonen der höheren Wirbelthiere die unipolaren Ganglienzellen aus bipolaren hervorgehen, wie es zuerst beim *Menschen* von HIS entdeckt und von RAMÓN Y CAJAL beim *Huhnchen* und der *Eidechse*, von mir bei der *Katze* u. s. w. bestätigt wurde.

Endlich ist von FROST in Betreff der Ganglien bei einem *Cyclostomen*, *Petromyzon*, schon längst dargelegt worden, dass auch im ausgebildeten Zustande sowohl bipolare wie unipolare Ganglienzellen vorhanden sind, ausserdem aber auch verschiedene Uebergangsformen zwischen beiden. NASSON sah später bei *Myxine* unipolare und bipolare Zellen, und ich konnte bei denselben Thiere noch die verschiedenen Uebergangsformen nachweisen.

In der letzten Zeit sind nun noch zwei neue Mittheilungen über die Cerebrospinalganglien der Wirbelthiere veröffentlicht worden, welche interessante Beiträge zur Kenntniss ihrer Morphologie darbieten.

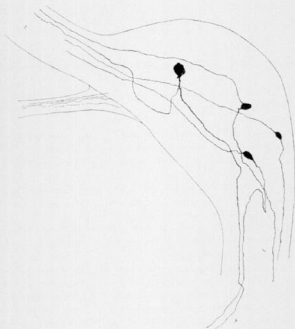
VON LEXNOSSE¹ hat bei *Selachiern*, nämlich bei 20—40 Mm. langen Embryonen von *Pristiurus*, u. A. nachgewiesen, dass die Ganglienzellen der Cerebrospinalganglien theils bipolare, theils unipolare Formen darbieten, dass aber zugleich Uebergangs- und Mittelformen vorhanden sind; nach seiner Ansicht ist diese Verschiedenheit der Zellformen keine bedeutungslose, willkürliche Erscheinung, sondern in gesetzmässiger Weise durch den verschiedenen Verlauf des centrifugalen Fortsatzes bedingt. »Alle oppositipolen Zellen stehen zum ventralen, alle sonstigen zum dorsalen Ast in Beziehung.« Es kommt indessen nach ihm diesem Verhalten keine fundamentale Bedeutung zu, sondern es hängt dasselbe lediglich von topographischen Momenten ab. Bei dem hohen Ursprunge des Dorsalastes muss der dafür bestimmte Ausläufer von der tiefer unten gelegenen Ursprungsstelle her in rückläufiger Richtung eine Strecke neben dem centralen einherlaufen; vereinfacht werden nun die Verhältnisse im Sinne einer Raumersparnis, wenn sich die beiden parallelen Fortsätze bis zur Stelle, wo sich ihre Wege trennen, zu einer einzigen Faser vereinigen.

Diese Deutung der Verhältnisse scheint in der That sehr plausibel zu sein. Ich versuchte deshalb auch, dieselbe an meinen Präparaten zu prüfen. Dieselben reichen aber bis jetzt nicht hin, um etwas Sicheres darzubieten.

Dagegen kann ich in einer Beziehung einen Beitrag zur Lösung der Frage liefern. Es gelang mir nämlich auch bei einem *Teleostier*, bei noch jungen (1.5—3 Ctm. langen) Exemplaren eines *Gobius*, viele Ganglien-

¹ M. von LEXNOSSE, Beobachtungen an den Spinalganglien und dem Rückenmark von Pristiurusembryonen. Anatom. Anzeiger, 7 Jahrg. (1892), No. 16 und 17.

zellen in den Cerebrospinalganglien gefärbt zu bekommen. Es zeigte sich nun, dass auch in diesem weit ausgebildeten Zustande die gleichen Zellenformen vorhanden sind, wie bei den Pristiurusembryonen und bei den Cyclostomen. Sowohl die schon längst bei den Teleostiern bekannten oppositipol-bipolaren Zellen wie auch unipolare mit einem feineren centripetalen und einem gröberen centrifugalen Theilast waren da; und weiter liessen sich auch Uebergangsformen nachweisen. Ich theile in der beigegebenen Figur einige Beispiele dieser Zellen mit, wie sie nebeneinander in einem Präparat vorliegen. Weder in diesem noch in den anderen Präparaten konnte ich die sonst so plausible Erklärung v. LENHOSSÉK's bestätigen, indem sowohl oppositipol-bipolare wie unipolare Zellen ihren centrifugalen Fortsatz in den ventralen Ast schicken. Indessen sind in dieser Beziehung gewiss noch weitere Unter-



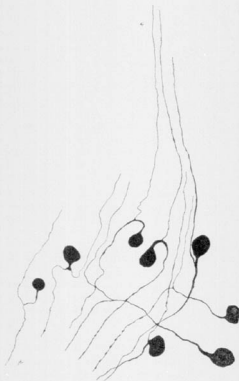
Cerebrospinalganglion eines 1.5 Cmt. langen *Gobius*, mit vier Ganglienzellen. Ges. bei Vez. Obj. 9 und Ocul. 3 (eingeseh. Tubus).
c, centralwärts; p, nach der Peripherie.

suchungen nöthig, da noch andere mechanische Momente möglich sind, welche die Umwandlung gewisser Zellen in unipolare verursachen können; die grössere Partie der Ganglienzellen sammelt sich ja in der Regel an einer (der lateralen) Seite des Ganglions und drängt sich hier zu einer grossen Gruppe zusammen. Dass beim Wachsen dieser Zellen Raum dadurch gewonnen werden muss, dass sie noch weiter lateral- und dorsalwärts rücken, liegt auf der Hand. Hierdurch ist, wie auch v. LENHOSSÉK andeutet, eine Umwandlung der echt bipolaren in eine pseudo-unipolare Form nicht nur denkbar, sondern sogar sehr wahrscheinlich. Das Verhalten der in der Figur abgebildeten Ganglienzellen deutet schon darauf hin, indem besonders die ausgebildete unipolare Zelle eine Strecke nach dieser lateralen Zellenpartie hin gerückt ist.

Die zweite neue Arbeit über die Ganglienzellen der Cerebrospinalganglien ist die von VAN GEUCHTEN¹. Er giebt in derselben u. A. eine auf ausgedehnte eigene Untersuchungen gestützte Revision unserer Kenntniss von den

¹ A. VAN GEUCHTEN, Contribution à l'étude des ganglions cerebro-spinaux. La Cellule. T. 8, 2, 1902.

Zellenformen dieser Ganglien, sowohl der mit dem Rückenmarke, wie der mit dem Gehirne verbundenen Ganglien. Er bestätigt die neueren Ansichten und fügt eine Menge eigene Befunde hinzu. Es ist nicht meine Absicht, hier auf diese Frage in ihrem vollen Umfange einzugehen, um so viel weniger als ich VAN GEHECHTEN'S Angaben und Ansichten beistimmen kann. Ich will nur, um dieselben zu stützen, eine meiner eigenen Abbildungen mittheilen, welche vorher nicht veröffentlicht worden ist, nämlich eine Gruppe von Ganglienzellen aus einem Cerebrospinalganglion eines 12 Ctm. langen *Katzenembryos*. Man sieht hier acht Ganglienzellen, welche alle in den unipolaren Typus

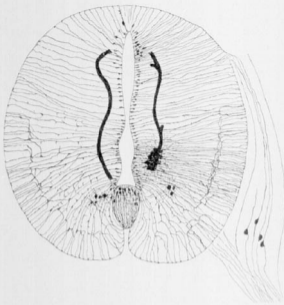


Eine Gruppe von Ganglienzellen aus einem Cerebrospinalganglion eines 12 Ctm. langen Katzenembryos.
Gr. bei Ver. Obj. 6 und Ocul. 2 (eingeseh. Tubus) *c*, centralwärts; *p*, nach der Peripherie.

umgewandelt sind, wobei jedoch einige noch einen *sehr kurzen und breiten* Fortsatz zeigen und offenbar eine Uebergangsform vom echt bipolaren in den unipolaren Typus darbieten. Ausserdem ist zu bemerken, dass die Figur das Verhalten der beiden Theiläste der Fortsätze bestätigt, nämlich dass der centripetale Ast, namentlich bei den grösseren Zellen, feiner und der centrifugale dicker ist.

Um dies Stadium der embryonalen Entwicklung noch mehr zu illustriren, füge ich aus einer früheren Mittheilung¹ eine schon vorher von mir veröffentlichte Abbildung von einem früheren Stadium der embryonalen

¹ GUSTAF RETZIUS, über Kenntnis der Epiphyse des Centralorgans. Biolog. Föreningsens Föreläsningar. Verhandl. 4. Biolog. Verelös in Stockholm. Bd 5, 1890-91.



Querschnitt des Rückenmarks eines 3 Ctm. langen Katzenembryos. Ependymzellen etc. Rechts (s. der Fig.) sieht man die Fasern motorischen und sensiblen Nervenzellen mit einigen Ganglienzellen der Cerebrospinalganglien. Ges. bei Ver. Obj. 2 u. Ocul. 3 (orig. T.)

Entwicklung der Cerebrospinalganglien der Katze bei; hier waren nur oppositipol-bipolare Ganglienzellen vorhanden. Also ist die bei Katzenembryonen von 3 Ctm. Länge vorhandene echt bipolare Form schon bei Embryonen von 12 Ctm. Länge in die spätere, unipolare Form, wenigstens zum grossen Theil, verändert worden.

Ich kann ausserdem noch hinzufügen, dass ich, wie RAMÓN Y CAJAL und VAN GEUKEN, auch bei *Habechen* und *Müssen* massenhaft Präparate gesehen habe, welche die regelmässig vorkommende, von HIS zuerst entdeckte embryonale Entwicklung der Ganglienzellen der Cerebrospinalganglien in den pseudo-unipolaren Typus bestätigen.

III. Zur Kenntniss der Nervenendigungen in der Riechschleimhaut.

Taf. XVIII.

Zu meiner im vorigen (III.) Bande der Biologischen Untersuchungen gemachten Mittheilung über »Die Knüpfungswise des Riechnerven« kann ich jetzt einige Beiträge fügen, welche gelegentlich bei anderen Studien gewonnen wurden.

Bei *Myxine glutinosa* erhielt ich mit der Golgi'schen Methode eine ausgedehnte Färbung der Elemente des Riechepithels. In Fig. 1 der Taf. XVIII habe ich eine Partie eines Verticalschnitts abgebildet, in welcher man eine Anzahl der typischen Formen der *Stütz*-zellen (*s*) und der *Riech*-zellen (*rz*) sieht. Die *kerne*-förmigen Zellkörper der letzteren liegen bald hoch gegen die Oberfläche (*o*) hin, bald in verschiedener Tiefe nach unten hin in den unteren Partien eingelagert; ihre centralen Fortsätze sind sehr fein und ziehen als feine varicöse Fasern in das unterliegende Bindegewebe hinab, um als Nervenfasern (*n*) den Weg nach dem Gehirn hin einzuschlagen.

Ich habe schon vor mehr als zwölf Jahren das Riechepithel der *Myxine glutinosa* eingehender beschrieben.¹ Wie aus einer Vergleichung meiner damaligen und heutigen Abbildungen hervorgeht, stimmen die beiden mit verschiedenen Methoden gewonnenen Ergebnisse vollständig überein, nur konnten mit der Chromsilbermethode die centralen Fortsätze der Riechzellen weiter verfolgt werden.

Dann habe ich noch mit derselben Methode das Riechepithel einiger *Telostier* untersucht, v. A. um zu erfahren, in wie weit die von BLAKE² gegebene Darstellung in Gestalt von »Geruchsknospen« zutreffend ist oder nicht. Leider waren mir von Belone keine frischen Exemplare zugänglich. Beim *Hecht* bekam ich aber eine

¹ GUSTAF REZEDA, On epithel i membrana olfactoria hos *Myxine glutinosa*. Nordiskt medicinskt Arkiv, Bd 11, No 16, 1879 und: Das Riechepithel der Cyclostomen (*Myxine* und *Petromyzon*). Archiv f. Anatomie und Physiologie, Anatom. Abth. Jahrg. 1880.

² JULIEN BLAKE, Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut bei Fischen und Amphibien, insbesond. über Endknochen als Endknospen des Nervus olfactorius. Archiv f. Anatomie und Physiologie, Jahrg. 1884. Anatomische Abtheilung (Archiv f. Anatomie und Entwicklungsgeschichte).

gute Färbung der Riechschleimhaut. Es zeigte sich hier, dass diese Haut, welche bekanntlich faltenförmig hineingesenkt ist, in jeder Falte den gewöhnlichen Bau des Riechepithels zeigt, d. h. sie besteht (Taf. XVIII, Fig. 2) aus *Stützzellen* (*e*) und *Riechzellen* (*rz*), welche in üblicher Anordnung unter einander gelagert sind; die peripherischen Fortsätze der Riechzellen, deren Enden sich gegen das Lumen der Falten richten, sind lang und stabförmig; die centralen Fortsätze sind sehr fein, gewöhnlich etwas variös und ziehen oft eine Strecke schief durch den unteren Theil des Epithels, bevor sie in die Bindegewebsschicht hineintreten. An den freien Partien der Schleimhaut zwischen den Falten findet sich ein niedrigeres cylindrisches Epithel (*e*), ohne Einlagerung von Riechzellen.

Beim *Aale* (Taf. XVIII, Fig. 3) waren ähnliche Verhältnisse vorhanden. Auch hier ist die Riechschleimhaut in Falten angeordnet, und in dem Epithel jeder Falte sind die Stützzellen (*e*) und die Riechzellen (*rz*) in der für die Riechschleimhaut charakteristischen Weise gruppiert. In Betreff ihrer Gestalt kann ich auf die Figur hinweisen. Die Riechzellen bieten theils Formen dar, welche mit denen des Hechtes übereinstimmen, theils auch andere, wo der kernführende Zellkörper der Oberfläche näher liegt und die ganze Zellenform dadurch mehr spindelförmig wird (s. die Figur).

Beim *Gasterosteus* (Taf. XVIII, Fig. 4 und 5) bekommt man eine noch auffälligere Erklärung der Anordnung der Riechschleimhaut. Wie die Fig. 5, welche einen Querschnitt des ganzen Organs darstellt, zeigt, ist die Schleimhaut in drei breite und offene Falten angeordnet, in welchen nur einzelne Riechzellen (*rz*) in gefärbtem Zustande wiedergegeben sind. In Fig. 4 ist eine kleinere Partie desselben Schleimhautepithels abgebildet, in welcher einige Stützzellen (*e*) und eine Anzahl von Riechzellen (*rz*) der gewöhnlich vorkommenden Formen dargestellt sind. Die centralen Fortsätze der Riechzellen sammeln sich, nachdem sie in die Bindegewebsschicht eingetreten sind, zu Nervenbündeln (*n*), welche nach dem Gehirn ziehen.

Hier liegen also drei Beispiele von der Einrichtung der Riechschleimhaut, resp. des Riechepithels der Teleostier vor. Ich brauche wohl keine solche Beispiele mehr anzuführen, um darzulegen, dass man hier keineswegs mit »Knospen« im Sinne von BLAUE zu thun hat. Es ist offenbar eine in Falten von verschiedener Ausdehnung angeordnete Riechschleimhaut von dem bei den übrigen Wirbelthieren gewöhnlichen Bau, welche hier vorliegt.

Wenn eine Knospenbildung vorkommt, so ist sie meiner Ansicht nach nur scheinbar und secundärer Natur, keineswegs aber von phylogenetisch primärer Bedeutung. Es muss betont werden, dass bei den *Cyclostomen* in der Riechschleimhaut gar keine Art von »Knospenbildung« nachgewiesen werden kann.

Aber, wenn man von dieser fraglichen Anordnung der Riechschleimhaut der Teleostier absieht, so erweist sich die BLAUE'sche Theorie über die sog. »Geruchsknospen« als vom Grunde aus verfrüht und irrig. Sie lehnt sich nämlich an die bisherige Auffassung vom Bau der Endknospen der Mundschleimhaut und der Haut (resp. der Geschmacksknospen) an. Nachdem aber von ZEMMERMANN, v. LENHOSSÉK und mir übereinstimmend dargelegt worden ist, dass die Endknospen der Mundschleimhaut und der Haut, und von mir dass die Geschmacksknospen der höheren Thiere nach einem vollständig verschiedenem Sinnesorgan-Typus eingerichtet sind, so ist es klar, dass diese Organe morphologisch mit der Riechschleimhaut nichts gemein haben können. Die Riechschleimhaut enthält in sich selbst in Gestalt von Riechzellen die Sinnesnervenzellen, die Endknospen und Geschmacksknospen enthalten keine Sinnesnervenzellen, höchstens »secundäre« Sinneszellen, indem in diesen letzteren Organen die Sinnesnerven mit freien Enden interzellulär endigen.

Also ist nach meiner Ansicht die genannte Theorie von BLAUE, welche bisher von Vielen als sehr sinnreich angesehen wurde und sogar in die Lehrbücher Eingang fand, auf vollständig unrichtigen Gründen aufgebaut und daher als irrig zu betrachten.

Aus meinen übrigen Präparaten der Riechschleimhaut führe ich noch eine Abbildung aus dem betreff. Organ der Larve von *Salamandra maculata* (Taf. XVIII, Fig. 6) an, welche Abbildung eine einfache Einsenkung zeigt, wenn der Schnitt in einer anderen Richtung gelegt wird, tritt dagegen die Faltenbildung etwas mehr hervor. Hier ist Nichts von Geruchsknospen vorhanden. Dagegen treten die Stützzellen (*e*) und die Riechzellen (*rz*) in ihren gewöhnlichen Formen hervor.

Schliesslich habe ich eine ebenfalls prinzipiell wichtige Frage zu besprechen. Bei meinen Untersuchungen über die intrapitheliale Nervenendigungen fand ich im letzten Sommer bei der *Maus* an verschiedenen Stellen der Riechschleimhaut, v. A. an den Uebergangsstellen zum respiratorischen Epithel, *Nervenfäsern*, welche aus der Bindegewebsschicht hoch ins Epithel emporstiegen, um in demselben früher oder später mit freien Enden zu endigen. Die Fig. 8 der Taf. XVIII stellt eine solche Partie der Riechschleimhaut dar. Die wenig verästelte feine Nervenfaser steigt

fast bis zur Oberfläche (o) des Epithels empor und biegt sich dort um, bald danach spitz endigend. In Fig. 9 liegt eine andere derartige Partie vor, in welcher man in der nächsten Umgebung einige gefärbte Riechzellen (r₂) und die oberen Enden zweier Stützellen sieht.

Ferner überzeugte ich mich, dass auch beim *Frosche* eine derartige Anordnung vorkommt, wie man in der Fig. 7 der Taf. XVIII sieht, welche ein Präparat aus der Riechschleimhaut des jungen Frosches darstellt. Es kommen also in der Riechschleimhaut der Wirbelthiere auch freie Nervenendigungen vor.

Nun hat in der That von BRUNN¹ in der Riechschleimhaut frei endigende Nervenfasern gesehen und als sensible, dem Trigemimus entstammende Fasern aufgefasst, und neuerlich hat dann auch von LEXNOSSEK² diese »Terminalfasern« gefunden und eingehender beschrieben. In Übereinstimmung mit dem letzten Forscher habe ich in den mir zugänglichen Schriften von RAMÓN Y CAJAL die von von BRUNN besprochenen Angaben über solche Fasern der Riechschleimhaut nicht antreffen können. Wie von LEXNOSSEK, welcher dieselben sowohl in der Riechschleimhaut wie im Jacobson'schen Organ gefunden hat, sah ich sie an der ersteren Stelle nicht, wie von BRUNN, sich »von den Olfactoriusfibrillen durch beträchtlichere Dicke« unterscheiden; sie waren auch in meinen Präparaten nur sehr fein, ich sah aber nicht, dass sie mit eigentlichen Endknötchen versehen waren, sondern nur dass sie varicos und hier und da auch mit einem Knötchen derselben Art wie die übrigen, im Faserverlaufe befindlichen Knötchen endigten.

VON LEXNOSSEK sucht der Natur dieser Fasern nachzuspüren und stellt einerseits die Beweise für ihre Bedeutung als Sinnesfasern (also Bestandtheile des Olfactorius), andererseits für ihre Herkunft vom Trigemimus auf, ohne gegenwärtig eine Entscheidung abgeben zu wollen.

Seinen Aeusserungen habe ich nun nichts hinzuzufügen. Obwohl mir die sensible Natur der Fasern die plausibelste zu sein scheint, will ich mich diesmal nicht weiter darüber aussprechen, sondern ich beschränke mich darauf, ihr Vorkommen in der Riechschleimhaut bestätigt zu haben.

IV. Zur Kenntniss der Drüsenerven.

(Taf. XVII, Fig. 1—6.)

In dem vorigen (III-ten) Bande der Biolog. Untersuchungen habe ich »Die Nervenendigungen in den Speicheldrüsen des Mundes« besprochen, und zwar im Anschluss an eine frühere Mittheilung »Ueber Drüsenerven« (Verh. d. Biol. Vereins in Stockholm, 1888); bei diesen Gelegenheiten habe ich bereits die Hauptpunkte der Geschichte dieser Frage angeführt.

Eine Frage von besonderem Interesse konnte ich bei meinen erwähnten Untersuchungen nicht entscheiden, nämlich die Frage über das Verhalten der letzten Nervenendigungen zu den Drüsenzellen der Speicheldrüsen. Ich sah die feinen Nervenästchen die Alveolen umspinnen und mit freien Enden auslaufen; dagegen konnte ich hier nicht, wie RAMÓN Y CAJAL kurz vorher im Pancreas nachgewiesen hatte, ein Eindringen der Nervenfasern durch die Membrana propria und zwischen die Drüsenzellen hinein wahrnehmen; ich nahm aber als wahrscheinlich an, dass die Nerven die Drüsenzellen direct berühren.

Nachher habe ich gelegentlich zwei Drüsenarten untersucht, welche in der erwähnten Hinsicht ein besonderes Interesse darbieten, nämlich die sogenannten *Parotiden der Salamandra maculata* und die *Unterzungendrüse der Lacerla agilis*.

In Betreff der »Parotiden des Salamanders« ist es schon längst bekannt, dass sie viele Nerven enthalten, welche mit ihren Aesten die Drüenschläuche umspinnen. Wie sich aber diese Nerven zu den Drüsenzellen verhalten, konnte bisher nicht sicher ermittelt werden.

Mit der schnellen Golgi'schen Methode gelang es mir nun, die fraglichen Nervenfasern zu färben. Ich sah in Zusammenhang mit den Nervenverästelungen in der Haut an verschiedenen Stellen der grossen Drüsenpakete Nervengeflechte, welche die langen gewundenen Drüenschläuche umspinnen, wie die Fig. 2 der Taf. XVII zeigt, und hier und da mit freien Endigungen auslaufen. Durch die Behandlungsmethode hatte sich in den Präparaten der aus hohen Drüsenzellen in einfacher Lage gebildete Inhalt der Drüenschläuche von der mit der Umgebung innig vereinigten Membrana propria abgelöst und lag in der Gestalt von Zellencylindern da. Es zeigte sich nun

¹ A. von BRUNN, Beiträge zur mikroskop. Anatomie der menschlichen Nasehöhle, Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. 39, 1892.

² M. von LEXNOSSEK, Die Nervenverzweigungen und Endigungen im Jacobson'schen Organ des Kanarienvogels. Anzeiger, 7 Jahrg., 1892 No 19 und 20.

deutlich, dass sich die Nerven direct an den Zellen selbst, also nach innen von der sog. Membrana propria befinden. Die feinen Nervenfasern schmiegen sich im Allgemeinen in die Zwischenräume der Zellenbasen, laufen aber hier und da auch über dieselben hinaus. Es gelang mir indessen, an einigen Stellen an den Querschnitten auch sicher zu constatiren, dass sich die Nerven hier und da zwischen die Zellenkörper gegen das Drüsenlumen hin begeben. In den Fig. 3, 4 und 5 der Taf. XVII habe ich einige solche Stellen wiedergegeben. In der Fig. 3 sieht man eine Faser sich von der Aussenseite des Drüsen Schlauches erheben und zwischen den Zellen schief fast bis zum Drüsenlumen verlaufen, um sich bald wieder umzubiegen, bis zur Nähe der Aussenseite zurückzukehren und dort frei zu endigen. In der Fig. 4 ist ein ähnlicher Fall vorhanden, indem eine Faser eine Strecke interzellulär verläuft, um sich wieder nach der Aussenseite zu begeben; in derselben Figur ist noch eine Faser abgebildet, welche von der Aussenseite gerade (radial) nach dem Drüsenlumen zieht, um in dessen nächster Nähe zu endigen. Ein ebensolcher Fall ist in Fig. 5 abgebildet; hier war die scharf markirte Nervenfasern ebenfalls mit voller Sicherheit neben, d. h. zwischen den hohen Zellen in fast radialer Richtung beinahe bis zum Lumen zu verfolgen; sie endigte sogar mit einem kleinen Knöpfchen. Ob nun dieses Verhalten der Nervenfasern, das Eindringen derselben gegen das Lumen hin, in diesen Drüsen ein in der Regel oder oft vorkommendes ist, wage ich nicht zu sagen, da ich es in meinen Präparaten nur ausnahmsweise mit voller Sicherheit sah. Ich beschränke mich deshalb nur darauf, die Thatsache zu constatiren, weil sie von prinzipieller Bedeutung ist und mit den Befunden RAMÓN Y CAJAL'S im Pancreas übereinstimmt.

Es liegt in der That nichts Sonderbares in diesem Verhalten. Wenn man die Drüsen-schläuche bis zu ihrer Eingangsöffnung in der Haut verfolgt, so trifft man eine von dem Hautepithel sich hinabsenkende und in dasselbe direct übergehende Halspartie, welche vor dem Uebergang in eine niedrigere einfachere Epithelbekleidung von mehrschichtigen polygonalen Zellen überzogen ist; in diesem letzteren Epithel (Fig. 1 der Taf. XVII) trifft man in den Chromsilberpräparaten gefärbte Nervenfasern, welche sich verästeln und interzellulär bis zur Nähe des Lumens verlaufen, um dort frei zu endigen. Diese Epithelbekleidung und die intrapitheliale Nervenfasern hängen mit dem Hautepithel und dessen Nerven direct zusammen, bilden gewissermassen eine Einstülpung dieser Elemente. Unten im Drüsenhals verändert sich zwar das Epithel; es ist aber offenbar nur eine sehr modifizierte Fortsetzung des Epithels im Drüsenhals.

In der *Unterzungendrüse der Eidechse (Lacerta agilis)* bekam ich ebenfalls durch die Chromsilbermethode eine sehr reichliche Färbung von Nervenfasernplexus, welche die Drüsen-schläuche umspinnen. In der Fig. 6 der Taf. XVII ist eine Partie eines solchen Drüsen-schlauches abgebildet; an dem oberen Ende biegt sich dieser Schlauch um, so dass man den Querschnitt sieht. Auch hier liess sich constatiren, dass die Nervenfasern den Zellen des Drüsen-ganges direct und enge anliegen, und ferner, wie in der Fig. dargestellt ist, dass einzelne Fasern interzellulär gegen das Lumen vordringen, um dort mit mehr oder weniger markirten Endknöpfchen zu endigen. Es gelang mir auch hier nur einige Mal, dies Verhalten sicher zu constatiren.

Aus dem Angeführten geht hervor, dass in den betreffenden Drüsen des Salamanders und der Eidechse die reichlich vorhandenen Nervenfasern den Drüsenzellen direct, ohne Vermittelung einer Membrana propria, anliegen und wenigstens hier und da zwischen den Zellen gegen das Lumen hin vordringen, um früher oder später, zuweilen ganz in der Nähe des Lumens, mit freien Enden zu endigen.

V. Zur Kenntniss der Nervenendigungen in den Zähnen.

(Taf. XVII, Fig. 7—10.)

Bekanntlich ist die Frage von der Endigungsweise der Nervenfasern in den Zähnen noch nicht endgültig gelöst. «Ein noch immer nicht genügend aufgeklärter Punkt», sagt also von EUSNER in seiner trefflichen Uebersicht 'Histologie der Zähne' (Schell's Handbuch der Zahnheilkunde, 1896), «ist die Endigung der Pulpanerven. J. TOMES wurde durch Ueberlegungen über die Empfindlichkeit des Zahnbeines zur Entdeckung der Zahnfasern geführt. Da aber die Zahnfasern selbst keine Nerven sind, glaubte man später, es müssten neben den Zahnfasern auch noch Nerven in den Zahncanälchen vorhanden sein, und BOLL hat in der That an den stets fortwachsenden Nagezähnen des Kaninchens feine Fäserchen, die er für Nerven hielt, an Chromsäurepräparaten bis zwischen den Odontoblasten, ja bis zwischen die Zahnfasern der aus dem Zahnbeine losgelösten Odontoblasten verfolgt und ver-

muthete daher das Eindringen der Nerven in die Zahncanälchen. Die Natur der von BOLL zwischen den Odontoblasten gesehenen Fäserchen ist immerhin nicht ganz sicher; beim Menschen lassen sich die feinsten marklosen Nervenfasern an Pulpen, welche aus ausgesprengten Zähnen entnommen werden und an welchen die Odontoblastenschicht meistens fehlt, weil sie an der inneren Zahnoberfläche sitzen bleibt, bis nahe an die Oberfläche verfolgen. Ich bin aber nicht instande anzugeben, ob die Nerven zwischen die Odontoblasten selbst eindringen. Es scheint mir dies deshalb sehr zweifelhaft¹, weil es an Goldpräparaten nicht gelingen wollte, Nervenfasern zu sehen, welche an der von den Odontoblasten entblösten Pulpaoberfläche abgerissen waren. Nach LEGROS und MAGROT (1879) enden die Nerven in den Zellen unter der Odontoblastenschicht.

Ich habe diese Aeussierungen von EMMEN'S wörtlich angeführt, weil sie ungefähr die Summe unseres bisherigen Wissens in dieser Hinsicht enthalten.

Selbst habe ich mich seit vielen Jahren vergebens mit dieser Frage beschäftigt. Ich benutzte sowohl die Chlorgoldmethode als die verschiedenen Macerationsmethoden, kam aber nur zu der Ueberzeugung, dass auf diesem Wege kaum etwas zu gewinnen war. An Chromsäurepräparaten war diese Frage jedenfalls nicht, wie BOLL meinte, zu lösen; die von ihm gesehenen bis in die Zahncanälchen zusammen mit Zahnfasern aufsteigenden Nervenfasern gehörten vielmehr zu den *pia desideria*.

Zu denselben negativen Resultaten kam auch ANSELL, welcher sich auf meiner Veranlassung und unter meiner Leitung mit der Untersuchung der Zahngewebe und der Zahnerven eine längere Zeit beschäftigte.

Mit der Methylenblaumethode und der Chromsilbermethode hoffte ich endlich, die Zahnervenfrage lösen zu können. Mit der ersten Methode bekam ich keine verwertbaren Präparate. Und mit der Chromsilbermethode gelang es mir, trotz vielfacher Versuche, bis jetzt nicht in den Zähnen der Säugethiere eine Nervenführung zu bekommen.

Dagegen ist es mir in diesem Sommer gelungen, bei Fischen und Reptilien sehr schöne Färbungen der Nervenverästlungen in den Zähnen zu gewinnen.

Sowohl beim Aale wie bei Gobius und Gasterosteus erhielt ich Schwarzfärbung der Zahnfasern. Die besten Präparate bekam ich bei Gobius (junge Individuen von etwa 2—3 Cm. Länge). Alle die betreffenden Präparate stimmten in der Hauptsache sehr überein; es war ein ganz bestimmter Typus der Nervenverästlung nachweisbar. In den Fig. 7 und 8 habe ich zwei Zähne von Gobius abgebildet, welche in Längensicht wiedergegeben sind. In beiden steigen vom Nervenplexus (*n*) in dem unterliegenden Gewebe Nervenfasern empor, welche sich unter wiederholter dichotomischer Verästlung der Innenfläche des Zahnbeins direct anlegen und in dieser Lage nach oben hin ziehen; dabei geben sie hier und da feine Seitenäste ab, welche frei endigen. Die oberen Enden der Fäserchen konnten nicht bis zur obersten Spitze der Zahnpapille verfolgt werden, denn sie endeten immer unter ihr.

Unter den Reptilien konnte ich bei der Eidechse (*Lacerta agilis*) mehrere interessante Färbungen der Zahnerven gewinnen. Hier stiegen indessen die Nerven von Anfang an, wie bei den Säugethiern, in der Mitte der Papille empor. In der Fig. 9 der Taf. XVII habe ich einen verticalen Längsschnitt eines Eidechsenzahnes abgebildet. In der Papille oder Pulpa (*p*) sieht man in dem Blutgefässschlingen führenden Bindegewebe einen schwarzen, wahrscheinlich aus einigen dicht gedrängten Nervenfasern bestehenden Faden (*n*) nach oben steigen und allmählig Aeste abgeben, welche theils nach den Seiten, theils nach oben hin ziehen, in die Odontoblastenschicht eintreten und zwischen ihnen in der Regel bis zur Oberfläche der Pulpa gehen, um hier direct unter dem Zahnbein mit freien, hier und da knotig verdickten Spitzen zu endigen. In der Fig. 10 habe ich von dem Querschnitt eines Zahnes zwei solche die Odontoblastenschicht (*od*) radial durchbohrende und die innere Fläche des Zahnbeins (*d*) erreichende Nervenfasern (*n*) abgebildet, welche nach kurzer Verzweigung frei endigen.

Ein Eindringen der Nervenfasern in das Zahnbein war nirgends zu sehen.

Aus den also beschriebenen Thatsachen in Betreff der Endigungsweise der Nervenfasern in den Zähnen der Fische und Reptilien geht es somit hervor, dass bei diesen Wirbelthierclassen die Nervenfasern bis dicht unter das Zahnbein, resp. durch die Odontoblastenschicht hindurch hervordringen, um mit freien Enden zu endigen.

Es ist wahrscheinlich, dass dasselbe Verhalten auch bei den Säugethiern vorhanden ist; so lange aber keine sicheren Data vorliegen, ist es jedoch zu früh, Schlüsse in dieser Hinsicht zu ziehen.

¹ Vos mir curavist.

WEITERES ÜBER DIE GALLENKAPILLAREN UND DEN DRÜSENBAU DER LEBER.

Tafel XX—XXII.

Im vorigen (III.) Bande meiner Biol. Untersuchungen N. F. lieferte ich eine Mittheilung *»Ueber die Gallenkapillaren und den Drüsenbau der Leber«*, in welcher ich auf Grund verschiedener mittelst der Golgüschen Methode gewonnenen Erfahrungen an der Säugethier- und Vogelleber darthat, dass der echt tubuläre Drüsenbau der Leber in der That weit mehr ausgeprägt ist, als man bisher angenommen hat. Bei der Durchmusterung einer grösseren Anzahl von Präparaten, v. A. von der Mäuseleber, hatte ich mich nämlich davon überzeugt, dass wenigstens die meisten Kapillaren nicht mit einander anastomosiren, also keine Netze bilden, sondern sich mit ihren Zweigen in verwickelten Bahnen um einander winden und mithin eher ein *»Geflecht«* als ein *»Netz«* constituiren. Es sind sehr zahlreiche Seitenäste der Gallenkapillaren vorhanden, welche den Anfängen der Drüsengänge der Speicheldrüsen sehr ähnlich sind. Indessen leugnete ich das Vorkommen der Anastomosen der Gallenkapillaren, welches ich z. B. in der Hundeleber sah, nicht, sondern ich stellte nur die Behauptung auf, dass jedenfalls die Anastomosen viel weniger zahlreich vorkommen, als man bisher angenommen hat. Die Leber sei wenigstens bei gewissen Thieren, auch bei den Säugern, meiner Ansicht nach, nicht als *»netzartig tubuläre«*, sondern als *»verästelt tubuläre«* zu betrachten.

Ich wies darauf hin, dass HERING und EBERTH schon vor vielen Jahren einen *tubulären* Typus der Leber nachgewiesen hatten. Nach HERING ist derselbe bei den niederen Wirbelthieren, Fischen, Amphibien und Vögeln, deutlich ausgeprägt, bei den Säugethieren aber auffallend modificirt. EBERTH, welcher unabhängig zu ähnlichen Resultaten gelangt war, hegte indessen in Betreff der Säugethierleber etwas abweichende Ansichten. Sowohl HERING wie EBERTH sahen jedoch die Leber der Wirbelthiere als eine *netzartig tubulöse* Drüse an, indem sie ein überall vorhandenes maschenartiges Anastomosiren der Gallenkapillaren beschrieben; EBERTH sah indessen an den Kapillaren kürzere, laterale und terminale blind endigende Nebenweige, welche HERING nicht anerkennen wollte, indem er sie für Produkte einer unvollkommenen Injection erklärte.

Ich habe diese Hauptpunkte aus der Geschichte der Histologie der Leber nochmals angeführt, weil ich seit dem Erscheinen meiner vorigen Mittheilung erfahren habe, dass ich die hierauf bezügliche Darstellung eines hoch bewährten Forschers übersehen hatte. In der fünften Auflage von KÖLLIKER'S Handbuch der Gewebelehre des Menschen, welche auch im Jahre 1867, also in demselben Jahre wie HERING'S und EBERTH'S Mittheilungen erschien, findet sich eine eingehendere, auf eigene ausgedehnte Untersuchungen gestützte Besprechung der fraglichen Structurverhältnisse. KÖLLIKER sagt, dass seine Untersuchungen zu einer *fast vollen* Bestätigung der Angaben HERING'S dienen. In gewissen Punkten weicht er aber ab, erstens in Betreff der Anordnung der Blutkapillaren, zweitens hinsichtlich der Leberkapillaren. Aus mehreren, von ihm näher angeführten theoretischen Gründen nimmt er an, dass blind endigende Gallenkapillaren eventuell vorkommen. *»Blinde Enden oder Ausläufer des Netzes der Gallenkapillaren«*, äussert KÖLLIKER weiter, *»sieht man nun in der That sehr häufig, allein es ist begrifflicherweise schwer zu entscheiden, ob dieselben wirkliche blinde Enden darstellen, indem eine unvollkommene Injection solche erzeugt und zweitens umbliegende Capillaren als solche erscheinen können. Ich habe jedoch auch an den vollkommensten Injectionen, an denen ganze Leberlappchen oder die grössten Theile derselben ohne Extravasat und ganz rein injicirt waren, und unter möglichster Vermeidung anderer Täuschungen, blinde Ausläufer des Gallencapillarnetzes gesehen, und*

glaube ich in der That berechtigt zu sein, solche anzunehmen.» KÖLLIKER hat also, wie EERTH, nicht nur theoretisch, sondern auch durch eingehende reelle Untersuchungen das Vorhandensein der blinden Ausläufer der Gallenkapillaren nachgewiesen. Endlich hat, wie ich schon im vorigen Aufsätze erwähnte, auch RAMÓZ Y CAJAL mit der Chromsilbermethode in der Kaninchenleber kurze seitliche Divortikel des reichlich anastomosirenden Gallenkapillarnetzes gefunden.

In meiner angeführten vorigen Mittheilung hob ich hervor, dass eine eingehendere Untersuchung der Leber verschiedener Thierformen gewiss lohnend sein würde, »um zu eruiiren, in welcher Ausdehnung der *echt tubuläre* Typus mit keiner oder geringer Anastomosirung der Gallenkapillaren und mit zahlreichen blind endigenden Seiten- und Anfangsäste im Wirbelthierreich vorkommt».

Ich habe seitdem in der That, bei verschiedenen Repräsentanten des Wirbelthierstammes, nämlich bei *Cyclostomen*, *Teleostiern*, *Amphibien*, *Reptilien*, *Vögeln* und *Säugethieren*, Untersuchungen angestellt.

Auf den drei Tafeln XX, XXI und XXII dieses Bandes habe ich aus den betreffenden Präparaten grössere oder kleinere Partien des Gallenkapillargeflechtes wiedergegeben. Alle diese Figuren sind mit derselben Vergrößerung und in demselben Masstabe ausgeführt worden, um u. A. zu zeigen, wie verschieden grobmächtig das Drüsengangsystem bei den verschiedenen Thieren ist. Bei den *Cyclostomen*, insbesondere bei *Myxine*, und bei den *Urodelen*, d. h. bei *Salamandra*, ist diese Grobmächtigkeit am stärksten ausgesprochen, bei *Ammocoetes* und bei den *Batrachieren* (*Rana*) ist sie etwas geringer. Danach kommen in dieser Beziehung die *Reptilien* (*Coluber*, *Anguis*, *Lacerta*), sodann die *Vögel* (*Cornus*). Die von mir untersuchten *Säugethiere* (*Maus*, *Kaninchen*, *Schwein*, *Katze*, *Hund*, *Mensch*) und *Teleostier* (*Esor*, *Anguilla*) bieten die feinstmässigsten Verhältnisse dar. Ausserdem ist hervorzuheben, dass das Drüsengangsystem im *embryonalen* Zustande im Ganzen verhältnissmässig *gröber* als im ausgebildeten Zustande ist, wie es z. B. aus einem Vergleich der drei Fig. 1, 2 und 3 von der Katzenleber, und auch der Fig. 8 und 9 von der menschlichen Leber hervorgeht.

Ich gehe jetzt zu einer kurzen Besprechung des Gallenkapillarsystems bei den verschiedenen untersuchten Thieren über.

Bei *Myxine* (Taf. XX, Fig. 1, 2, 3) liegen die durch das Chromsilber gefärbten, auffallend starken Gallenkapillaren in der Mitte der ebenfalls starken, vielfach gewundenen Zellenstränge; sie verzweigen sich oft dichotomisch und schicken kürzere oder längere Seitenäste ab, welche früher oder später mit kurzen Aestchen versehene, blinde Endäste aussenden (Fig. 1 und 2). Ein wirkliches, maschenartiges Anastomosiren der Gallenkapillaren habe ich bei *Myxine* nie gesehen.

Bei der *Larve von Petromyzon* (Taf. XX, Fig. 4) sah ich ein entsprechendes Verhalten der Gallenkapillaren; nur waren sie hier noch dicker und, wie es in mehr embryonalem Stadium die Regel zu sein scheint, mit vielen kleinen Knötchen und Unebenheiten besetzt; hier sah ich auch in der Umgebung der Gallenkapillaren massenhaft gefärbte Kugeln und »Tröpfchen« von dem Aussehen der Kupffer'schen Vacuolen; einige solche Bildungen sind in der Figur wiedergegeben. Kein Anastomosiren der Gallenkapillaren war hier nachweisbar.

Bei den untersuchten *Teleostiern*, *Anguilla* und *Esor*, fand ich, wie oben erwähnt wurde, das ganze System der Gallenkapillaren auffallend feiner. Die Fig. 5 der Taf. XX stellt eine Leberpartie von *Anguilla* und Fig. 6 derselben Tafel eine solche von *Esor* dar. Wie aus einer Betrachtung dieser Figuren hervorgeht, verzweigen sich die Gallenkapillaren reichlich dichotomisch und schicken zahlreiche feine Seitenäste aus, welche theils nach kurzem Verlauf ohne weitere Verästelung blind endigen, theils in kleine, fast büschelartige Endverzweigungen auslaufen. Ein wirkliches Anastomosiren der Gallenkapillaren konnte ich auch hier niemals nachweisen.

Bei den *Urodelen*, *Salamandra maculata* und *Triton cristatus*, ist, wie oben erwähnt, das Zellenbalken- und Gallenkapillarsystem wieder sehr grobmächtig, wie aus den in Fig. 1 und 2 der Taf. XXI abgebildeten Partien der Leber von *Salamandra* hervorgeht. Bei diesen Thieren laufen auch die Gallenkapillaren, wie von früheren Forschern nachgewiesen ist, nur central in den Zellenbalken; sie theilen sich dichotomisch und geben hier und da kleine Seitenäste ab, welche bald ohne weitere Verästelung, bald mit einigen kurzen Zacken blind endigen. Ein wirkliches Anastomosiren habe ich auch hier nicht nachweisen können, obwohl es zuweilen sehr schwierig ist, darüber ins Reine zu kommen, weil eine Kreuzung der Aeste solche Anastomosen vortäuschen kann. In allen klaren Bildern sieht man aber keine Netzmaschen.

Ganz dasselbe ist beim *Frosch* (Taf. XXI, Fig. 3) der Fall. In dickeren Präparaten glaubt man zuweilen Anastomosen zu sehen, in dünneren sind sie nicht sicher nachweisbar.

Bei den *Reptilien* (*Coluber*, *Anguis*, *Lacerta*) ist das fragliche Verhalten in ähnlicher Weise vorhanden. Bei *Coluber* (Taf. XXI, Fig. 4—6) und bei *Anguis* (Fig. 7 und 8) geht dies schon aus der Betrachtung der Figuren hervor. Die Gallenkapillaren verlaufen, wie HERING und EBERTH längst nachgewiesen haben, central in den Zellenbalken und verzweigen sich, wie diese, dichotomisch; ein derartiges, maschiges Anastomosiren der Gallenkapillaren, wie HERING beschrieben und abgebildet hat, finde ich aber nicht. Ich finde keine Netze, sondern im Gegentheil eine geflechtartige Anordnung derselben; falls Anastomosen in der That vorkommen, sind sie gewiss viel seltener, als man angenommen hat. Dagegen sah ich überall zahlreiche, kürzere oder längere, blind endigende und an den Enden oft etwas getheilte Seitenfortsätze.

Von *Vögeln* habe ich bisher nur das *Hahnen* und die *Krähne* untersucht und bei ihnen ähnliche Verhältnisse wie bei den Reptilien vorgefunden. Von der Leber der Krähne theile ich hier eine Abbildung (Taf. XXI, Fig. 9) mit, in welcher das Zellenbalkensystem mit den central in ihnen angeordneten Zellenkapillaren dargestellt ist. Von diesen sich dichotomisch theilenden Kapillaren gehen zahlreiche Seitenäste ab, welche früher oder später, oft nach wiederholter dichotomischer Verzweigung, blind endigen. Eine netzartige Anordnung konnte ich nicht nachweisen.

Von den *Säugethieren* habe ich diesmal mehrere, v. A. die *Maus* und die *Katze*, und zwar in verschiedenen Stadien der Entwicklung untersucht. Von der *Maus* habe ich ein Menge von guten Präparaten bekommen; da ich aber zu ganz denselben Resultaten gelangt bin, die ich in der vorigen Mittheilung angegeben habe, werde ich sie diesmal nicht weiter besprechen. Bei der *Katze* erhielt ich ebenfalls eine Reihe schöner Präparate. Von diesen konnte ich leider nur einige Partien abbilden, indem auf den Tafeln kein Platz mehr übrig war. Indessen können wohl die Fig. 1—6 der Taf. XXII einen Begriff von den Verhältnissen bei der Katze geben. Die Fig. 1 stellt eine Partie der Leber eines 10 Ctm. langen Katzenembryos dar. In den zu den Blutgefässen (*bl*) noch verhältnissmässig schmalen Zellenbalken sind gefärbte Gallenkapillaren vorhanden, welche sich dichotomisch theilen und mit zahlreichen kürzeren Seitenästen versehen sind. In der Fig. 2 ist von der Leber der 3-tägigen Katze eine kleine Partie abgebildet; in den Fig. 4 und 5 sind einige Stücke der Leber der 15-tägigen und in Fig. 3 ist eine etwas grössere Partie der Leber der 3-wöchentlichen Katze abgebildet worden. In allen diesen Figuren, wie auch in der grossen Reihe von Präparaten, die ich untersucht habe, sah ich keine derartige netzförmige Anordnung der Gallenkapillaren, welche man angenommen hat, sondern die stets central in den Zellenbalken angeordneten Gallenkapillarsysteme theilten sich dichotomisch und waren mit zahlreichen hier und da in »Endbüschel« auslaufenden, blind endigenden Seitenästen versehen. Bei der Katze, wie auch bei der Maus, kann ich deshalb keineswegs eine netzförmig anastomosirende Anordnung der Gallenkapillaren anerkennen.

Beim *Schwein* (Taf. XXII, Fig. 7), wo im ausgebildeten Zustande die Gallenkapillaren im Ganzen fein sind und ebenfalls central in den Zellenbalken verlaufen, geben sie gleichfalls zahlreiche Seitenäste ab, welche entweder unverzweigt oder nach wiederholter Verzweigung blind endigen. Hier sah ich stellenweise Bilder, welche auf eine derartige Anastomosirung hindeuteten, wie ich sie in der vorigen Mittheilung aus der Leber des *Hundes* beschrieb. Also lassen sich beim Schweine die Anastomosen nicht ausschliessen; sie kommen aber jedenfalls nicht in der Ausdehnung vor, wie man im Allgemeinen von der Säugethierleber annimmt.

An der Leber des *Menschen* habe ich bis jetzt nur wenige Untersuchungen mit der Chromsilbermethode ausgeführt. Schon in der vorigen Mittheilung habe ich die Verhältnisse in der foetalen menschlichen Leber (von 6 Monaten) besprochen und eine Abbildung davon geliefert. Diesmal theile ich in der Fig. 8 der Taf. XXII die Abbildung eines Leberschnittes von einem 7-monatlichen Foetus mit. Die fraglichen Verhältnisse stimmen vollkommen mit der von mir früher gelieferten Darstellung überein.

Vom erwachsenen Menschen habe ich einigemal Leberstücke zu färben versucht. Es gelingt dies ziemlich gut, besonders wenn man die Leber in ziemlich frischem Zustande bekommt. Sehr oft ist die Leber der kranken Hospitalsleichen, welche man zur Untersuchung bekommt, pathologisch verändert, weshalb man auch in Betreff des Ausschens der Gallenkapillaren vorsichtig sein muss. Eine eingehendere Untersuchung der Gallenkapillaren bei verschiedenen kranken Zuständen könnte gewiss von grossem Werthe sein. Diesmal werde ich eine solche nicht vornehmen, sondern ich begnüge mich damit, eine Partie der Leber eines (an perniciouser Anämie) gestorbenen Menschen abzubilden (Fig. 9 der Taf. XXII). Hier, wie in Lebern aus anderen Leichen ebenso, traf ich Gallenkapillaren, welche auf weite Strecken ohne Anastomosen und Netzbildungen verliefen und nur dichotomische Theilungen der frei endenden Zweige zeigten; aber an anderen Stellen sah ich die Zweige sich nicht

nur theilen, sondern auch anastomosiren und kleine, platt ausgebreitete Netzmaschen bilden, wie ich sie früher beim Hunde sah.

Aus Allem geht nun hervor, dass bei den niederen Wirbelthieren, Cyclostomen, Teleostiern, Amphibien, Reptilien, Vögeln und auch gewissen Säugethieren, z. B. der Maus und der Katze, keine Netzbildung der Gallenkapillaren in dem Sinne, wie früher angenommen wurde, vorkommt, sondern nur eine dichotomische Verästelung der central in den Zellenbalken verlaufenden Gallenkapillaren, von denen mehr oder weniger lange und verästelte Seitenweige und Endäste ausgehen. Wenn in der That ein Anastomosiren vorkommt, ist es verhältnissmässig selten vorhanden. Bei gewissen Säugethieren, z. B. dem Hunde, sowie beim Menschen, kommen jedoch in der ausgebildeten Leber streckenweise angeordnete Netzmaschenpartien der Leberkapillaren vor.

Bei dieser Untersuchung der Leberkapillaren traf ich hier und da auch eine Färbung der *Nervenfasern* an. Dies war insbesondere in der Leber des *Hundes* und der *Katze* der Fall. In der Fig. 5 und 6 der Taf. XXII habe ich zwei Partien aus der Leber einer 15-tägigen Katze abgebildet, in welchen man gefärbte Nervenfasern (a) sieht. Dieselben begleiten und umspinnen die interlobulären Blutgefässe und senden hier und da kleine Seitenweige, resp. Endäste aus, welche an der Gefässwand mit knotigen Spitzen endigen. Es sind offenbar Gefässnerven. Andere Nervenfasern, welche in die Lobuli eintreten, resp. die Drüsensubstanz innerviren, sah ich bis jetzt nie.



TAFELN

Das sensible Nervensystem der Polychäten.

Nereis diversicolor.

Fig. 1. Kleiner Parapodienlappen in Längsansicht und mit Einstellung des Focus auf das in der Mitte verlaufende blau gefärbte Nervenbündel (*ab*), in welchem die centralen Fortsätze der ebenfalls blau gefärbten sensiblen Nervenaxillen (Sinnescervellen) zusammenlaufen, wegen die peripherischen Fortsätze derselben gegen die Oberfläche des Parapodiums ziehen. — *c* die Cuticula, in welcher stellenweise die durch sie hindurchtretenden und sogar haarförmig aus ihr hervorragenden Spitzen der peripherischen Fortsätze der Sinnescervellen sichtbar sind.

Fig. 2. Mittlere Partie eines Tentakels in der Längsansicht; der Focus ist auf das in ihrer Mitte verlaufende Nervenbündel (*ab*) eingestellt; — *c*, die Cuticula; — *ep*, das Epithel in optischen Durchschnitt. Man sieht mehrere durch das Epithel und theilweise die Cuticula hindurchtretende peripherische Fortsätze der blau gefärbten Sinnescervellen.

Fig. 3. Basale Partie eines demartigen kleinen Parapodienlappens wie der in Fig. 1 abgebildete. In der Fig. 3 finden sich aber noch fünf Sinnescervellen, welche an der nach oben hin gerichteten Fläche des Lappens peripherisch endigen; — *ab*, das centrale Nervenbündel; — *c*, Cuticula.

Fig. 4. Das äussere Ende eines kleinen Parapodienlappens in Längsansicht. Man sieht fünf an die Cuticula (*c*) herantretende und sie theilweise durchbohrende Sinnescervellen, welche in der äusseren Kante mit ihren langen, peripherischen Fortsätzen endigen. Ausserdem sieht man drei an der nach oben hin gerichteten Fläche endigende Sinnescervellen.

Fig. 5. Partie der Körperhaut in der Oberflächenansicht. Man sieht eine Anzahl an der Oberfläche aufliegende Sinnescervellen, theilweise in perspektivischer Verkürzung; zwischen den äusseren, knopfartigen Enden der peripherischen Fortsätze der Sinnescervellen konnte man bei scharfer Einstellung des Focus das Mosaik des zwischen ihnen eingelagerten Epithels sehen; es wurde aber, um die Figur nicht zu viel zu compliciren, nicht gezeichnet; — *ab*, die in einer unteren Hautschicht verlaufende Nervenfaserbündel, in welche die centralen Enden der Sinnescervellen eintreten, nachdem sie sich unter einander vereinigt haben.

Fig. 6. Partie der Körperhaut von der Unterfläche des Thieres in der Flächenansicht; *a* die äusseren, knopfartigen Enden der Sinnescervellen, theilweise mit dem Oberflächenmosaik des darzwischen befindlichen Epithels; die Zellkörper der Sinnescervellen sind nicht abgebildet, und nur eine solche Zelle (*ac*) ist in der Figur wiedergegeben; — *ab*, zwei in einer unteren Schicht verlaufende Nervenfaserbündel.

Fig. 7. Nervenfaserbündel (*ab*) aus der Kopfregion. Drei gefärbte Sinnescervellen sind von äusseren Ende ihrer peripherischen Fortsätze bis weit in das Nervenfaserbündel hinein verfolgt.

Alle Figuren dieser Tafel sind nach Präparaten von *Nereis diversicolor* gezeichnet, welche mit der Methylenblaulösung gefärbt waren.

Die Fig. 1, 2, 4, 7 sind bei der Anwendung von Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus), die Fig. 3, 5, 6 bei Ver. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7



Tafel II.

Das sensible Nervensystem der Polychäten.

Fig. 1 und 2. Seitliche Partien aus dem Bauchstrang von *Nephtys spec.*; — *an*, lateraler Zweig mit vier blau gefärbten, feinen Nervenfasern, welche von der Körperperipherie kommen, sich gleich beim Eintritt in den Bauchstrang dichotomisch und stellenweise in dem weiteren Verlaufe wiederholt theilen.

Fig. 3. Ein Ganglion des Bauchstrangs von *Nereis diversicolor* mit zwei lateralen Zweigen (*an*), in welchen mehrere gefärbte, beim Eintritt ins Ganglion sich dichotomisch theilende und sich in des Längsfasersträngen fortsetzende, feine Nervenfasern dargestellt sind; zwei gefärbte Ganglienzellen mit ihren Fortsätzen sind hier ebenfalls abgebildet.

Fig. 4. Partie der Körperhaut von *Nereis dic.* in optischem Durchschnitt. Acht gefärbte Sinnesnervenzellen sind in ihrer natürlichen Lage und Anordnung abgebildet; man kann ihre peripherischen Fortsätze zum Theil in die dicke Cuticula hinein verfolgen.

Fig. 5. Seitliche Partie eines Cirrus von *Nereis dic.* mit einer Sinnesnervenzelle, deren peripherischer Fortsatz am äusseren Ende erweitert, bis zur Cuticula, deren centraler Fortsatz bis in das centrale Nervenfaserbündel schön verfolgbar ist.

Fig. 6. Seitenpartie eines Parapodienlappens von *Nereis dic.*, von welchem das Epithel mit der Cuticula von unten liegendes Gewebe abgetrennt ist; im Epithel sieht man den peripheren abgerissenen Fortsatz einer Sinnesnervenzelle liegen.

Fig. 7. Seitenpartie der Körperhaut von *Nereis dic.* mit fünf Sinnesnervenzellen. Man sieht die das Epithel durchziehenden peripheren Fortsätze der Zellen verfeinert durch die dicke Cuticula dringen. In dem Epithel liegt der Zellkörper einer der Sinnesnervenzellen.

Fig. 8. Partie der Oberfläche der Körperhaut von *Nereis dic.* mit dem Oberflächenmosaik der Epithelzellen und mit einer Sinnesnervenzelle, deren peripherischer Fortsatz durch die dicke Cuticula der umgebogenen Haut verfolgbar ist.

Fig. 9. Partie der Oberfläche eines langen Kopfcirrus von *Nereis dic.* mit blau gefärbten, an den Rändern genackten Feldern, welche offenbar den äusseren Enden der zuweilen (bei langer Färbungszeit) sich färbenden Cylinderradien des Epithels entsprechen. Diese genackte Beschaffenheit der Ränder der äusseren Zellenfelder war an den Circhi oft zu sehen.

Fig. 10–12. Borsten der Parapodien mit ihren Sicken und mit blau gefärbten Nervenfasern, welche von aussen her neben den Borsten in die Sicke hinabstiegen, um nach starker Verästelung mit knötigen, frei auslaufenden Endstilen zu endigen.

Alle Figuren dieser Tafel sind nach Präparaten gezeichnet, welche mit der Methylblaulösung gefärbt waren.

Die Fig. 1–8, 10–12 sind bei Anwendung von Vcr. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus), die Fig. 9 ist bei Vcr. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.



Das sensible Nervensystem der Polychäten.

Nereis diversicolor.

Fig. 1. Seitliche Partie einer Kopfpalpe mit der Cuticula und verschiedenen, an letztere herantretenden peripheren Fortsätzen der schwarz gefärbten Sinnesnervenzellen, deren centrale Fortsätze eine Strecke centralwärts verfolgbar sind.

Fig. 2. Seitliche Partie der Körperhaut mit einer Sinnesnervenzelle, deren peripherer Fortsatz durch das Epithel (*ep*) und die Cuticula (*c*) dringt. Im Epithel ist eine Zelle schwarz gefärbt.

Fig. 3. Partie der Körperhaut in Seitenansicht mit der Cuticula (*c*), dem Epithel (*ep*), dessen Zellen schwarz gefärbt sind, einer Sinnesnervenzelle, zwei Drüsen (*dr*) und zwischen ihnen gelegenen querschnittenen Muskelbündeln (*m*).

Fig. 4. Seitliche Partie einer Palpe mit der Cuticula (*c*), drei schwarz gefärbten Epithelzellen (*ep*), einer Drüse (*dr*) und einer Anzahl Sinnesnervenzellen, deren centrale Fortsätze centralwärts und nach unten ziehen, deren periphere Fortsätze dagegen umbiegen und nach aussen, durch die Epithelschicht, gegen die Cuticula hin verlaufen.

Fig. 5. Seitliche Partie (Verticalschnitt) einer Palpe mit der Cuticula (*c*), sechs gefärbten langen Epithelzellen (*ep*) und zwei Sinnesnervenzellen, deren Zellkörper im Epithel liegen.

Fig. 6. Partie der Körperhaut in Seitenansicht mit der Cuticula (*c*) und dem gefärbten Epithel (*ep*).

Fig. 7. Partie der Körperhaut in Seitenansicht (Verticalschnitt) mit der Cuticula (*c*), dem gefärbten Epithel (*ep*), vier Drüsen (*dr*) und zwischen ihnen ziehenden Muskelbündeln (*m*).

Fig. 8. Partie aus der Mundhöhle; Verticalschnitt; man sieht sechs Sinnesnervenzellen, welche mit ihren peripheren Fortsätzen die Oberfläche erreichen (rechts sieht man noch einen frei herausragenden feinen Ausläufer), ihre centralen feinen varicösen Fortsätze hingegen centralwärts senden.

Fig. 9. Querschnitt eines Ganglions des Bauchstrangs mit zwei Seitennerven; im Inneren des Ganglions sieht man drei gefärbte Ganglienzellen, von welchen die rechts gelegene ihren Fortsatz quer durch das Ganglion hindurch in den linken Seitenzweig schiebt, um in ihm als motorische Faser (*mn*) nach der Peripherie zu ziehen. Durch denselben Zweig tritt eine feine Nervenfasern (*sn*) hinein, um sich nach dem Eintritt ins Ganglion dichotomisch zu theilen; diese Faser ist wahrscheinlich eine sensible Faser, deren Zelle in der Peripherie liegt.

Fig. 10. Partie eines Querschnitts vom Anfang des Darmes. Zwei Fasern mit feinen, knotigen Seitenzweigen sind in schwarz gefärbtem Zustande dargestellt; sie können nichts Anderes als Muskelfasern sein. Man trifft in diesen Präparaten oft derartige gefärbte Fasern.

Alle Figuren dieser Tafel sind nach Präparaten gezeichnet, welche mit der Golgi'schen Methode behandelt waren.

Die Fig. 1—7 sind bei Anwendung von Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus), Fig. 8—10 bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.



Tafel IV.

Das sensible Nervensystem der Limacinen.

Fig. 1. Das Knopfe eines ausgestreckten oberen Fühlers von *Arion ater* im Längsschnitt. Das Auge (*av*) ist seitlich getroffen, weshalb nur eine Partie der Pigmentschicht sichtbar ist; im Augestiel (*aus*) sind die Optikusfasern nicht gefärbt. Das äussere Epithel (*ep*) ist theilweise gefärbt, aber die Oberfläche ist von Chromsilberniederschlägen zu stark impregnirt, um die Einzelheiten zu zeigen. — Unter dem Epithel sieht man eine Menge spindelförmiger und ovaler, bipolarer, schwarz gefärbter Zellkörper (*sz*), Sinnesorganellen, welche einen Fortsatz durch das Epithel hindurch nach der Oberfläche hin, den anderen Fortsatz dagegen centralwärts nach dem im Inneren des Knopfes befindlichen Ganglion (*g*) schicken. In diesem Ganglion sind zahlreiche Mossfasern und in seiner Peripherie mehrere unipolare Ganglienzellen (*gz*) sichtbar; — *m*, motorische Nervenfaserverästigungen; — *fr*, Bluthohlräume.

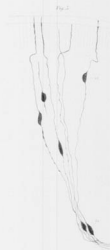
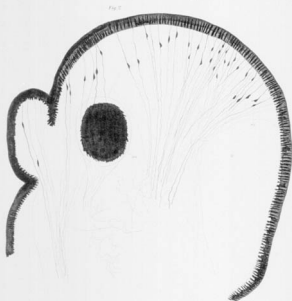
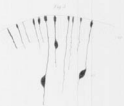
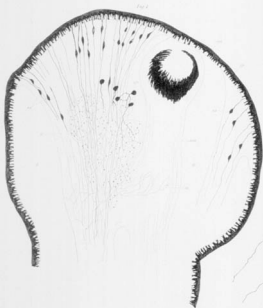
Fig. 2. Ein ebensolches Knopfe des etwas eingezogenen, oberen Fühlers von *Arion ater*. Das zurückgezogene Auge (*av*) ist hier ganz seitlich getroffen; ebenso ist das Epithel (*ep*) der Oberfläche schief getroffen und erscheint deshalb dicker und schwarzer. Eine Menge schön gefärbter Sinnesorganellen (*sz*) ziehen durch die zwischen den Bluthohlräumen (*fr*) befindlichen Gewebstränge.

Fig. 3. Partie eines Verticallschnitts des oberen Fühlers von *Limax agrestis*; in dem ungefärbten Epithel (*ep*) sieht man die gefärbten, kolbig erweiterten äusseren Enden der Sinnesorganellen (*sz*).

Fig. 4 und 5. Partien von Verticallschnitten der Mundhöhlenwandung mit einer Cuticula (*c*), dem unter ihr liegenden Epithel (*ep*) und verschiedenen darunter befindlichen Zellkörpern der Sinnesorganellen (*sz*), deren peripherischer, zuweilen kolbig erweiterter Fortsatz durch das Epithel und, wie stellenweise zu sehen ist, durch die Cuticula dringt, während der centrale feine, zuweilen varicöse Fortsatz nach unten, centralwärts zieht.

Alle Figuren dieser Tafel sind nach Präparaten dargestellt, welche mit der Golg'schen Methode behandelt waren.

Die Fig. 1 und 2 sind bei Anwendung von Vér. Obj. 2 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus), die Fig. 3–5 sind bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.



Das sensible Nervensystem der Limacinen.

Fig. 1. Partie eines verticalen Längsschnitts vom vorderen Ende des oberen Fühlers von *Arion ater*; — *ep*, das Epithel der Oberfläche, in welchem nur zwei Zellen gefärbt sind; — *sz*, Sinnesnervenzellen, deren Zellkörper (mit der Ausnahme von *sz*) tief unter der Epithelschicht liegen und den peripherischen Fortsatz durch das Epithel hindurch bis zur Oberfläche schicken, während der *fine* centrale Fortsatz eine Strecke nach innen hin im durchsichtigen Gewebe, centralwärts, verfolgt ist.

Fig. 2. Partie eines Vertikalschnitts der Mundhöhlenwand von *Limax agrestis*; man sieht eine kurze und breite, gefärbte Sinnesnervenzelle (*sz*) mit ihrem peripherischen Fortsatz durch das Cylinderepithel und die Cuticula (*c*) nach der Oberfläche hin drängen; der centrale Fortsatz derselben Zelle zieht nach der Tiefe hin und legt sich einem Nervenbündel (*nb*) an, um in ihm weiter zu verlaufen.

Fig. 3. Partie eines Vertikalschnitts der Mundhöhlenwand um die Umgebung der Eingangsöffnung, von *Limax agrestis*; eine schwarz gefärbte Sinnesnervenzelle (*sz*) sendet durch das Epithel einen sich darin etwas verdickenden Fortsatz.

Fig. 4 und 5. Vertikalschnitte der Körperwand von *Arion ater*; — *ep*, das Epithel mit mehreren durch das Chromsäure gefärbten Cylinderezellen; — *sz*, Sinnesnervenzellen, deren peripherische Fortsätze durch das Epithel hindurch bis zur freien Oberfläche ziehen, wogegen die centralen sich nach der Tiefe begeben und in die Bildung der Nervenbündel (*nb*) eingehen; — *m*, eine nach dem Epithel zu verästelte Muskelfaser.

Fig. 6. Partie eines Vertikalschnitts der Körperwand von *Arion ater* mit einigen gefärbten Epithelzellen (*ep*) und zwei Sinnesnervenzellen (*sz*), von denen die rechts liegende verästelt zu sein scheint, was indessen durch das stellenweise Anlegen einer anderen Nervenfasers erklärt werden kann.

Fig. 7. Eine Sinnesnervenzelle aus einem Vertikalschnitt der Körperwand von *Arion ater*; der centrale Fortsatz dieser Zelle erscheint ebenfalls als verästelt.

Fig. 8. Partie von einem Vertikalschnitt der Körperwand des *Arion ater*. Man sieht vier Muskelfasern (*m*) sich nach der Oberfläche hin stark verästeln und mit den Endästeln weit hinauf zwischen die Cylinderezellen des Epithels (*ep*) einsperdingen.

Alle Figuren dieser Tafel sind nach Präparaten ausgeführt, welche vorerst mit der schnellen Golgi'schen Methode behandelt waren.

Alle sind ferner bei Anwendung von Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgenom. Tubus) gezeichnet.



Tafel VI.

Das sensible Nervensystem der Limacinen.

Fig. 1. Vertikalschnitt der Körperhaut von *Limax agrestis*, mit einigen gefärbten Epithelzellen (*ep*) und einer Gruppe von Sinnesnervenzellen (*sz*), deren centrale Fortsätze sich theilweise bis in die tiefer unten liegenden Nervenfaserbündel (*nb*) verfolgen lassen; — *sz'*, eine nach der Oberfläche hin sich verzweigende Zelle, deren Bedeutung unsicher ist.

Fig. 2. Vertikalschnitt der Körperhaut von *Arion ater*, mit einigen gefärbten Epithelzellen (*ep*), einer tief hin-abragenden Drüse (*dr*) und drei Sinneszellen (*sz*), deren centraler Fortsatz sich dem unten verlaufenden Nervenfaserbündel (*nb*) anlegt; der periphere Fortsatz der rechts belegenen Sinneszelle biegt sich nach der Oberfläche hin bogenförmig um und endigt an einer faltenartig eingesenkten Stelle der Haut, d. h. in der Vertiefung zwischen den Erhabenheiten.

Fig. 3. Vertikalschnitt der Fußsohle von *Limax agrestis* mit β dem Fimbrarium, in dem die einzelnen Cilien nicht dargestellt sind, ferner mit Drüsen (*dr*), einigen Sinnesnervenzellen (*sz*), einer nach der Oberfläche hin reichlich verzweigten Muskelfaser (*m*) und einigen eigenthümlichen, nach der Oberfläche hin ebenfalls reichlich verzweigten Zellen (*sz'*); die in *sz'* abgebildete Zelle kann vielleicht auch zu dieser Zellenart gerechnet werden.

Fig. 4. Partie des in Knöpfe des oberen Fühlers von *Arion ater* befindlichen Ganglions (*g*), aus einem vertikalen Längsschnitt abgebildet. Man sieht in dem Ganglion sich kreuzende Nervenfasern, einer der in ihm gestreut liegenden, Pigmentzellen ähnlichen, zackigen Knöpfchen (*pc*) und in ihrer Umgebung drei unipolare Ganglienzellen (*gc*). In das Ganglion tritt von der rechten Seite ein Bündel feiner Fasern hinein, welche die centralen Fortsätze einer Gruppe von Sinnesnervenzellen (*sz*) sind; die peripheren Fortsätze derselben Zellen setzen sich nach der Oberfläche des seitlichen Umfangs des Fühlers fort und endigen hier, zwischen die niedrigen Zellen des Epithels hindurchtretend.

Fig. 5. Einige isolirt abgebildete Endverzweigungen der substantischen Muskelfasern aus der Körperwand von *Limax agrestis*.

Alle Figuren dieser Tafel sind nach Präparaten ausgeführt, welche mit der schnellen Golgi'schen Methode behandelt waren.

Alle diese Figuren sind bei Anwendung von Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.



Tafel VII.

Die Nervenendigungen in den Geschmackszwiebeln der Papillæ circumvallatæ der Katze.

Fig. 1. Senkrechter Schnitt des seitlichen Umfangs einer Papille, in deren Epithel mehrere Geschmackszwiebeln (*a, b*) durch Contourlinien angedeutet sind. In diese Zwiebeln steigen von subepithelialen Plexus (*cp*) Nervenfasern (*ira*, intrabulbare Fasern) empor, um sich in ihnen in verschiedener Weise zu verzweigen; — *ira*, intrabulbare Fasern, welche sich in dem zwischen den Zwiebeln befindlichen Epithel verzweigen; — *ab*, Nervenfaserbündel, welche durch das Bindegewebe der Papille emporsteigen, um sich in den subepithelialen Plexus zu verbreiten.

Fig. 2. Senkrechter Schnitt des seitlichen Umfangs einer Papille mit mehreren durch Contourlinien angegebenen Zwiebeln (*a, b*), in welchen Nervenfasern vom subepithelialen Plexus emporsteigen; in zwei Zwiebeln ist noch je eine Geschmackskelle in gefärbtem Zustande abgebildet.

Fig. 3. Partie eines senkrechten Schnittes einer Papille mit vier Zwiebeln, welche einige gefärbte Deckzellen (*dt*) und Geschmackskellen (*sz*) enthalten. Von dem subepithelialen Plexus (*cp*) steigen einige Nervenfasern in die Zwiebeln empor.

Fig. 4. Partie eines Tangentialschnittes des seitlichen Umfangs einer Papille mit zehn querschnittenen Zwiebeln, in deren Innerem intrabulbare Nervenfasern sichtbar sind.

Fig. 5. Eine Zwiebel mit den aus dem subepithelialen Plexus (*cp*) emporsteigenden intrabulbaren Nervenfasern und einer gefärbten Geschmackskelle.

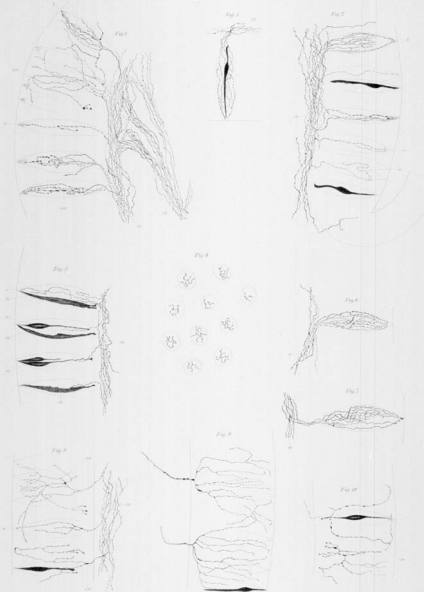
Fig. 6 und 7. Einzelne Zwiebeln mit reichlichem intrabulbarem Nervenplexus, welcher von dem subepithelialen Plexus (*cp*) emporsteigt.

Fig. 8. Partie des seitlichen Umfangs einer Papille (Vertikalschnitt) mit mehreren Zwiebeln, von welchen a intrabulbare Nervenfasern und die unterste eine gefärbte Geschmackskelle zeigt. — *ira*, intrabulbare Nervenfasern; *cp*, subepithelialer Plexus.

Fig. 9. Partie eines senkrechten Schnittes vom seitlichen Umfang einer Papille mit einigen angedeuteten Zwiebeln; in der untersten derselben ist eine gefärbte Geschmackskelle vorhanden. Die Nervenfasern stellen intrabulbare Nervenfasern dar, welche nach dem üblichen Typus intrasepithelialer Nervenendigungen verzweigt sind.

Fig. 10. Partie eines senkrechten Schnittes vom seitlichen Umfang einer Papille mit einer Zwiebel, in welcher eine gefärbte Geschmackskelle dargestellt ist; — *ira*, intrabulbare Nervenfasern, welche an der Oberfläche des Epithels umhüllt und sich nach unten hin in dessen tieferen Lagen verzweigen.

Alle Figuren dieser Tafel sind nach Präparaten ausgeführt, welche mit der schönen Golgi'schen Methode behandelt waren. Sie sind alle bei Anwendung von Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.



Die Nervenendigungen in den Geschmackszwiebeln der Papillæ foliatæ des Kaninchens.

Fig. 1. Partie eines senkrechten Querschnitts der Papille mit zwei Reihen von Zwiebeln, deren Pori gegen die zwischen den beiden Reihen befindliche Spalte gerichtet sind; *sp*, subepithelialer Plexus, von welchem intrabulbare und interbulbare Nervenfasern entspringen; eine Deckzelle und zwei »Geschmackszellen« sind in gefärbtem Zustande dargestellt.

Fig. 2. Eine ähnliche Partie wie die der Fig. 1, sowohl den subepithelialen Plexus (*sp*) als einige intrabulbare und interbulbare Fasern zeigend. Rechts findet sich in der Zwiebel eine gefärbte Zelle, deren centrales Ende in zwei Fortsätze getheilt ist; sie ist wohl als eine Deckzelle zu betrachten.

Fig. 3. Partie eines senkrechten Querschnitts der Papille mit mehreren gefärbten Deckzellen und »Geschmackszellen« in den dargestellten Zwiebeln; die Pori sind hier, wie oft in solchen Präparaten der Fall ist, schwarz, indem sich eine dichte Gruppe von Körnchen mehr oder weniger intensiv färbt.

Fig. 4. Eine ähnliche Partie wie die in der Fig. 1 abgebildete; von dem subepithelialen Plexus (*sp*) steigen beiderseits intrabulbare und interbulbare Nervenfasern in die Zwiebeln empor, um in verschiedener Weise zu endigen. In einer Zwiebel ist eine gefärbte Geschmackszelle dargestellt; — *sz*, verzweigte Zelle im subepithelialen Bindegewebe.

Fig. 5. Partie eines senkrechten Querschnitts der Papille mit interbulbaren Nervenfasern, welche von den subepithelialen Fasern (*sp*) ins Epithel entspringen; drei »Geschmackszellen« sind in gefärbtem Zustande dargestellt.

Fig. 6. Eine Zwiebel mit intrabulbarem Plexus.

Fig. 7. Eine Zwiebel mit interbulbaren Fasern und einer gefärbten »Geschmackszelle«.

Fig. 8. Eine Zwiebel mit gefärbten »Geschmackszellen« verschiedener Gestalt.

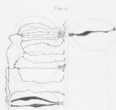
Fig. 9. Zwei querschnittene Zwiebeln mit intrabulbaren Nervenfasern.

Fig. 10. Eine Gruppe an den Basen querschnittener Zwiebeln mit den zwischen ihnen ins Epithel eintretenden interbulbaren Nervenfasern.

Fig. 11. Bindegewebige Partie in einer Falte der Papille, in welcher eine gefärbte, stark verzweigte Zelle dargestellt ist.

Alle Figuren dieser Tafel sind nach Präparaten gezeichnet, welche mit der schnellen Golg'schen Methode behandelt waren.

Sie sind alle bei Anwendung von Véz. Obj. 5 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.



Die Nervenendigungen in den Zungenpapillen der Säugethiere, Amphibien und Selachier.

Fig. 1 und 2. Geschmackswiebeln aus der *Papilla foliata* des *Kanariens*; — Fig. 1, Wiebeln in Längenschnitt, Fig. 2, in Querschnitt; *sp*, subepithelialer Plexus, aus welchem intrabulbäre und interbulbäre Nervenfasern emporsteigen; *e*, Oberfläche des Epithels; *ps*, Geschmacksporus.

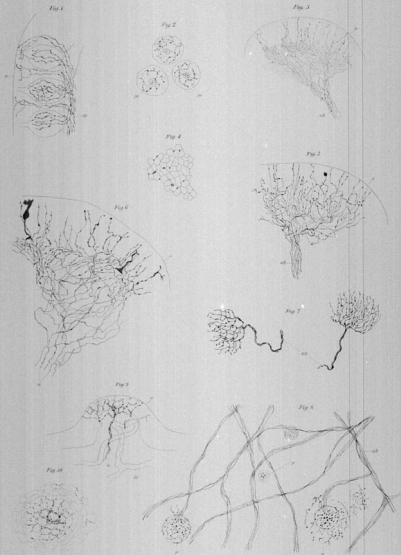
Fig. 3–6. Nervenendigungen in den Papillen der Zunge des Frosches; — Fig. 3, 5 und 6 stellen Papillen in seitlicher Ansicht dar; *ab*, *n*, Nervenfaserbündel, welche nach oben hin in die Papille emporsteigen, unter dem Epithel einen reichlichen Plexus bilden und einzelne, frei endigende Fäserchen durch das Epithel nach der Oberfläche (*o*) hin schicken. Im Epithel der Fig. 5 sind zwei gefärbte Zellen dargestellt; — Fig. 4, Partie der Oberfläche einer Papille mit den oberen Enden der Cylindereellen und zwischen ihnen befindlichen blauen Pusteln (Nervenfasereudigungen).

Fig. 7. Die von Nervenfaserbündeln (*ab*) in zwei Zungenpapillen der *Salamander maculata* emporsteigenden gefärbten, frei endigenden Nervenfasern.

Fig. 8–10. Zungenpapillen von *Ameiobas vulgaris*; Fig. 8, Partie der Zunge, von der Oberfläche gesehen; *ab* durchscheinende, tiefer gelegene, gefärbte Nervenfaserbündel; — *p*, grössere und kleinere Papillen mit feinsten, intraepithelialen Nervenfasern; — Fig. 9, eine stärker vergrösserte Papille von der Seite, Fig. 10 eine Papille von oben gesehen; *n*, Nervenfasern, *bl*, Blutgefässchlinge, *o*, Oberfläche.

Sämmtliche Figuren dieser Tafel sind nach Präparaten ausgeführt, welche mit der Methylenblaumethode behandelt waren.

Fig. 1 und 2, 4–6, 7 sind bei Anwendung von Vér. Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus), Fig. 3 und 8 bei Vér. Obj. 2 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus), Fig. 9 und 10 bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.



Tafel X.

Die Nervenendigungen in den Zungenpapillen bei den Amphibien.

Fig. 1 und 2. Vertikalschnitte der breiteren Zungenpapillen von *Salamandra atra*; — *n*, Nervenfasern; — *M*, Blutgefäße; — *cz*, Cylindereellen; — *az*, stabförmige Zellen; *se*, Epithel der Seitenfläche.

Fig. 3. Endknospe aus der Kopfhaut einer 2 Ctm. langen Larve von *Salamandra atra*; *n*, Nervenfasern.

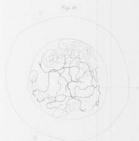
Fig. 4 und 5. Endknospen aus der Mundschleimhaut von 5 Ctm. langen Larven von *Triton cristatus*; — *n*, Nervenfasern.

Fig. 6. Endknospe aus der Kopfhaut einer 5 Ctm. langen Larve von *Triton cristatus*; — *n*, Nervenfasern; — *M*, Blutgefäße; — *dr*, Drüsen.

Fig. 7–10. Breite Zungenpapillen vom Frosch (*Rana temporaria*); — **Fig. 7–9**, Vertikalschnitte; — *nb*, Nervenfasernbündel; — *n*, Nervenfasern; — *M*, Blutgefäße; — *cz*, Cylindereellen; — **Fig. 10**, Querschnitt der Papille, dicht unter dem Epithel; — *n*, Nervenfasern; — *M*, Blutgefäße.

Sämmtliche Figuren der Tafel sind nach Präparaten ausgeführt, welche mit der raschen Golgfärbemethode behandelt waren.

Sie sind alle bei Anwendung von Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet. (Die Fig. 7 bei halb ausgezog. Tubus.)



Tafel XI.

Die sensiblen Nervenendigungen in der Epidermis der Cyclostomen und Teleostier.

Fig. 1–3. Von *Myxine glutinosa*. *Fig. 1 und 2.* Vertikalschnitte der Epidermis der Tentakel; n, Nervenfasern; eb, kegelförmige Zellzapfen in der Epidermis; — *Fig. 3.* Vertikalschnitt des Epithels vom Boden der Nasenhöhle; n, Nervenfasern; lz, Schleimzellen.

Fig. 4. Vertikalschnitt der Kopfhaut von *Petrostegus (Amurostegus)*; n, Nervenfasern.

Fig. 5. Vertikalschnitt der Körperhaut von *Anguilla vulgaris* (10 Ctm. l. Jungen); n, Nervenfasern, welche durch die Cutis in die Epidermis emporsteigen.

Fig. 6–7. Vertikalschnitt der Körperhaut von *Anguilla* (10 Ctm. l. Jungen) mit Endknospen; n, Nervenfasern, welche in Endknospen und ihre Umgebung emporsteigen.

Fig. 8 und 11. Endknospen aus der Mundhöhlenschleimhaut des *Ateles* (10 Ctm. lang. Jung.); n, Nervenfasern; in *Fig. 11* ist die Oberfläche der Epidermis vom Chromoliter ineingeprägt.

Fig. 9 und 10. Vertikalschnitte der Schleimhaut des Gaumens von *Gobius spec.* (Jung.), mit Endknospen, in welche die vom Nervenbündel (nb, n) emporsteigenden Nervenfasern eintreten, um in ihnen und ihrer Umgebung zu endigen.

Sämtliche Figuren der Tafel sind nach Präparaten ausgeführt, welche mit der raschen Golgischen Färbung behandelt waren.

Sie sind alle bei Anwendung von Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9

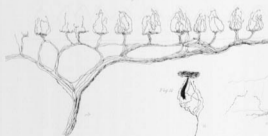


Fig. 10



Fig. 11



Fig. 12



Tafel XII.

Die sensiblen Nervenendigungen in der Epidermis der Amphibien und Reptilien.

Fig. 1 und 2. Die Nervenendigungen in der Epidermis von *Salpautodes maculata*; — Fig. 1, Verticalsechnitt der über den »Parotiden« gelegenen Haut; — Fig. 2 von der Haut einer Zehle; *a*, die in die Epidermis und zum Theil bis zur Hornschicht (*b*) emporsteigenden Nervenfasern; *c*, oberste Lage der Cutis.

Fig. 3 und 4. Verticalsechnitte der Haut von *Triton pal.*; — Fig. 3, von der Schwanzregion; — Fig. 4, vom eigentlichen Körper; *a*, Nervenfasern; *c*, Cutis; *dr*, Drüsen.

Fig. 5. Verticalsechnitt der Haut eines jungen *Frosches*; *a*, Nervenfasern; *c*, Cutis; *dr*, Drüsen.

Fig. 6–8. Verticalsechnitte der Kopfhaut von *Lacerta agilis* mit den in der Epidermis endenden Nervenfasern (*a*); *sc*, Hautschilde (nur angedeutet); *p*, Pigment (nur angedeutet).

Sämmtliche Figuren dieser Tafel sind nach Präparaten ausgeführt, welche mit der raschen Golg'schen Methode behandelt waren.

Sie sind alle bei Anwendung von V(r. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8



Tafel XIII.

Die sensiblen Nervenendigungen im Epithel der Schleimhäute.

Fig. 1—4. Verticalschnitte vom Epithel der *Epiglottis*. — *Fig. 1—3*, vom erwachsenen Kaninchen; *a*, Nervenfasern, welche aus der Bindegewebsschicht in das geschichtete Plattenepithel emporsteigen und mit verästelten, frei auslaufenden Enden interzellular endigen; — *Fig. 4*, von einer vierwöchentlichen Katze; *a*, wie in *Fig. 1—3*; — *a'*, Nervenfaser, welche in eine Endkapsel emporsteigt und in ihr frei endigt.

Fig. 5—11. Verticalschnitte vom Epithel des *Kehlkopfs* der vierwöchentlichen Katze; — *a*, Nervenfasern, welche aus der Bindegewebsschicht in die Epithelschicht emporsteigen und in ihr mit frei auslaufenden Ästchen interzellular endigen; — *Fig. 5*, aus der Region oberhalb der Stimmbänder (geschicht. Plattenepithel); — *Fig. 6*, aus der Stimmbänderregion (geschicht. Plattenepithel); — *Fig. 7*, aus der Stimmbänderregion mit dem Uebergang in die nach unten davon befindliche Flimmerepithelregion; — *Fig. 8*, Partie des Flimmerepithels unterhalb der *Rima glottidis*, mit schwarz gefärbten Flimmerzotten und einer Becherzelle; — *Fig. 9*, aus der untersten Epiglottisregion (der 6-wöchentl. Katze), mit vier Endknospen, in welchen ein paar sog. »Sinneszellen« und reichliche intrazelluläre sowie interzelluläre Nervenäste dargestellt sind; — *Fig. 10*, aus der Region oberhalb der Stimmbänder (einer 6-wöchentl. Katze) mit äußerst reichlichen, frei und interzellular endigenden Nervenfasern (geschicht. Plattenepithel); — *Fig. 11*, Flächenansicht desselben Epithels mit interzellulären Fäserchen.

Fig. 12—15. Verticalschnitte des Flimmerepithels der *Regio respiratoria* der *Neuseeländer*; — *a*, Nervenfasern, welche aus der Bindegewebsschicht in das Epithel emporsteigen, um in ihm frei zu endigen; — *Fig. 12 und 13* von der zweiwöchentlichen Katze; — *Fig. 14 und 15* von einer etwa viertägigen *Moss*.

Fig. 16. Verticalschnitt des Flimmerepithels der *Zunge* eines jungen *Frosches*, mit zwei gefärbten Becherzellen und Nervenfasern, welche aus der Bindegewebsschicht ins Epithel emporsteigen, um dort mit frei auslaufenden Ästchen zu endigen.

Sämtliche Figuren der Tafel sind nach Präparaten ausgeführt, welche mit der raschen Golgi'schen Methode dargestellt sind.

Sie sind alle bei Anwendung von Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezogen Tubus) gezeichnet.

Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6

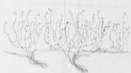


Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9



Fig. 10



Fig. 11



Fig. 12



Fig. 13

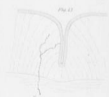


Fig. 14



Fig. 15



Fig. 16



Tafel XIV.

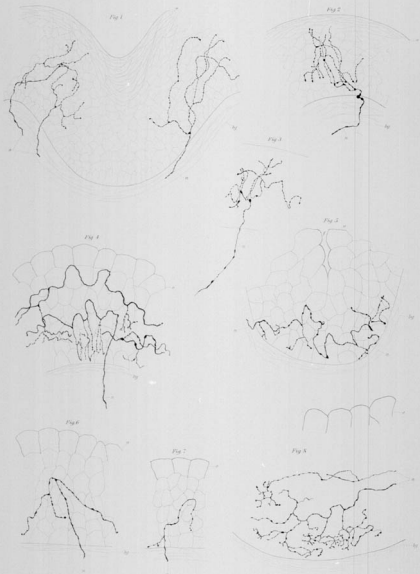
Die Nervenendigungen im Epithel des Oesophagus und der Harnblase.

Fig. 1—3. Verticalschnitte der Epithelbekleidung des Oesophagus der *Katze*; — *a*, Oberfläche des Epithels; — *bg*, das subepitheliale Bindegewebe; — *n*, Nervenfasern, welche aus dem Bindegewebe in das geschichtete Epithel emporsteigen, um nach reichlicher Verzweigung mit freien interzellulären Spitzen zu endigen.

Fig. 4—8. Verticalschnitte der Epithelbekleidung der Harnblase des *Kanarienvogels*; — *a*, Oberflächenschicht des Epithels; — *f*, Falte desselben; — *bg*, subepitheliales Bindegewebe; — *n*, Nervenfasern, welche aus dem Bindegewebe in das geschichtete Epithel emporsteigen, um nach tangentialen Verlauf und mehrfacher Verzweigung interzellulär mit freien Spitzen zu endigen.

Alle Figuren dieser Tafel sind nach Präparaten ausgeführt, welche mit der schnellen Golgfärbemethode behandelt waren.

Sie sind sämtlich bei Anwendung von Vir. Obj. 6 und Öcul. 3 (ausgezogen. Tubus) gezeichnet.



Tafel XV.

Die sensiblen Nervenendigungen im Epithel des Gaumens und der Lippen, sowie an den Haaren.

Fig. 1. Vertikalschnitt des geschichteten Plattenepithels mit den in dasselbe aus der Bindegewebschicht emporsteigenden und in ihm frei endigenden, verästelten Nervenfasern (*n*).

Fig. 2 und 3. Vertikalschnitte der Lippenhaut eines menschlichen Fetus mit den aus der Bindegewebschicht in das geschichtete Plattenepithel emporsteigenden und in ihm verästelt endigenden Nervenfasern (*n*); *cg*, Cutisgrenze; *s*, Oberfläche.

Fig. 4–22. Haare mit ihren Scheiteln und den in ihnen endigenden Nervenfasern (*n*) aus der Wangenhaut, der Schnauze (und des inneren Ohres) von 5–6-tägigen Mäusen. — **Fig. 4.** Vertikalschnitt der Haut; *hd*, Hornschicht; *cu*, Rete Malpighi; *e*, oberflächlichster Nervenfasernplexus in der Cutis; *n*, Nervenweig; *k*, Haar, *li* innere und *äu* äussere Wurzelscheide; *dr*, Talgdrüsen; — **Fig. 5–17.** Partien von Haaren (*k*) in Längensicht mit den Wurzelscheiden und den an ihnen endigenden Nervenfasern (*n*); — **Fig. 18–22.** Querschnitte von Haaren (*k*) mit ihren Wurzelscheiden und den an ihnen endigenden Nervenfasern (*n*).

Sämtliche Figuren der Tafel sind nach Präparaten ausgeführt, welche mit der raschen Golgfärbemethode behandelt waren.

Sie sind alle bei Anwendung von Ver. Obj. 6 und Oc. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9



Fig. 10



Fig. 11



Fig. 12



Fig. 13



Fig. 14



Fig. 15



Fig. 16



Fig. 17



Fig. 18



Fig. 19



Fig. 20



Tafel XVI.

Die Nervenendigungen an den Haaren.

Fig. 1–6. Größere, mit cavernöser Scheide versehene Haare junger Mäuse von 5–6 Tagen; — *Fig. 1*, ein solches Haar mit Papille und Scheibenbildungen in Längensicht (Verticalsehnitt); — *Fig. 2*, Partie eines solchen Haares in Längensicht (obscure etwas schief); — *Fig. 3*, Querschnitt eines derartigen Haares; — *Fig. 4–6*, Partien von Querschnitten solcher Haare.

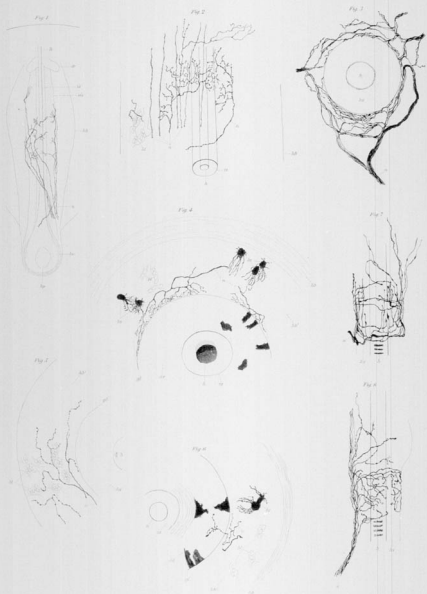
k — das Haar.
ca — innere Wurzelscheide.
ca — äussere Wurzelscheide mit einigen gefärbten Epithelzellen.
ka — Wurzelscheide im Ganzen.
gl — Glashaut.
hb — Haarbalg.
bl' — cavernöse Partie desselben, in welcher einige der sie zusammensetzenden Blutgefässchlingen (*bl*) und der eigenthümlich verzweigten, gefärbten interstitiellen Bindegewebszellen (*bc*) dargestellt sind.

n — die Nervenfasern, welche in verschiedener Weise durch das cavernöse Gewebe ziehen und zuweilen in demselben feine Aeste (*n'*) hinausenden, um sich an der Aussendfläche der Glashaut zu verzweigen und mit freien Enden zu endigen. Nur in *Fig. 6* ist eine Nervenfaser dargestellt, welche durch die Glashaut in die äussere Wurzelscheide eindringt, um hier intercellulär zu endigen.

kw — Haarwiesel.
kp — Haarpapille.

Fig. 7 und 8. Partien von Haaren aus dem Knochensohre, in Längensicht; — *k*, Haar; *ka* Haarwurzelscheide; *n*, Nervenfaserbündel, welche an die Haare ansetzenden, um rings um die Wurzelscheide mit reichlichen Verästelungen zu endigen.

Sämmtliche Figuren der Tafel sind nach Präparaten ausgeführt, welche mit der Golgi'schen Methode behandelt waren. Die *Fig. 1* ist bei Anwendung von Ver. Obj. 2 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus), die *Fig. 2–8* bei Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.



Tafel XVII.

Zur Kenntniss der Nervenendigungen in den Drüsen und Zähnen.

Fig. 1–5. Partien der Drüsengänge am den sog. Parotiden von *Salmander maculata*. — **Fig. 1.** Drüsengangshals mit geschichteter Epithelbekleidung (*a*), in welcher interzellulär endigende Nervenfasern (*n*) verlaufen; *b*, der Uebergang ins Drüsenepithel; *l*, Lumen. — **Fig. 2.** Partie eines Drüsengangs mit Nervenfasern (*n*), in Seitenansicht. — **Fig. 3 und 4.** Schief getroffene Querschnitte von Drüsengängen mit interzellulär verlaufenden Nervenfasern (*n*); *l*, Lumen. — **Fig. 5.** Querschnitt eines Drüsengangs, in perspectivischer Ansicht; *l*, Lumen des Ganges; *n*, Nervenfasern.

Fig. 6. Partie eines Drüsengangs der Unterzungendrüse von *Lacerta agilis*, mit ausstrahlenden und interzellulär gegen das Lumen (*l*) eintretenden Nervenfasern.

Fig. 7 und 8. Zähne eines *Gobius* in Längsansicht. — *d*, Zahnbein; — *n*, Nervenfasern, welche dicht an der Innenseite des Zahnbeins emporsteigen und frei endigen.

Fig. 9 und 10. Zähne von *Lacerta agilis*. — **Fig. 9.** senkrechter Längsschnitt. — *d*, Zahnbein; — *od*, Odontoblastenschicht; — *p*, Pulpa mit Blutgefäßen und Nerven (*n*), welche letztere sich nach oben hin verzweigen, zwischen den Odontoblasten eintreten und bis zu ihrer Oberfläche an dem Zahnbein verlaufen, um dort zu endigen. — **Fig. 10.** Partie eines Querschnitts mit dem Zahnbein (*d*), der Odontoblastenschicht (*od*) und zwei frei bis zu ihrer Oberfläche verlaufenden und frei endenden Nervenfasern.

Alle Figuren dieser Tafel sind nach Präparaten ausgeführt, welche mit der schnellen Golgi'schen Färbung behandelt waren.

Sie sind sämtlich bei Anwendung von Ver. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gemacht.

Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

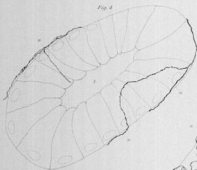


Fig. 5

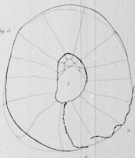


Fig. 6



Fig. 7



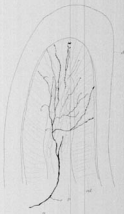
Fig. 8



Fig. 9



Fig. 10



Nervenendigungen in der Riechschleimhaut.

Fig. 1. Das Riechepithel von *Myrica glutinosa*; — *a* Oberfläche des Epithels; — *c* Stützellen; *rz*, Riechzellen; — *n*, Nervenfasern (centrale Fortsätze der Riechzellen).

Fig. 2. Verticalsechnitt der Riechschleimhaut von *Esus lucina* mit dem Riechepithel; — *c* Stützellen; — *rz*, Riechzellen; — *n*, Nervenfasern (centrale Fortsätze der Riechzellen); — *c'*, Cylindereellen auf den Faltenhöhen; — *bg*, Bindegewebe der angestülpten Falten mit Blutgefäßschlingen (*b*).

Fig. 3. Partie eines Verticalsechnitts der Riechschleimhaut von *Aspasia* mit Riechepithel in den Falten, nämlich fünf Stützellen (*c*) und verschiedenen Riechzellen; — *n*, die centralen Fortsätze der Riechzellen; — *bg*, Bindegewebe in den angestülpten Falten.

Fig. 4. Verticalsechnitt der Riechschleimhaut von *Gasterosteus* mit einigen Stützellen (*c*) und verschiedenen Riechzellen (*rz*); — *n*, die centralen Fortsätze (Nervenfasern) der Riechzellen.

Fig. 5. Verticalsechnitt des ganzen peripheren Riechorgans (von *Gasterosteus*) mit seinen breiten Falten; im Epithel sind einige Riechzellen (*rz*) dargestellt.

Fig. 6. Verticalsechnitt des peripheren Riechorgans einer Larve der *Salmonella mar.* — *c*, Stützellen, *rz*, Riechzellen; — *bg*, das subepitheliale Bindegewebe; — *n*, Nervenfasern (centrale Fortsätze der Riechzellen).

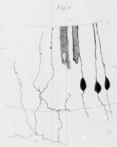
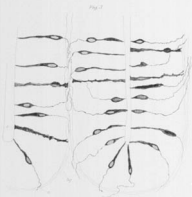
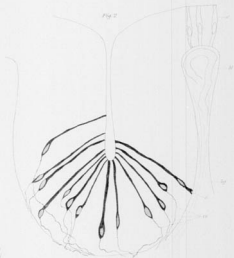
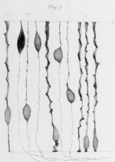
Fig. 7. Partie eines Verticalsechnitts der Riechschleimhaut eines jungen *Frosches*. *n*, Nervenfasern, welche ins Epithel emporsteigen, um frei zu endigen.

Fig. 8 und 9. Partien aus Verticalsechnitten der Riechschleimhaut der *Muss* mit Nervenfasern (*n'*), welche gegen die Oberfläche des Epithels ziehen, um mit freien Enden zu endigen; — *n*, Nervenfasern, welche aus den centralen Fortsätzen der Riechzellen (*rz*) bestehen; — *c*, obere Theile zweier Stützellen.

Sämmtliche Figures der Tafel sind nach Präparaten ausgeführt, welche mit der schnellen Golgi'schen Methode behandelt waren.

Die Fig. 1—4, 6—9 sind bei Anwendung von Vör. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus), die Fig. 5 bei Vör. Obj. 2 und Ocul. 3 (eingesch. Tubus) gezeichnet.

Da die Fig. 1—4, 6 und 9 bei derselben Vergrößerung ausgeführt sind, findet man, dass die Zellen des Riechepithels bei verschiedenen Thieren eine recht verschiedene Größe haben.



Die Golgi'schen Zellen und die Kletterfasern in der Kleinhirnrinde.

Fig. 1. Senkrechter Querschnitt einer Gyriuswölbung des Kleinhirns einer 22-tägigen Katze.

äl — äussere (embryonale) Körnerzone.

ms — Molekularschicht.

igs — innere Grenze der Molekularschicht.

cf — Kletterfasern.

mf — Moorfasern.

Fig. 2. Senkrechter Querschnitt einer Gyriuswölbung des Kleinhirns einer 22-tägigen Katze.

äl — äussere (embryonale) Körnerzone.

ms — Molekularschicht.

igs — innere Grenze der Molekularschicht.

Eine grosse Golgi'sche Zelle ist in dieser Figur dargestellt.

Fig. 3. Senkrechter Querschnitt einer Gyriuswölbung des Kleinhirns einer 15-tägigen Katze. Eine Reihe Golgi'scher Zellen ist in dieser Figur in geringerer Vergrößerung dargestellt. Die Bezeichnungen sind dieselben wie in Fig. 2.

Fig. 4. Partie der Markstrahlung des Kleinhirns einer 15-tägigen Katze. — *a*, Axencylinder der Markfasern, unter welchen eine grosse multipolare Ganglienzelle eingelagert ist; — *cf*, der anscheinliche Axencylinderfortsatz der Zelle.

Alle Figuren der Tafel sind nach Präparaten ausgeführt, welche mit der schnellen Golgi'schen Methode behandelt waren.

Die Fig. 1, 2 und 4 sind bei Anwendung von Vör. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus), Fig. 3 bei Vör. Obj. 2 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1

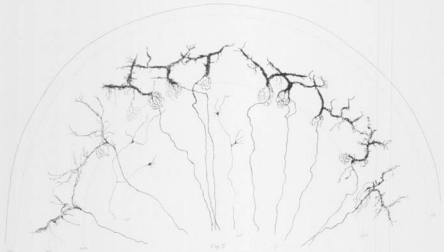


Fig. 2

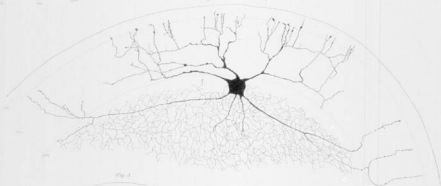


Fig. 3

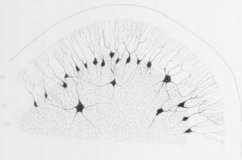
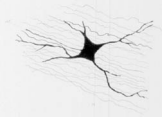


Fig. 4



Tafel XX.

Die Gallenkapillaren der Cyclostomen und Teleostier.

Fig. 1-3. Partien aus der Leber von *Myxine glutinosa*, mit schwarz gefärbten, in den Zellenbalken central verlaufenden Gallenkapillaren; — *M*, Blutgefäße.

Fig. 4. Partie aus der Leber von *Ammocetes* (Petromyzon) mit den central in den Zellenbalken verlaufenden, schwarz gefärbten Gallenkapillaren; — *M*, Blutgefäße.

Fig. 5. Gallenkapillaren aus einem Schnitte von der Leber eines jungen *Aselus*.

Fig. 6. Gallenkapillaren aus einem Schnitte von der Leber eines erwachsenen *Bolito*.

Alle Figuren der Tafel sind nach Präparaten ausgeführt, welche mit der raschen Golg'schen Methode behandelt waren.

Sie sind bei Anwendung von Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

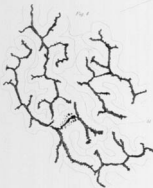


Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



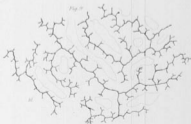
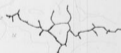
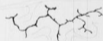
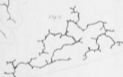
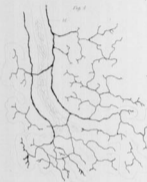
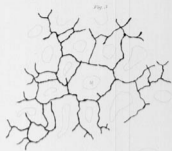
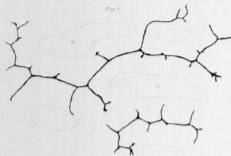
Tafel XXI.

Die Gallenkapillaren der Amphibien, Reptilien und Vögel.

- Fig. 1 und 2. Leberzellensalken mit Gallenkapillaren von *Salmonetra maculata*; — *M*, Blutgefäßlumina.
Fig. 3. Leberzellensalken mit Gallenkapillaren von *Feraxia*; — *M*, Blutgefäßlumina.
Fig. 4–6. Leberzellensalken mit Gallenkapillaren von *Coluber natrix*; — *M*, Blutgefäßlumina.
Fig. 7 und 8. Leberzellensalken mit Gallenkapillaren von *Agonia fragilis*; — *M*, Blutgefäßlumina.
Fig. 9. Leberzellensalken mit Gallenkapillaren von *Cervus cervinus*; — *M*, Blutgefäßlumina.

Sämtliche Figuren der Tafel sind nach Präparaten angeführt, welche mit der raschen Golgfärben Methode behandelt waren.

Sie sind alle bei Anwendung von Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.



Tafel XXII.

Die Gallenkapillaren der Säugethiere.

Fig. 1–6. Leberzellbalken mit Gallenkapillaren von der *Katze*; — *M*, Blutgefäßlumina; — *Fig. 1*, von einem 10 Ctm. langen Embryo; — *Fig. 2*, von einer 3-tägigen Katze; — *Fig. 3 und 4*, von einer 3-wöchentlichen Katze; — *Fig. 5 und 6*, von einer 15-tägigen Katze; in diesen letzten Figuren sind Blutgefäße mit umspinnenden und endigenden Nervenfäsern (*n*) abgebildet.

Fig. 7. Leberzellbalken mit Gallenkapillaren vom *Schweine*; — *M*, Blutgefäßlumina.

Fig. 8 und 9. Gallenkapillaren der menschlichen Leber; — *M*, Blutgefäßlumina; — *Fig. 8*, vom 7-monatlichen Fetus; — *Fig. 9*, vom Erwachsenen.

Sämmtliche Figuren der Tafel sind nach Präparaten ausgeführt, welche mit der russchen Golgischen Methode behandelt waren.

Sie sind alle bei Anwendung von *Vér. Obj.* 6 und *Ocul.* 3 (ausgerog. Tubus) gezeichnet.

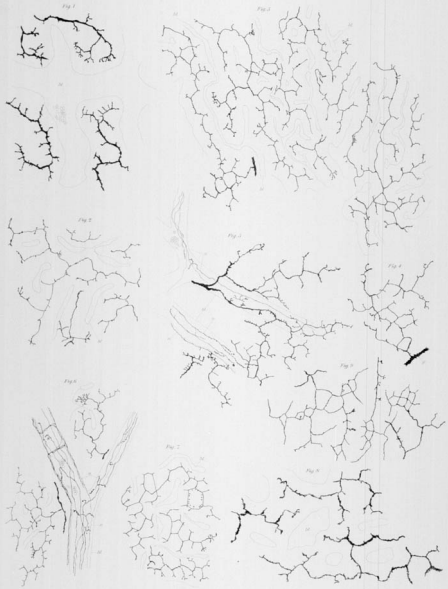


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Durch *Samson & Wallin* in Stockholm sind zu beziehen:

Studien in der Anatomie Des Nervensystems und des Bindegewebes

von AXEL KEY und GUSTAF RETZIUS.

Erste Hälfte. Mit 39 Tafeln. Stockholm 1875. Preis: 160 Mark.
Zweite Hälfte, Erste Abtheilung. Mit 38 Tafeln. Stockholm 1876. Preis: 150 Mark.

ANATOMISCHE UNTERSUCHUNGEN

von GUSTAF RETZIUS.

Erste Lieferung: Das Gehörorgan der Knochenfische. Mit 5 Tafeln. Stockholm 1872. Preis: 13 Mark.

FINSKA KRANIER

jemte några natur- och literaturstudier inom andra områden af finsk antropologi
af GUSTAF RETZIUS.

Mit vielen Holzschnitten und Tafeln. Stockholm 1878.
Preis: auf starkem Papier 50 Mark, auf schwächerem 30 Mark.

DAS GEHÖRORGAN DER WIRBELTHIERE

Morphologisch-histologische Studien

von GUSTAF RETZIUS.

- I. Das Gehörorgan der Fische und Amphibien. Mit 25 Tafeln. Stockholm 1881. Preis: 100 Mark.
- II. Das Gehörorgan der Reptilien, der Vögel und der Wirbelthiere. Mit 29 Tafeln. Stockholm 1884. Preis: 129 Mark.

BIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

HERAUSGEGEBEN

von Prof. Dr. GUSTAF RETZIUS.

1. Jahrgang 1887 mit XIV Tafeln. Stockholm 1887. Preis: 12 Mark.
2. Jahrgang 1887 mit VIII Tafeln. Stockholm 1887. Preis: 12 Mark.

BIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

von Prof. Dr. GUSTAF RETZIUS.

Neue Folge, I. Mit 18 Tafeln.

Inhalt: 1. Zur Kenntnis des Nervensystems der Crustaceen. 2. Muskelzelle und Sarcolemma.
3. Das Magnesiumverhältnis des muskelfreien Eies. 4. Ein s. g. Chankalkery bei *Myxine glutinosa*. 5. Ueber die
Ganglienzellen der Crustaceenganglien und über sekundäre Ganglienzellen bei *Myxine glutinosa*.
Stockholm 1890. Preis: 26 Mark.

Neue Folge, II. Mit 16 Tafeln.

Inhalt: 1. Zur Kenntnis des centralen Nervensystems der Wüster. 2. Zur Kenntnis des centralen
Nervensystems von *Anopheles leucostatus*. 3. Zur Kenntnis des centralen Nervensystems von *Myxine glutinosa*.
Stockholm 1891. Preis: 30 Mark.

Neue Folge, III. Mit 23 Tafeln.

Inhalt: 1. Das Nervensystem der Lurcheiten. 2. Die tierischen Elemente der Knochensubstanz. 3. Die
Endlingsgewebe des Riechnerven. 4. Die Endlingsgewebe des Gehörnerven. 5. Die sensiblen Nervenzellenden
in der Haut des Krakenmuskels. 6. Zur Kenntnis der anatomischen Nervenzellenden. 7. Zur Kenntnis der Nerven
der Milz und der Niere. 8. Ueber den Typus der Sympathischen Ganglienzellen der höheren Thiere. 9. Ueber
die Anfänge der Drüsenorgane und die Nervenzellenden in dem Speicheldrüse des Menschen. 10. Ueber die
Gallenkapillaren und den Drüsenbau der Leber.
Stockholm 1892. Preis: 36 Mark.