

Ueber die Endigungen der Geschmacksnerven in der Zunge des Frosches.

Von

Th. Willh. Engelmann,

Assistent am physiologischen Institut der Universität Utrecht.

Mit Tafel IX.

Im verflossenen Frühjahr habe ich unter Mitwirkung von Herrn Cand. med. SCHRÖDER VAN DER KOLK eine Untersuchung über die Endigungen der Geschmacksnerven in den Papillae fungiformes der Froschzunge begonnen. Die Resultate derselben sind auf den folgenden Seiten mitgetheilt.

BILLROTH¹⁾ hatte gefunden, dass nur die Papillae fungiformes der Froschzunge Nerven erhalten; er sah, dass in jede Papille ein Bündel von dunkelrandigen Nerven eintrat, die dicht unter dem Epithel angekommen, sich zuspitzten, ihr Mark verloren, und hiermit scheinbar endeten. BILLROTH bestätigte zugleich eine Thatsache, auf die früher schon LEYDIG aufmerksam gemacht hatte, die nämlich, dass das Epithel, welches die Endfläche der Papille überkleidet, von dem anderen Epithel der Papille abweicht. Mit Rücksicht auf die Untersuchungen über die Endigungsweise der Geruchsnerven in der Schleimhaut der Nase, welche kurz zuvor von MAX SCHULTZE veröffentlicht worden waren, hielt er es für wahrscheinlich, dass ein Zusammenhang zwischen diesem Epithel und den Geschmacksnerven bestände. Doch glückte es ihm weder diesen Zusammenhang zu finden, noch Analoga der Riechzellen zu entdecken.

1) BILLROTH: Ueber die Epithelialzellen der Froschzunge etc. in MÜLLER's Arch. f. Anat. u. Physiol. 1858. pag. 459. Taf. VII.

Auch FIXSEN¹⁾ konnte die Nerven nicht bis ins Epithel verfolgen. Er lässt sie im Bindegewebe stumpf oder mit kolbigen Anschwellungen enden. Vom Epithel, welches die Endfläche der Papillae fungiformes bedeckt, behauptet er sogar, dass es sich nicht von dem übrigen unterscheidet.

Auch HOYER²⁾, der wenige Jahre später die Froschzunge untersuchte, lässt die markhaltigen Nerven plötzlich blind endigen und obgleich er zugiebt, dass das Epithel der Papillenendfläche von eigenthümlicher Beschaffenheit sei, leugnet er doch jede Verbindung zwischen demselben und den Nerven.

Erst E. A. KEY³⁾ drang einen wichtigen Schritt weiter vor. Er sah nicht nur die dunkelrandigen Nerven sich in blasse feine, varicöse Fasern fortsetzen, die in das Epithel aufstiegen, sondern entdeckte auch in dem Epithel der Endfläche eigenthümliche Elemente, die er Geschmackszellen nannte. Jede Geschmackszelle besitzt nach ihm an ihrem centralen Ende einen feinen varicösen Fortsatz, welcher in eine blasse Nervenfaser übergeht.

Diese werthvollen Resultate, unter den Augen von MAX SCHULTZE gewonnen, wurden später durch R. HARTMANN⁴⁾ angegriffen. HARTMANN, unermüdet die blassen Nervenfasern und die Geschmackszellen KEY's aufzufinden, erklärt beide für Kunstproducte. — Seitdem sind, soviel mir bekannt, keine neuen Untersuchungen über die Endigung der Geschmacksnerven des Frosches veröffentlicht worden. — Die folgenden Angaben beziehen sich auf ausgewachsene Exemplare von *Rana temporaria*.

Ueber den gröberen Bau der Papillae fungiformes, über den Verlauf der dunkelrandigen Nerven in denselben und über einige Eigenschaften des die Papille bekleidenden Epithels kann man sich mittelst sehr verschiedener Untersuchungsmethoden bald unterrichten. Gleichviel ob man in Serum oder in Salzlösungen, in Säuren oder in Alkalien untersucht: man sieht, dass die kreisrunde Endfläche der Papille von einem anders beschaffenen Epithel als die Seiten der Papille und die übrige Oberfläche der Zunge bedeckt ist. Man sieht ferner, dass noch im Bindegewebe, dicht unter dieser eigenthümlichen Epithelscheibe

1) CAROLUS FIXSEN: De linguae raninae textura. Dorpat 1857.

2) HOYER: Mikroskopische Untersuchungen über die Zunge des Frosches. In REICHERT und DU BOIS' Archiv. 1859. pag. 481.

3) E. AXEL KEY: Ueber die Endigungsweise der Geschmacksnerven in der Zunge des Frosches. In REICHERT und DU BOIS' Archiv. 1864. pag. 329.

4) R. HARTMANN: Ueber die Endigungsweise der Nerven in den Papillae fungiformes der Froschzunge. In REICHERT und DU BOIS' Archiv. 1863. pag. 634.

die dunkelrandigen Nervenfasern ihre Markscheide verlieren und hiermit scheinbar endigen. Aber die zwei Punkte; auf die es offenbar vor Allem ankommt, nämlich das Schicksal der Nerven, nachdem sie ihres Markes verlustig gegangen sind, und zweitens die Beschaffenheit der Elemente, aus welchen das Epithel der Papillenendfläche besteht, diese beiden Punkte können nicht nach beliebigen Methoden entschieden werden. Wir theilen die von uns angewandten Methoden im Lauf der Untersuchung mit.

Beginnen wir mit einer Schilderung des Epithels, welches die kreisrunde Endfläche der Papille bedeckt. Dasselbe besteht aus drei Arten von Zellen, die wir als Kelchzellen, Cylinderzellen und Gabelzellen unterscheiden. Alle drei Formen sind charakteristisch für die Endfläche der Papille; sie finden sich an keinem andern Orte der Zungenoberfläche. Sie sind zugleich scharf von einander geschiedene Formen, zwischen denen keine Uebergänge vorkommen.

Solange die Zellen noch im Zusammenhang auf der Papille sitzen — und schon die früheren Beobachter erwähnen, dass dies mit grosser Hartnäckigkeit geschieht — kann man auf Profilsichten höchstens zwei Arten unterscheiden. Vor Allem fallen die Kelchzellen ins Auge, welche weitaus die grösste Masse des Epithels bilden. Zwischen denselben erkennt man aber mehr oder minder deutlich zahlreiche andere Gebilde, deren jedes aus einem in der Tiefe liegenden kleinen ellipsoidischen Körper zu bestehen scheint, der in einen schmalen cylindrischen und bis zur Oberfläche des Epithels reichenden Fortsatz ausläuft. Diess kann man z. B. leicht an Papillen sehen, die aus einer frischen Zunge geschnitten und mit etwas Wasser, besser noch mit Speichelzusatz untersucht werden. Hier tauchen dann die Körper mit dem schmalen Fortsatz oft nach wenigen Minuten schon, wie glänzende flaschenförmige Hohlräume zwischen den trüberen Kelchzellen auf. Man erkennt wohl auch, dass der ellipsoidische Bauch der Flasche fast ganz von einem bläschenförmigen Kern mit deutlichem centralen Kernkörperchen ausgefüllt wird, und zuweilen erblickt man sogar zarte glänzende Fortsätze, welche die Richtung nach dem Innern der Papille zu einschlagen, ohne dass man sie jedoch bis dahin verfolgen könnte. Mittelst anderer Methoden, bei welchen das Epithel im Zusammenhang bleibt, kommt man nicht weiter. Es gelang uns nicht, ein Mittel zu finden, welches etwa nur eine Art von den Zellen gefärbt hätte. Goldchlorid färbte alle Zellen. Ueberosmiumsäure stand uns nicht zu Gebote. Auch würde von solchen Mitteln bei den Zungenpapillen nur wenig Hilfe zu erwarten sein, so lange sie nicht mit einer Isolirung der Elemente verbunden sind, denn man ist immer in der üblen Lage, das

Epithel in einer dicken Schicht zur Untersuchung zu bekommen. Feine Querschnitte zu machen geht bei der Kleinheit der Zungenpapillen und ihrer Beweglichkeit nicht an.

Wir haben deshalb die Zellen zu isoliren gesucht, selbstverständlich in möglichst unversehrtem Zustande. Die oft bewährten Eigenschaften des Iodserum kamen uns hierbei zu gute. Legt man in diese Flüssigkeit eine Froschzunge, so lockert sich schon innerhalb der ersten 24 Stunden der Zusammenhang zwischen den Epithelzellen dermassen, dass beim mehrmaligen Schütteln der Zunge im Glase die meisten Zellen abfallen und die bindegewebige Grundlage der Zungenschleimhaut frei zum Vorschein kommt. Das Epithel auf der Endfläche der Papillae fungiformes bleibt indessen in der Regel sitzen und ist durch blosses Schütteln nicht herunterzubringen. Lässt man die Zunge noch einen oder mehrere Tage länger in dem Iodserum liegen, so kommt es vor, dass sich das Epithel im Zusammenhang, als kreisrunde Scheibe von der Papille ablöst. Ganz besonders lehrreich sind aber die Fälle, von denen wir einen auf Fig. 5 abgebildet haben. Hier sind nämlich unter Einwirkung des Iodserum alle von uns Kelchzellen und Gabelzellen genannten Epithelzellen ausgefallen, die Cylinderzellen aber auf der Papille sitzen geblieben. — Nicht immer ist man jedoch so glücklich, die Isolation der Epithelzellen ohne besondere mechanische Eingriffe bewerkstelligen zu können. Man muss oft zum Zerzupfen des Epithels mit Nadeln seine Zuflucht nehmen. Hier habe ich nun ganz besondere Vortheile aus der Anwendung äusserst feiner Glasspitzen als Präparirnadeln geschöpft, die ich mir durch Ausziehen von Glasstäben verschaffte. Man kann sich Spitzen machen, die kaum dicker als eine Kelchzelle sind und dabei fest genug, um die Ausübung eines ziemlich starken Zugs zu gestatten. Zuweilen erhält die Spitze beim Ausziehen des Glases eine hakenartige Krümmung, mit welcher sich manches besonders leicht isoliren lässt. Ausser der enormen Feinheit der Spitzen sind namentlich die Glätte und Reinheit der Oberfläche des Glases von grossem Vortheil: die isolirten Elemente bleiben fast nie daran kleben. In der Regel benutze ich zwei Glasspitzen von verschiedener Dicke: eine etwas dickere, sehr feste zum Fixiren der Papille und eine sehr feine, biegsamere zum Isoliren der Zellen.

Es wurde bei der Präparation so verfahren, dass erst unter einem einfachen Mikroskop (von SCHIECK) einige Papillen mittelst Stahlnadeln isolirt und möglichst von daranhängendem Gewebe befreit wurden. Wir übertrugen sie dann auf einen neuen Objectträger in einen reinen Tropfen und begannen dann hier ebenfalls unter dem einfachen Mikroskop und bei etwa 20facher Vergrösserung, das Epithel mit Glasspitzen

zu zerzupfen. — So gelang es, das Epithel der Papillenendfläche in drei Arten von Zellen zu zerlegen und nicht blos bei Zungen, die längere Zeit in Iodserum verweilt hatten, sondern auch bei frischen Papillen, denen nur etwas Speichel zugesetzt war. In beiden Fällen waren die Resultate übereinstimmend. Ebenfalls empfehlenswerth ist es, die frischen Papillen wenige Minuten in doppelt chromsaures Kali von etwa 0,4 % zu legen und dann mit den Glasnadeln zu isoliren. Höchst vollkommen gelang mir die Isolation mittelst der Glasstäbchen bei Zungen, die einen und mehr Tage in einer Mischung aus gleichen Theilen starkem Glycerin und doppeltchromsaurem Kali von 0,4 % gelegen hatten. Weniger brauchbar fand ich die von KEY angewendeten Lösungen von Chromsäure und von chromsaurem Kali. Dagegen gab Iodserum, dem etwas Chromsäure zugesetzt war (etwa 1 Theil Ac. chromicum von 2 % auf 20 Theile Serum) gute Resultate. — Die Chromsäure wirkt in allen diesen Fällen dadurch vortheilhaft, dass sie die Elemente fester macht. Freilich verunstaltet sie auch, wie eine Vergleichung mit frischen Zellen lehrt. Doch habe ich mich überzeugt, dass in den oben empfohlenen Methoden diese Verunstaltung fast ausschliesslich die Kelchzellen, viel weniger die Cylinder- und die Gabelzellen betrifft. Letztere erleiden auffallendere Verunstaltungen höchstens unter der Präparation, durch Druck und Zug der Präparirnadeln.

Die Kelchzellen. Jedes dieser, von KEY als »modificirte Epithelzellen« bezeichneten Elemente besteht aus einem rechtwinklig zur Oberfläche der Papille stehenden cylindrischen Körper von 0,02 bis 0,024 Mm. Länge und 0,01—0,012 Mm. Querdurchmesser. Im unteren Drittel dieses Cylinders liegt der Kern, ein kugelförmiges Bläschen von etwa 0,008 Mm., in dessen Centrum ein Kernkörperchen von 0,001 Mm. Durchmesser. — Dicht unterhalb des Kerns verschmälert sich der Zellenkörper zu einem unregelmässig geformten Fortsatz. Der cylindrische Körper der Zelle wird — jedoch nur an den Seiten — von einer festen oben mit scharfrandiger Oeffnung versehenen Membran, wie von einem Kelch umschlossen. Dieser Kelch ist bis zum Rande gefüllt mit äusserst feinkörnigem, fast homogen erscheinendem, durchsichtigem Protoplasma. Nach unten zu geht die Membran, allmählich dünner werdend und endlich gar nicht mehr nachweisbar, auf den ebenfalls aus sehr feinkörnigem Protoplasma bestehenden Zellenfortsatz über.

Die Kelchzellen, deren Zahl auf grösseren Papillen mehrere Hunderte beträgt, bilden in einfacher Lage die äussere Schicht des die Endfläche der Papille bekleidenden Epithels. Ihre Fortsätze erstrecken sich in die innere Epithelschicht, deren Hauptmasse von den Körpern der beiden anderen Zellenarten gebildet wird. Alle Kelchzellen der-

selben Papille haben die gleichen Dimensionen, wenigstens gilt dies für die cylindrischen Körper der Zellen. Infolge der gegenseitigen Abplattung erscheinen die Körper der Kelchzellen auf dem Querschnitt fünf- oder sechseckig (Fig. 2.). Die Kerne der Kelchzellen liegen fast alle in demselben Niveau, ungefähr 0,048 Mm. unter der freien Oberfläche des Epithels. — Wegen der äusserst feinkörnigen Beschaffenheit und der Farblosigkeit des Protoplasma der Kelchzellen ist das Epithel der Papillenendfläche bei durchfallendem Lichte bedeutend heller als selbst viel dünnere Schichten des gewöhnlichen Zungenepithels, auch desjenigen, welches die Seiten der Papille bedeckt.

Die hier gegebene Beschreibung bezieht sich auf ganz frische Kelchzellen. Unter dem Einfluss verschiedener Reagentien erleiden dieselben eine Reihe von Veränderungen, deren charakteristischste wir erwähnen müssen. Eine der häufigsten und zugleich interessantesten besteht darin, dass das Protoplasma aus dem oberen cylindrischen Theil der Zelle, dem eigentlichen Kelche, herausfliesst (Fig. 7, 8.); der Kern bleibt regelmässig in der Tiefe sitzen. Die dicke Zellmembran legt sich hierbei zusammen und bildet Längsfalten, meist drei oder vier, die oft stark hervorspringen. So bekommt der vorher kreisförmige Querschnitt der Zelle die Form eines Kreuzes oder eine ähnliche Gestalt (Fig. 9.). Ich habe z. B. an Zellen, die zwölf Stunden in Iodserum gelegen hatten, das Ausfliessen des Protoplasmacylinders von Anfang bis zu Ende verfolgt. Zuletzt liegt das Protoplasma als ein kugelförmiger Tropfen vor der nun zusammengefallenen Mündung der Zelle. — Die Formveränderung, welche die Zelle durch diesen Vorgang erleidet, ist, wie ein Blick auf die beigegebenen Figuren 6—9 zeigt, so bedeutend, dass man beim ersten Anblick und ohne die Uebergangsstadien zu kennen, glauben könnte, eine ganz neue Art von Zellen vor sich zu haben. Man beobachtet eine ähnliche Formveränderung an keiner anderen Zellenart des Zungenepithels. An den Kelchzellen tritt sie indess bei sehr verschiedenen Behandlungsweisen ein, zuweilen selbst bei Anwendung sehr verdünnter Lösungen von Chromsäure oder von chromsaurem Kali, wenn sie in der oben angegebenen Verbindung mit Iodserum oder auch für sich benutzt werden. In der Regel verhindert jedoch die Chromsäure das Ausfliessen des Protoplasma, indem sie dieses coaguliren macht, während es noch in seinem membranösen Kelch steckt.

Durch verschiedene Säuren, namentlich Essigsäure, wird das Protoplasma der Kelchzelle sehr stark getrübt und erscheint dann, während es vorher heller als die gewöhnlichen Epithelzellen war, viel dunkler als diese. —

Eine ziemlich schwer zu entscheidende Frage ist die nach dem Verhalten der von den Kelchzellen nach unten gegen die Papille zu sich erstreckenden Ausläufer. Bei den in Iodserum und den oben erwähnten Flüssigkeiten isolirten Zellen ist der Ausläufer bald ein längerer, unregelmässig kegelförmiger Protoplasmastrang, der an der Spitze einfach oder in mehrere kurze Aeste getheilt ist, bald hat er mehr die Form eines breiten, kurzen, mit mehreren Zipfeln versehenen Bandes. Stets ist seine Form unregelmässig und sein optisches und chemisches Verhalten das von feinkörnigem Protoplasma. Mag auch durch den Einfluss der Chromsäure und mehr noch durch den Zug der Präparirnadeln seine Form zuweilen in bizarrer Weise verunstaltet werden, so lehrt doch immerhin die Untersuchung der in Iodserum und ohne Nadelhülfe isolirten Zellen, dass diese Form auch im frischen Zustand unregelmässig ist, und insbesondere dass die an dem Ausläufer zu beobachtenden Verästelungen nicht lauter Kunstproducte sind.

Feine, faserartige Fortsätze von dem Aussehen blasser Nervenfasern habe ich an den Kelchzellen nie bemerkt. — Es scheint nun, als ob die protoplasmatischen Ausläufer der Kelchzellen an ihren Enden mit einander verschmelzen und so ein Netzwerk von Protoplasmasubstanz in der unteren Schicht des Epithels bilden. Man erhält bei der Maceration in Iodserum zuweilen isolirte Gruppen von drei, vier Kelchzellen, deren Ausläufer in einander überzugehen scheinen. Häufiger noch sieht man das an mit Nadeln zerzupften Chromsäurepräparaten. Es ist aber auch möglich, dass die Ausläufer der Kelchzellen sich nur dicht an einander legen und bei der Isolation an einander kleben bleiben. Kerne sah ich in dem Protoplasma der Ausläufer nie.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Kelchzellen nicht als Nervenendigungen, sondern nur als eine eigenthümliche, allerdings für die Geschmackspapillen charakteristische Form von Epithelzellen aufzufassen sind.

Die Cylinderzellen. Diese bestehen aus einem gestreckt ellipsoidischen, in der tiefsten Schicht des Epithels sitzenden Körper, dessen grösste Axe 0,006—0,008 Mm., dessen kleinste 0,004 Mm. misst. Der Körper verlängert sich in einen geraden cylindrischen Fortsatz von ungefähr 0,032 Mm. Länge und 0,002 Mm. Dicke, welcher bis zur äusseren Oberfläche des Epithels reicht (vgl. Fig. 2. u. 3.). Der Körper wird fast ganz ausgefüllt von einem ellipsoidischen Bläschen, dem Kern, in dessen Centrum ein kleines Kernkörperchen liegt (Fig. 10.). Nur ein schmaler Protoplasmanmantel umhüllt den Kern. Der lange cylindrische

Fortsatz besteht aus äusserst feinkörnigem durchsichtigem Protoplasma und scheint eine dünne Membran zu besitzen.

Der Körper der Cylinderzellen sitzt auf der bindegewebigen Grundlage der Papille auf; hier breitet sich auch sein Protoplasma ein wenig in der Fläche aus, meist in Form einiger sehr kurzer horizontal gerichteter Fortsätze, (vgl. Fig. 10.).

Die Körper der Cylinderzellen stehen, mehrere Hunderte an Zahl, sehr dicht nebeneinander (Fig. 5.), die schmalen Zwischenräume zwischen ihnen werden von den bald zu beschreibenden centralen Ausläufern der Gabelzellen ausgefüllt. In den breiteren Räumen welche die langen cylindrischen Fortsätze der Cylinderzellen zwischen sich lassen, liegen unten die Körper der Gabelzellen und die protoplasmatischen Ausläufer der Kelchzellen, mehr oben die Körper der Kelchzellen und die Zinken der Gabelzellen. Von der Fläche gesehen erhält man deshalb ein Bild wie es Fig. 2 zeigt. Hier erscheinen die freien Enden der Cylinderzellen auf dem optischen Querschnitt als matte Kreise von etwa 0,002 Mm. Durchmesser zwischen den grossen eckigen Kelchzellen.

Die Veränderungen welche die Cylinderzellen unter dem Einfluss von Reagentien erleiden, sind nicht so auffällig wie die der Kelchzellen. Säuren, wie Essigsäure und Chromsäure rufen körnige Niederschläge im Protoplasma hervor und machen es damit undurchsichtiger. Auch die Kerne werden trüber und das Kernkörperchen meist unsichtbar, aber sie bekommen einen ziemlich starken Glanz, der unter gleichen Umständen den Kernen der Kelchzellen fehlt, den Körpern der Gabelzellen dagegen in noch etwas höherem Grade eigen ist. An Iodserumpräparaten habe ich wiederholt gesehen, dass der lange cylindrische Fortsatz sich allmählich abplattete, band- oder linealförmig wurde (Fig. 5.), während zugleich an seiner Spitze kleine Eiweisströpfchen herausquollen, ähnlich wie das in viel auffälligerer Weise bei den Kelchzellen geschieht. Man darf hieraus wol mit Sicherheit schliessen, dass auch die Cylinderzellen, oder doch wenigstens der lange Fortsatz derselben von einer dünnen, oben mit einer Oeffnung versehenen Membran umkleidet ist. —

Bei den Versuchen die Zellen mit Nadeln zu isoliren werden sie oft beschädigt: der cylindrische Fortsatz kann abbrechen und dies geschieht meist an seinem Ursprung aus dem Zellkörper; er kann stellenweis breitgedrückt, auch durch Zug unnatürlich verschmälert werden. Auch die kurzen horizontalen Protoplasmaausläufer, welche dicht unterhalb des Kerns von dem Körper der Cylinderzelle auszugehen pflegen, können abreißen und auf der Oberfläche der Papille kleben bleiben; oder es bleiben an ihnen, scheinbar mit ihnen verschmolzen, einzelne

der centralen Ausläufer der Gabelzellen hängen, die aber an ihrer grossen Feinheit, gleichmässig cylindrischen Form und stärkerem Glanz kenntlich sind. — Fassen wir unsere Erfahrungen zusammen, so kommen wir zu dem Resultat, dass auch die Cylinderzellen nicht als Nervenendigungen betrachtet werden dürfen, sondern als eine eigenthümliche Art von Epithelzellen, die freilich durch ihre Eigenschaften von anderen Epithelzellen erheblich abweicht. Sie sind sicherlich zum grossen Theil die »Stäbchenzellen« von KEY gewesen. Die von diesem Forscher gegebenen Abbildungen, besonders Fig. 5, 7, 10, 11 *b, c, g* sprechen dafür, dass er sie gesehen und für die Endorgane der Nerven gehalten hat. Er warf sie indess mit den sogleich zu beschreibenden Gabelzellen zusammen, von denen ihm nur verstümmelte Exemplare zu Gesicht gekommen zu sein scheinen (vgl. Fig. 7 *b*, 10 *b* u. *c*, und 11 *a, d, e* bei KEY). Den von uns angewendeten Methoden, die eine leichtere und mit weniger Nachtheil für die Elemente verbundene Isolation als die Methoden KEY's gestatten, ist es zuzuschreiben, dass wir einen Schritt weiter vorgedrungen sind.

Die Gabelzellen. Diese merkwürdigen Apparate, für welche die Bezeichnung Zelle kaum mehr zutrifft, sind, trotz sehr zahlreicher Verschiedenheiten, doch nach einem übereinstimmenden Typus gebaut. Alle bestehen aus einem Körper mit feinen Fortsätzen. (Vgl. Fig. 3, 4, 12—19.). Der Körper hat die Form eines gestreckten Ellipsoids von 0,006—0,008 Mm. grösster und 0,003—0,004 Mm. kleinster Axe, und wird fast ganz von einem bläschenförmigen Kern mit nahezu centralem Kernkörperchen ausgefüllt (Fig. 12.). Die Fortsätze entspringen an den beiden Polen des ellipsoidischen Körpers, welche wir als peripherischen und centralen Pol unterscheiden wollen.

Am peripherischen Pol entspringt ein im Allgemeinen gabelförmiger Ausläufer, dessen Gesamtlänge 0,024—0,030 Mm. beträgt, und dessen Enden die freie Oberfläche des Epithels gerade erreichen. Man kann an diesem Gabelfortsatz zwei Theile unterscheiden: den Stiel der Gabel und die Gabelzinken. Als Stiel bezeichne ich die ungetheilte, kegelförmige bis cylindrische Fortsetzung des ellipsoidischen Zellkörpers, von welcher die Gabelzinken entspringen. Die Länge des Stiels ist bei verschiedenen Zellen derselben Papille sehr verschieden. Er kann eine Länge von 0,008 Mm. erreichen (Fig. 13), misst in der Mehrzahl der Fälle aber 0,004 bis 0,006 Mm. (Fig. 3, 16, 17.); nicht selten ist er noch kürzer (Fig. 14), fehlt sogar, und dann entspringen die Gabelzinken direct vom peripherischen Pol des Zellkörpers. Je länger der Stiel ist um so kürzer sind die von seinem Ende ausgehenden Zinken, und umgekehrt. Je kürzer der Stiel um so breiter ist er an seinem Ende;

die Dicke der längeren Stiele beträgt in 0,006 Mm. Entfernung vom Pol der Zelle meist 0,0015—0,002 Mm. in grösserer Entfernung weniger, in kleinerer etwas mehr.

An seinem Ende theilt sich der Stiel in der Regel in zwei, selten in drei (Fig. 16) Arme, welche wie die Zinken einer Gabel auseinander-treten. Zuweilen (Fig. 17, 18) entspringt auch unterhalb des Stielendes, in verschiedener Entfernung vom Pol des Zellkörpers eine dritte Zinke, die dann eine grössere Länge, aber meist geringere Dicke als die beiden Hauptzinken besitzt. Diese primären Zinken können sich in verschiedner Höhe wieder theilen und secundäre kleinere Gabeln bilden. Meist bildet dann nur die eine primäre Zinke eine secundäre Gabel, während die andere ungetheilt bleibt (Fig. 49.). Gabeln dritter Ordnung habe ich nicht beobachtet. Festzuhalten ist, dass die freien Enden aller Gabelzinken in einer Ebene, nämlich der Oberfläche des Epithels liegen (Fig. 3, 4.). — Alle Gabelzinken sind äusserst dünne cylindrische Stäbchen. Sie spitzen sich nach dem freien Ende gar nicht oder nur wenig zu. Ihr Durchmesser überschreitet 0,001 Mm. nicht, beträgt aber nicht selten nur etwa 0,0005 Mm. Sind nur zwei Gabelzinken da, so ist ihre Dicke in der Regel, doch nicht immer, gleich. Die Zinken zweiter Ordnung sind meist dünner als die erster Ordnung. — Das optische Verhalten des Gabelstiels und der Gabelzinken ist das von sehr feinen blassen Nervenfasern; sie haben das homogene Aussehen und den matten Glanz den z. B. die Axencylinder besitzen, welche man in den hinteren Schichten der Froschhornhaut trifft. Auch chemisch scheinen sie fast ganz mit diesen übereinzustimmen. Sie sind ferner biegsam und ziemlich elastisch.

Am centralen Pole des Körpers der Gabelzellen entspringen nun auch, wie schon erwähnt, Fortsätze. Am häufigsten findet sich ein einfach und mit etwas verbreiteter Basis entspringender cylindrischer Ausläufer von etwa 0,001 bis 0,002 Mm. Dicke, der sich in verschiedener Entfernung vom Pole dichotomisch theilt. Seine Länge kann bis 0,025 Mm. betragen, aber auch fast Null sein (Fig. 14); sehr oft kommt sie mit der mittleren Länge des Gabelstiels (0,006 Mm.) überein (Fig. 3, 4, 13.). Die aus der Theilung des einfachen Fortsatzes hervorgehenden Aeste sind im Allgemeinen um so länger, je näher am Pole die Theilung stattfand. Auch sie theilen sich fast regelmässig wieder in kleine Aeste zweiter, und diese zuweilen wieder in noch kürzere Aeste dritter Ordnung. Stets ist die Theilung dichotomisch. Die Figuren 3, 4, 12, 13, 14, 15, 18, 19 geben hierfür Beispiele. In seltneren Fällen entspringen zwei oder drei Fortsätze, die gleiche oder verschiedene Dicke haben können, unmittelbar am centralen Pol des Gabelzellenkörpers.

Es verdient alle Beachtung, dass Gabelzellen deren peripherische Verästelung gleich ist, doch in ihrer centralen Verästelung sehr von einander abweichen können. Man findet sehr selten zwei ganz übereinstimmende Zellen. Mit der Entfernung vom Pol nehmen die im Allgemeinen cylindrischen Ausläufer allmählich an Dicke ab, so dass die Aeste zweiter und dritter Ordnung die dünnsten sind. Diese erreichen oft kaum eine Dicke von 0,0005 Mm. In ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften stimmen auch die centralen Ausläufer der Gabelzellen mit feinen Axencylindern überein.

Die Gabelzellen, deren Zahl vielleicht das Doppelte der Kelchzellen beträgt, füllen mit ihren Körpern den Raum zwischen den Körpern der Cylinderzellen einerseits und den Kelchzellen andererseits aus. Ihre peripherischen Fortsätze, die Gabeln mit ihren Zinken, steigen zwischen den Kelchzellen gerade aufwärts bis zur Oberfläche des Epithels. Ihre centralen Fortsätze mit den dichotomischen Theilungen liegen in den Räumen zwischen den Körpern der Cylinderzellen und erreichen mit ihren Enden die Oberfläche des bindegewebigen Stratum der Papille. Diese besitzt an dieser Stelle eine bald zu beschreibende scheibenartige Verdichtung, welche von einem reichen Astwerk feinsten blassen Nervenfasern durchbohrt wird. —

Es bedarf keiner complicirten Methoden um alles das zu sehen, was hier von den Gabelzellen und ihren Beziehungen zu den anderen Elementen des Nervenepithels gesagt ist. Schon an ganz frischen Papillen, denen ein Tropfen Blutserum zugesetzt wurde, kann man einige der wichtigsten Verhältnisse erkennen. Betrachtet man nämlich eine solche Papille bei 300maliger oder noch stärkerer Vergrößerung gerade von oben, so erkennt man, wie es in Fig. 2 dargestellt ist, die Zinken der Gabelzellen auf dem optischen Querschnitt als zahlreiche, äusserst kleine und glänzende Kreise zwischen den eckig abgeplatteten Kelchzellen. Sie sind nicht zu verwechseln mit den grösseren und nicht so zahlreichen matten Kreisen, als welche die Ausläufer der Cylinderzellen auf dem Querschnitt erscheinen. Sieht man etwas schräg auf die Papille, so bemerkt man die Stäbchenform der Gabelzinken und kann sie wohl auch bis in die innere Lage des Epithels hineinverfolgen. Man sieht das aber nicht immer gleich gut; oft bemüht man sich vergeblich die kleinen Kreise zu finden; dann sind sie wieder bei fast allen Papillen deutlich. Auch bei Zusatz von Iodserum oder von Speichel zu ganz frischen Papillen gelingt es bald besser bald schlechter, in der Regel jedoch ziemlich leicht, die Gabelzinken auf einem Querschnitt zu entdecken. Am deutlichsten werden sie, wenn die Papillen erst einige Minuten lang in den Serumtropfen gelegen haben, sie können dann

stundenlang sichtbar bleiben. Bei Einstellung des Fokus auf verschiedene Ebenen bemerkt man, dass die Zahl der kleinen Kreise an der Oberfläche des Epithels am grössten, in einiger Tiefe kleiner ist. Diess stimmt mit dem überein, was oben über die Theilung der Gabeln gesagt wurde. — Betrachtet man eine frische in Serum liegende Papille von der Seite, also im optischen Längsschnitt, so zeigen sich oft zwischen den Kelchzellen viele helle, schmale Streifen, die unter einander parallel von der inneren Epithelschicht bis zur Oberfläche reichen. Aber es ist unmöglich aus diesen Bildern zu entscheiden, ob man Fasern oder Längsspalten zwischen den Kelchzellen vor sich hat. Deutlicher erkennt man mitunter wegen ihrer grösseren Breite, die Fortsätze der Cylinderzellen. Nirgends sieht man Fortsätze über die freie Oberfläche des Epithels herausragen. — In der inneren Epithelschicht machen sich die Kerne der Gabelzellen und unter ihnen die der Cylinderzellen als feincontourirte matte Bläschen bemerkbar. Sonst erkennt man höchstens noch einige feine, glänzende Ausläufer die von den Kernen der Gabelzellen aus gerade oder schräg nach unten gegen die Papille hinlaufen und sich auf diesem Weg auch wol theilen.

Genaueres über die Gabelzellen und ihre Ausläufer erfährt man erst durch Isolation. Diese macht sich zuweilen ganz von selbst bei längerem Liegen der Zungen in Iodserum. Aber auch bei ganz frischen Papillen kann man mit Hülfe der Glasstäbchen ohne grosse Mühe die Zellen isoliren und sich über ihre wesentlichsten Eigenschaften unterrichten. Wegen der grossen Weichheit, welche die Ausläufer der Zellen im frischen Zustande besitzen, werden sie indess hierbei leicht verstümmelt; oft reissen alle Fortsätze bei der Präparation ab und man erhält die Zellkörper mit den Nerven für sich. Bei einiger Ausdauer findet man indess genug gut erhaltene Zellen und diese stimmen in Form und Zahl der Ausläufer so vollkommen mit den Zellen überein, welche man bei Anwendung der Mischung von Glycerin und doppelt-chromsaurem Kali erhält, dass sie eine Bürgschaft für die Güte der letzteren Flüssigkeit giebt. Diese oben schon empfohlene Mischung hat den Vortheil, die Zellen in allen ihren Theilen fester und, wenigstens für Nadeln leicht isolirbar zu machen. Sie hat vor Lösungen von reiner Chromsäure und chromsaurem Kali den Vorzug, dass sie die Theile nicht bröcklich macht. Die Kerne schrumpfen darin ein wenig zusammen und das Kernkörperchen wird meist undeutlich; die Fortsätze, peripherische sowol als centrale, bekommen einen ziemlich starken Glanz, der ihre Unterscheidung von den mehr körnigen, trüberen Protoplasmafortsätzen erleichtert. Was schon an ganz frisch isolirten Gabelzellen zu bemerken ist, fällt auch hier auf, dass nämlich die freien

Enden der centralen Ausläufer der Gabelzellen nicht so gerade und cylindrisch endigen wie die peripherischen, die Gabelfortsätze, sondern dass sie meist kleine knöpfchenartige Anschwellungen tragen, gerade wie sie sehr feine Nervenfasern an den Stellen bekommen wo sie durchgerissen sind.

Dass bei der Präparation mit Nadeln auch viele dieser erhärteten Zellen beschädigt werden, vor Allem dadurch dass die centralen und peripherischen Ausläufer an den verschiedensten Stellen abbrechen, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden. Man erkennt an den so beschädigten Gabelzellen nicht schwer die Stellen wo ein Fortsatz abgebrochen ist. Besonders häufig kommt es vor, dass eine der zwei Gabelzinken abbricht; dann kann es bei oberflächlicher Betrachtung so aussehen, als ob die Zellen nur einen ungetheilten peripherischen Ausläufer hätten, der aus einem unteren dickeren und oberen etwas dünneren Theile bestände. In dieser Weise verstümmelte Gabelzellen scheint nun auch KEY gesehen zu haben, wenigstens ist diess nach KEY's Abbildungen Fig. 7 b, 11 a, d, e, wahrscheinlich¹⁾. Rollt man solche Zellen um ihre Längsaxe so erkennt man zweierlei: erstens, dass der obere dünnere Theil des Ausläufers nicht in der Verlängerung der Axe des unteren dickeren Theils liegt, sondern nach der Seite abbiegt; und zweitens, dass dicht neben der Stelle wo er aus dem Stiel der Gabel entspringt, diese noch eine kleine Unebenheit, zuweilen selbst einen ganz kurzen Fortsatz, den Rest der abgebrochenen Gabelzinke trägt. Man findet in der That alle Uebergänge von diesen Zellen zu solchen, wo die zwei Gabelzinken in ihrer ganzen Länge erhalten sind. In den beigegebenen Figuren 12, 13, 16, 18, 19 habe ich einige Beispiele von Gabelzellen gegeben, die durch die Präparation verunstaltet sind.

Die Frage ob die centralen Ausläufer verschiedener Gabelzellen ineinander übergehen oder ob sie alle isolirt bis auf die bindegewebige Grundlage der Papille herabsteigen, wage ich nicht zu entscheiden. Jedenfalls bilden diese Ausläufer mit ihren dichotomischen Verzweigungen ein ausserordentlich dichtes Fasergeflecht, welches die Zwischenräume zwischen den Körpern der Cylinder- und der tiefer gelegenen Gabelzellen fast vollständig ausfüllt. Bei der enormen Feinheit, welche diese Fasern wenigstens in ihren Aesten zweiter und dritter Ordnung besitzen, ist es nicht auszumachen, ob die Anastomosen, die man nicht selten an isolirten, kleinen Zellgruppen sieht, wirkliche oder blos scheinbare Anastomosen sind. Zwischen den Aesten erster Ordnung scheinen keine Anastomosen vorzukommen; ebenso-

¹⁾ Auch von den BILLROTH'schen Figuren (l. c. Taf. VII. Fig. 12.) können eine oder zwei Gabelzellen gewesen sein.

wenig zwischen Gabelzellen und Ausläufern der Kelch- und Cylinderzellen.

Während wir nun in den beiden letztgenannten Zellformen nur eigenthümlich gebaute Epithelzellen erkannt haben, können wir von den Gabelzellen schon hier aussprechen, was aus dem gleich zu schildernden Verhalten der Nerven noch deutlicher hervorgehen wird, dass sie die Enden der Geschmacksnerven sind. — Andere Elemente, als die Kelch-, Cylinder- und Gabelzellen mit ihren Ausläufern kommen im Epithel der Papillenendfläche nicht vor. Kleine ganglienzellenartige Körperchen, die ich anfangs in grosser Zahl in der unteren Schicht des Epithels vermuthete und gelegentlich isolirt zu haben glaubte, haben sich als verunstaltete Gabel- oder Cylinderzellen erwiesen. Die Vertheilung der drei Zellarten auf der Endfläche der Papille ist eine ziemlich gleichmässige; sie sind im Centrum der Epithelscheibe in denselben Verhältnissen angeordnet wie an der Peripherie; vielleicht stehen jedoch im Centrum die Cylinder- und Gabelzellen ein wenig dichter als am Rand.

Ein paar Worte noch über das Epithel, welches die übrige Oberfläche der Papille bekleidet. Es besteht aus Flimmerzellen und unbewimperten Cyliinderepithelzellen. Die Flimmerzellen bilden in schmaler Zone einen Kranz um die kreisrunde Scheibe des Nervenepithels. Sie formen einen geschlossenen Ring, der die Breite von einer, höchstens zwei Flimmerzellen besitzt. Somit erstreckt sich das Flimmerepithel nicht, wie frühere Beobachter angaben, über die ganze nicht vom Nervenepithel eingenommene Oberfläche der Papille, sondern ist nur auf einen schmalen Gürtel beschränkt, welcher die Endfläche der Papille einrahmt. Die Seiten der Papille sind von gewöhnlichem, flimmerlosem Cyliinderepithel bedeckt. Sowol die Flimmer- als die Cyliinderepithelzellen unterscheiden sich ausser durch ihre übrigen Eigenschaften schon durch ihre bedeutendere Grösse von den Elementen des Nervenepithels.

Die Nervenfasern der Geschmackspapillen. Das Verhalten der Nervenfasern innerhalb des Bindegewebgerüsts der Papille lässt sich leicht überblicken wenn wir erst den Bau des letzteren betrachtet haben. — Das bindegewebige Stratum der Papille hat die Form eines niedrigen Cylinders. An diesem kann man einen grösseren unteren, aus mehr lockerem Bindegewebe bestehenden Theil unterscheiden und einen kleineren oberen, scheibenförmigen, der von dichterem Bindegewebe geformt wird. Der untere Theil enthält die Blutgefässe, die Enden der getheilten Muskelfasern und die dunkelrandigen Nervenröhren. Sein Bindegewebe ist ganz ähnlich dem, welches

die Grundlage der übrigen Zungenschleimhaut bildet, locker, fasrig, enthält ziemlich viel Bindegewebskörperchen und ist von spärlichen, dünnen elastischen Fasern durchflochten. Der obere Theil des Papillengerüstes, eine solide Scheibe von 0,04 bis 0,015 Mm. Dicke, die wir das Nervenkissen nennen wollen, besteht aus sehr dichtem, fast homogen erscheinenden Bindegewebe, welches in seinem Verhalten gegen Reagentien die meiste Aehnlichkeit hat mit der gewöhnlich als *Elastica anterior* bezeichneten vordersten Lamelle der Froschcornea. Es steht also in Bezug auf seine Widerstandsfähigkeit gegen Säuren und Alkalien zwischen elastischem Gewebe und fibrillärer Binde-substanz ungefähr in der Mitte. Nach unten zu ist das Nervenkissen ziemlich fest mit dem anderen Bindegewebe der Papille verbunden, nach oben und aussen, gegen das Epithel zu ist es scharf begrenzt. Weder Bindegewebskörperchen noch Kerne, weder Ausläufer der Muskelfasern noch Blutgefässe, noch elastische Fasern liegen darin, wol aber eine überraschende Menge äusserst feiner, blasser Nervenfasern, die wir sogleich betrachten werden. Das Nervenkissen bildet den Boden, auf welchem das gesammte Nervenepithel ruht.

Die fünf bis zehn markhaltigen Nervenfasern der Papille laufen in der Axe von dieser ungetheilt bis zur unteren Fläche des Nervenkissens. Bei, oder kurz vor ihrem Eintritt in letzteres spitzen sie sich zu und verlieren plötzlich ihre dunklen Contouren; ihr Neurilem aber verschmilzt mit der festen Grundsubstanz des Nervenkissens. Unmittelbar nach ihrem Eintritt theilen sich die nunmehr sehr dünn (etwa 0,002 bis 0,003 Mm.) und blass gewordenen Nervenfasern und formen unter wiederholter dichotomischer Theilung ein zartes Nervengeflecht, welches sich horizontal durch die ganze untere Hälfte des Nervenkissens ausbreitet und von dem aus sehr zahlreiche, äusserst feine Zweige, die sich selbst wieder zu theilen pflegen in ziemlich gerader Richtung bis auf die freie Oberfläche des Nervenkissens emporsteigen (Fig. 4.). Die Fortsetzungen dieser das Nervenkissen durchbohrenden Zweige im Epithel sind die oben beschriebenen centralen Ausläufer der Gabelzellen.

Die Darstellung welche wir hier vom Bau des Bindegewebsgerüstes der Papille, insbesondere des Nervenkissens gegeben haben, gründet sich auf die Untersuchung frischer sowol, als mit den verschiedensten Reagentien behandelter Papillen. Schon frühere Beobachter haben das Nervenkissen gesehen, doch seinen Bau anders aufgefasst. Key hielt es für eine colossale Verbreiterung des Neurilemma und nannte es Nerven-schale. Ich habe diesen Namen verworfen, weil er die Form falsch bezeichnet; wir haben es hier nicht mit einem ausgehöhlten, sondern mit

einem soliden, ziemlich dicken scheibenförmigen Körper zu thun. — Die Nerven und ihre Ausbreitung im Nervenknissen habe ich beschrieben nach Präparaten von Papillen, die frisch in Serum vom Epithel möglichst befreit und dann 48 Stunden in mässig starkem Glycerin gelegen waren. Fig. 4 ist nach einem solchen Präparat gezeichnet und enthält nichts Schematisches. An ganz frischen in Serum liegenden Papillen ist es ungemein schwer, die Nerven weiter zu verfolgen als ihre dunklen Contouren reichen. Gerade die Stellen wo sie blass werden, sind in der Regel durch Blutgefässe noch verdeckt. Man thut desshalb gut, die Frösche an Verblutung sterben zu lassen, damit die Capillaren von farbigen Blutkörperchen leer werden. Diess gelingt auch regelmässig. — An Papillen, die länger in Serum gelegen haben, sieht man dann zuweilen einen Theil der blassen Fasern im Nervenknissen; sie erscheinen als schwach glänzende Fasern ohne Varicositäten, oder als äusserst feine, stärker glänzende Perlschnürchen, wie man das unter denselben Umständen auch bei den blassen Nervenfasern des vorderen Hornhaut-epithels vom Frosch sieht. Sie scheinen auch durch Reagentien ganz ebenso wie diese verändert zu werden. Dass es wirklich Nervenfasern sind, geht hieraus sowol wie schon aus der Betrachtung ihres Ursprungs aus dunkelrandigen Fasern, ihrer charakteristischen Ausbreitung und Verästelung, in Verband mit ihrer Form und ihren Dimensionen hervor. — KEY hat sie gesehen; er nimmt aber ein mehr pinselförmiges Zerfallen der Nervenfasern in feinste varicöse Aestchen an und hat die reichen dichotomischen Theilungen nicht bemerkt. Mir sind solche Bilder wie sie KEY auf Taf. VIII. Fig. 4 u. 5 giebt, nie vorgekommen. Varicös sind die Fasern wie überhaupt alle feine blasse Nervenfasern im frischen Zustand sicher nicht; aber sie können es mit der Zeit werden. — Ob wahre Anastomosen zwischen den blassen Fasern im Nervenknissen vorkommen, lässt sich auch hier wegen der Kleinheit des Objects nicht entscheiden, ist aber nach allem was ich gesehen, unwahrscheinlich.

Die weitaus wichtigste Frage, nämlich die, was aus den Nerven wird, wenn sie das Epithel erreicht haben, kann nach dem früher Mitgetheilten, wenn nicht mit Gewissheit, doch mit äusserster Wahrscheinlichkeit, dahin beantwortet werden, dass die Nerven mit den Gabelzellen zusammenhängen. Zuweilen glaubt man diesen Zusammenhang zu sehen, wenn einzelne Gabelzellen bei Isolationsversuchen auf der Papille sitzen blieben. Indessen liegen solche Beobachtungen so nahe an den Grenzen, welche uns durch die Beschaffenheit unserer optischen Hilfsmittel gezogen sind, dass sie nicht für beweisend gelten können. Es kommt hierzu noch der üble Umstand,

dass die Methoden, bei welchen die Nerven am deutlichsten zum Vorschein treten, andere sind, als die, welche für die Gabelzellen die besten Resultate geben. Hierfür können uns aber, wie ich glaube, die Thatsachen entschädigen, welche durch die gesonderte Untersuchung von Nerven und Epithel festgestellt worden sind. Wir sehen feine blasse Nervenfasern an äusserst zahlreichen Punkten die Oberfläche des Nervenkissens erreichen, wir sehen von dieser Oberfläche ebenso feine äusserst zahlreiche Fasern, von den Eigenschaften der blassen Nervenfasern, entspringen, und sich direct in die Substanz der Gabelzellen fortsetzen. Nehmen wir nun einen Zusammenhang der letzteren mit den ersten Fasern an, so thun wir nur das, was nöthig ist: wir nehmen das weitaus Wahrscheinlichste an. Hiermit eröffnen sich aber zugleich einige neue, für die Physiologie der Sinne sehr wichtige Fragen. Hängt, so fragt sich, jede Gabelzelle mit nur einer oder mit mehreren dunkelrandigen Nervenfasern zusammen? Die dichotomischen Verästelungen der centralen Ausläufer der Gabelzellen machen das Letztere wahrscheinlicher. Auch die Vertheilung der Nervenfasern im Nervenkissen spricht nicht dagegen, denn sie scheint von der Art zu sein, dass an allen Stellen Zweige verschiedener dunkelrandiger Nerven dicht neben einander die Oberfläche des Kissens erreichen. Eine Gabelzelle, deren centraler Fortsatz sich in sechs Aeste theilt (mehr scheinen nicht vorzukommen), könnte also wohl mit sechs verschiedenen Nervenfasern zusammenhängen. Beweisen lässt sich aber mit unsern Hilfsmitteln nicht, ob so etwas vorkommt. Hinge eine solche Zelle nur mit einer oder wenigen Nervenprimitivfasern zusammen, so würden die blassen Nervenäste, indem sie sich theilten und dann wieder in einen centralen Ausläufer einer Gabelzelle zusammenliefen, nervöse Wundernetze bilden. Auch hierüber entscheidet die mikroskopische Untersuchung nicht. — Wir haben gesehen, dass die Gabelzellen vielfache Verschiedenheiten zeigen in Bezug auf Zahl, Ursprung, Dimensionen ihrer peripherischen Fortsätze. Man könnte fragen, ob Gabelzellen von bestimmtem Bau auch bestimmten Nervenfasern entsprechen; ob z. B. die eine Nervenfasern nur mit Zellen zusammenhinge, die zwei Gabelzinken besitzen, die andere nur mit solchen, welche in drei Zinken auslaufen. Bei der Unmöglichkeit, jede Nervenfasern bis zu allen ihren Endorganen zu verfolgen, verbietet sich die Beantwortung auch dieser Frage. Wir lassen uns deshalb vorläufig an dem Resultate genügen, dass die peripherischen Endigungen der Geschmacksnerven eigenthümlich gebaute Organe, die Gabelzellen, sind, welche sich von den peripherischen Endapparaten anderer Nerven in charakteristischer Weise unterscheiden; ein neuer Beweis für den

Satz, dass specifische Leistungen an specifische Apparate gebunden sind.

Utrecht, Novbr. 1867.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IX.

Die Figuren sind bei 450maliger, nur Fig. 2 bei 600- und Fig. 5 bei 400facher Vergrößerung gezeichnet.

- Fig. 4. Die Nerven der Geschmackspapille und ihre Ausbreitung im Nervenknäuel. Vor oder bei ihrem Eintritt in das letztere verlieren sie plötzlich ihre dunklen Contouren und setzen sich unter zahlreichen, dichotomischen Verästelungen als feine blasser Fasern fort, die sämmtlich auf der Oberfläche des Nervenknäuels münden. Einzelne blasser Fasern sieht man frei herausragen. — Die Papille war frisch in Iodserum von ihrem Epithel befreit und dann 48 Stunden in dünnem Glycerin aufbewahrt worden. — In der Figur ist, um das Bild nicht zu sehr zu compliciren, nur die feinere Ausbreitung von zwei Nervenfasern gezeichnet, und auch diese nur in soweit sie nahezu in derselben Ebene liegt.
- Fig. 2. Flächenansicht von einem Theil des Nervenepithels, frisch nach fünf Minuten langer Einwirkung von Iodserum. Man sieht hier im optischen Querschnitt die Körper der Kelchzellen als Fünf- oder Sechsecke, dazwischen als kleine matte Kreise die Ausläufer mehrerer Cylinderzellen, ausserdem in grosser Anzahl, sehr kleine dunkelgerandete Kreise, die Zinken von Gabelzellen.
- Fig. 3. Zwei Kelchzellen, eine Cylinder- und zwei Gabelzellen im Zusammenhang isolirt. Von einer Zunge, die zwei Tage in der im Text angegebenen Mischung von Glycerin und doppeltchromsaurem Kali gelegen hatte. — Setzt man Fig. 3 auf Fig. 4, so erscheinen die unteren Ausläufer der Gabelzellen ganz von selbst als Fortsetzungen der blassen Nervenfasern, wie dies in Wirklichkeit sehr wahrscheinlich der Fall ist.
- Fig. 4. Eine Kelchzelle und eine an ihr haftende Gabelzelle. Ebendaher.
- Fig. 5. Stück von dem Nervenknäuel einer Geschmackspapille, von dem durch Maceration in Iodserum alle Kelch- und Gabelzellen abgefallen und nur die Cylinderzellen sitzen geblieben sind. Die Cylinderform des langen Fortsatzes der letzteren Zellen ist hier durch Ausfliessen von Protoplasma in eine Bandform übergegangen.
- Fig. 6. Eine Kelchzelle, frisch in Iodserum.
- Fig. 7. Kelchzelle, aus welcher das Protoplasma herausquillt, während die Membran sich in Falten legt.
- Fig. 8. Kelchzelle, aus deren oberem Theil (dem Körper), das Protoplasma ganz ausgeflossen ist.
- Fig. 9. Eine Zelle, wie 8, von oben gesehen. Iodserumpräparat.

Fig. 40. Cylinderzelle, frisch in etwas Speichel isolirt.

Fig. 41. Cylinderzelle aus einem Glycerin-Chromsäurepräparat.

Fig. 42. Gabelzelle, frisch in Iodserum isolirt. Der centrale Fortsatz ist beschädigt.

Fig. 43.—49. Gabelzellen von verschiedener Form, mittelst Glasstäbchen aus Papillen isolirt, die einige Tage in der Mischung von Glycerin und doppelt-chromsaurem Kali gelegen hatten. 45, 46, 48 und 49 sind bei der Präparation durch Abbrechen von Fortsätzen verunstaltet worden.

Fig 4.



Fig 5.



Fig 3.



Fig 1.

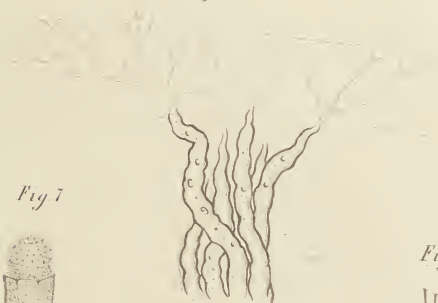


Fig 7.



Fig 6.



Fig 8.



Fig 9.



Fig 2.

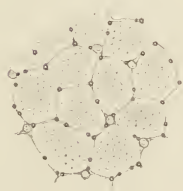


Fig 13.



Fig 12.



Fig 10.



Fig 11.



Fig 14.



Fig 15.



Fig 16.



Fig 17.



Fig 18.



Fig 19.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1867-1868

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Engelmann Theodor Wilhelm

Artikel/Article: [Ueber die Endigungen der Geschmacksnerven in der Zunge des Frosches. 142-160](#)