

Tastzellen und Tastkörperchen bei den Hausthieren und beim Menschen.

Von

Prof. **Fr. Merkel**
in Rostock.

(Hierzu Tafel XLII und XLIII.)

R. Wagner sagt in seinen neurologischen Untersuchungen ¹⁾ bei der Besprechung der neuentdeckten Tastkörperchen: »Einer der wichtigsten und ich möchte sagen leider fatalsten Punkte ist vom Verfasser festgestellt worden; nämlich der, dass die Tastkörperchen beim Menschen auf die Haut der Hände und Füße beschränkt sind. Dies ist in der That ein ganz räthselhaftes Verhältniss, wodurch leider der physiologische Werth der ganzen Entdeckung bedeutend vermindert wird.«

Er spricht mit diesen Worten aus, dass trotz der bahnbrechenden Entdeckung, welche ihm und Meissner geglückt war, noch immer genug zu thun übrig blieb, um die ganze Haut mit denjenigen Nerven auch morphologisch zu versorgen, mit welchen sie physiologisch seit E. H. Weber ausgestattet war. Die seitdem verflossenen Jahre haben, wie gewiss jeder Anatom sich selbst sagen wird, noch nicht genug gethan, um diese Lücke auszufüllen. Krause's ²⁾ Auffindung der Endkolben und Cohnheim's ³⁾ Entdeckung der freien Endigungen im Epithel der Cornea, die von Langerhans und Eberth für die äussere Haut bestätigt wurde, genügten noch nicht zur Er-

1) Neurolog. Untersuchungen. Göttingen, Wigand 1854. p. 137.

2) Zeitschrift für rat. Medicin. 3. Rhe. Bd. V.

3) Virchow's Archiv. Bd. 38. p. 343.

klärung aller physiologischen Vorgänge. Am besten beweisen dies die vielen in den letzten Jahren erschienenen Einzeluntersuchungen, deren fast jede an den verschiedenen Stellen der äusseren Haut und ihrer Fortsetzungen in die Körperhöhlen, auch eine besondere Art von Nervenendigung beschreibt. Ja die vor Kurzem noch erschienenen zu verschiedenen Resultaten kommenden Arbeiten von *Thin* und *Langerhans* thun sogar dar, dass man die Tastkörperchen selbst in ihrem inneren Bau noch ebensowenig vollständig kennt, als dies zu Zeiten der ersten genauen Beschreibung von *Meissner*¹⁾ der Fall war und so müssen wir auf unsere jetzigen anatomischen Kenntnisse von der Endigung der Hautnerven noch unbefriedigter blicken, als 1854 *Wagner*, der damals noch auf die Fortschritte der nun dahingegangenen zwanzig Jahre hoffen konnte.

Wie ich schon an einem anderen Orte²⁾ aussprach, glaube ich, dass es lediglich der bis heute falsch gewählte Angriffspunkt war, welcher es nicht erlaubte, einen vollständigen Einblick in die Nervenverhältnisse der Haut zu gewinnen. Der Mensch, den man vor allen anderen Geschöpfen bevorzugte, ist weitaus am schwierigsten zu untersuchen. Selbst das Kaninchen, dieses viel durchforschte Thier, zeigt die Endigungen seiner Hautnerven weniger willig als manche andere Species. So kommt es, dass bei ersterem nur *Langerhans*³⁾ die Nerven bis in das Epithel eindringen sah, während sie allerdings bei letzterem Thier von *Eberth*⁴⁾, *Elin*⁵⁾ und Andern an manchen Stellen bis zu knopfförmigen Endigungen verfolgt wurden. Im Studium der Tastkörperchen aber konnte man dadurch nicht weiter kommen; wusste man ja nicht einmal, ob sie bei irgend welchen Geschöpfen ausser dem Menschen und dem Affen existirten. Die Frage — so schien es mir — musste von vergleichend-anatomischem Standpunkte aus behandelt werden.

Schon bald nach Beginn meiner Untersuchungen traf ich auf ein Object, welches fast beim ersten Präparate Licht in die bis dahin dunklen Verhältnisse brachten. Es waren dies die Vögel, speciell

1) *G. Meissner*, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut. Leipzig. Voss. 1853. 4°.

2) *Göttinger Nachrichten* 1875. Nr. 5.

3) *Virchow's Archiv*. Bd. 44. p. 325.

4) *Schultze's Archiv*. Bd. VI. p. 225.

5) *Schultze's Archiv*. Bd. VII. p. 382.

die Schwimmvögel. Bei der Ente und Gans finden sich Gebilde, welche alle Verhältnisse weit klarer und deutlicher überblicken lassen, als es bei Säugethieren der Fall ist. Nach den ersten und wichtigsten Erfolgen hatte dann die Auffindung der Tastnervenendigungen auch bei den Säugethieren nur mit verhältnissmässig geringen Schwierigkeiten zu kämpfen.

Characterisire ich mit kurzen Worten die Verhältnisse, so sind sie folgende. Die einfachste Form der tastempfindenden Organe sind blasenförmige Zellen mit hellem Kerne, in deren Protoplasma sich eine marklose Nervenfaser einsenkt. Ich nenne sie »Tastzellen«. Sie stellen terminale Ganglienzellen dar, sind aber mit den bis jetzt beschriebenen terminalen Ganglien, wie unten gezeigt werden wird, nicht identisch.

Diese Tastzellen können sich zwei und zwei zusammen lagern, indem sie sich mit ihren Breitseiten aneinanderlegen, und von einer gemeinsamen, faserigen Bindegewebshülle umgeben sind. Sie mögen dann »Zwillingtastzellen« heissen. Auch sie werden von einer einzigen Nervenfaser versorgt, welche zwischen die beiden Zellen eindringt, und sich in denselben verliert. Wenn sich mehr als zwei Tastzellen in einer Kapsel vereinigt finden, ist ein »einfaches Tastkörperchen« zu Stande gekommen. Auch dieses wird nur von einer einzigen dunkelrandigen Nervenfaser versorgt, welche beim Eintritt in das Körperchen die Markscheide abwirft und dann an jede Zelle ein zartes Aestchen abgibt. Treten mehrere solcher einfacher Tastkörperchen in engere Verbindung, so entsteht ein »zusammengesetztes Tastkörperchen«, welches nun natürlich so viele Nervenfasern erhält, als einfache Tastkörperchen in ihm enthalten sind.

Es ist also eine Reihe von principiell durchaus gleichwerthigen Organen in der Haut vorhanden, welche sich jedoch in ihrer Gruppierung sowohl gegenseitig, als auch in Bezug auf andere Gewebstheile, aus denen sich die Haut aufbaut, verschieden verhalten können.

Eine zweite, von der in Rede stehenden im Princip durchaus verschiedene Gruppe in der Haut vorkommender Nervenenden umfasst die freien Endigungen, die Endkolben und die Vater'schen Körperchen; sie wird Gegenstand einer späteren Abhandlung sein.

Wende ich mich nun zu der Einzeldarstellung der soeben skizzirten Tastnervenendigungen, so muss ich bezüglich der Methode vorausschicken, dass sich dieselben am besten an Präparaten prä-

sentiren, welche in starken Osmiumsäurelösungen ($\frac{1}{2}$ —1%) erhärtet sind. Sehr kleine Stückchen ganz frischer Haut, an welchen man im gegebenen Falle so viel wie möglich von den tiefsten Schichten der Cutis und den oberflächlichen der Epidermis durch Rasirmesserschnitte abgetragen hat, werden in die Lösung gebracht und verweilen in derselben ein bis zwei Tage. Dann legt man sie auf dieselbe Dauer in Wasser und schliesslich in starken Alcohol, in welchem sie definitiv aufbewahrt werden. Schneidbar sind die Stücke schon nach den ersten 24 Stunden, doch pflegen in dieser Zeit die Farbenunterschiede noch so gering zu sein, dass es schwierig ist, die Tastzellen zu finden. Nach Verlauf von 14 Tagen bis 3 Wochen aber sind die Präparate so schön in der Farbe nuancirt, dass es schon mit schwachen Vergrösserungen gelingt, die meist ganz hell bleibenden Tastzellen wahrzunehmen.

Bei den schon Eingangs als besonders günstige Objecte genannten Hausschwimmvögeln, der Ente und Gans, sind die Tastzellen so gross, dass sie den Zellen der Spinalganglien nicht nachstehen (im Mittel 0,056 Mm. im Querdurchmesser). Sie wurden hier, wie auch bei den übrigen Vögeln im Schnabel und der Zunge gesucht und auch gefunden. Sowohl frisch, wie auch aus Alcohol und Müller'scher Flüssigkeit zeigen sie sich ebenso deutlich, als in Osmiumpräparaten und so wäre es wirklich zu verwundern gewesen, wenn sie nicht schon gesehen worden wären. Zwar war weder Herbst¹⁾, der den Schnabel und die Zunge der Ente untersuchte, noch W. Krause²⁾, der dieselben Organe bearbeitete, der Tastzellen ansichtig geworden. Letzterer gibt sogar die Vaterschen Körperchen als die einzigen Hautnervenendigungen bei Vögeln an. In neuerer Zeit jedoch ist es Grandry³⁾ gelungen, sie zu finden. Freilich aber hat er sie in ihrer Bedeutung nicht erkannt; denn er bildet sie zum Theil zerstört, zum Theil in ganz unmöglichen Formen ab, und sagt über sie weiter nichts, als er habe Nervenendigungen gefunden, »sur la structure desquels je ne suis pas encore tout à fait fixé, surtout au point de vue de la terminaison du nerf«. Sonst finde ich sie in der Literatur weiter nicht erwähnt.

1) Die Pacinischen Körperchen. Göttingen 1848.

2) Die terminalen Körperchen der einfach sensiblen Nerven. Hannover 1860.

3) Sur les corpuscules de Pacini. Journal de l'anatomie etc. von Robin. Bd. VI. 1869. p. 393.

Was ihr Aussehen anlangt, so gleichen sie ganz und gar den Zellen der Spinalganglien. Die zarte und gleichmässige Granulirung, der runde und mit derber Hülle versehene Kern, sowie die concentrische und radiäre Streifung, welche durchaus der von M. Schultze beschriebenen Ganglienzellenstructur entspricht, charakterisiren sie genügend. Auch die Eigenschaft des Kernes, durch die Einwirkung der Essigsäure abzublassen, theilen sie mit den Ganglienzellen.

Das wichtigste und sicherste Merkmal für ihre Natur aber ist selbstverständlich der Nerveneintritt. Dieser ist nun mit grosser Leichtigkeit zu constatiren. Sowohl an frischen Präparaten (Fig. 1), wie an solchen, die in Osmium gehärtet sind (Fig. 2), sieht man in der Profilansicht den Eintritt der Nervenfasern in die kleinen Tastorgane ohne Anstand. Trifft man bei den Zwillingstastzellen, wie den abgebildeten, ein Profilbild, welches gegen die eben genannten Figuren um 90° gedreht ist, dann erhält man den Querschnitt der eben vom ihrem Marke entblösten Faser (Fig. 4). Stellt man tiefer ein, so sieht man diesen Querschnitt gleichsam zerfliessen, ein Beweis dafür, dass die Faser in die Substanz der Zellen sich auflöst. Die Schwannsche Scheide der Nervenfasern geht in die Hülle der Zellen direct über (Fig. 2), und es ist zwischen beiden kein Unterschied, weder was Lichtbrechung, noch was Dicke anlangt, zu constatiren.

Was die Lage der in der Wachshaut der Ente und Gans liegenden Tastzellen betrifft, so finden sie sich in der eigentlichen Cutis, nicht sehr weit von der Basis des Epithels entfernt, unbedeutend höher, als die reichlich vorhandenen Vater'schen Körperchen. Sie sind, wie die Vergleichung von Quer- und Flächenschnitt ergibt (Fig. 3), flach kuchenförmig gestaltet, und liegen stets so, dass die Fläche der Zellen der Oberfläche der Haut parallel steht, während man die Kantenansicht (Fig. 1—3) auf dem Querschnitt der Haut zu sehen bekommt.

In der Wachshaut der Ente bildet das Vorkommen regelmässiger Zwillingzellen das gewöhnliche Verhalten, doch findet man auch öfter drei und vier Zellen übereinander liegen, selbst Combinationen von grösseren und kleineren Tastzellen, wie in Fig. 5, fehlen nicht. Bei der Gans sind die Gestalten weniger regelmässig, man kann sogar sehr grosse Zellen finden, welche zwei bis drei Kerne enthalten. Ueberhaupt ist bei letzterem Thier die Wachshaut sowohl mit reichlicheren, als auch mit mannigfaltigeren Endigungen

versehen, wie bei der Ente, während hinwiederum diese in der Zunge einen bedeutenderen Formenreichtum zeigt, als die Gans. Die Zunge der Ente kann man sogar das schönste und, auch bequemste Object für das Studium der Tastzellen nennen. Denn stets gelingt es mit voller Sicherheit die an Nervenendigungen sehr reichen Papillen frisch zu schneiden, oder in Osmium genügend zu erhärten. In Fig. 9 habe ich die Oberfläche einer Entenzunge dargestellt. In a, b und c sieht man grössere und kleinere verhornte Papillen, welche sämmtlich Tastzellen, meist als Zwillinge, enthalten; die in d angegebenen Papillen aber sind weich, überragen kaum das Niveau der Schleimhaut und sie sind es, welche vor allem reich an Nervenendigungen sind. In Fig. 8 ist der Durchschnitt einer solchen Papille abgebildet. Die Vater'schen Körperchen liegen mehr nach der Basis zu, während die Tastzellencombinationen die Spitze des Hügels dicht unter dem Epithel einnehmen. Man trifft Papillen, welche noch weit mehr Tastorgane enthalten, als die abgebildete.

In denselben sieht man nun die deutlichsten Uebergänge von den kleinsten einfachen Tastzellen bis zu den zusammengesetzten Tastkörperchen, und es sind die in Fig. 6 und 7 dargestellten Endorgane dieser Stelle entnommen. Besonders Fig. 6 ist für das Verständniss von der Endigungsweise der Nerven von hoher Wichtigkeit. Hier zieht die blass gewordene Nervenfasern in dem Tastkörperchen, welches aus vier Zellen besteht, in die Höhe, und tritt immer zwischen je zwei Zellen mit einer kleinen Verbreiterung ein. Ob hier nun blos der einen oder ob beiden Zellen Nervensubstanz durch eine solche Endigung zugeführt wird, ist natürlich mit absoluter Sicherheit nicht zu entscheiden, doch sprechen die Zwillingstastzellen wie Fig. 2, entschieden für das letztere. Begegnet man einer einfachen Tastzelle, bei welcher man eine günstige Profilsicht des Nerveneintrittes findet, so sieht man hier ebenso wie bei den Säugethieren, dass der Axencylinder einfach mit dem Zellprotoplasma zusammenfliesst. Die Art und Weise, wie ein zusammengesetztes Tastkörperchen zu Stande kommt, erläutert ein Blick auf Fig. 7 besser, als alle Worte.

So ausnehmend schöne und bequem zu untersuchende Objecte, wie die Entenzunge finden sich in der ganzen von mir bis jetzt untersuchten Thierreihe nicht mehr. Doch sind auch bei den anderen im Haus gehaltenen Vögeln, dem Huhn und der Taube die Verhält-

nisse günstiger, als bei vielen anderen Species¹⁾. Besonders die Gaumenseite der Spitze des Oberschnabels liefert recht gute Präparate. Die Zellen sind bei weitem kleiner, als bei den Schwimmvögeln, und liegen in und unter den Papillen meist gruppenweise zusammen. Im ersten Augenblick ist man sogar versucht, Gruppen, wie die in Fig. 10 abgebildete, besonders wenn sie noch etwas dichter stehen, für Knorpelzellen zu halten. Die gewöhnlichen Reactionen aber ergeben die Unmöglichkeit einer solchen Täuschung und der Herantritt von Nervenfasern sichert die Diagnose vollständig. Man findet hier oft sehr dicht zusammenliegende Gruppen, doch kommt es zur nachweislichen Bildung von einfachen Tastkörperchen nicht. Zwillingsstastzellen scheinen die höchste Entwicklungsstufe der Tastnervenendigung darzustellen.

In der Schnabelspitze der Taube (Fig. 11) zeigt sich ein Verhältniss, welches als Uebergang zum Vorkommen bei anderen Wirbelthierklassen von Interesse ist. Man beobachtet hier nämlich nicht selten, dass die Tastzellen, aus der Cutis sich erhebend, in das Epithel vorrücken. Sie ragen dann entweder nur zur Hälfte ihres Körpers in das Stratum mucosum hinein oder befinden sich ganz in demselben, von den Epithelzellen so vollkommen umschlossen, dass nur noch ein schmaler Stiel, nämlich der eintretenden Nerve, die Verbindung mit der Cutis aufrecht erhält. Die regelmässige discussartige Gestalt der Zellen, wie sie in der Cutis ausnahmslos beobachtet wird, ändert sich bei diesen in das Epithel vorgerückten Zellen oft in eine mehr kugelige oder birnförmige um.

Bei der Untersuchung der Säugethierhaut lag es nahe, ebenfalls Stellen zu wählen, welche beim Tasten eine grössere Rolle spielen. Ich wandte mich daher, auch in Berücksichtigung noch anderer Vorzüge dieser Stelle, an die unbehaarten Theile der Schnauze. Vor allem musste der Rüssel des Schweines ein gutes Object sein, wenn wirklich die Annahme, dass man in den beschriebenen Zellen Tastorgane vor sich hat, richtig war. In der That lassen an dieser Stelle auch die Tastzellen sowohl an Zahl, wie an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig. Doch war es höchst auffallend und interessant, dass hier die fraglichen Zellen nicht in der Cutis, wie es bei den

1) Bei Singvögeln z. B. sind die Zellen sehr flach, die Tastkörper also mehr geldrollenartig, wodurch auch Ithler an der richtigen Erkenntniss der in der Zunge befindlichen Endorgane verhindert wurde.

Vögeln im Allgemeinen der Fall ist, sondern durchweg in der Epidermis ihren Platz finden. Fig. 12 gibt eine Darstellung dieser Verhältnisse. *z* ist ein Epithelzapfen, wie er zwischen den Papillen (*p, p*), die hier sehr hoch und schlank sind, in die Tiefe ragt. An seiner Basis zwischen den untersten Zellen des Stratum mucosum liegen die Tastzellen, welche hier im Schweinsrüssel zwar immer ohne näheren gegenseitigen Zusammenhang, aber doch fast stets zu grösseren Gruppen vereinigt, beisammen stehen. Die Basis des Epithelzapfens ist dahn förmlich aufgetrieben, um allen Endigungen Platz zu gewähren. Sind die Gruppen klein, so genügt auch der Raum in den nach gewöhnlicher Weise kegelförmig abgestutzten Enden der Epithelzapfen. Oefters begegnet man isolirten Zellen (Fig. 12a), welche sich etwas weiter nach der Hautoberfläche hinauf gelagert haben, aber doch auch hier stets in den allertiefsten Lagen der Epidermis ihren Platz behaupten.

Der Schweinsrüssel ist ebenso, wie die Entenzunge, ein Object, dessen Haut sich auch ohne weitere Behandlung sehr gut zur Ausführung feinsten Rasirmesserschnitte eignet, und man kann sich am frischen Organ davon überzeugen, dass man es mit hellen Zellen zu thun hat, deren sehr zarter Kern nur bei voller Aufmerksamkeit dem Beobachter sichtbar wird. Ebenso wie bei der Ente tritt auch hier der Kern auf Essigsäurezusatz weniger scharf hervor, wie in nicht nervösen Zellen. Verdünnte Natronlösung, das alte Universalreagens für Tastkörperchenuntersuchungen, verwandelt die ganze Tastzellengruppe schnell in eine gleichmässige, schwach granulirte Masse, während die Epithelzellen in der Umgebung ihre Conturen noch durchaus erhalten zeigen. Wahrscheinlich beruht auch auf dieser Eigenschaft der Natroneinwirkung das Auffinden des angeblichen Innenkolbens im Innern der menschlichen Tastkörperchen.

Wendet man Osmiumsäure an, dann werden die Epithelzellen dunkel, wie es in Fig. 12 wiedergegeben ist. Die Tastzellen aber treten als ganz helle Blasen mit dem unveränderten blassen Kern aus der dunklen Umgebung scharf hervor und lassen sich, auch wenn sie einzeln liegen, deutlich erkennen. Sie sind von einer sehr scharf contourirten Hülle umgeben, welche sich hier ebenso, wie bei den Vögeln als die directe Fortsetzung der Schwann'schen Nervenscheide zeigt. Ein gezackter Grenzcontour, wie er bei den mit Riffen versehenen umliegenden Epithelzellen schön zur

Beobachtung kommt, fehlt durchaus, was ebenfalls dazu beiträgt, die Zellen vor ihrer Umgebung auszuzeichnen .

Hat das Osmium, wie es manchmal, besonders bei zu dicken Stücken, vorkommt, nicht die gewünschte Wirkung gehabt, dann sieht man viele Epithelzellen von Vacuolen eingenommen, welche hier und da den Tastzellen nicht ganz unähnlich aussehen. Doch ist eine Verwechslung wegen des Fehlens jeder Andeutung eines Kernes in dem hellen Raum nicht wohl möglich. Die Tastzellen pflegen sich in einem solchen Falle auch nicht intact zu halten, sondern verändern sich so, dass sie, zu einer glasigen Scheibe zusammengeschrumpft, der äusseren (d. h. der Hautoberfläche zugewandten) Seite ihrer Umhüllung anliegen.

Der continuirliche Zusammenhang des Zellprotoplasmas mit der doppelcontourirten Nervenfasern ist bei Säugethieren weit schwieriger zu constatiren, als bei den genannten Vögeln und es würde uns kein Vorwurf treffen, wenn wir beim Tastsinn ebenso, wie beim Geruchs-, Geschmacks- und Gesichtssinn ein kleines Stückchen Continuität zwischen dem Nerven und dem eigentlichen Endorgane vermissen. Doch ich befinde mich in der glücklichen Lage, auch beim Säugethier den Zusammenhang ganz und ohne Unterbrechung constatiren zu können. Die Schwierigkeit einer vollständigen Darstellung des Verlaufes von der doppelcontourirten Nervenfasern bis in die Zelle beruht darin, dass die Fasern schon sehr frühe, während sie sich mehrfach theilt, ihr Nervenmark verliert, wodurch sie in dem umgebenden Bindegewebe gar nicht mehr aufzufinden ist. Gelingt dies aber doch, und hat man eine Fibrille bis zum Eintritt in das Epithel verfolgt, dann windet sie sich hier meist zwischen den Epithelzellen so mäandrisch durch, dass man sie alsbald aus dem Gesichte verliert, und nur selten ist ein Fall, wie der in Fig. 12 bei b dargestellte, wo in Einem Schnitte der ganze Verlauf einer Fasern bis in die Zelle sichtbar wird.

Doch wendet man sich an ein anderes Object, dann verschwinden alle Schwierigkeiten, und der ganze Zusammenhang lässt sich fast immer demonstrieren, — es ist dies in den Tasthaaren. Schon Dietl¹⁾ und Sertoli²⁾ haben hier die Nerven durch die Glashaut bis in das Epithel der Wurzelscheide verfolgt, aber die Endigung

1) Wiener Sitzungsberichte 66. Band. III. Abthl. 1872.

2) Sertoli, Estratto dalla Gazzetta Medico-Veterinaria Anno II.

nicht ganz richtig erkannt. Der letztere glaubte die Terminalgebilde in sternförmigen, anastomosirenden Zellen zu sehen, während der erstere knopfförmige Endigungen beschreibt. Beide wurden sie durch die Vergänglichkeit der Tastzellen irre geleitet. In Gold nämlich zieht sich deren blauroth gefärbtes Protoplasma in den verschiedensten Formen von der Wand zurück und täuscht so sternförmige Zellen vor, während in Osmium ebenfalls mancherlei Zerstörungsformen vorkommen, die wiederum ganz an die Dietl'schen Bilder erinnern (vergl. Fig. 14). Der Grund, warum es so schwer ist, an grösseren Tasthaaren ganz vollkommen erhaltene Tastzellen zu sehen, ist der, dass das Reagens, auch wenn man den Balg öffnet, doch durch die dicke Glashaut nur sehr schwer einzudringen vermag und dadurch den zarten Nerven gebildet Zeit lässt, sich vor der Einwirkung des Reagens zu verändern. Benutzt man aber die kleinsten Tasthaare, wie sie sich an der Grenze der behaarten Lippen bei allen Säugethieren finden, und wie sie als ganz kleine Borsten auf der Fläche des Schweinsrüssels in ziemlich regelmässigen Abständen stehen, dann erhält man eine genügende Reaction. Die Fig. 13 stellt den Querschnitt durch ein Rüsseltasthaar des Schweines dar, und zwar ist der Schnitt ziemlich dicht unter den Talgdrüsen geführt. Es sind hier die Zellen ganz ebenso schön, wie in den Epithelzapfen der eigentlichen Haut erhalten und man sieht die Fasern, welche meist schon ihre Markscheide abgeworfen haben, in ihre Hülle eingeschlossen, durch die dünne Glashaut durchtreten und in das Protoplasma der Zellen sich einsenken. Die letzteren bilden einen Gürtel um das Haar, den man am besten mit dem Gürtel vergleichen kann, welchen die Geschmacksknospen um die Papillae vallatae bilden.

Verzichtet man auf die Darstellung des ganz directen Zusammenhanges, so kann man sich aus jedem Präparate die Durchschnitte zusammensuchen, die die Continuität fast ebenso sicher erschliessen lassen, wie es eines der ersteren Präparate vermag. So kann man einerseits die Zellen mit ihren Stielen — den Axencylindern — gegen die Cutis hinstreben sehen, während man die Nerven, ihr Mark abwerfend, in die nächste Nähe des Epithels herantreten sieht. Soweit wie in Fig. 15 ist der Zusammenhang bei den anderen Sinnesorganen kaum verfolgt, und trotzdem steht man nicht an, denselben zu präsumiren, so dass es wohl kein allzu gewagter Schluss ist, wenn ich annehme, dass bei a nur eine kleine

Biegung des Nerven durch den Schnitt weggenommen ist, und dass hier der Zusammenhang mit der Tastzelle bestand.

Vergleicht man ferner die Verhältnisse, wie sie in Fig. 13 bei a', b und c dargestellt sind, dann wird man leicht erkennen, dass es bei a' nur eines etwas tiefer gelegten Schnittes bedurft hätte, um ein Bild, wie in b zu erhalten, und dass sich an dieses wieder der in c gezeichnete Nervendurchschnitt unmittelbar anschliesst. Einmal darauf aufmerksam geworden, findet man solche Durchschnitte in allen Präparaten wieder.

Ebenso, wie beim Schwein und Rind, so lassen sich auch beim Schaf, bei der Katze, dem Hund, Kaninchen und allen übrigen in unseren Gegenden lebenden Säugerklassen die Tastzellen an den empfindlichsten Stellen nachweisen, und ich habe ausser an der Schnauze, auch an der Lippe, den Augenlidern, der Vola manus und Planta pedis, an den Ohren, dem Schwanze u. s. w. solche gefunden. Ich darf über dieselben jedoch hier, wo es sich nicht um eine systematische Specialuntersuchung handelt, hinweggehen.

Beim Menschen nun, wo sich in den Tastkörperchen wieder Endorgane finden, welche in die Cutis herunterrücken, ist deren Analysirung desshalb etwas schwierig, weil sie von einer ziemlich derben, mit Kernen versehenen Faserhülle umgeben sind. Doch ist es auch hier auf recht feinen Schnitten möglich, die zellige Structur des Körperchens in weiterer Ausdehnung zu beobachten (Fig. 16). Hier noch näher auf diese zellige Beschaffenheit der Tastkörperchen einzugehen, halte ich für überflüssig, da es auf jedem Querschnitte der Haut, welcher Tastkörperchen enthält, möglich ist, durch Drehung der Mikrometerschraube nachzuweisen, dass die Querstreifen des Tastkörperchens nicht Oberflächengebilde sind, sondern vollständig durchgehenden Trennungsflächen entsprechen, wodurch schon an sich ein unregelmässig geldrollenartiger Aufbau der Tastkörperchen bewiesen wird. Ferner aber hat schon Langerhans¹⁾ davon eine so durchaus treue Darstellung sowohl was die Beschreibung, als was die Abbildungen anlangt, gegeben, dass ich mich hier beschränken kann, darauf zu verweisen. Die eigentliche Bedeutung der Zellen aber ist diesem Forscher entgangen, aus dem schon oben angeführten Grunde, weil nämlich die menschliche Haut für den Anfang das weitaus ungünstigste Object zum Studium der Tast-

1) Schultze's Archiv Bd. IX. p. 730.

körperchen bildet. Er charakterisirt die Tastzellen folgendermassen: »Gestalt der Kerne, der Zellen und mehr fast noch ihre Färbung stimmen mit der von Bindegewebszellen überein und es wird daher gerathen sein, sie bis auf Weiteres der gemischten Gesellschaft dieser Elemente anzureihen«.

Die Nerven aber verfolgt er bis zu dem Aufhören des Myelingehtes (seine Endknospen), und glaubt die Endigungen in den angeschwollenen Myelinknöpfchen zu sehen. Es ist nun schon a priori unwahrscheinlich, dass ein Nerve bis zu seinem definitiven Ende das Myelin bewahrt, und ausserdem lässt sich ganz zweifellos nachweisen, dass eine Anzahl von Nervenfasern ihr Mark abwirft und in der bekannten Weise, als dünner Faden von zwei Contouren begrenzt, sich fortsetzt. Die Endknospen erklären sich dadurch, dass man stets, wenn die marklose Faser nicht in gleicher Flucht mit der markhaltigen liegt, von welcher sie abgeht, sondern sich im Winkel von ihr trennt, eine den Endknospen analoge knopfförmige Abrundung derselben findet (Fig. 14).

Dass die an ein menschliches Tastkörperchen herantretenden Nervenfasern in bestimmten Beziehungen zu den einzelnen Abtheilungen stehen, oder mit andern Worten, dass das menschliche Tastkörperchen ein zusammengesetztes ist, welches sich aus mehreren einfachen aufbaut, hat auch schon T h in ¹⁾ beschrieben und illustriert. Ich kann noch hinzufügen, dass man nicht selten auch Papillen findet, in welchen sich die einfachen Tastkörperchen gar nicht näher vereinigen, sondern von je einer dunkelrandigen Faser versorgt, zerstreut im Bindegewebe eingebettet sind.

Auch einzelne Tastzellen kommen in der Finger- und Zehenhaut des Menschen vor. Sie sind freilich nicht sehr häufig und man kann Schnitten begegnen, wo man sie erst nach langem Suchen zu Gesicht bekommt. An anderen Stellen der Haut, welche der Tastkörperchen ganz entbehren, oder doch deren sehr wenige haben, sind die vereinzelt Tastzellen häufiger, und suchen sich dann als Standort mit Vorliebe die in die Tiefe ragenden Epithelzapfen aus, wie es Fig. 17 von einem der Unterschenkelhaut entnommenen Schnitte zeigt. Dicht hinter dem Nagelfalz und am Hals, den einzigen Gegenden, welche ich bis jetzt ausserdem untersuchen konnte,

1) Wiener Sitzungsberichte Mai 1873; ferner: Journal of Anatomy and physiol. Bd. VIII. p. 30.

ist das Verhältniss nicht anders. An allen diesen Stellen liegen die Tastzellen stets in der tiefsten Schichte der Epidermis, wie es auch in Fig. 17 dargestellt ist. Mit der Hälfte ihres Leibes pflegen sie sogar in die Cutis hineinzuragen. Ja es sind mir mehrmals Präparate begegnet, in welchen einzelne Tastzellen ganz in die Cutis heruntergerückt waren und dann dicht unterhalb des Epithelstratum ihren Platz fanden.

Den Zusammenhang der Tastzellen in der menschlichen Haut mit doppeltcontourirten Nervenfasern nachzuweisen, ist mir bis jetzt noch nicht mit wünschenswerther Sicherheit gelungen. Man sieht zwar alle Bilder, welche auf eine abgehende Faser hindeuten beim Menschen ebenso, wie bei den oben beschriebenen Säuge- thieren (vergl. Fig. 13, 15 u. 17), doch verliert sich der von der Zelle ausgehende Fortsatz regelmässig an der Grenze der Cutis, während die Nerven, wie es schon R. Wagner bekannt war, an vielen Stellen der Haut ganz zu fehlen scheinen, d. h. des Markes entbehren. Auch das Gold hat mir in der Verfolgung des Zusammenhanges nur so viel geleistet, dass ich denselben einmal gesehen zu haben glaube. Ein solches Unicum aber beweist natürlich nur sehr wenig oder gar nichts. Es muss desshalb einer anderen Methode vorbehalten bleiben, diesen Zusammenhang noch zu constata- tiven. Trotzdem aber wage ich es jetzt schon, die in Fig. 17 ab- gebildeten Zellen als Tastzellen anzusprechen, weil die Analogie mit den beim Schwein, Rind, Schaf und anderen Thieren gefundenen, wo es regelmässig gelang, den Zusammenhang von Nerv und Zelle sichtbar zu machen, eine so vollkommene ist, dass eine Verwechse- lung mit anderen Gebilden ausgeschlossen erscheint.

Es würde nun noch die Frage zu beantworten sein, ob die von mir beschriebenen Zellen dasselbe sind, wie die Langerhans'- schen ¹⁾, oder ob man Gebilde anderer Art vor sich hat. Dem Leser wird es nach dem Vorstehenden schon jetzt nicht mehr zwei- felhaft sein, dass Langerhans andre Dinge beschreibt. Denn erstens sind die von mir aufgefundenen Zellen nichts weniger als sternförmig und zweitens befinden sie sich nicht an der äusseren, der

1) Virchow's Archiv Bd. 44. p. 325. Auf die Besprechung der von Tomsa (Wiener med. Wochenschr. 1865. No. 53) mitgetheilten Unter- suchungen kann ich augenblicklich nicht weiter eingehen, da es mir bis jetzt an Gelegenheit fehlte, seine Ergebnisse einer Nachprüfung zu unterwerfen.

Hornschrift zugewandten Grenze der Schleimschichte, sondern ausnahmslos an der inneren, der Cutis anliegenden Seite derselben. Ausserdem ist es möglich, auch an gut conservirten Osmiumsäure-Präparaten die Langerhans'schen Zellen nachzuweisen und so durch ganz directen Vergleich an einem und demselben Schnitte zu constatiren, wie sehr sich die Tastzellen davon unterscheiden.

Die Bedeutung derselben ist durch vergleichende Untersuchung an verschiedenen Säugethierspecies zu ermitteln. Man hat nichts weiter vor sich als Pigmentzellen, mögen sie nun wirklich Pigmentmolecüle beherbergen oder nicht. Schon Paladino ¹⁾ hat auf die Ähnlichkeit der Langerhans'schen Zellen mit Pigmentzellen hingewiesen, ohne ihre Identität geradezu zu behaupten. Auch ich schwankte einige Zeit, bis ich durch zwei sich ergänzende Beobachtungen völlige Sicherheit erhielt. Ich fand nämlich, dass die grossen, den Corneakörperchen nicht unähnlichen Pigmentzellen, welche die äusserste Schichte der Froschhaut bilden, nicht selten, besonders an schwach pigmentirten Stellen in grösserer Anzahl ohne ein einziges Pigmentkörnchen angetroffen zu werden. Sie haben ganz die sternförmige Gestalt der Pigment tragenden Zellen, hängen auch mit solchen durch Anastomose zusammen und unterscheiden sich von ihnen nur durch ihr protoplasmatisches Aussehen. Es stand also fest, dass es auch unter durchaus normalen Verhältnissen Pigmentzellen ohne Pigment gibt, wie man es ja schon von dem pathologischen Präparat der albinotischen Choroidea her wusste. Ich machte darauf folgenden Versuch: Ein schwarz und weiss gefleckter Schweinsrüssel wurde so in Stücke geschnitten, dass die schwarzen Inseln und die weissen Stellen von einander getrennt wurden. Ein Schnitt durch das frische Organ bewies, dass in letzteren Theilen keine Spur von Pigment zu bemerken war. Die pigmentirten Stellen behandelte ich nun mit Osmium in der gewöhnlichen Weise, während ich die unpigmentirten Stücke in Goldlösung legte. Die Anfertigung der Schnitte ergab dann eine so absolute Uebereinstimmung in Lagerung, Aussehen und Menge der sternförmigen Zellen, in dem einen Präparat durch Pigment, in dem anderen durch Gold dunkel gefärbt, dass es unmöglich gewesen wäre, sie zu unterscheiden, hätte nicht der braune resp. rothe

1) Sulla terminazione dei nervi cutanei delle l'altra. *Bulletino dell' Associazione dei Naturalisti Medici per la mutua istruzione.* No. 10. 1871.

Grundton der Schnitte die Herkunft bewiesen. Auch von anderen Thieren entnommene Präparate waren so täuschend, dass es an vergoldeten Objecten oft genug unmöglich war, zu sagen, ob man pigmentirte Zellen vor sich hatte, oder nicht.

Im Gegensatz zu den Langerhans'schen Zellen erhalten sich die Tastzellen in Gold meist ziemlich schlecht. Wenn auch die Hülle oft ihre ursprüngliche Form bewahrt, so ändern doch die Zellen selbst ihre Gestalt nicht unbeträchtlich und man erhält Bilder, wie sie auch an missglückten Osmiumpräparaten zur Beobachtung kommen (Fig. 14).

Die Langerhans'schen Zellen dürfen also nach solchen Ergebnissen ihres bisher zweifelhaften Charakters entkleidet und definitiv in die Reihe der Bindegewebelemente verwiesen werden. Auch mit den von Freyfeld-Szabadföldy ¹⁾ beschriebenen, von Luschka ²⁾ bestätigten Zellen ist es nicht anders. Sie lassen sich besonders schön und reichlich in den Tastaar-Bälgen der Katze nachweisen, ohne jedoch weder frisch noch in Osmiumsäure, noch auch in Gold eine Färbung und einen Zusammenhang mit irgend einer Nervenfasern erkennen zu lassen.

So darf ich denn als Thatsache aussprechen, dass in der Haut nur eine einzige Art der Nervenendigung in Zellen vorkommt, die Endigung in Tastzellen.

Ausserdem aber konnte ich sowohl bei den Vögeln, wie auch bei den Säugethieren die an manchen Stellen in sehr bedeutenden Mengen vorkommenden Vaterschen Körperchen, die einfacheren Endkolben, bei den Säugethieren auch die frei zwischen den Epithelzellen des Stratum mucosum liegenden knopfförmigen Endigungen von Nerven bestätigen, und zwar gerade da, wo die meisten Tastzellen liegen (Entenschnabel, Schweinsrüssel) am schönsten. Es ergibt sich also das ebenso unerwartete, wie interessante Schlussresultat:

In der Vogel- wie Säugethierhaut kommen nebeneinander zwei nach dem ursprünglichen Bauplane grundverschiedene Arten der Nervenendigung vor, einmal in Tastzellen und dann mit freien Endknöpfchen.

1) Beitr. zur Histol. der Zungenschleimhaut. Virchow's Archiv Bd. 38. p. 177.

2) Schultze's Archiv Bd. V. p. 126.

Der Versuch liegt nun sehr nahe, diese Verschiedenheit auch physiologisch zu verwerthen, und ich glaube auch in der That die zelligen Enden als eigentliche Tastnerven, die freien Enden dagegen als Temperaturnerven deuten zu dürfen, worüber ich an anderer Stelle mehr berichten werde.

R o s t o c k, Pfingsten 1875.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XLII u. XLIII.

- Fig. 1. Zwillingsstastzelle aus einer verhornten Seitenpapille der Entenzunge. In dem frisch unter Humor aqueus untersuchten Präparat sind die Kerne nicht sichtbar, während sich der Eintritt der blass werdenden Nervenfasern in die Spalte zwischen beiden Tastzellen deutlich präsentirt.
- Fig. 2. Zwillingsstastzelle aus der Wachshaut der Ente. Die Zellkerne, der Nerven Eintritt und der Uebergang der Schwann'schen Scheide in die Tastzellenhülle sind sichtbar (Osmiumsäure-Präparat, wie alle übrigen Figuren mit Ausnahme von Fig. 9).
- Fig. 3. Flächenschnitt einer Tastzelle ebendaher. Der schwarze daneben befindliche Durchschnitt ist die zugehörige doppelcontourirte Nervenfasern.
- Fig. 4. Zwillingsstastzelle ebendaher. Zwischen den beiden Zellen ist der Durchschnitt der eintretenden, nun marklosen Nervenfasern sichtbar.
- Fig. 5. Tastzellencombination ebendaher.
- Fig. 6. Einfaches Tastkörperchen aus einer weichen Zungenpapille der Ente. Die Nervenfasern verlieren beim Eintritt zwischen Scheide und Tastzellen ihr Myelin, und senken sich aufwärts ziehend mit kleinen Verbreiterungen zwischen je zwei Tastzellen ein.
- Fig. 7. Zusammengesetztes Tastkörperchen ebendaher.
- Fig. 8. Durchschnitt durch eine weiche Zungenpapille der Ente, mit Tastzellen und Vater'schen Körperchen.
- Fig. 9. Oberfläche der Entenzunge. a, b, c verhornte, d weiche Papillen.
- Fig. 10. Papille aus der Schnabelspitze des Huhnes. Tastzellen und Nervenfasern.
- Fig. 11. Papille aus der Schnabelspitze der Taube. Einzelne Tastzellen sind in das Epithelstratum vorgerückt.

- Fig. 12. Epithelzapfen (z), aus dem Schweinsrüssel, eine grössere Tastzellen-
gruppe enthaltend. p, p die neben dem Epithelzapfen aufsteigenden
Papillen. a. Isolierte Tastzelle. b. Tastzelle, in welche sich eine
Nervenfaser einsenkt.
- Fig. 13. Tastaar vom Schweinsrüssel. a, a, a' In die Tastzellen eintretende
Nervenfaser. b. Durchschnitt einer Nervenfaser, die sich eben
mit der Zelle vereinigt. c. Durchschnitt einer solchen dicht vor
der Vereinigung.
- Fig. 14. Längsschnitt eines Tastaares der Katze. Die Tastzellen sind schlecht
conservirt. a. Glashaut zwischen dem Balg und dem Epithel der
Wurzelscheide.
- Fig. 15. Tastzellen in einem Epithelzapfen aus der Nase des Rindes.
- Fig. 16. Tastkörperchen aus dem menschlichen Finger. Längsschnitt, die
zellige Structur ist sichtbar.
- Fig. 17. Tastzellen in einem Epithelzapfen aus der Haut des menschlichen
Unterschenkels.
-



