

Beiträge zur Anatomie der Hautdecke bei Säugethieren.

Von

Hugo Ribbert, cand. med.

(Hierzu Tafel XI.)

Die nachstehenden Mittheilungen sind die Resultate von Untersuchungen, die ursprünglich auf ein engeres Feld gerichtet waren, als es nach der allgemein gehaltenen Ueberschrift scheinen könnte. Sie gingen aus von den Bemühungen, bei einheimischen Säugern Bildungen aufzufinden, die dem von meinem verehrten Lehrer Prof. Leydig¹⁾ beschriebenen „Schwanzstachel“ des Löwen entsprechen. Neben den in dieser Hinsicht erhaltenen Resultaten theile ich einige kleinere Beobachtungen, den Bau der Lederhaut betreffend, mit. Das Bestreben, die Ansicht Leydig's über den Schwanzstachel des Löwen als einer Art Tastorgan womöglich zu bestätigen, und die zu dem Zweck nothwendige Untersuchung der fraglichen Gebilde auf Nervenendigungen, führte mich allmählich auf das Gebiet der letzteren in der Haut der Säuger überhaupt. Der grössere Theil meiner Mittheilungen erstreckt sich auf dieses Gebiet. Die Reihenfolge der die Haut zusammensetzenden Gewebe, von innen nach aussen gerechnet, giebt mir den Weg zur Beschreibung des Gefundenen.

1) Müller'sches Archiv 1860.

Lederhaut.

a. Glatte Muskulatur.

Die Lederhaut des Schwanzes mancher Säuger ist von Interesse durch ihren Gehalt an glatter Muskulatur, über deren Existenz noch vor wenigen Jahren Meinungsverschiedenheiten vorhanden waren. Wenn in einer im Jahre 1871 unter Stieda erschienenen Inaugural-Dissertation die Existenz der glatten Muskulatur in der Säugethierhaut gänzlich in Abrede gestellt wurde, so ist dieser Irrthum schon von Leydig¹⁾ und nachher auch in einer neuen unter Stieda erschienenen Dissertation berichtigt worden. Zur Veranschaulichung dieser jetzt wohl von keiner Seite mehr geläugneten glatten Fasern dürfte nicht leicht ein Objekt geeigneter sein, als das von mir untersuchte. In erster Linie leistet hier gute Dienste die Schwanzhaut des Hundes, nächst dem die des Schafes. Es fallen an senkrecht auf die Hautoberfläche nach der Längsrichtung des Schwanzes geführten Schnitten ohne besondere Präparation die breiten zwischen den Haarschäften gegen den Haarbalg herabziehenden Bündel in die Augen. Dieselben entspringen dicht unter den Zellen des Rete in einzelnen kleineren Partien, die von Bindegewebszügen ihren Ursprung nehmen. Aus der Vereinigung dieser einzelnen Partien geht ein Strang hervor, dessen Dicke sehr variabel ist, oft weit hinter der des Haarschaftes zurückbleibt, oft den letzteren an Durchmesser übertrifft. Das Bündel inserirt am Haarbulbus.

Wenn auch zur Veranschaulichung dieser Verhältnisse einfache Aufhellung des Objectes genügt, so sind doch besondere Präparationen nicht zu verwerfen. Das Chlorgold besonders liefert ausserordentlich leicht zu überschende Bilder. Die intensiv roth gefärbten Muskelbündel heben sich von dem weniger gefärbten Bindegewebe scharf ab.

Die Zahl der Muskelbündel variirt. Man kann jedoch

1) Die Hautdecke und Hautsinnesorgane der Urodelen. Morphologisches Jahrbuch II.

meist in dem Zwischenraum zweier Haare zwei, nicht selten sogar drei solche zählen.

Weniger ausgezeichnet sind alle diese Verhältnisse in der Schwanzhaut des Schafes, noch weniger in der des Kalbes und Ochsen. Gar keine glatte Muskulatur fand sich im Schwanze des Igels, des Schweines, des Ameisenbärs, des Schnabelthieres.

b. Papillen.

α) Vorkommen.

An unbehaarten oder nur mit spärlichen Haaren versehenen Hauttheilen pflegt die Epidermis eine grössere Dicke zu erreichen. Da in sie keine Capillaren eintreten, so würde ihre Ernährung nur langsam vor sich gehen können. Diesem Mangel helfen die Papillen mit ihren Capillarschlingen ab. Sie finden sich demgemäss auf unbehaarten Hautpartien besonders entwickelt und entsprechen ihrer Bestimmung gemäss in Bezug auf ihre Höhe der Höhe der Epidermis, sind lang und schmal wenn diese eine bedeutende Dicke zeigt und sind bei niedriger Epidermis gleichfalls nur klein. Man hat sie bis jetzt konstant gefunden in der Haut der Nase, der Lippen, der Brustwarzen und der Sohlenballen der Säuger. Ferner beobachtete Leydig sie in dem sogenannten „Schwanzstachel“ des Löwen. Es ist dies nach seiner Beschreibung eine am Schwanzende des Löwen befindliche rundlich-kegelförmige Warze mit abgeschnürter Basis und von einer gewissen elastischen Weichheit, welche die Bezeichnung „Schwanzstachel“ nicht rechtfertigt. Das Gebilde selbst, seiner Form nach einer Haarwurzelpapille vergleichbar, zeigt auf Schnitten in der nicht sehr dicken Epidermis zahlreiche sekundäre Papillen, jede mit einer Capillarschlinge versehen. Auch zahlreiche Nerven sind innerhalb der Lederhaut deutlich zu unterscheiden. Auf Grund dieser anatomischen Zusammensetzung glaubte Leydig annehmen zu dürfen, dass das Gebilde „physiologisch wohl mit einer feineren Gefühlsempfindung betraut sein wird, man könnte auch sagen, gleich einer Fingerspitze eine Art Tastorgan darstellt“.

Ferner sprach Leydig die Vermuthung aus, nicht allein dem Löwen möchte eine derartige Bildung zukommen, und er fand diese Vermuthung bestätigt durch die Angaben einer älteren Monographie eines anonymen Verfassers über diesen Gegenstand, der ganz entsprechende Befunde auch für den Schwanz des Puma-Löwen, des Auerochsen, des Beutelthieres und verschiedener langhaariger Affen aufführt.

Meine Aufgabe war, ähnliche Gebilde bei unsern einheimischen Säugern aufzusuchen. Natürlich richtete sich mein Augenmerk zunächst auf den näheren Verwandten des Löwen, auf unsere Hauskatze, bei der nach der angeführten Monographie nichts Aehnliches sich finden soll. Das ist nun nicht ganz richtig. — Allerdings ist ein Analogon des „Schwanzstachels“ nicht an jedem Individuum vorhanden, vielmehr wird es gleichsam als Ausnahme nur dann und wann getroffen. Ich habe sieben Katzen untersucht, aber nur an einer das Gewünschte gefunden. Wenn ich den Haarbüschel am Ende des Schwanzes auseinanderschlug, brachte ich mir, wie Leydig beim Löwen, ein gänzlich haarloses rundlich-kegelförmiges Gebilde zur Ansicht, wie es Fig. 1 darstellt. Aber ein wesentlicher Unterschied von der Beschreibung Leydig's fiel mir gleich ins Auge. Es war dies der Umstand, dass ich keine „Warze“ vor mir hatte, die der Schwanzspitze aufsass, sondern dass das Schwanzende selbst den Kegel darstellte, und dieser demgemäss auch keine Einschnürung in seiner Basis, d. h. an der Grenze gegen die behaarte Haut zeigte. Was aber Consistenz und anatomischen Bau desselben angeht, so bestand zwischen dem „Stachel“ des Löwen und dem der Katze kein Unterschied. Auch mir zeigten Schnitte eine nicht sehr dicke Epidermis mit flachen Papillen und in diesen enthaltene Capillarschlingen. Nerven konnte ich, wie Leydig, in den Papillen nicht nachweisen. Uebereinstimmend mit den Verhältnissen beim Löwen fanden sich in den umgebenden Hautpartien keine Papillen.

Die Farbe des Kegels war schwarz. Dieser Umstand hinderte wohl, dass derselbe, wie das beim Löwen der Fall ist, durch durchschimmerndes Blut eine röthliche Färbung erhielt.

Die Exemplare, die keinen „Schwanzstachel“ aufwiesen, zeigten auch keine Spur von papillarer Erhebung am gedachten Ort.

Der äusseren Form nach entsprachen meine Befunde an einigen Schafen und Rindern dem „Schwanzstachel“ des Löwen mehr. Hier konnte ich die fraglichen haarlosen Bildungen wirklich als „Warzen“ bezeichnen, die auf dem abgerundeten Schwanzende emporragten und mehr oder weniger spitz zulaufende Kegel darstellten. Ihre Oberfläche war nicht wie beim Löwen glatt, sondern durch unregelmässig sich abschuppende Epidermis rauh. Besonders war diese Rauhgigkeit am Schaf vorhanden, wohl desshalb, weil die ausserordentlich dichte Behaarung des Schwanzes, die ja dessen Spitze überragt und verdeckt, eine rasche Entfernung der abgestossenen Schuppen verhindert. Diese Auflagerungen konnte ich jedoch durch Abreiben leicht entfernen und die Kegel bekamen dann eine ziemlich glatte Oberfläche. Beim Schaf hatte diese eine weisse Farbe, beim Ochsen war die Epidermis durch Pigment graubraun gefärbt.

Durchschnittlich hatte die Basis der „Warzen“ einen Durchmesser von 4 Linien. Die Höhe betrug je nach der spitzeren oder stumpferen Kegelform ebensoviel oder weniger.

Ohne den Umstand, dass ich die gleichen Gebilde an mehreren Exemplaren immer an gleicher Stelle auf der Mitte des abgerundeten Schwanzendes und alle dem anatomischen Bau nach übereinstimmend antraf, würde ich sicherlich versucht gewesen sein, einen einzelnen Befund für pathologisch zu erklären. Davon kann aber unter diesen Verhältnissen keine Rede mehr sein.

Ich fand die kegelförmigen Gebilde an 2 Ochsen und 2 Schafen. Im Bau stimmten sie wie gesagt im Wesentlichen überein. Ein Schnitt durch die Achse des Kegels gelegt, zeigte eine Epidermis, deren Dicke an der Basis des Kegels geringer, an seiner Höhe beträchtlicher war. Die Papillen zeigten sich überall schön entwickelt, besonders an einem Exemplar vom Ochsen, wo sie neben geringer Breite eine ungewöhnliche Länge erreichten.

Von diesen dem „Löwenstachel“ entsprechenden Bil-

dungen zur ganz behaarten Schwanzspitze machte ein beim Ochsen vorhandener Befund den Uebergang. Zwischen den auseinander gelegten Haaren präsentirte sich eine rundliche unbehaarte Fläche, die aber nicht über das Niveau der Haut erhaben war und auf Schnitten zwar Papillen erkennen liess, die aber nicht oder kaum höher waren als die der umgebenden behaarten Partien.

An den Schwanzstachel des Löwen lässt sich eine Bildung anreihen, die durch *Myrmecophaga* repräsentirt wird. Der Schwanz derselben ist auf etwa $\frac{2}{5}$ seiner Länge, von der Spitze an gerechnet, auf der Unterseite unbehaart. Die Spitze ist ebenfalls haarlos. Diese freie Fläche ist mit querlaufenden Einschnitten versehen, die etwa $\frac{3}{4}$ cm. von einander entfernt liegen und von einem Rande der Fläche zum anderen hinüberziehen. Auf Schnitten erkennt man, dass die zwischen den Einschnitten liegenden Partien mit breiten Papillen versehen sind, welche gegen die Einschnitte hin an Höhe allmählich abnehmen und in denselben ganz verschwunden sind. Die Epidermis grenzt sich hier auf eine Strecke, die in den zwischen den Einschnitten gelegenen Partien etwa 5—6 Papillen enthalten würde, geradlinig gegen die Lederhaut ab. Ebenso nehmen die Papillen allmählich ab, gegen den Rand der freien Fläche hin. Der behaarte grössere Theil des Schwanzes zeigt durchaus keine Papillen.

Gegenüber den Beobachtungen Leydig's am Löwen und meinen eigenen an der Katze und *Myrmecophaga*, denen zufolge in den behaarten Hauttheilen dieses Organes die Papillen fehlen, waren diese in den erwähnten Fällen von Schaf und Ochsen auch in den behaarten Partien vorhanden. Nur waren sie entschieden niedriger, als in den haarlosen Gebilden, vielleicht, wie ich erwähnte, mit Ausnahme des Ochsen, der nur jene rundliche Fläche aufwies. Ich machte ferner die eigenthümliche Beobachtung, dass die Höhe der Papillen vom Ende des Schwanzes gegen dessen Wurzel hin und mit ihr die Höhe der Epidermis allmählich abnimmt. Schliesslich verschwinden dieselben entweder schon auf der Haut des Schwanzes oder erst auf der des Rumpfes gänzlich.

Das Vorhandensein von Papillen war jedoch nicht nur an solche Thiere gebunden, die eine dem „Schwanzstachel“ entsprechende Bildung besaßen. Auch solche die gänzlich behaart waren, zeigten bei einzelnen Gattungen durchweg einen entwickelten Papillarkörper. Auch in diesen Fällen trat die Abnahme der Papillen an Höhe gegen die Schwanzwurzel hin hervor. Besonders ausgezeichnet war in letzter Hinsicht der Schwanz eines Kalbes. Die Spitze desselben besaß ziemlich hohe Papillen. In der Entfernung von zwei Zoll von derselben waren letztere kaum noch halb so hoch, und in der Entfernung von vier Zoll sowie auf dem ganzen übrigen Organe war jede papillare Erhebung verschwunden. Da ich nun in der Schwanzhaut ganz junger Kälber das Fehlen aller Papillen beobachtete, in der des Ochsen oder der Kuh aber regelmässig in ihrer ganzen Ausdehnung Papillen vorhanden waren, so ist der Schluss erlaubt, dass sich im Schwanze des Rindes der Papillarkörper erst mit zunehmendem Alter des Thieres entwickelt und zwar von der Spitze fortschreitend zur Wurzel.

Wie beim Rind so ist auch beim Schwein der in Rede stehende behaarte Theil mit einem ausgeprägten Papillenkörper versehen, der die gleiche Grössenabnahme erkennen lässt. Erwähnung verdient die hier ungewöhnlich grosse Anzahl der Papillen, zwischen denen meist nur sehr schmale Epidermiszapfen vorhanden waren. Bei keinem Schweine zeigte sich ein Analogon des „Schwanzstachels“. Alle aufgeführten Säugethiere sind mehr oder weniger mit langer Schwanzwirbelsäule versehen, auch diejenigen, welche in der oben citirten Monographie als mit Bildungen versehen genannt werden, die dem „Schwanzstachel“ entsprechen. Von kurzgeschwänzten Säugern ist kein Beispiel vorhanden. Aber auch langgeschwänzte Säuger zeigen nicht alle in der Haut des Schwanzes von denen der Haut des Rumpfes abweichende Verhältnisse. So scheint z. B. der Theil beim Hunde ohne jeglichen Papillarkörper zu sein. Wenigstens ist mir kein Exemplar mit einem solchen zu Gesicht gekommen. Ebenso wenig konnte ich bei der Maus etwas Besonderes auffinden.

Von kurzgeschwänzten Säugern habe ich untersucht das Wiesel, das Kaninchen, den Maulwurf, den Igel, den Hamster, die Ziege. In allen diesen Fällen erhielt ich ein negatives Resultat.

Ueerblicken wir diese Mittheilungen mit Rücksicht auf die Ansicht Leydig's, es möchte sich bei dem „Schwanzstachel“ vielleicht um ein besonderes Tastorgan handeln, so müssen wir bekennen, dass wir neue Gründe für diese Annahme nicht gefunden haben. Wir haben keine besonderen Nervenendigungen auffinden können. Wenn wir aber nach den jetzt allgemeiner werdenden Beobachtungen den Hauptsitz der Endigung der Hautnerven in die Epidermis verlegen müssen, so gewinnt dadurch die obige Annahme wegen der, ja besonders in den dem „Schwanzstachel“ entsprechenden Gebilden stark entwickelten Epidermis eine festere Grundlage. Ich werde auf den Punkt weiter unten noch einmal zurückkommen.

β. Inhalt der Papillen.

Das Innere aller erwähnten Papillen liess immer nur Capillarschlingen erkennen. Es war ja auch von vornherein nicht wohl wahrscheinlich, dass sich in denselben auch Tastkörperchen finden würden, zumal da, wie Leydig¹⁾ schon in seiner Arbeit über die äusseren Bedeckungen der Säugethiere ausspricht, die Papillen vorzüglich zur Ernährung der Epidermis bestimmt erscheinen. Capillaren fehlen dagegen nie. Dieselben bilden wie gewöhnlich mehr oder weniger gewundene Schlingen. Nur beim Schwein verlaufen sie in besonders ausgezeichneter Weise. Man bemerkt in den Papillen des Schwanzes auf den ersten Anblick räthselhafte Gebilde (vergl. Fig. 2 bei b). Dieselben setzen sich zusammen aus dicht nebeneinanderliegenden runden oder lang oder kurz ausgezogenen Figuren, die mehrfach conturirt erscheinen, immer aber zwei Conturen mit besonderer Schärfe hervortreten lassen. Von dem äusseren Contur dieser Körper sieht man nun, wenn sie nicht zu dicht gedrängt liegen, gelegentlich gebogene oder

1) Müller's Archiv. 1859.

gerade Linien abgehen, die entweder in der Masse sich verlieren oder in die äusseren Conturen benachbarter Körperchen übergehen. Diese Eigenthümlichkeit und der Umstand, dass man an den eine Papille ausfüllenden Complex solcher Gebilde zuweilen ein unverkennbares grösseres Gefäss herantreten sieht, führte zu der richtigen Ansicht, dass man es mit Capillarknäueln zu thun hat, die so dicht gewunden sind, dass man in jeder beliebigen Richtung nie eine Capillare in ihrer Längsrichtung durchschneidet, sondern sich immer nur Querschnitte derselben zur Ansicht bringt.

Noch klarer wird ihre Natur, wenn man in der Lederhaut liegende weniger gewundene Capillaren betrachtet und an ihnen ebensolche rundliche Gebilde als Querschnitte erkennt. Durch Maceration und Zerzupfen der Capillarknäuel gelingt es ausserdem, die Schlingen zu entwirren. Solche Capillarknäuel füllen die betreffende Papille ganz aus und haben als Ganzes im Allgemeinen die Gestalt derselben, sind lang und schmal, wenn es die Papillen sind, breit und niedrig bei ebenso geformten Papillen. Sie füllen entweder nur gerade die Papillen aus, ohne sich in die Lederhaut weiter fortzusetzen, oder das Letztere ist der Fall. Man sieht dann nicht selten die Knäuel mehrerer nebeneinanderliegender Papillen zusammentreten und einen grösseren Complex bilden.

Diese Capillarknäuel finden sich nun nicht nur in den Papillen, sondern noch tief in der Lederhaut, wo sie dann keine irgendwie bestimmte Form zeigen und in Masse sehr variiren, so dass man oft nur vier bis fünf Querschnitte nebeneinander findet, während in anderen Fällen die Zahl derselben kaum festzustellen ist. Auch auf der Haut des Rumpfes sind dieselben eigenthümlichen Bildungen vorhanden, nur fallen sie hier weniger auf, weil die von ihnen in der Haut des Schwanzes so charakteristisch erfüllten Papillen fehlen. Eine Injektion der Gefässe gelang nicht ganz nach Wunsch, doch liess sie immer genug erkennen zur Bestätigung, dass man wirklich Capillarknäuel vor sich hat.

Epidermis.

Bei Gelegenheit der Untersuchung vergoldeter Schnitte vom Schwanz des Schafes fielen mir in der Epidermis die Körperchen auf, welche von verschiedenen Seiten als Nervendigungen angesprochen werden, mit Ausläufern versehen sind und sich mit Chlorgold dunkel färben. Sie stimmten in allen wesentlichen Punkten mit den von Langerhans¹⁾ beschriebenen Zellen überein. Eine Vergleichung derselben mit den gleichen Gebilden anderer Hautstellen führte mich immer mehr auf das specielle Gebiet der Endigung der Hautnerven, auf das sich meine letzten Untersuchungen allein bezogen.

Die Endapparate der Hautnerven bildeten seit mehreren Jahren ein beliebtes Gebiet mikroskopischer Untersuchungen. Trotzdem sind einheitliche Resultate noch nicht gewonnen. Es wurden von einer Reihe von Autoren für bestimmte Gebiete der Haut varicöse Fasern, einfache Verlängerungen der Hautnerven als Endigungen derselben beschrieben. Dieselben verzweigen sich vielfach zwischen den Epidermiszellen und enden einfach oder mit knopfförmiger Anschwellung. Für andere Gebiete der Haut und Schleimhaut machten ebenfalls eine Anzahl von Forschern jene Langerhans'schen Körperchen als Endapparate der Hautnerven wahrscheinlich. Die erstere Ansicht wurde hauptsächlich auf Grund von Untersuchungen der Cornea gewonnen. — Es war zuerst Hoyer²⁾ im Jahre 1866, der für die Cornea nicht nur ein äusserst feines subepitheliales Netz, sondern auch ein unzweifelhaftes Eindringen markloser aus jenem Netz entspringender Nervenfasern in das Epithel kennen lehrte. Es gelang ihm jedoch nicht, den weiteren Verlauf der letzteren festzustellen. Daran hinderte ihn die Unzulänglichkeit der angewandten Methoden. Kölliker³⁾ veröffentlichte im selben Jahre eine Be-

1) Virchow's Archiv Bd. 44 S. 325.

2) Ueber den Austritt der Nervenfasern in das Epithel der Hornhaut. Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv 1866.

3) Nervendigung in der Hornhaut. Würzburger naturwissensch. Zeitschr. Bd. VI 1866.

obachtung, der zufolge die in das Epithel eintretenden Fasern eine Strecke weit nach aufwärts verlaufen, dann horizontal umbiegen und frei enden.

Weit genauere Resultate ergab schon die folgende Arbeit Cohnheim's¹⁾, der sich der Vergoldungsmethode bediente. Seinen Befunden zufolge verlaufen die aus dem subepithelialen Netz aufsteigenden Fasern theils nur bis dicht unter die oberste Grenzlage des Epithels, theils sogar über dieselbe hinaus und ragen frei über die Oberfläche der Cornea empor. In beiden Fällen enden sie mit knopfförmiger Anschwellung. Auf ihrem Verlauf durch das Epithel geben sie vielfach Seitenzweige ab, die bei Betrachtung von der Oberfläche des Präparates sich als geschlängelte, ebenfalls knopfförmig anschwellende und oft anastomosirende Linien darstellen. Diese Angaben Cohnheim's wurden im Wesentlichen durch Hoyer²⁾ in einer neuen Arbeit, deren Resultate ebenfalls mit Hülfe des Chlorgolds gewonnen wurden, bestätigt. Nur bestreitet er die Richtigkeit der Cohnheim'schen Angaben über den Verlauf der Nervenfasern bis auf die Oberfläche der Cornea und hält die von jenem beschriebenen knopfförmigen Endigungen auf derselben für abgelöste Theile des Epithels. Ein weiterer bemerkenswerther Punkt dieser Arbeit wird weiter unten erwähnt werden. Ferner wurde der geschilderte Verlauf der Epithelnerven der Cornea von Lawdowsky³⁾ befürwortet.

Alle diese Resultate wurden an Säugethieren, besonders der Cornea des Kaninchens, gewonnen. Ausdrücklich wurde von Hoyer hervorgehoben, dass die Cornea des Frosches über den Verlauf der Epithelnerven nur schlechte Aufschlüsse giebt, ein Punkt, den ich ebenfalls noch berücksichtigen werde.

Aehnliche varicöse Fasern als Endigung der Haut-

1) Virchow's Archiv Bd. 38 S. 343.

2) Ueber die Nerven der Hornhaut. Archiv f. mikr. Anat. 1873 p. 220.

3) Das Saugadersystem und die Nerven der Cornea. Arch. f. mikr. Anat. 1872.

nerven beschrieb Eimer¹⁾ aus den Tastkegeln der Maulwurfschnauze. Eine richtige neuere Arbeit über denselben Gegenstand ist die von v. Mojsisovics²⁾. Derselbe schildert aus der äusserst dicken Epidermis der Schnauze des Schweines ein Verhalten der Hautnerven, das dem für die Cornea von den erwähnten Beobachtern geschilderten entspricht. Er verfolgte die Nerven von Hauptstämmen an bis an das Epithel und sah sie hier als marklose, vielfach verzweigte Fasern verlaufen und zum Theil bis in die höchsten Zellschichten vordringen.

Die Reihe der Autoren, die eine Endigung der Hautnerven in besonders gestalteten in der Epidermis liegenden Zellen beschrieb, beginnt mit Langerhans³⁾. Es hatten zwar schon Hansen⁴⁾ und Lipmann⁵⁾ eine Verbindung von Nerven mit den Kernen der unteren Zellenlagen des Epithels beschrieben. Aber einmal ist keine sichere Bestätigung ihrer Angaben erfolgt, und andererseits waren die Zellen, deren Kerne zu Nerven in Beziehung stehen sollten, sowohl in dem Epithel des Froschlarvenschwanzes, dem von Hansen benutzten Objekt, als in dem von Lipmann untersuchten Corneaepithel keine besonders gestalteten, sondern gewöhnliche von den übrigen in nichts unterschiedene Epithelzellen. Langerhans dagegen fand in der menschlichen Haut im Grossen und Ganzen birnförmiggestaltete mit varicösen Ausläufern versehene Zellen, die durch Chlorgold dunkel gefärbt wurden. Er sah auch aus der Lederhaut aufstrebende mit den Zellen in Verbindung tretende Fasern, die ebenfalls vergoldet waren, deren Zusammenhang mit unzweifelhaften Nerven er jedoch nicht darzuthun vermochte und die er demgemäss auch nicht als nervöse Elemente anzusprechen wagte. Glücklicher in

1) Die Schnauze des Maulwurfs als Tastwerkzeug. Arch. f. mikr. Anat. 1871.

2) Sitzungsberichte der k. Acad. der Wissensch. in Wien 1875.

3) a. a. Ort.

4) Ueber die Nerven im Schwanze der Froschlarven. Arch. f. mikr. Anat. 1868.

5) Virchow's Archiv Bd. 48 S. 218.

diesem Punkte war Podpokaëw¹⁾. In der Haut des Kaninchens fand er jene Langerhans'schen Körperchen deutlich mit Nerven in Verbindung stehend. Er betont, dass es besonders an Horizontalschnitten leicht sei, sich dieses Verhältniss zur Anschauung zu bringen. Vertikalschnitte seien dazu weniger geeignet. Eberth²⁾ beobachtete ebenfalls die Haut des Kaninchens, aber hauptsächlich an Vertikalschnitten. Vielleicht gelang es ihm deshalb nicht, sich eine deutliche Vereinigung der Nerven mit den Langerhans'schen Zellen zur Anschauung zu bringen. Er hebt jedoch hervor, dass er den Zusammenhang allerdings zuweilen gesehen zu haben glaubt. — Eines anderen Objektes, der Kuhzitze, bediente sich Eimer³⁾. Die verzweigten Zellen fand er in reichlicher Menge und in den wesentlichen Merkmalen übereinstimmend mit den aus anderen Objekten beschriebenen. Aber auch ihm gelang es nicht den Nervenzusammenhang zu sehen. In Bezug auf die Beschreibung der Ausläufer der Zellen weicht er von den übrigen Forschern ab, die eine knopfförmige Anschwellung als Endigung derselben beschreiben. Er stellt ein Vorkommen derartiger Verdickungen in Abrede, vielmehr sollen die Ausläufer zu gewöhnlichen Epithelzellen und deren Kernen in Beziehung treten. Aus der Mundhöhlenschleimhaut des Kaninchens und besonders vom harten und weichen Gaumen beobachtete zuerst Elin⁴⁾ einen klaren Zusammenhang der Hautnerven mit oblongen, unregelmässig gestalteten mehr in den oberflächlichen Retschichten gelegenen Zellen. Es färben sich jedoch durch die Vergoldung auch andere in der Tiefe liegende Zellen von verschiedenen Formen, solche, die sich von den übrigen Epithelzellen kaum unterscheiden, bis zu solchen, die mit deutlichen Ausläufern versehen sind. Einzelne Nervenfasern

1) Ueber die Endigung der Nerven in der epithelialen Schicht der Haut. Arch. f. mikr. Anat. 1869.

2) Die Endigung der Hautnerven. Arch. f. mikr. Anat. 1870.

3) Die Nervendigung in der Haut der Kuhzitze. Arch. f. mikr. Anat. 1872.

4) Zur Kenntniss der feineren Nerven der Mundhöhlenschleimhaut. Arch. f. mikr. Anat. 1871.

gelangen ohne Verbindung mit jenen Zellen bis unter die Hornschicht; diese sowohl wie die Ausläufer der Zellen enden knopfförmig. Ganz ähnliche Resultate, ebenfalls verzweigte Zellen mit Nervenverbindung beschreibt ferner Chrschtschonovitsch¹⁾ aus der Vaginal- und Uteruschleimhaut des Kaninchens.

Vielleicht haben wir hierher auch die von Luschka²⁾ und Boldyrev³⁾ aus der Kehlkopfschleimhaut des Kaninchens beschriebenen birnförmigen, das Licht stark brechenden und mit Chlorgold sich färbenden Körper zu rechnen, die freilich in der Lederhaut liegen, aber von Beiden als Endorgane der Hautnerven beschrieben wurden.

Wäre so für die Wirbelthiere eine Endigung der Hautnerven in Zellen erst neuerdings nachgewiesen, so war das gleiche Resultat für die Wirbellosen schon längst gewonnen. Und einzelne Forscher, in erster Linie Leydig, hatten schon früher aus dieser Thatsache für die Wirbelthierhaut eine entsprechende Nervenendigung für wahrscheinlich gehalten. Leydig, der ja auch zuerst in einer grossen Reihe von Fällen Ganglienzellen als Endapparate der Hautnerven bei Wirbellosen nachwies, sprach⁴⁾ schon 1859 jene Vermuthung aus, für die er schon selbst einen Anhaltspunkt in seinem Lehrbuche der Histologie⁵⁾ gegeben hatte, wo er in dem Epithel der Schleimkanäle des Bartsches Nerven sich mit rundlichen, in einer becherförmigen Vertiefung des Epithels liegenden Zellen verbinden sah.

In neuerer Zeit hat zuerst Eimer⁶⁾ im Jahre 1872 aus einer Beobachtung an Wirbellosen einen Wahrscheinlichkeitsschluss auf die Wirbelthiere gemacht. Er hat im Anschluss an die erwähnte Arbeit über die Nervenendigung in der Kuhzitze in einer vorläufigen Mittheilung ausgesprochen, dass ihm auf Grund seiner Untersuchung von

1) Wiener Sitzungsberichte 1871.

2) Schleimhaut des cavum laryngis. Mikr. Arch. 1869.

3) Beitrag zur Kenntniss der Nerven, Blut- und Lymphbahnen der Kehlkopfschleimhaut. Arch. f. mikr. Anat. 1871.

4) Zur Anatomie der Insekten. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1859.

5) S. 57. F. 31.

6) Arch. f. mikr. Anat. 1872.

Beroë, die ihm die in der Kuhzitze nicht zu demonstrirende Verbindung von Ausläufern verzweigter Zellen mit Nerven ergeben hatte, auch für das dem Wirbelthier entnommene Objekt die Langerhans'schen Zellen als Nervenendapparate wahrscheinlich würden. Er fand nämlich in der Epidermis von Beroë Zellen mit Ausläufern. Gleiche Zellen lagen in der Lederhaut. Diese standen einerseits mit Nerven, andererseits durch die nach oben strebenden Ausläufer mit den in der Epidermis liegenden Zellen im Zusammenhang, so dass also letztere ebenfalls, wenn auch indirekt mit Nerven in Verbindung waren. Er beschreibt jedoch auch, dass nicht alle Ausläufer der in der Lederhaut liegenden mit ähnlichen Zellen der Epidermis zusammenträten, sondern einzelne auch für sich im Epithel verliefen.

Ausser Eimer hat dann später Leydig ausführlicher dasselbe Thema behandelt. Seine Ansicht von der Analogie der Nervendigung bei Wirbellosen und Wirbelthieren spricht er einmal aus in der Mittheilung über die Schwanzflossen, Tastkörperchen und Endorgane der Nerven bei Batrachiern¹⁾. Andererseits widmet er an einem anderen Orte²⁾ dem Gegenstande eine längere Auseinandersetzung. Er hebt hier hervor, dass seine im Jahre 1859 ausgesprochenen Vermuthung durch den Nachweis verzweigter Zellen in der Wirbelthierepidermis und deren Zusammenhang mit Nerven sich bestätigt habe. Abgesehen hiervon ist Folgendes von allgemeinerem Interesse. Seiner Ansicht nach unterscheidet man fälschlich zwischen Zellen mit Ausläufern, die bis jetzt nur pigmentlos beschrieben wurden, und den schon längst bekannten pigmentirten verzweigten Zellen der Epidermis. Vielmehr sind beide Zellen wegen ihrer gleichen Lage und ihrer, abgesehen vom Pigment, übereinstimmenden Beschaffenheit, durchaus gleicher Natur, eine Ansicht, die er auch früher schon wiederholt ausgesprochen hatte und die ihn veranlasst, auch die pigment-

1) Arch. f. mikr. Anat. Bd. XII.

2) Die Hautdecke und Schale der Gastropoden S. 35. Troschel's Archiv 1876.

losen Zellen für kontraktile zu halten. Weitergehend spricht er sich auch für die Identität der sogenannten Chromatophoren der Lederhaut und der beschriebenen pigmentirten und pigmentlosen Zellen der Epidermis aus, da beide in nichts Wesentlichem von einander abweichen. Dafür spricht auch der Umstand, dass, wie in der Epidermis die Zellen mit und ohne Pigment sich vorfinden, auch in der Lederhaut den Chromatophoren entsprechende pigmentlose Zellen angetroffen werden, die in der Literatur als sogenannte Bindegewebskörperchen bekannt sind.

Ein Zusammenhang der Chromatophoren mit Nerven wurde von Leydig¹⁾ nachgewiesen an einer in Salzsäure macerirten Eidechse, in deren Lederhaut die Nerven sich schön abhoben und leicht bis zur Vereinigung mit jenen Zellen verfolgen liessen. Es wurde also auch hierdurch auf einem Umwege, der zunächst die Identität der Chromatophoren der Lederhaut und der verzweigten Zellen der Epidermis darthut, die Natur letzterer als Nervenendapparate wahrscheinlich gemacht.

Zu verwundern ist, dass von dieser Arbeit Leydig's, die wegen ihrer verschiedenen neuen Gesichtspunkte von grossem Interesse ist, eine neuere Arbeit keine Notiz nimmt. Es ist dies die Arbeit Edingers²⁾, die uns für die Wirbellosen einen interessanten Beitrag über die Anordnung der Hautnerven und der Nervenendzellen liefert. Aus der Haut zweier in Osmiumsäure gelegenen Exemplare von *Pterotrachea* beschreibt er die durch eine braune Färbung deutlich sich abhebenden Gebilde. Ein in die Epidermis tretender Nerv sendet in regelmässiger Weise seine Seitenzweige ab. Diese verschmelzen je mit dem Fortsatz einer Zelle, die man bei Wirbelthieren als Langerhans'sches Körperchen bezeichnen würde. Diese hängen nun ihrerseits an dem Nerven wie die Blätter am Zweige, eine Anordnung, die Edinger zu dem Vergleiche mit einer Epheuranke veranlasst.

1) Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier, Tübingen 1872.

2) Die Endigung der Hautnerven bei *Pterotrachea*. Arch. f. mikr. Anat. 1877.

Gehen wir die über die Hautnervenendigung angeführten Resultate durch, so fällt auf, dass mit besonderer Ausnahme der Cornea und der Schweineschnauze für die ganze übrige Haut und Schleimbaut, von allen Beobachtern einstimmig eine Endigung in Langerhans'schen Zellen angenommen wird. Nur für die Cornea wurden von allen Beobachtern einfache varicöse Fortsetzungen der Hornhautnerven als Endigung derselben beschrieben. Und zwar stimmen alle Beschreibungen derselben in den wesentlichsten Punkten überein. Aus dem subepithelialen Netz aufsteigende Fasern, die varicös bis zu den obersten Zellschichten verlaufen und sowohl selbst wie ihre Seitenzweige, die sie auf ihrem Verlaufe durchs Epithel abgeben, knopfförmig endend — das ist der Typus der Endigung des Hornhautnerven.

Vorkommende Abweichungen, wie etwa die Frage, ob die varicösen Fasern auch frei auf der Oberfläche der Cornea enden, sind von untergeordneter Bedeutung. So sehr übereinstimmend nun die Berichte aller Beobachter ausfallen, so sehr muss es dennoch die Aufmerksamkeit erregen, dass das Corneaepithel, eine direkte Fortsetzung der den ganzen Körper bedeckenden Zellenlage, in Bezug auf seine Nervenendigung so bedeutend von derselben abweichen sollte. Diese Ueberlegung liess mich an der Vollkommenheit der früheren Resultate zweifeln, um so mehr als auch in der Literatur sich eine Andeutung findet, die sich auf eine mit den Verhältnissen der übrigen Haut übereinstimmende Auffassung beziehen lässt. Es ist Hoyer, der anführt, dass sich in den Verlauf der im Epithel liegenden Fasern nicht selten eine „abnorme Verdickung“ einschaltet. Eine solche enthielten besonders die in der flach ausgebreiteten Cornea zahlreich sich darstellenden Seitenzweige der Epithelnerven. Sucht man einmal nach Langerhans'schen Zellen in der Cornea, so liegt es nahe, an diese „abnormen Verdickungen“ als an unvollkommen gefärbte Nervenendzellen zu denken. Diese wirklich nachzuweisen, wollte mir lange nicht gelingen. Ich untersuchte auf sie die Cornea der Säuger wie die der Amphibien, besonders des Frosches.

Von letzterer bemerkt schon Hoyer, dass sie den Untersuchungen auf Nervenendigungen grosse Hindernisse in den Weg stelle. Es fehlt nämlich ein subepitheliales Nervennetz. Die in Folge dessen aus dem tiefer gelegenen, sich leicht färbenden Plexus entspringenden Fasern steigen senkrecht auf und sind wegen ihrer Feinheit schon im Corneagewebe schwer, in das Epithel hinein gar nicht zu verfolgen. Dann aber bildet den hauptsächlich hindernden Faktor die stets äusserst starke Färbung des Epithels, die bei Anfertigung auch der feinsten Schnitte eine genügende Durchsichtigkeit vermissen lässt. Aus diesen Gründen gelang es auch mir erst nach vielen vergeblichen Versuchen ein sowohl für die Betrachtung der horizontal ausgebreiteten Cornea als für die feiner Schnitte genügend klares Objekt zu gewinnen. Bei Untersuchung der flach ausgebreiteten Membran stellten sich die regelmässig polygonalen Zellen des Epithels klar zur Ansicht. (Fig. 3 a.) Wo drei oder mehrere derselben zusammenstiessen, gewahrte man dunkelgefärbte Figuren, die Langerhans'schen Körperchen der übrigen Epidermis. Ihre Ausläufer erschienen keilförmig zugespitzt, gewöhnlich zwei, drei oder vier an der Zahl. Meist waren es drei und diese gingen dann von den Spitzen einer dreieckigen Zelle ab. Die Grösse des Zellkörpers wechselte innerhalb nicht sehr weiter Grenzen und wurde von der einer Epithelzelle höchstens um das Dreifache übertroffen. Da die letzteren scharfe Conturen zeigten, so waren natürlich auch die zwischen ihnen liegenden Langerhans'schen Zellen deutlich umschrieben. Auf zwei Epithelzellen kam durchschnittlich eine der letzteren.

Diesem Verhalten entsprechende Bilder ergaben sich auf Vertikalschnitten. (S. Fig. 3 b.) Hier zeigte sich, dass die beschriebenen gefärbten Körperchen nur in der untersten Schicht des Epithels ihren Sitz hatten und fast regelmässig mit den cylindrischen Zellen desselben abwechselten, so dass nur selten zwei der letzteren direkt aneinanderstiessen. Der Zellkörper lag dem Corneagewebe meist dicht an oder erreichte dasselbe wenigstens durch kurze Fortsätze. Er war von geringerem Volumen, etwa halb so gross wie eine Epithelzelle. Seine Form war meist die eines unregel-

mässigen, zuweilen stabförmig ausgezogenen Rechtecks, dessen Längsrichtung senkrecht zum Corneagewebe stand. Je nachdem die rechtwinkelige Form stark ausgesprochen war, oder sich mehr der quadratischen näherte, war die Höhe beider Zellarten gleich oder um die halbe Höhe einer Epithelzelle verschieden. Die Zahl der Ausläufer betrug selten mehr als vier, von denen zwei kürzere gegen das Corneagewebe, zwei längere nach oben verliefen. Letztere wurden allmählich äusserst fein und liessen sich mehr weniger weit verfolgen, doch nicht bis unter die höchsten Zellenlagen. Anastomosen der Ausläufer konnte ich nicht nachweisen, einmal weil die grössere Anzahl derselben zu kurz war, um sich gegenseitig erreichen zu können, ferner weil die oberen längeren Ausläufer fast parallel aufwärts verliefen und keine Seitenzweige abgaben.

Die Conturen der Zellen traten auf diesen Vertikalschnitten weniger scharf hervor, als bei horizontaler Betrachtung.

Eine Verbindung mit Nerven sah ich nicht, da diese nur ungenügend gefärbt waren. Aber auch so sind die Resultate zufriedenstellend. Sie zeigen, dass wenigstens die Froschcornea eine Ausnahmestellung nicht einnimmt, dass sie vielmehr wie die Haut des Körpers ihre Langerhans'schen Zellen besitzt.

Die Cornea der Säuger ergab mir ein Gleiches. Meine Vergoldungsversuche fielen an diesem Objekt nicht ganz so befriedigend aus. Den Mangel muss ich auf Rechnung des überhaupt nicht sicher zu handhabenden Chlorgoldes schieben, das besonders für die Untersuchung der Cornea nicht Alles leistet.

Wie einerseits in beliebiger Epidermis sehr häufig nur die Langerhans'schen Zellen gefärbt werden, ohne dass von Nerven eine Spur zu entdecken wäre, so werden auch umgekehrt nicht selten Nerven, aber keine Nervenendzellen vergoldet. Das letztere Resultat war das von Cohnheim und den Uebrigen beschriebene.

Die meisten meiner Präparate zeigten mir Verhältnisse, die schon von den Autoren beschrieben waren; wobei ich nur hervorhebe, dass es auch mir nicht gelang, die

Cohnheim'sche Endigungsweise auf der Cornea-Oberfläche zu sehen. Auch die wenigen besseren Objekte geben die zu beschreibenden Resultate keineswegs in so übersichtlicher Weise wie ich sie zusammengestellt habe. Vielmehr mußte ich mir dieselben aus einzelnen Bruchstücken zusammentragen. Darum sind sie aber nicht weniger sicher. Es fehlte eben nur die klare Uebersicht der aus der Froschcornea beschriebenen Bilder, die ich einem Gesichtsfeld eines Schnittes entnommen habe.

In den wenigen brauchbaren Objekten bemerkte ich zunächst in den Verlauf der varicösen Fasern eingeschaltete Figuren, die allerdings nur als „abnorme Verdickungen“ bezeichnet werden konnten. Ausser diesen aber fanden sich andere, die mehr als das waren. Sie stellten rundliche, längliche mit langen oder kurzen Ausläufern versehene Formen dar, die sich nicht von den anderwärts beschriebenen Langerhans'schen Zellen unterscheiden und daher als solche anzusprechen sind. Dieselben fanden sich meist in den unteren Lagen des Epithels, wo unzweifelhafte Nerven nicht selten sich mit ihnen verbanden. Letztere gelangten auf verschiedene Weise ins Epithel. Entweder, aus der Tiefe emporsteigend und unter dasselbe gelangt, bogen sie zunächst rechtwinkelig um und entsandten, dem Epithel parallel verlaufend, Seitenzweige in dasselbe empor, bis sie selbst unter nochmaliger rechtwinkliger Umbiegung ebenfalls eindringen, oder sie stiegen senkrecht aus dem Corneagewebe direkt in das Epithel auf. Gewöhnlich trat zu einer Zelle nur eine Nervenfasern, doch sah ich auch, wie eine Faser noch innerhalb des Corneagewebes sich in zwei feinere Fibrillen spaltete, die beide zu einer Zelle traten.

Mannigfach verzweigte Ausläufer sind auch im vorliegenden Objekt für die Langerhans'schen Zellen charakteristisch. Auch in Bezug auf Anastomosen finden sich keine Abweichungen von anderen Objekten. Die meisten Ausläufer sind nicht sehr lang, nur ein Theil durchsetzt die ganze Dicke des Epithels. Sie sowohl, wie ihre Seitenzweige enden einfach oder knopfförmig.

Auch in höheren Lagen des Epithels kommen die in

Frage stehenden Zellen vor. Ihre nach unten entsandten Ausläufer gehen zum Theil in unzweifelhafte Nerven über, zum Theil in die oberen Ausläufer tiefer gelegener Zellen.

Wie an anderen Objekten wird sich natürlich auch hier nicht für jede Zelle der Nervenzusammenhang nachweisen lassen, ebensowenig, wie sich zu jeder Nervenfibrille die zugehörige Zelle demonstrieren lässt.

Nach diesen Befunden hätten wir also für die Cornea des Frosches und der Säuger Langerhans'sche Zellen kennen gelernt, deren Lage im letzteren Objekt mit der aus der Haut des Rumpfes bekannten übereinstimmt, insofern sie nämlich in allen Schichten des Epithels gefunden werden, während die Cornea des Frosches in sofern abweicht, als die beschriebenen Zellen nur in der untersten Epithellage gefunden werden.

Die Langerhans'schen Zellen sind von den Autoren bis jetzt nachgewiesen worden in der menschlichen Haut, in der Haut der Kuhzitze, in der Haut und Schleimhaut des Uterus und Gaumens des Kaninchens; an den beiden ersten Objekten gelang der Nachweis der Verbindung mit Nerven nicht, bei allen den Kaninchen entnommenen Theilen liess er sich geben. Die Zellen sind leicht mit Chlorgold zu färben. Weniger geeignet erscheint die Osmiumsäure, die mir in keinem Falle gute Bilder lieferte, auch wenn Nerven reichlich sichtbar waren. Leydig brachte sich die Körperchen mit Hilfe der Chromsäure zur Anschauung.

Es unterliegt natürlich keinem Zweifel, dass die verzweigten Zellen sich auch bei allen anderen Säugern an entsprechenden Theilen nachweisen lassen. Eine Aufzählung aller der Objekte, in denen ich sie antraf, wäre daher überflüssig. Nur einige Besonderheiten führe ich an.

Wenngleich die von allen Autoren hervorgehobene birnförmige Gestalt die bei weitem häufigere ist, so fehlen doch auch andere Formen nicht. So war der Zellkörper in der Epidermis des Schafschwanzes rundlich, oval, stabförmig gestreckt. Auch die dreieckige Form mit drei von den Ecken entspringenden Ausläufern war nicht selten.

Eine völlig bestimmte Lage hatten die Zellen nicht inne. Sie fanden sich sowohl in den tiefern wie in den höheren Lagen der Epidermis, was ich ausdrücklich hervorhebe, da sie von einigen Autoren nur in die Höhe des stratum pellucidum verlegt werden. Der Formwechsel des Zellkörpers war besonders ausgesprochen in den entfernter von der Lederhaut liegenden Zellen. Die derselben näheren zeigten meist eine birnförmige Gestalt, mit breiter Basis der Lederhaut zugewandt, mit der Spitze zwischen die Epidermiszellen hineinragend. Von der Basis traten längere oder kürzere Fortsätze in die Lederhaut, ohne dass bei dem Mangel an gefärbten Nerven eine Verbindung mit solchen nachzuweisen gewesen wäre.

Die zur Lederhaut senkrechte Richtung der Längsachse der birnförmigen an der Grenze des Epithels liegenden Zellen war auch in der Kalbslippe, besonders in der Umgebung der Papillen klar ausgesprochen. Dasselbe Objekt war ausserdem vorzüglich zur Demonstration der langen varicösen Ausläufer geeignet, welche die Epidermis in allen Schichten und Richtungen durchzogen.

Was die Vergoldung der Zellausläufer betrifft, so stellten sich letztere nicht immer varicös dar. Häufig findet man sie nur aus aneinandergereihten Punkten bestehend, die ohne weitere Verbindung hintereinanderliegen. In anderen Fällen fand ich sie ohne Varicositäten als glatte Linien verlaufend, so in der Epidermis des Schafes, in einzelnen Fällen in der Cornea und noch sonst an einigen Orten. Aber gerade dass diese verschiedenen Formen in unregelmässiger Weise bald hier bald dort vorkommen beweist, dass sie lediglich als verschiedene Vergoldungsergebnisse aufzufassen sind, und dass vielleicht nur die varicöse Form wegen ihrer weitaus grösseren Häufigkeit als der Wirklichkeit entsprechend anzusehen ist.

In allen bis dahin angestellten Untersuchungen hatte ich absichtlich nur pigmentlose Hautstücke verwandt. Dazu war ich gekommen durch Bemerkungen der Autoren, die in dem Pigment einen hindernden Faktor für die Untersuchung sahen. Nun erhielt ich zufällig ein schwach pigmentirtes Hautstück vom Schweineschwanz und hier fielen mir an frisch

untersuchten Schnitten verzweigte Pigmentzellen in den tieferen Epidermislagen auf. Ich erinnerte mich einer Bemerkung Eberth's¹⁾, der derartige Zellen auch aus der Kaninchenhaut erwähnt, aber ebenfalls bemerkt, dass wegen ihres Vorhandenseins pigmentirte Hautstücke zur Untersuchung nicht geeignet seien, da leicht Verwechslungen zwischen den Langerhans'schen und den pigmentirten Zellen vorkommen könnten. Nun kam mir aber von vorneherein der Gedanke, beide Arten von Zellen möchten identisch sein und ich wurde in dieser Ansicht durch die oben erwähnten Auseinandersetzungen Leydig's bestärkt. Dieser erwähnt an gleicher Stelle auch, dass schon Schwalbe²⁾ ähnliche Pigmentzellen mit Ausläufern, die anastomosiren und vielfach auch abgetrennt von den Zellen angetroffen werden, aus den papillae circumvallatae des Schafes beschrieben hat. Ich habe die Pigment- und Langerhans'schen Zellen nun weiter verglichen und bin ebenfalls zu dem Resultate gekommen, dass beide als identisch anzusehen sind. Es geht dies aus folgenden Punkten hervor.

1) Lediglich in dem vorhandenen oder fehlenden Pigment Grund zur Annahme der Verschiedenheit beider Zellen zu finden, geht nicht an, weil dann ja, wie schon Leydig bemerkt, dies auch einen Unterschied zwischen pigmentirten und pigmentlosen Epidermiszellen bedingen müsste.

2) Ein ebenfalls schon von Leydig angeführter Grund für die Identität beider Zellen ist ihre gleiche Lage. Sie werden meist in den unteren Epidermisschichten angetroffen. Wenn aus Eberth's Bemerkungen hervorzugehen scheint, dass nur die pigmentlosen Langerhans'schen Zellen in höheren Lagen vorkommen, so kann ich dementgegen anführen, dass ich auch Pigmentzellen in gleich hohen Lagen angetroffen habe.

3) Ferner führt Leydig an, dass beide Zellen hüllenlose Protoplasmaballen sind, die gleichmässiger Weise variöse anastomosirende Ausläufer aussenden.

4) Beide Zellen zeigen gleiche Reaktion gegen das

1) a. a. O.

2) Arch. f. mikr. Anat. Bd. IV 1868 S. 159.

Chlorgold. Schwierig ist das allerdings wahrzunehmen, wenn das Pigment schon an sich eine dunkle Farbe, ähnlich der vergoldeter Zellen, hat. Wenn es dagegen hellbräunlich erscheint, ist die dunkelblaue Farbe des Chlorgoldes nicht mit der durch das Pigment bedingten Farbe zu verwechseln. Dieses ist ausserdem selten so gleichmässig in dem Protoplasma vertheilt, dass es die durchaus gleichmässig dunkle Goldfarbe vortäuschen könnte. Eine Pigmentzelle, die gleichzeitig gefärbt ist, lässt sich von einer gefärbten pigmentlosen Zelle nicht unterscheiden.

5) Mit der Annahme der Verschiedenheit beider Zellen, wäre man dann auch, vorausgesetzt, dass man die Langerhans'schen Zellen als allgemein verbreitete Gebilde ansieht, zu der unwahrscheinlichen Annahme gezwungen, dass sich neben den Pigmentzellen auch noch andere pigmentlose verzweigte Zellen fänden. Ferner würde man sich die Frage vorzulegen haben: Verschwinden mit dem Pigment einer Hautstelle zugleich auch die verzweigten Zellen, in denen dasselbe abgelagert war, oder bleiben sie und sind dann neben den Langerhans'schen Zellen noch andere pigmentlose Zellen mit Ausläufern vorhanden, die nicht zu Nerven in Beziehung stehen?, eine Frage die man wohl nur im Sinne der Identität beider Zellenformen beantworten kann.

6) Endlich lassen sich zwischen den Zellen mit und ohne Pigment alle Uebergänge nachweisen. Schon die Zellen eines Schnittes zeigen einen Unterschied in der Dichtigkeit des Pigmentes, der noch deutlicher auf Schnitten verschiedener Objekte hervortritt. Andererseits finden sich Zellen, die nur die ersten Spuren einer Pigmentablagerung zeigen. So bemerkte ich sie in der Schleimhaut des Hundegaumens. Bei oberflächlicher Betrachtung konnte ich von verzweigten Zellen keine Spur entdecken. Bei schärferem Zusehen fand ich jedoch feine Pigmentlinien, die sich weiter verfolgt als Grenzsaum Langerhans'scher Zellen darstellten, deren Inneres von Pigment völlig frei war. Dasselbe war nur in den Ausläufern und der Grenzschicht des Protoplasmas vorhanden. Ohne dasselbe würde die Zelle nur durch Reagentien sichtbar geworden sein.

Diese verzweigten Pigmentzellen wird man nun in mit Pigment versehenen Hautstellen überall finden. Dasselbe zeigt eine besondere Vorliebe für die Langerhans'schen Zellen. Sogar wenn diese völlig mit Pigment durchsetzt erscheinen wird man nicht selten vergeblich in den Epidermiszellen danach suchen. Tritt es dann auch in diesen auf, so findet es sich zuerst um den Kern abgelagert. Erst wenn die Ablagerung noch allgemeiner wird, sind auch die Epidermiszellen mit Pigment durchsetzt. Aber auch wenn das in noch so hohem Grade der Fall ist, wird man die verzweigten Figuren immer mit Leichtigkeit an ihrer dichteren Pigmentirung erkennen. Durch Maceration in 35% Kalilauge gelang es mir leicht, die fraglichen Zellen mit ihren allerdings der grösseren Länge nach abgerissenen Ausläufern zu isoliren.

An Grösse des Körpers und Beschaffenheit der Ausläufer, sowie an Zahl wechseln die Pigmentzellen vielfach. Die Grösse des Zellkörpers steht bei Objekten desselben Thieres meist im umgekehrten Verhältniss zur Höhe der Epidermis, die Ausläufer im Verhältniss zu derselben. So sind die später zu beschreibenden Pigmentzellen der Schweineschnauze bei der ausserordentlich dicken Epidermis mit sehr langen, die des Schwanzes mit kurzen Ausläufern versehen (Fig. 2 bei a), umgekehrt ist der Zellkörper hier grösser als dort.

Die Ausläufer stellen sich meist als aus dicht aneinandergereihten Pigmentkörnern bestehende Linien dar, die erst durch Vergoldung des die einzelnen Körner verbindenden Protoplasmas als kontinuierliche, wenn auch variöse Fasern erscheinen. Dabei können die einzelnen Körner mehr weniger weit von einander entfernt liegen, oft so entfernt, dass sie nicht als zusammenhängende Linie imponiren. Diese Form der Ausläufer ist jedoch nicht immer ausschliesslich vorhanden. In der Haut des Igels z. B. traf ich Zellen an, deren Ausläufer breitere pigmentirte Protoplasmabänder darstellten, die entweder einfach stumpf oder mit keulenartiger Anschwellung endeten. Von diesen breiteren Fortsätzen entsprangen nicht selten zahlreiche feinere. Was die Zahl der Pigmentzellen angeht, so scheint

sie mir in den unbehaarten Hautpartien durchweg grösser zu sein als in den behaarten. Weniger zahlreich finden sich die Zellen z. B. in der Haut des Kalbes, in der sie noch in der Nähe der durchtretenden Haare am häufigsten anzutreffen sind. Schon weit zahlreicher werden sie in der wenig behaarten Haut des Schweines, noch zahlreicher in der ganz haarlosen Schweineschnauze. Sehr verbreitet traf ich sie ferner in der Epidermis des Schwanzstachels der Katze. Was den Schwanz der Säuger überhaupt angeht, so wollte es mir scheinen, als ob die Pigmentzellen an der Spitze desselben zahlreicher seien als in seiner übrigen Haut, auch wenn er bis zur Spitze behaart war. Dadurch gewinnt die Vermuthung Leydig's über den Schwanz der Säuger als eines Tastorganes an Grundlage. Was den behaarten Hautpartien an Zahl der Pigmentzellen in der Epidermis abgeht, wird ihnen gewöhnlich durch die grosse Anzahl der in der äusseren Haarwurzelscheide, der direkten Fortsetzung der Epidermis, liegenden gleichen Gebilde reichlich ersetzt. Ich habe die Zellen hier meist ausserordentlich dicht liegend angetroffen, in nichts von denen der Epidermis unterschieden. Auch pigmentlose Langerhans'sche Zellen konnte ich mir hier durch Chlorgold leicht zur Anschauung bringen. Besonders schön lassen sie sich auf Querschnitten der Haare demonstrieren.

Wie ich schon bei der Zusammenstellung der Literatur anführte, hat neuerdings v. Mojsisovics aus der Schweineschnauze Nervenendigungen beschrieben, die den aus der Cornea von Cohnheim und Hoyer mitgetheilten entsprechen. Die Nerven der Lederhaut dringen entweder an der Spitze der Epidermiszapfen, oder erst, nachdem sie in den sehr langen Papillen eine Strecke weit aufgestiegen sind, in die Epidermis ein und verlaufen hier als varicöse, verzweigte, anastomosirende Fasern. Wenn ich aber schon für das Corneaepithel, das doch eine gewisse Ausnahmestellung gegenüber der Epidermis einnimmt, die Resultate der Autoren anzweifelte, so musste ich hier, wo wir es mit gewöhnlicher Epidermis zu thun haben, diesen Zweifel in

noch höherem Masse hegen. Und so war ich auch fest überzeugt, dass v. Mojsisovics entweder die Zellkörper, zu denen die varicösen Fasern gehören mussten, übersehen, oder dass auch hier das Chlorgold seine Schuldigkeit nicht gethan hatte. Auch Leydig spricht über die von v. Mojsisovics beschriebenen Endigungen seinen Zweifel aus.

Nun erwähnt der Verfasser, dass er die häufig vorkommenden durch Pigment schwarz erscheinenden Schweineschnauzen absichtlich bei seinen Untersuchungen übergangen habe. Da es mir nun auf Grund meiner Auseinandersetzungen über die verzweigten Pigmentzellen genügte, wenn ich diese in meinem Objekt nachweisen konnte, so war mein Augenmerk zunächst gerade auf die von v. Mojsisovics vermiedenen pigmentirten Schnauzen gerichtet. In diesen fand ich Alles nach Wunsch.

Die gewöhnlichen Epidermiszellen des gedachten Objektes enthalten wenig Pigment. Die verzweigten Zellen sind durch dasselbe leicht kenntlich (Fig. 4). Sie liegen meist dicht an der Lederhaut, in die sie nicht selten ein kleines Stück hineinragen. Am dichtesten trifft man sie in der Spitze der Epidermiszapfen, oft dreissig und mehr an der Zahl. Dementsprechend finden sich auch hier die zahlreichsten Anastomosen ihrer Ausläufer. Letztere sind von verschiedener Länge. Bei tiefer gelegenen Zellen sind die nach unten sich erstreckenden kurz. Höher gelegene Zellkörper haben oft nach oben und unten gleich lange Ausläufer, die immer vielfach verästelt erscheinen. So lang sie nun aber in einzelnen Fällen sein mögen, völlig genügt ihre Länge nicht, um sie ohne Weiteres für identisch mit den von v. Mojsisovics beschriebenen varicösen Fasern anzusprechen. Dazu kommt, dass die Mitte der Epithelzapfen sowie die höchsten Epidermislagen keine Pigmentlinien enthalten, da die um die Papillen herumliegenden Zellen nur kurze seitliche Ausläufer entsenden. Ich erklärte mir diese Abweichungen so, dass ich annahm, die Ausläufer seien nur eine gewisse Strecke weit pigmentirt, darüber hinaus schwinde alles Pigment oder es sei nur in so grossen Abständen vorhanden, dass man nicht den Ein-

druck zusammenhängender Linien bekomme. Diese Vermuthung musste ich als bestätigt ansehen, als ich an vergoldeten Schnitten die Ausläufer nicht selten in der von v. Mojsisovics für die varicösen Fasern beschriebenen Ausdehnung verfolgen konnte.

Alles dies hatte ich aber nur an dem pigmentirten Objekte gefunden. Für den, der an der Identität der Zellen mit und ohne Pigment zweifelte, musste noch der Beweis der Gegenwart Langerhans'scher Körperchen auch in pigmentlosen Objekten erbracht werden. Es war nun auch in der That nicht schwer, in derartiger Epidermis die gewünschten Zellen aufzufinden und zu erkennen, dass sie im Wesentlichen mit den beschriebenen Pigmentzellen übereinstimmten.

Aber auch hier liess mich das Chlorgold zuweilen im Stich, indem es die gesuchten Zellen nicht färbte. Schon daraus erklärte ich mir, dass v. Mojsisovics sie nicht sah. Ein weiterer Nachtheil der Vergoldung ist der, dass die Epidermiszellen, besonders in den der Lederhaut nahe gelegenen Schichten, gerade also da, wo die Langerhans'schen Zellen vorzüglich liegen, sich oft so bedeutend färben, dass letztere nur bei genauerer Betrachtung aufgefunden werden können. Dass v. Mojsisovics aber selbst auch Andeutungen der fraglichen Gebilde sah, gesteht er ein, nur glaubte er diesen Befund seiner Seltenheit und Inconstanz wegen vernachlässigen zu dürfen.

Zum Schluss bleibt mir noch zu erwähnen, dass es mir gelang an Schnitten einer pigmentirten Schweineschnauze den Nervenzusammenhang verzweigter Zellen nachzuweisen. Die Nerven der Lederhaut waren in reichlichster Menge zu demonstrieren und leicht bis zum Eintritt in das rete Malpighii zu verfolgen.

Dieses war nun aber so intensiv gefärbt, dass obgleich die Langerhans'schen Zellen ihrer noch dunkleren Farbe wegen nicht allzu schwer aufzufinden waren, die Nerven sich nicht bis zur Vereinigung mit ihnen verfolgen liessen. Ich zog daher die von v. Mojsisovics gerühmte 35 % Kalilauge in Anwendung, die nach seiner Angabe auf vergoldete Schnitte so einwirkt, dass alle nicht

nervösen Elemente zerstört werden und nur die nervösen erhalten bleiben. Ein derartig günstiges Resultat konnte ich nun nicht erzielen, aber immerhin hellte mir das Reagens meine Schnitte genügend auf, um mir ein klares Bild des Nervenzusammenhanges zu liefern. Figur 5 giebt das Gesehene wieder. Ein Nerv gab ziemlich nahe dem rete drei feinere Zweige ab, von denen der mittlere sich mit einer der Lederhaut naheliegenden Zelle verband, ein zweiter erst nach längerem Verlauf in der Epidermis ein Langerhans'sches Körperchen erreicht. In den Verlauf des dritten schaltete sich, ehe er sich mit einer grössern Zelle verband eine kleinere dreieckige ein.

Im Uebrigen kann ich den Beobachtungen von v. Mojsisovics nichts Neues hinzufügen. Denkt man sich in die von ihm beschriebenen varicösen Fasern innerhalb des rete nahe der Lederhaut Langerhans'sche Zellen eingeschaltet so erhält man ganz mit den meinigen übereinstimmende Bilder.

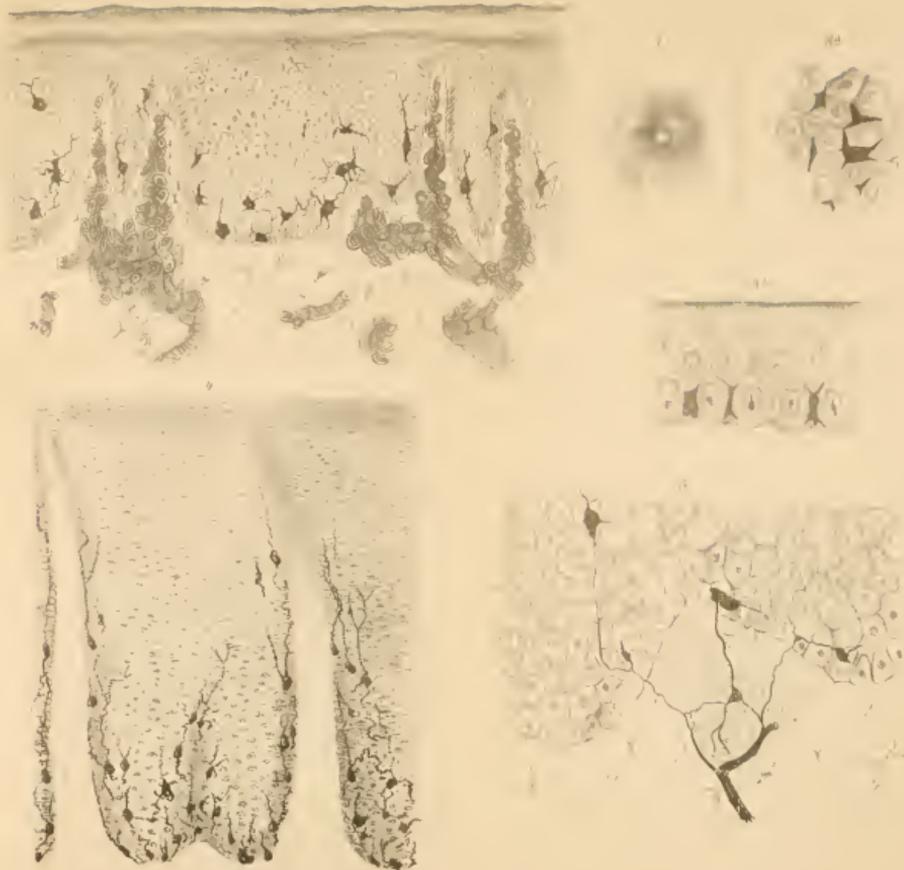
Fassen wir kurz zusammen, was unter den mitgetheilten Beobachtungen über die Endigung der Hautnerven von besonderer Wichtigkeit ist, so verdienen folgende Punkte hervorgehoben zu werden:

1) Alle in die Epidermis eintretenden Nerven enden in Langerhans'schen Zellen.

2) Die Langerhans'schen Körperchen finden sich bald mit, bald ohne Pigment.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel IX.

- Fig. 1. Spitze des Katzenschwanzes. Zwischen den ausgebreiteten Haaren das kegelförmige Schwanzende.
- Fig. 2. Vertikalschnitt der Haut des Schweineschwanzes.
Bei a die verzweigten Pigmentzellen der Epidermis.
Bei b die Capillarknäuel.
- Fig. 3. a) Horizontalschnitt d. vergoldeten Froschcornea. Zwischen den polygonalen Epithelzellen die Langerhans'schen Körperchen.
b) Vertikalschnitt der Froschcornea. In der unteren Epithellage die Langerhans'schen Körperchen.
- Fig. 4. Vertikalschnitt der Haut der Schweineschnauze zur Demonstration der verzweigten Pigmentzellen.
- Fig. 5. Vertikalschnitt der vergoldeten Haut der Schweineschnauze zur Veranschaulichung des Nervenzusammenhanges Langerhans'scher Zellen.
-



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Naturgeschichte](#)

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: [44-1](#)

Autor(en)/Author(s): Ribbert Moritz Wilhelm Hugo

Artikel/Article: [Beiträge zur Anatomie der Hautdecke bei Säugethieren. 321-350](#)