Bemerkungen zur Anatomie der Tasthaare.

Von

Dr. **Ludwig Loewe**

in Berlin.

Hierzu Tafel III.

1. Zur Frage von der Nervenendigung an den Tasthaaren der Kaninchenschnauze.

Die neuste Zeit hat eine Reihe von Beobachtungen über Nervenendigungen innerhalb der Epithelzellen gebracht, zu welchen einen Beitrag zu liefern, Zweck der folgenden Zeilen sein soll. Fertigt man durch die Tasthaare aus der Schnauze eines ausgewachsenen Kaninchens Längsschnitte (wie Fig. 1), so sieht man, wie dies s. Z. Gegenbaur (Untersuchungen über die Tasthaare einiger Säugethiere, Ztschr. f. wissensch. Zoolog. III. Bd. 1851) und Leydig (Ueber die äusseren Bedeckungen der Säugethiere. Müller's Arch. Jhrg. 1859) beschrieben haben, grosse markhaltige Nervenstämme seitlich den Haarbalg durchbohren (Fig. 1 n) um nach mannigfaltigen Theilungen und Geflechtbildungen zwischen innerer Haarbalgscheide (Fig. 1 i h) und den Gefässen des cavernösen Körpers (Fig. 1 cc) nach oben gegen den Ringwulst (Fig. 1 R) zu verlaufen. Hier nun lassen sie die verschiedenen Autoren auf verschiedene Art und Weise endigen. Burkhard (über Nervenendigungen in den Tasthaaren der Säugethiere. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1870 S. 514) giebt an, dass die in den Ringwulst eintretenden Nerven daselbst ein Netz bilden und wahrscheinlich mit eigenthümlich beschaffenen Zellen im Zusammenhang stehen. Leydig (l. c.) findet, dass die Nerven da, wo der Ringsinus (Fig. 1 Rs) sich befindet, bis hart an die äussere Wurzelscheide (Fig. 1 äw) heran treten und nachdem die Primitivfasern sich häufig getheilt haben, eine Art Kranz bilden, der bis zur äusseren Wurzelscheide vorzudringen sucht. Odenius (Beitrag zur Kenntniss des

anatomischen Baues der Tasthaare; Vortrag gehalten in der physiologischen Gesellschaft in Lund 1866. Deutsch in Max Schultze's Arch. II. Bd.) lässt die einzelnen Fasern nach Verlust der Markscheide zu schmalen glänzenden Terminalfasern werden, welche dicht in einer homogenen Substanz mit runden blassen Kernen eingebettet zu sein scheinen, und von denen jede mit einer länglichen, abgerundeten Anschwellung von fein granulirtem Aussehen endet. Schöbl hat mehrere Arbeiten über die Haare geliefert, in denen er verschiedene Arten von Nervenendigung beschreibt. In der ersten (Max Schultze's Arch. VII. Bd.: die Flughaut der Fledermäuse und die Endigung der Nerven in derselben) schildert Schöbl eine eigenthümliche pinselförmige Ausstrahlung, mit welcher die Haar-Wurzeln der Flughaut der Fledermäuse in einem der malpighischen Schleimschicht entstammenden Wurzelzellkörper endigen. Von Letzterem geht nach abwärts eine Tannenzapfen ähnliche Verlängerung, die von einem Nervenstämmchen knäuelartig umwickelt wird. Ausser dieser Art von Nervenendigung existirt nach Schöbl noch eine zweite Art. Es soll nämlich der zu dem Tasthäärchchen tretende Nerv einen Ring von Nervenfasern um den Hals des Haares unterhalb der Einmündung der Talgdrüsen bilden. Die Anschauungen Schöbl's über die nervöse Natur der tannenzapfenförmigen Verlängerung des Wurzelzellkörpers sind von Stieda angegriffen worden. Stieda erklärt die Schöbl'schen Terminalkörperchen für junge Haarkeime. Ebenso Beil (Ueber Nervenendigungen in den Haarbälgen einiger Tasthaare, Inaugural-Dissertation, Göttingen 1871) und ganz neuerdings Unna (Max Schultze's Arch. Bd. XII. p. 665). Endlich hat Schöbl selbst in einer späteren Arbeit (Max Schultze's Archiv. IX. Bd.: Ueber die Nervenendigungen an den Tasthaaren der Säugethiere, sowie über die feinere Struktur derselben) seine früheren Angaben über die nervöse Natur der Wurzelzellkörper zurückgenommen. Dafür hat Schöbl in einer dritten Arbeit (Max Schultze's Arch. VII. Bd. Jahrg. 1872: das äussere Ohr des Mäuse als Tastorgan) angegeben, dass zu jedem Tasthaar des äussern Ohrs der Mäuse mehrere aus marklosen Nervenfasern bestehende Nervenstämmchen treten, welche unterhalb der Talgdrüsenmündung den Wurzelzellkörper in mehrfacher Tour umwinden. Von diesem Ring treten Fasern nach abwärts bis an das untere Ende des Wurzelzellkörpers, um unter demselben einen Nervenknäuel zu bilden.

In einer vierten Arbeit beschreibt Schöbl das äussere Ohr des Igels als Tastorgan (M. Schultze's Arch. VIII. Bd. S. 295). Danach umwickeln die Nervenfasern den cylindrischen Theil des Haarbalges unmittelbar unter der Einmündung der Talgdrüsen mit einem starken Nervenring. Zugleich sollen von der Innenfläche des Nervenringes Nervenfasern nach unten abgehen und unter der Spitze des Wurzelzellkörpers schlingenartig endigen. Auch diese Angabe hat Schöbl später zurückgenommen (Vortrag in der böhmischen Gesellschaft 19. April 1872) und als terminalen Tastapparat eine eigenthümliche Längsfaserung der Glashaut beschrieben, welche Längsfasern dicht eine neben der andern an der Oberfläche des Wurzelzellkörpers verlaufen, unten schlingenförmig umbiegen und auf diese Weise die ganze Oberfläche des Wurzelzellkörpers umspannen sollen. Die Tasthaare der Säugethierschnauze anlangend kommt Schöbl zu dem allgemeinen Resultat, dass der Nervenendapparat an denselben aus einem Nervenringe und aus der modificirten Glashaut bestehe. Dietl hat ebenfalls mehrere Arbeiten über Haare geliefert. In seiner ersten: Untersuchungen über Tasthaare, Wiener Sitzungsberichte 64. Bd., lässt Dietl die Nervenfasern in den Ringwulst eintreten, ausserdem sollen sie sich in dem Balkenwerk des cavernösen Körpers verästeln. In einer zweiten Untersuchung hat dann Dietl (Wiener Sitzungsberichte 1872, Abth. III. Bd. II) ebenfalls gefunden, dass die Nerven die Glashaut durchbohren, marklos werden und mit einer eigenthümlichen oblongen, knopfförmigen Anschwellung in der äusseren Lage des Epithels endigen. An denjenigen Stellen, an denen die meisten Nervenendigungen vorkommen, zeigt sich die Glashaut von besonderer Stärke. In einer dritten Arbeit (Dietl, Untersuchungen über Tasthaare. Wiener Sitzungsberichte 1873. p. 213) sah Dietl an den Tasthaaren der Pferdellippe in den äussersten Zelllagen der äussern Wurzelscheide Langerhans'sche Körperchen und vermuthet Dietl, dass die Nervenfasern in dem Epithel der Wurzelscheide endigen. Sertoli (Sulla terminazione de nervi nei peli tattili, Gazzetta medico veterinaria. Anno II. 1872) lässt die Nerven durch die sogenannte Glashaut des Haarbalges durchtreten; dann sollen sie sich im Epithel mit Langerhans'schen Terminalkörpern in Verbindung setzen. Jobert (Recherches sur les organes tactiles des Rongeurs et des Insectivores. Compt. rend. Tome LXXVIII pag. 1058) lässt die Nerven an den Haarbälgen als nackte Achsencylinder anschei-

nend mit Endknöpfchen frei endigen. In einer zweiten Arbeit hat Jobert (*Des poils considérés comme agents tactiles chez l'homme, gazette méd. de Paris 1875 Nr. 6—7*) angegeben, dass die Nerven beim Menschen als feinste varicöse Achsenfibrillen bis zur Glashaut vordringen, wo sie in kleinen Anschwellungen endigen. Redtel (*der Nasenaufsatz des Rhinolophus Hippocrepis, Ztschr. f. wissenschaft. Zoolog. XXIII. Bd. pag. 254*) lässt die Nerven nicht im Epithel des Haarbalges, sondern mittelst blasser Endkolben im Bindegewebe dicht an der äusseren Wurzelscheide endigen. Was die Lehrbücher der Histologie anbetrifft, so befindet sich in der Gewebelehre von Kölliker, Leipzig 1867, die Angabe, dass die äussere Faserhaut des Haarbalges einzelne Nervenfasern in spärlichen Theilungen erkennen lasse und dass auf der Glashaut ziemlich dicht liegende, gleichlaufende Längslinien zu finden seien. Diese Kölliker'schen Längslinien sind offenbar identisch mit denjenigen Bildungen, die später Schöbl ebenfalls beschrieben und als Nervenendapparat gedeutet hat (siehe oben). In dem Lehrbuch von Stricker führt Biesiadecki die Angabe von Langerhans an, dass die Haarpapille von einer überaus reichen Menge von Nerven umgeben wird und dass ausserdem in der äusseren Haarbalgscheide markhaltige Nervenfasern verlaufen. Im Haarbalggrunde sollen blasse Fasern zwischen die Zellen der äussern Wurzelscheide eintreten, welche, von der Glashaut ausgehend, bis zur inneren Wurzelscheide reichen. In der neusten sechsten Auflage von Frey's Lehrbuch 1876 giebt Verf. an, dass die Tasthaare der Säuger, unterhalb der Ausmündung der Talgdrüsen, einen Nervenring besitzen. In dem Lehrbuch von Krause wird gesagt, dass blasse Terminalfasern bis dicht an die Glashaut, resp. bis an die äussere Wurzelscheide, zu verfolgen seien. Krause widmet einen ganzen Paragraphen seines durch die Fülle neuer sachlicher und litterarischer Angaben ausgezeichneten Lehrbuches der Litteratur der Nervenendigungen an den Haaren. Ganz neuerdings ist eine Arbeit von C. Arnstein (*Ueber die Nerven der behaarten Haut. Wiener Sitzungsberichte 74. Bd. III. Abth. Octob.-Heft 1876*) erschienen, worin dieser Autor angiebt, dass man an den Tasthaaren des Mäuseohrs eine Längsstrichelung der Glashaut bemerken kann, die von einer Ausstrahlung markloser Achsencylinder in die Glashaut herrührt. Ausserdem sehe man myelinhaltige Nervenfasern an die Wurzelscheide herantreten, hier ihre Myelinscheide ver-

lieren, sich theilen und stellenweise engmaschige Netze bilden oder als isolirte Nervenfasern verlaufen. Arnstein deutet die an der Glashaut frei endigenden Nervenfäden als specifische Tastnerven, die in der Wurzelscheide und in den Talgdrüsen gelegenen Nervenendnetze bringt er dagegen mit denen des Rete Malpighii unter einen Gesichtspunkt, indem er sie als das Gemeingefühl vermittelnde Nerven auffasst.

Ich komme nun zur Beschreibung meines eigenen Befundes. Das Präparat Fig. 1 ist ein Längsschnitt eines Tasthaares aus der Schnauze eines ungefähr 2 Monat alten Kaninchens. n bedeutet den Nervenstamm, dessen Verzweigung auf dem abgebildeten Längsschnitt nicht getroffen ist, aber an andern Schnitten deutlich nachgewiesen werden konnte. Der Nerv n verläuft zwischen der innern Haarbalgscheide ih und den Gefässen des cavernösen Körpers cc in leichten Schlingelungen. Die Längsrichtung seines Verlaufes bildet mit der Längsaxe des Haares einen spitzen Winkel. Demgemäss durchbohrt er die innere Haarwurzelscheide in schräger Richtung, so dass er, je mehr er nach oben kommt, immer näher an die Glashaut g herantritt. Am Ringwulst R angelangt lagert er sich in dessen innerste und unterste Partie ein, so dass er hier ganz dicht der Glashaut aufliegt. Etwas unterhalb der Mitte des Ringwulstes hört er wie abgeschnitten auf und ist nicht weiter zu verfolgen, offenbar, weil hier der von mehreren Autoren übereinstimmend beschriebene Nervenring getroffen ist. An derjenigen Stelle der äussern Wurzelscheide äw, an der der Nerv abgeschnitten aufhört, ist die äussere Wurzelscheide etwas verdickt und deutlich in eine äussere dunklere (äd p) und eine innere hellere Partie (ih p) zerfallen. Beide Theile sind gut gegen einander durch ihre Färbung abgesetzt. Der Contour des äussern dunklen Theils ist entsprechend der Stelle, wo sich der Nerv an die Glashaut anlehnt, auf dem Durchschnitt hügelig erhaben und fällt von da nach oben sowohl wie nach unten sanft ab, so dass die dunklere Partie im Durchschnitt ungefähr einer Spindel ähnelt.

Die Zellen der äusseren Wurzelscheide zeigen ausser der Farbendifferenz und der grösseren Anhäufung an der betreffenden Stelle keine besonderen Eigenthümlichkeiten, namentlich habe ich keine Nervenfasern in die dunklere Partie direct hineintreten sehen, geschweige denn, dass es gelungen wäre einzelne Nervenfasern zu den einzelnen Zellen hintreten zu sehen. Auch das von Arnstein

beschriebene Netz von intraepithelialen Nervenfasern innerhalb der äusseren Wurzelscheide vermochte ich nicht zu constatiren. Eben- sowenig habe ich direct eine Durchbohrung der Glashaut durch die Nervenfasern demonstrieren können. Trotzdem der directe Beweis, dass die Nervenfasern in die äussere Wurzelscheide eintreten, nicht geglückt ist, scheint es mir doch das Nächstliegende zu sein, die scheinbare Endigung des Nerven an dem Ringwulst und die auffällige Verdickung, sowie die Farbendifferenz der äusseren Wurzelscheide an eben demselben Orte in eine gewisse Beziehung zu einander zu bringen, um so mehr als neuerdings von Merkel (Arch. f. mikrosk. Anatomie Bd. XI) der Nachweis geliefert worden ist, dass derartige verschiedene Färbungen der Epithelzellen mit den nervösen Eigenschaften derselben in Verbindung stehen.

Diese Vermuthung wird zur Gewissheit, sobald man sich einen Querschnitt eines Tasthaares in der Höhe des Ringwulstes herstellt. Einen solchen zeigt Fig 2 bei starker Vergrösserung (Schieck Oc. C. Obj. 7). Hier ist ägl die äussere, den ganzen Haar- balg umschliessende Glashaut. Sie wird durch einen interstitiellen mit lymphatischer Flüssigkeit gefüllten Gewebsspalt il von dem übrigen fett- und muskelhaltigen Subcutangewebe sc geschieden. Letzteres ist durch eine scharf gezeichnete Grenzlinie gr gegen den Interstitialspalt abgegrenzt. Endothelzellen habe ich an dieser Grenzlinie gr auf dem Querschnitt nicht nachzuweisen vermocht. Die Interstitialspalte il ist durch einige feine Fäden unterbrochen, welche von dem Grenzcontour des Subcutangewebes gr zu der äusseren Glashaut ägl ziehen. Nach innen von letzterer bezeichnet äh die äussere straffe, ih die weit lockerer gewebte, daher nach Carminfärbung bedeutend hellere innere Haarbalgscheide, an der der mit dem Buchstaben R bezeichnete Ringwulst durch seinen Reichthum an durchschnittenen markhaltigen Nervenstämmen n und durch seine mächtige Breiten-Entwicklung in die Augen fällt. Der Ringwulst flacht sich nach beiden Seiten hin sanft ab, ihm gerade gegenüber ist die innere Haarbalgscheide am schwächsten entwickelt. Der Verschiedenheit der Breitenentwicklung der innern Haarbalgscheide ih entspricht auch die äussere Haarbalgscheide äh. Auch diese ist an der Ringwulstseite am mächtigsten, an der entgegengesetzten am schwächsten entwickelt, so dass der Quer- schnitt durch den ganzen Haarbalg (Fig. 2) die Form einer lang gezogenen Ellipse hat. Zwischen beiden Haarbalgscheiden befin-

den sich die Gefässe des cavernösen Körpers cc. Sie sind zum Unterschiede von den Haarbalgscheiden an der grössten Höhe des Ringwulstes am schwächsten, an der entgegengesetzten Seite am stärksten. Der Querschnitt durch das Haar sammt Haarwurzelscheide entspricht der Configuration des ganzen Haarbalges, ist also ebenfalls eiförmig mit dem spitzen Pol nach dem Ringwulst hin. Gegen die innere Haarbalgscheide ih wird das Haar durch eine innere nur schwach entwickelte Glashaut igl abgeschlossen. Innere iw und äussere Wurzelscheide äw sind entsprechend dem Ringwulst ausgebuchtet. Das Haar selbst dagegen (h) hat einen nahezu kreisrunden Querschnitt und ist excentrisch gelegen. Was die einzelnen Bestandtheile der Wurzelscheide und des Haares anbetrifft, so werden dieselben erst in dem folgenden Paragraphen ihre Besprechung finden. Hier soll nur mit Bezug auf die Frage nach der Nervenendigung im Tasthaar auf folgenden Umstand aufmerksam gemacht werden. An der Ringwulstseite sind die äussersten Zellenlagen des Epithels der äussern Wurzelscheide durch ihre dunkle Färbung ebenso charakteristisch von dem übrigen Epithel unterschieden, wie dies oben von der Partie ä d p der Fig. 1 geschildert worden ist. Diese Dunkelfärbung beruht nach Fig. 2 auf dem Umstand, dass die der Cylinderzellenlage der Epidermis entsprechende Schicht der äussern Wurzelscheide, die in der übrigen Circumferenz des Haares nur ein einzelliges Stratum darstellt, an der betreffenden Stelle sich zu mehrfacher Schichtung erhebt. Obgleich sich zwar auch an dem Querschnitt Fig. 2 nicht direkt Nervenfasern zu den einzelnen Zellen verfolgen liessen, so scheint doch der constante Befund einer dunkleren Färbung an dieser Stelle im Zusammenhang mit der mächtigen Entwicklung der Nervenstämmе unter Ausbildung des Ringwulstes und der Wurzelscheide keine andere Deutung zuzulassen, als dass man es hier mit einem specifischen Tastorgan zu thun habe. Der Ringwulst wäre sonach als ein bindegewebiges Tast-Kissen zu betrachten, auf dem ein Epithel aufsitzt, das zwar in der Hauptsache ebenso beschaffen ist, wie an den übrigen Punkten der Haarwurzelscheiden, das aber erstens durch seine Mächtigkeit und zweitens durch eine eigenthümliche Modification der untersten Zellenlagen, in denen mit Wahrscheinlichkeit die Nervenendigung zu suchen ist, ausgezeichnet ist.

Hier soll noch auf eine jedenfalls in Beziehung zur Tastem-

pfundung stehende Eigenthümlichkeit in der Anordnung der kleineren Häärchen (s. h. Fig. 1), welche in der unmittelbaren Nachbarschaft der grossen Tasthaare stehen, aufmerksam gemacht werden. Dieselben sind regelmässig um die Peripherie der grossen Tasthaare herum in 2--3, manchmal auch mehr concentrische Kreise gestellt. Ausserdem ist jedes der kleinen Häärchen spitzwinklig gegen die Richtung des grossen Tasthaares orientirt mit der Oeffnung des spitzen Winkels gegen die Hautfläche zu. Wenn man alle Häärchen je eines Kreises durch eine Membran verbunden denkt, bilden sie einen Kegelmantel, dessen Basis das kreisförmige Hautstückchen ist, an dessen Peripherie die Häärchen stehen, während die Axe des Kegels von dem grossen Tasthaar gebildet wird. Zwei bis drei, oft auch mehr solcher Kegelmäntel umragen einer in den andern geschachtelt jedes Tasthaar. Sie sind natürlich gegen letzteres in um so spitzeren Winkel gestellt, je näher sie demselben gelegen sind. Diese Aufstellung charakterisirt die kleineren Häärchen als mit bei der Tastempfindung betheiligte Hilfsorgane. Es kommt oft vor, dass der allerinnerste Kreis von secundären Tasthäärchen so nahe an das grosse Tasthaar gerückt ist, dass er schon aus dem Halse der Haartasche des letzteren in schräger Richtung entspringt. Dasselbe kann auch mit dem innersten und dem zweitinnern Haarkreis der Fall sein etc. Bilder dieser Art sind schon früher gesehen, aber wie mir scheint bis jetzt immer falsch gedeutet worden. Man hat nämlich das secundäre Tasthäärchen als neues Haar aufgefasst, welches sich aus der Wurzelscheide des alten in schräger Richtung entwickeln soll. Viele Abbildungen über Haarentwicklung aus den Wurzelscheiden älterer Haare sind offenbar auf diesen Umstand zurückzuführen.

Mit obigen Worten soll keineswegs die Entstehung eines jungen Haares aus der Wurzelscheide eines alten geleugnet werden, vielmehr soll nur darauf aufmerksam gemacht werden, dass Präparate, an denen sich aus den Wurzelscheiden des einen Haares in schräger Richtung andere Haare ausstülpfen, durchaus nicht so ohne Weiteres als Neubildung von Haaren betrachtet werden dürfen.

2. Der Querschnitt durch ein Tasthaar.

Bisher finden sich in den Lehrbüchern der Histologie folgende Angaben über Haarquerschnitte: Kölliker (l. c.) unterscheidet an seinem sehr schönen Haarquerschnitt durch ein Kopf-

haar des Menschen etwas unterhalb der Mitte eine längsgefaserte äussere und quergefaserte innere Haarbalgscsheide. Von der Glashaut umschlossen folgt die äussere Wurzelscheide, die in ihrem Bau mit der Malpighi'schen Schicht übereinstimmt, also aus Cylinderzellen und Riff- und Stachelzellen besteht. Die innere Wurzelscheide zeigt 2 oder 3 Lagen länglicher mit ihren Längsachsen derjenigen des Haars parallel gestellter Zellen, deren äussere, von Henle entdeckte, kernlos ist, während die innere, von Huxley beschriebene, kernhaltig gefunden wird. Das Haar selbst ist gegen die mit einer Cuticula endigende innere Wurzelscheide ebenfalls durch eine Cuticula abgeschlossen und besteht aus dem Mark, der Rinde und dem genannten Oberhäutchen. Der in Strickers Lehrbuch von Biesiadecki abgebildete Haarschnitt zeigt nach der Texterklärung im Wesentlichen dieselben Verhältnisse. In Freys Lehrbuch 1877 findet sich eine Wiederholung der Kölliker'schen Zeichnung, an der die Cylinderzellenlage in der äussern Wurzelscheide besonders deutlich ist, dafür aber die Kerne der Huxley'schen Zellschicht der innern Wurzelscheide fehlen. Nach Krause (Lehrbuch 1876) besteht ein Haarquerschnitt (abgesehen von der Haarbalgscsheide) aus der Glashaut, der äusseren und inneren Wurzelscheide, der Cuticula in- und externa und dem Haar. Letzteres hat punktförmige Dunkelheiten, dem Text nach, dunkles Pigment resp. Fettkörperchen. Toldt (Lehrbuch 1877) giebt ebenfalls einen sehr schönen Haarquerschnitt durch ein Schnurrbarthaar, an dem besonders die dunkle Färbung der Henle'schen Schicht der inneren Wurzelscheide und die scharfe Abgrenzung der inneren gegen die äussere Wurzelscheide hervorzuheben ist. Die äussere Wurzelscheide besteht bereits deutlich aus 3 Schichten, indem die innersten Zellen derselben eine sehr abgeflachte Gestalt zeigen. Da sich mein in Fig. 2 abgebildeter Querschnitt durch das Tasthaar eines Kaninchens von den Bildern der soeben citirten Autoren bedeutend unterscheidet, so soll derselbe hier kurz geschildert werden.

Was zuerst die äussere Glashaut anbetrifft (Fig. 2 ä gl) so besteht dieselbe aus einer glashellen structurlosen Substanz, die ihrem Habitus nach sich am besten mit der Substanz der Linsenkapsel des Kaninchenauges vergleichen lässt. Muskelfasern und Kerne sind in derselben nicht nachzuweisen.

Die äussere Haarbalgscsheide ä h ist aus netzförmig durch-

flochtenen, meistens circulär verlaufenden dicht gedrängten Fibrillenbündeln zusammengesetzt. Ihr Gewebe hat ungefähr die Beschaffenheit der Sklera des Kaninchenauges und entbehrt ebenfalls der glatten Muskeln.

Die innere Haarbalgscheide (Fig. 2 ih) hat einen mehr schleimgewebigen Character und ist nur von spärlichen Fibrillenbündeln durchzogen. Dagegen ist sie sehr reich an Rundzellen.

Die innere Glashaut (Fig. 1 igl) hat, abgesehen von dem Breitenunterschied, dieselbe Beschaffenheit wie die äussere Glashaut. Die äussere Wurzelscheide äw besteht aus 3 Schichten. Zu äusserst eine Cylinderzellenlage, dann eine Riff- und Stachelzellenschicht, endlich an der Grenze gegen die innere Wurzelscheide eine einzellige, dunkle, homogene Lage, an der keine Zellgrenzen deutlich sind, in der aber von Strecke zu Strecke regelmässig Kerne eingebettet sind. Was die Cylinderzellenschicht anbetrifft, so ist schon oben erwähnt worden, dass dieselbe an den Stellen, wo das Tastorgan liegt, eine mehrfache Mächtigkeit erreicht. Im übrigen haben selbst hier die Cylinderzellen nicht alle dieselbe Färbung, einzelne zeichnen sich vielmehr immer durch ihre Resistenz gegen Carmin aus. Sie sind weit heller. Wenn es mir gelungen wäre Nerven in sie hinein zu verfolgen, so würde ich sie für identisch mit den Merkel'schen Tastzellen halten. Alle Cylinderzellen, die hellen sowohl als die dunklen, sind in ihrem äussern gegen die innere Glashaut stossenden Abschnitt fein gestrichelt; die Strichelung erstreckt sich in der Regel nur bis zum Kern, die innere jenseits des Kerns gelegene Zellenhälfte ist homogen. Die Strichelung verleiht den Cylinderzellen der äussern Wurzelscheide ganz das charakteristische Aussehen, welches Pflüger von den Epithelien der Speicheldrüsengänge und Heidenhain von den Auskleidungszellen gewisser Abschnitte der Nierenkanälchen beschrieben hat¹⁾. Die auf die Cylinderzellenlage der äussern Wurzelscheide nach innen folgende Riff- und Stachelzellenschicht zeigt an denjenigen Stellen, wo die im § 1 erwähnte dunkle Färbung der äussern Wurzelscheide (Fig. 1 ä d p) vorhanden ist, folgendes Verhalten: die äussern Zellgrenzen lassen sich selbst an recht

1) An einem Präparate von Granuloma palpebrae, das ich schon vor Jahren geschnitten habe, zeigt die Cylinderzellenlage der äussern Wurzelscheide der menschlichen Augenwimpern eben dieselbe Strichelung ihrer äussern Hälfte.

feinen Durchschnitten nicht mehr erkennen. Sie scheinen vielmehr in eine feinfaserige Masse zusammengeflossen zu sein, welche den ganzen Raum zwischen den Kernen ausfüllt.

Die innere Wurzelscheide (Fig. 2 i w) besteht zu alleräusserst aus einem feinen strukturlosen, sich in Carmin stark färbenden Saum, auf welchen dunkle homogene, rechteckige Elemente in dreifacher Schichtung aufsitzen. Ein Zerfall in kernlose (sogenannte Henle'sche) und kernhaltige (sogenannte Huxley'sche) Bestandtheile ist nicht zu erkennen. Sie sind vielmehr sämmtlich kernlos. Nur in sofern zeigen sie geringfügige Unterschiede, als die alleräusserste Schicht niedrigwürfelförmig, die darauf folgenden an der Ringwulstseite länglich rechteckig und die innerste wiederum würfelförmig ist. Ein innerer Saum — offenbar der Durchschnitt durch die Cuticula der Wurzelscheide — schliesst letztere gegen das Haar ab. Letzteres ist in Fig. 3 besonders gezeichnet. Es besteht aus 3 Theilen, 1. dem Mark m, 2. der Rindenschicht r und 3. der Cuticula c. Zwischen Mark und Rindenschicht befindet sich ein schmaler Spalt s. Was zuerst das Mark anbetrifft, so besteht dasselbe beim Kaninchenhaar im Längsschnitt bekanntlich aus einer einfachen Reihe übereinandergelegener würfelförmiger Zellen (siehe Fig. 4 in toto isolirtes Haar vom neugeborenen Kaninchen). Der Querschnitt Fig. 3 zeigt, dass diese Zellen in der Höhe des Ringwulstes aus einer hellen sehr breiten Mittel- und einer schmalen pigmentirten Randpartie bestehen. Sie können mit der Rindenpartie des Haares nicht fest verbunden sein, da sie aus Querschnitten öfters herausfallen, doch ist der Spalt s wahrscheinlich im Leben nicht so breit, wie er sich in Fig. 3 wohl in Folge der Härtung präsentirt. Gegen den Spalt s ist das Mark mit einer scharfen Linie abgegrenzt.

Die Rinde des Tasthaares besteht beim Kaninchen am Ringwulst aus 2 Lagen, einer innern pigmentirten p i, der sogenannten Intermediärschicht, und einer äussern pigmentlosen, der eigentlichen Rinde r. An ersterer kann man wiederum 2 Abtheilungen unterscheiden. Eine central, dicht am Spalt s gelegene, in der die Pigment-Moleculi circulär gestellt und am grössten sind und eine äussere Abtheilung, in der dieselben allmählich schwächer werdend, radiär ausstrahlen. Die pigmentirte Intermediärschicht p i ist gegen den Spalt s ebenfalls mit einer scharfen Grenzlinie abgeschlossen. Die äussere pigmentlose Zone der Rindenschicht r ist

vollständig homogen und geht allmählich noch immer in die Intermediär-Partie über, die Cuticula *c* umgiebt als überall scharf gezeichneter Grenzcontour den ganzen Haarquerschnitt.

Die Beschaffenheit des Letzteren wechselt bekanntlich sehr je nach der Höhe, in der man schneidet. Dies beruht darauf, dass das Haar selbst nicht seiner ganzen Länge nach gleichmässig gebaut ist. Am leichtesten überzeugt man sich von der Aufeinanderfolge der Unterschiede im Haarbau an einem seiner ganzen Länge nach isolirten Haar Fig. 4. Dieses Präparat entstammt einem gewöhnlichen Rückenhaar vom Kaninchen, dasselbe zeigt fast überall eine Zelle breites Mark *m*. Nur nach unten zu — vom Beginn der gegen die Richtung des Haares stets stumpfwinklig eingebogenen Wurzelpartie an — legen sich die Markzellen in mehrfacher Zahl nebeneinander. Jede Markzelle besteht bis zum Haarhals hin aus einem oberen pigmentirten und einem untern gleich grossen unpigmentirten Abschnitt. Letzterer ist fast ganz durch den hellen pigmentfrei bleibenden Zellkern gebildet. An der Wurzel des Haares haben die Markzellen noch nicht die Würfelform, sondern sind kuglig und das Pigment beschränkt sich nur auf einen mehr minder grossen Abschnitt der obern Hemisphäre. Verfolgt man das erste Auftreten des Haarpigments bei Kaninchenembryonen, so sieht man, dass ebenso, wie dies A. Würzburg von dem Augenpigment beschrieben hat, auch am Haar die Pigment-Moleküle anfangs nicht in den Zellen selbst, sondern in den Kittleisten zwischen den Mark- (und auch den Rinden-)zellen auftreten und von da aus immer nur die obere Hälfte der Markzelle infiltriren. Die erste pigmentirte Markzelle findet sich in der Haarwurzel und schreitet von da in der Weise gegen den Haarhals fort, dass allmählich die ursprünglich dort gelegenen unpigmentirt gebliebenen Elemente abgestossen und durch die im Laufe der Entwicklung nach oben gerückten pigmentirten Mark-Elemente ersetzt werden. Dieses Factum beweist, dass das Haar nur unten an seiner Haarwurzel, dagegen durchaus nicht in sich selbst wächst. Wohl aber erleiden die einzelnen Haarzellen, nachdem sie schon ein Stück von der Wurzel weggertickt sind, noch fortwährend Veränderungen in sich, wie aus folgender Erscheinung hervorgeht. Gegen den Haarhals zu nimmt die unpigmentirte Hälfte der Markzellen immer mehr an Volumen ab und verschwindet endlich ganz. Die Pigment-Massen fliessen zusammen und nehmen jetzt die zugleich dünner ge-

wordene Axe des Haares als continuirlicher schwarzer Faden ein. In der Fig. 4 erkennt man, wie der Zusammenfluss der einzelnen getrennten Pigment-Partien zu einem continuirlichen Pigment-Axenfaden zu Stande kommt. An der Uebergangsstelle ist noch deutlich die Zusammensetzung aus einzelnen getrennten Zellpartien an dem Rosenkranz ähnlichen Aussehen des Axenfadens ersichtlich.

Nach aussen wird das Mark in der ganzen Peripherie des Haares von der an dem Totalbild Fig. 4 schwach längsgefasert erscheinenden Rindenzone r z umgeben. Dieselbe ist an der Haarwurzel am stärksten ausgebildet und auch hier am deutlichsten pigmentirt. Am Haarhals lagert sich zwischen dem axialen Pigmentfaden und der dunklen Rindenschicht r z eine helle Zwischenmasse z w ein. Nach aussen auf die Rindenschicht r z erfolgt die Anlage der Cuticula c. Dieselbe besteht an der Haarwurzel aus hellglänzenden kernlosen halbkugelförmigen Schüppchen, welche nach oben zu an Isolations-Präparaten Fig. 4 ihren runden Contour verändern und dafür wie dem Haar aufgesetzte kleine Haken erschienen. Dicht vor dem Haarhals bei x treten dieselben an dem in Fig. 4 vorliegenden Präparat wieder etwas enger zusammen um am Haarhals in eine breite hellglänzende Masse überzugehen, die sich jenseits des Haarhalses unmittelbar in die Hornschicht der Epidermis fortsetzt. Vorher schwillt sie noch an der concaven Seite des Haares (am Punkt b) zu einer glänzenden kugligen Masse, der Anlage der Talgdrüse an. Letztere ist mithin nicht ein Produkt des Rete Malpighii, sondern der Hornschicht.

Dies zu zeigen soll die Aufgabe des folgenden Paragraphen sein.

3) Ueber das Verhältniss der Talgdrüse des Haares zu den Straten der Epidermis.

Gewöhnlich wird angegeben, dass die Talgdrüse des Haares dem Rete Malpighii entsamme. So sagt Kölliker (Handbuch der Gewebelehre des Menschen Leipzig 1867) S. 150: „die Talgdrüsen entwickeln sich als Wucherungen der äussern Wurzelscheide der Haarbälge zwischen dem 4. und 5. Fötalmonate. Die Anfangs warzenförmigen Auswüchse gestalten sich nach und nach zu birn- und flaschenförmigen Gebilden, in welchen eine Höhle dadurch entsteht, dass die innersten Zellen eine physiologische Fettmetamorphose erleiden. Ebenso Biesiadecki (Stricker's Gewebelehre Leipzig 1871, S. 597) und Frey (Handbuch der Histologie, Leipzig

1876. S. 662). Krause (Anatomie, Hannover 1876 S. 112) und Toldt (Gewebelehre, Stuttgart 1877). Nach dieser Vorstellung über die Entstehung der Talgdrüse wird auch die anatomische Schilderung des fertigen Baues derselben eingerichtet. Uebereinstimmend wird angegeben, dass sie aus einer dünnen *Membrana propria*, einem einschichtigen Beleg von Matrix-Elementen und einer mehrfachen Lage von Secretionszellen besteht. Nur Kölliker l. c. unterscheidet noch eine innerste Lage.

Ich habe nun gefunden, dass die Entwicklungsgeschichte der Talgdrüsen von Kölliker zwar richtig beschrieben, aber insofern falsch aufgefasst ist, als der die Talgdrüsen Anlage bezeichnende warzenförmige Vorsprung auf der Aussenfläche des Haares nicht der äussern, sondern der innern Wurzelscheide seine Entstehung verdankt. Erstere ist sogar an der betreffenden Stelle bis auf eine einzige Zellenlage atrophirt.

Fig. 5 soll zeigen, was in dieser Beziehung Längsschnitte durch embryonale Kaninchen-Haare ergeben. Wenn man die Epidermis von der Oeffnung der Haartasche ausgehend bis zu derjenigen Stelle verfolgt, wo die Talgdrüse ihren Anfang nimmt, so findet man dieselbe bis dicht an letztere heran noch aus allen ihren Schichten bestehen. Zu unterst liegt an der Grenze gegen das Bindegewebe ein schön entwickeltes Cylinder-Epithel. Darauf sind mehrere Lagen von Riff- und Stachelzellen aufgesetzt. Die Hornschicht zeichnet sich durch ein deutlich entwickeltes *Stratum Langerhansii* aus. Am Halse der Talgdrüse hören die Riff- und Stachelzellen auf. Von der ganzen Malpighiischen Schleimschicht der Oberhaut bleibt nur die Cylinderzellenlage erhalten. Auch diese flacht sich zu jenem niedrigen einschichtigen Zellenbeleg ab, welcher die Talgdrüse nach aussen gegen das Bindegewebe hin umgiebt und der bisher immer fälschlicher Weise als Matrix der eigentlichen secernirenden Zellen der Talgdrüse betrachtet wurde. Die Zellen des Hornstratum dagegen erleiden beim Uebergang in die Talgdrüse eine Aufhellung, die mit einer Aufblähung des ganzen Zellkörpers verbunden ist. Ihr Leib geht schon im Moment der Talgdrüsen-Anlage jenen Process ein, dessen Endresultat die Abscheidung von Fettpartikelchen auf die Aussenfläche der Haut und des Haares ist. Nach unten von der Talgdrüse treten sofort wieder sämmtliche Schichten der Epidermis in die Erscheinung. Die den Cylinderzellen entsprechende einzellige Aussenschicht der

Talgdrüse geht wieder in die typische Cylinderform über. Zwischen Hornschicht und Cylinderzellen lagert sich von Neuem die Riff- und Stachelzellenlage des rete Malpighii ein. Zugleich vollzieht sich die Trennung in innere und äussere Wurzelscheide, von denen erstere vom untern Rande der Talgdrüse spornartig gegen die Mündung derselben vorspringt. Da die Talgdrüse mit ihren eigentlichen secernirenden Elementen nicht dem rete Malpighii entstammt, so kann die bisherige Annahme, dass die äussere Lage von platten Zellen an den Talgdrüsen die Matrix und die Vorläuferin der mit Fett gefüllten eigentlichen secernirenden Talgdrüsen-Elemente sei, nicht fernerhin Anspruch auf Richtigkeit machen. Die Unhaltbarkeit dieser Lehre geht schon aus der Thatsache hervor, dass sich nie eine Spur von einer Uebergangsform zwischen der äussern Lage platter Elemente und den innern Fett secernirenden Zellen nachweisen lässt. Man muss sich letztere vielmehr aus einer Metamorphose der untersten Zellen des Hornstratums hervorgegangen denken, also entweder, indem man die Langerhans'sche Schicht hierfür in Anspruch nimmt, oder, was mir noch wahrscheinlicher erscheint, indem man das Stratum lucidum Oehls als Matrix der Talgdrüsenelemente betrachtet. In der That lassen sich auch alle Uebergangsstufen von diesen zu jenen Zellen nachweisen. Der Vorgang der Abstossung der Talgdrüsen-Epithelien kann ungefähr folgendermassen gedacht werden: Wenn beim Wachsthum der Epidermis eine Vermehrung der Talgdrüsen-Elemente in loco in der Talgdrüse selbst stattfindet, so können dieselben in dem engen Raum, der durch die Talgdrüsen-Membran nach aussen, durch die innere und äussere Wurzelscheide nach unten begrenzt ist, nicht verbleiben, sondern die ältesten Elemente müssen entfernt werden. Die ältesten Elemente sind nun unzweifelhaft die innersten und untersten Zellen. Diese rücken längs des von unten vorspringenden Dornes der innern Wurzelscheide in die Höhe und bilden, indem sie sich zusammenballen, einen kleinen kugligen Haufen zu Grunde gegangener verfetteter Elemente, der sich an der oberen Spitze des spornartigen Vorsprunges der innern Wurzelscheide ansammeln muss und, indem der Wachstumsprozess immer weiter und weiter geht, schliesslich so aus dem Talgdrüsen-Innern herausgepresst wird, dass derselbe zwischen Haar und Hornschicht der Epidermis aus dem Halse der Haartasche hervortritt.

Das Gesagte lässt sich dahin resumiren, dass die Talgdrüse,

abgesehen von ihrer bindegewebigen *Membrana propria*, aus 2 Zellschichten verschiedenen Ursprungs besteht. Die äusserste Lage niedriger, kernhaltiger platter Epithelien entspricht genetisch der Cylinderzellenlage der Epidermis und ist nicht als Matrix der eigentlichen secernirenden Drüsenelemente aufzufassen. Letztere sind eine Fortsetzung der untersten Lagen der Hornschicht. Die Riff- und Stachelzellenschicht des *rete Malpighii* geht nicht in die Talgdrüse selbst hinein, sondern hört oberhalb derselben stumpf abfallend auf. Der Wachsthumspol der Talgdrüse ist am oberen Ende derselben, da, wo sich die secernirenden Talgzellen in die Hornschicht der Epidermis fortsetzen, gelegen.

4) Ueber das Verhalten der Wurzelscheiden und der Haarbalscheiden am untern Ende des Haares.

Früher hat man allgemein angegeben, dass am untern Ende des Haares eine uniforme Masse von Rundzellen gelegen sei, aus der sich nach oben die einzelnen Strata des Haares und seiner Wurzelscheiden entwickeln. Erst Unna (Dieses Archiv Bd. XII) war es vorbehalten zu zeigen, dass dem nicht so sei, dass vielmehr am untern Ende des Haarbalsges einzelne ganz charakteristische Formveränderungen vor sich gehen. Die Unna'schen Angaben beziehen sich namentlich auf eine eigenthümliche Farbendifferenz, den sogenannten rothen Mantel, die die Zellen der Huxley'schen Schicht der innern Haarwurzelscheide erleiden. Ich bin vielfach in der Lage gewesen die Unna'schen Angaben bestätigen zu können. In andern Fällen habe ich aber nicht vermocht die sich thatsächlich darbietenden Endigungen der einzelnen Schichten des Haares und seiner Wurzelscheiden auf das Unna'sche Schema zurückzuführen. Es scheint das Kaninchen, an dem ich ausschliesslich gearbeitet habe, ein je nach der Wachstumsperiode, in der das Haar sich gerade befindet, sehr verschiedenes Verhalten der untersten Zellen seiner Haarbälge zu besitzen. Einen Fall, den ich öfters wiederkehren sah, will ich hier beschreiben und durch Fig. 6 illustriren.

Es handelt sich um ein seiner vollen Länge nach ziemlich gut axial getroffenes Tasthaar eines neugeborenen Kaninchens. Dasselbe zeigte den von Unna l. c. beschriebenen und in Fig. 14 dieses Autors abgebildeten faserigen Zerfall der Haarwurzel.

Dicht vor der in meinem Fall Fig. 6 fein ausgezogenen und

dem Haare selbst stumpfwinklig aufsitzenden Papille ging das Mark *m* und die Rindenschicht *rz* des Haares in eine homogene, dunkle fein-längsstreifige Masse *flm* über. Der Uebergang erfolgte sehr schroff und war, wie dies auch Unna Fig. 14 zeichnet, mit einem plötzlichen Dunklerwerden des Haares verbunden. Da, wo die feinstreifige Masse anfang, waren noch beide Schichten der innern Wurzelscheide *i w* erhalten. Etwas tiefer endete die Huxley'sche Schicht (Hux. *s*) plötzlich und auch die Henle'sche Schicht (He. *s*) reducirte sich auf einen dünnen Saum, der noch bis zum Anfang der Papille herunterreichte. Der durch das Verschwinden der beiden Lagen der innern Wurzelscheide neu gewonnene Raum wurde dadurch ausgefüllt, dass sich das fein längsstreifig beschaffene Haar seitlich verbreiterte und mit einer ebenfalls längsgestreiften aber sehr dunklen Masse bis dicht an die äussere Wurzelscheide *ä w* herantrat. Letztere reicht, sich allmählich verschmälernd, bis an die höchste Convexität der Papille und hörte hier zugespitzt auf. An der Oberfläche der Papille verschwand schon etwas vor dem Ende der äussern Wurzelscheide das fein längsstreifige Wesen des Haares und ging in eine uniforme Masse rundlicher Zellen über, die nach aussen durch einen Contour abgeschlossen wurde, der sich nach oben hin deutlich in eine Grenzlage zwischen äusserer und innerer Wurzelscheide fortsetzte, und in der offenbar jene eine Zelle hohe homogene, mit Kernen besetzte Lage zu suchen ist, die in Fig. 2 die äussere gegen die innere Wurzelscheide abschliesst.

Einen andern Fall von Endigung der Wurzelscheiden stellt Fig. 7 dar. Auch hier ist das von Unna gegebene Schema nicht ganz erfüllt, jedenfalls aber nähert sich die Fig. 7 bedeutend mehr den Unna'schen Angaben als die Fig. 6. Die äussere Wurzelscheide *ä w* hört wiederum zugespitzt auf der Höhe der Convexität der Papille auf. Letztere sitzt in diesem Fall in der graden Verlängerung des Haares. Die Henle'sche Schicht der innern Wurzelscheide hört da auf, wo das Haar in die Papille übergeht. Nur ein geringes tiefer endet auch die Huxley'sche Schicht (Hux. *S*) Auf eine Strecke stösst mithin letztere direkt an die äussere Wurzelscheide.

In unsrer Fig. 7 ist noch der Uebergang der Haarbalgscheiden in die Papille von Interesse. Die äussere Haarbalgscheide *äh* setzt sich deutlich in eine bindegewebige Spitze *bs* fort, welche

als axialer dunkler Faden die Mitte der Papille durchzieht und bis dicht an den Beginn der epithelialen Haarwurzelzellen, die noch in Fig. 7 einfach rundlich sind, heranreicht. Dieser bindegewebige spitze Fortsatz b s ist in meinem Falle Fig. 7 noch deutlicher wie in Unna's Fig. 17 eine Fortsetzung der äussern Haarbalgscheide. Die innere Haarbalgscheide i h verliert am Beginn der Papille die Gefässe des cavernösen Körpers c c, welche spitz endigen. Sie setzt sich zu beiden Seiten des bindegewebigen Axialfadens b s unmittelbar in das lockere Gewebe der Haar-papille fort.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel III.

Fig. 1. Längsschnitt eines Tasthaars aus einer Kaninchen-Schnauze. Schieck. ocl. 0. Obj. 7. et.

n Nerv.

i h innere Haarbalgscheide.

c c corpus cavernosum.

ae w äussere Haarwurzelscheide.

i w innere „ „

R Ringwulst.

g Glashaut.

ä d p äussere dunklere Partie } der äusseren Wurzelscheide in der
i h p innere hellere Partie } Gegend des Nervenringes.

s t h secundäre Tasthäärchen.

R s Ringsinus.

Fig. 2. Querschnitt durch ein Tasthaar der Kaninchenschnauze in der Höhe des Ringwulstes. Schieck ocl. 0. Obj. 7. et.

c c corpus cavernosum.

s c Subcutan-Gewebe.

R Ringwulst.

ae w äussere Wurzelscheide.

i w innere Wurzelscheide.

h Haar.

ä h äussere Haarbalgscheide.

ae gl äussere Glashaut.

i gl innere Glashaut.

i h innere Haarbalgscheide.

i L Interstitieller Gewebsspalt zwischen der äussern Glashaut ae gl und der serösen Grenzschrift gr des Subcutan-Gewebes.

n Durchschnitt durch die Nervenstämmе des Ringwulstes.

- Fig. 3. Querschnitt durch das eigentliche Haar der vorigen Figur stärker vergrössert. Schieck ocl. O. Obj. 9. a. c. et.
 m Mark des Haares.
 s Spalt zwischen dem Marke m und der pigmentirten Intermediärpartie pi der Rindenzone r.
 c Durchschnitt durch die Haar-Cuticula.
- Fig. 4. Ein in toto isolirtes embryonales Kaninchen-Haar vom Rücken. Schieck ocl. O. Obj. 7. et.
 r z Rindenschicht.
 c Cuticula.
 m Mark.
 x Punkt dicht unter dem Haarhals h h, an dem die Cuticulazellen enger zusammentreten.
 Z w Intermediär-Zone des Haarhalses zwischen der Rindenschicht r z und dem axialen Pigmentfaden h b.
 b Anlage der Talgdrüse.
 a Beginn einer deutlichen Sonderung der Epidermis in Hornschicht und Malpighi'sche Schicht.
- Fig. 5. Querschnitt durch den Haarhals vom Kaninchen (Embryo vom 20. Tage) Schieck ocl. O. Obj. 7. a. t.
 Die Figur ist bestimmt zu zeigen, dass die eigentlichen secernirenden Elemente der Talgdrüse der Hornschicht der Epidermis entsprechen, nicht aber dem rete Malpighii.
- Fig. 6. Längsschnitt durch ein Tasthaar von Neugeborenen, um die Endigung der einzelnen Schichten der Wurzelscheiden zu zeigen.
 Sch. ocl. O. Obj. 7. et.
 i w innere } Wurzelscheide.
 ae w äussere }
 He. s Henle'sche Schicht.
 Hux. s Huxley'sche Schicht.
 r z Rindenschicht.
 f l M fein längsstreifige Masse.
 m Mark des Haares.
 c c Gefässe des cavernösen Körpers..
- Fig. 7. Ein anderes Haar von demselben Thiere wie Fig. 6 bei derselben Vergrösserung. Buchstaben wie Fig. 6.
 Hux. S Stelle, an der die Huxley'sche Schicht der innern Wurzelscheide nach dem Aufhören der Henle'schen Schicht direct an die äussere Wurzelscheide stösst.
 i h innere Haarbalgscheide.
 ä h äussere "
 b s bindegewebiger Axialfaden der Papille als Fortsetzung der äussern Haarbalgscheide.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 3.

Fig. 1.

Fig. 5.

Fig. 4.