ENTWICKELUNGSGESCHICHTE
DES
MENSCHLICHEN WOLLHAARES.

VON
PH. STÖHR,
WÜRZBURG.

Mit 3 Textfiguren und 48 Figuren auf den Tafeln I|IX.

Einleitung.

Die Untersuchungen, deren Resultate ich in Nachstehendem mitteile, wurden veranlasst durch die Frage nach der Herkunft der Musculi arrectores pilorum. Dass die glatten Muskelfasern der Haut „Sonderungen des Corium seien, ist in hohem Grade zweifelhaft und zwar um so mehr, als wir wissen, dass eine solche Muskulatur bei Amphibien sich nicht aus einer Bindegewebssonderung ableitet, sondern der Epidermis entstammt,“ sagt Gegenbaur¹⁾, die Untersuchungen Grynfeldts²⁾, Heerfordts³⁾, Nussbaums⁴⁾ und Szilis⁵⁾ lehren, dass glatte Muskel-

1) Gegenbaur, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere mit Berücksichtigung der Wirbellosen. Leipzig 1898. Bd. 1, pag. 86. Gegenbaur meint damit wohl die Arbeiten Maurers, „Glatte Muskelzellen in der Cutis der Anuren und ihre Beziehungen zur Epidermis“ (Morph. Jahrb. Bd. 21, pag. 152. 1894) und „Die Epidermis und ihre Abkömmlinge“ 4. Leipzig 1895. pag. 129 u. folg. In ersterer Abhandlung wird auch angegeben, dass die Arbeiten von Nicoglu, Heidenhain und Vollmer die Herkunft glatter Muskelfasern aus der Oberhaut ausser Zweifel stellen.

2) Grynfeldt, Le muscle dilateur de la pupille chez les mammifères. Montpellier 1899.

3) Heerfordt, Studien über den Musc. dilatator pupillae samt Angabe von gemeinschaftlichen Kennzeichen einiger Fälle epithelialer Muskulatur. Anatom. Hefte Bd. 14, pag. 487. 1900.

4) M. Nussbaum, Handbuch der gesamten Augenheilkunde von Graefe-Saemisch. 2. Aufl. Kap. Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges. pag. 36 und „Die Entwicklung der Binnenmuskeln des Auges der Wirbeltiere“. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 58, pag. 1. 1901.

5) Szili, Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der hinteren Iris-schichten, mit besonderer Berücksichtigung des Musc. sphincter iridis beim Menschen. Anat. Anzeiger. Bd. 20, pag. 161. 1901.

fasern aus Zellen des Ektoderms ihren Ursprung nehmen; es schien also der Gedanke an eine ektodermale Abkunft der Arrectores um so weniger von der Hand zu weisen, als schon mikroskopische Bilder bekannt sind⁶⁾, die stark zu Gunsten einer solchen Deutung sprechen. Das eingehendere Studium hat mich freilich nicht zu dem erwarteten Resultat geführt, allein es erwachsen während der Arbeit neue Aufgaben. Die Entwicklungsgeschichte des Haares ist zwar schon vielfach Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen, allein in der grossen Mehrzahl der Fälle dienten der Schilderung als Grundlage teils menschliche, teils tierische Embryonen; die gewonnenen Resultate wurden vielfach verallgemeinert, darin liegt zum Teil die Schuld an den sich widersprechenden Angaben. Eine derartige Methode ist jetzt, seitdem man weiss, dass jede Tier-species selbst bis ins Detail ihre Eigentümlichkeiten hat⁷⁾, zu beanstanden. Aber es liegen auch schon Untersuchungen vor, die bei einer Species die Entwicklung des Haares von Anfang bis zur Vollendung der fertigen Form verfolgt haben, eine solche verdanken wir Koelliker⁸⁾; die von ihm über die Entwicklung des menschlichen Haares gegebenen Abbildungen sind in die Lehrbücher übergegangen und finden heute noch — nach 53 Jahren — vielfache Verwendung. Seit jener Zeit ist die Entwicklung der menschlichen Haare in einzelnen Phasen wiederholt untersucht worden, unsere diesbezüglichen Kenntnisse haben mancherlei Bereicherung erfahren, aber nicht nur aus diesem Grunde ist eine Neudarstellung des Ganzen wünschenswert; die seit jener Zeit sehr ausgebildete Technik der Untersuchung, verbunden mit dem Besitz trefflicher

⁶⁾ Vergl. z. B. Garcia (Verzeichnis A Nr. 32) Taf. XI, Fig. 10. Text pag. 151.

⁷⁾ Vergl. C. Rabl, Über den Bau und die Entwicklung der Linse. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 63, 65, 67. 1898/99.

⁸⁾ Koelliker, Zur Entwicklungsgeschichte der äusseren Haut. Ibid. Bd. 2, pag. 67. 1850.

Zeichenapparate, ermöglichen uns heute, in viel eingehenderer Weise den interessanten Prozess zu verfolgen und seine einzelnen Phasen in naturgetreuen Bildern wiederzugeben⁹⁾. Ich werde also eine Entwicklungsgeschichte des menschlichen Wollhaares von seiner ersten Anlage bis zur Vollendung der fertigen Form geben, die ursprünglich mir gestellte Aufgabe, die Darstellung der Entwicklung der Arrectores, fügt sich dabei von selbst ein.

Historisches über die Ontogenie des Haares.

Nachstehende Schilderung giebt einen kurzen geschichtlichen Überblick über die Forschungen nur auf dem Gebiete der Entwicklung der Haare; Abhandlungen über Haarwechsel, Struktur, phylogenetische Bedeutung der Haare habe ich nur dann berücksichtigt, wenn sie auch über die Entwicklung der Haare Beachtenswertes enthielten. Dieser Überblick, in dem hoffentlich keine bedeutendere Monographie fehlt, ist nicht etwa eine Zusammenstellung dessen, was in anderen Schriften enthalten war, mit wenigen Ausnahmen¹⁰⁾ haben mir alle citierten Schriften im Original vorgelegen. Wer eine eingehendere Behandlung der diesbezüglichen Litteratur sucht, dem sei Valentin-Feiertag und Koellikers Gewebelehre (6. Auflage) empfohlen.

Die ältesten, aus dem ersten Drittel des vergangenen Jahrhunderts stammenden Angaben über die Entwicklung der Haare waren entsprechend dem damaligen Stande der allgemeinen Kenntnisse und der äusserst primitiven Forschungsmittel sehr unsicher. Heusinger (A Nr. 1)¹¹⁾ glaubte, dass die Haare aus dem Pigment entstünden, Eble (A Nr. 3)¹²⁾ unterschied Haare,

⁹⁾ Wie notwendig solche sind, zeigt die Arbeit Kromayers (Die Parenchymhaut und ihre Erkrankungen. Arch. f. Entwicklungsmechanik. Bd. VIII. 1899), der als Grundlage für seine entwicklungsmechanischen Betrachtungen grösstenteils schematische Zeichnungen benutzte, die gerade in den entscheidenden Fragen durchaus ungenügend waren.

¹⁰⁾ Nicht selbst eingesehen habe ich Sandifort, Cuvier, Reichert, ferner Moll, der aber von Donders genau referiert wird, und Poulton, dessen Angaben von Spencer und Sweet vielfach besprochen werden.

¹¹⁾ A bezieht sich jedesmal auf das gegebene Verzeichnis der Litteratur über die Entwicklung der Haare.

¹²⁾ Eble giebt (Bd. II, pag. 98) eine sehr interessante Schilderung der Ansichten der alten Autoren über die Entstehung der Haare, d. h. über die Materie, aus welcher die Haare gebildet werden.

die von ihrer eigenen Zwiebel in der Fetthaut entstehen, und kürzere, die von einer Papille zu kommen scheinen; Valentin (A Nr. 5) schilderte auf Grund eigener Beobachtungen ganz richtig das erste Auftreten, das Wachstum und den Durchbruch des jungen Haares, aber erst Gurlt (A Nr. 6) gab an, dass die Bälge, in denen die Haare entstehen, Einstülpungen der Oberhaut seien und dass noch eine zweite bindegewebige Hülle an den Bälgen vorkommen kann. Simon (A Nr. 7) zeigte dann, dass zuerst die Haarsäcke sich bilden, dann aus diesen die Talgdrüsen hervorsprossen und erst zuletzt die Haare von unten heraufwachsend entstehen. Im Jahre 1850 erschien Koellikers Abhandlung (A Nr. 8), die in ihren wesentlichen Punkten heute noch Gültigkeit besitzt. Koelliker schilderte unter Beifügung vieler Abbildungen das Wachstum des soliden epithelialen Zapfens von der Schleimschicht der Oberhaut aus, die Differenzierung seiner axialen Zellen zu Haar und innerer Wurzelscheide, welche letztere mit dem Haar durchbricht (p. 76). Koellikers Angabe, die im Widerspruch zu Simon die Haare gleich in ihrer ganzen Länge mit Spitze, Schaft und Zwiebel entstehen lässt, wurde mit Recht von Steinlin (A Nr. 9) bekämpft, der für eine allmähliche Entwicklung des Haares, Entstehung einer Spitze am Grunde des Haarbalges eintrat. Reissner (A Nr. 10) war der erste, der die Entwicklung der Haare an Schnitten studierte; nach ihm ist die erste Anlage des Haares eine flache Papille der Lederhaut, die Verdickung der Oberhaut eine sekundäre Erscheinung, und diese Verdickung wurde dann von Remak (A Nr. 11) nicht als ein solider Zapfen, sondern als ein hohler Schlauch angesprochen. Es möge hier gleich bemerkt werden, dass spätere Untersuchungen weder die Angaben Reissners, noch die Remaks bestätigten, sondern vielmehr die Richtigkeit der älteren Angaben Koellikers erhärteten. Die nächsten Mitteilungen über die Entwicklung der Haare von Moll (A Nr. 13), Donders (A Nr. 14),

Bruch (A Nr. 15) und Kusnetzoff (A Nr. 16) sind nur gelegentliche Angaben, welche zur Förderung der diesbezüglichen Kenntnisse nicht wesentlich beitragen; das gleiche gilt auch von den Bemerkungen von Nathusius (A Nr. 18) über den Igelstachel. Götte (A Nr. 17), der wie Reissner als erste Anlage des Haares eine rundliche Erhebung der Cutis mit gleichmässig darüber hinziehender Oberhaut betrachtete, widersprach wie Steinlin der von Koelliker und Reissner behaupteten gleichzeitigen Entstehung des Haares in seiner ganzen Länge; nach Götte reicht die Anlage von Haar und innerer Wurzelscheide nicht von Anfang an bis zur Grenze der Oberhaut, sondern die centralen Zellen des Haarkeimes strecken sich, der aus der Anlage von Haar und innerer Wurzelscheide gebildete Haarkegel verlängert sich immer mehr nach oben, die Verhornung des Kegels erfolgt von oben nach unten, eine Angabe, die durch v. Ebner (A Nr. 20) dahin erweitert wurde, dass der Haarkegel zuerst nur aus innerer Wurzelscheide besteht, in welche erst nachträglich das Haar hineinwächst. In sehr eingehender Weise wurde die Entwicklung der Haare von Feiertag (A Nr. 19) unter Stiedas Leitung an gefärbten Schnitten untersucht. Seine Resultate ergaben, dass die erste Haaranlage epidermoidaler Natur ist, dass die Entstehung der bindegewebigen Haarpapille¹³⁾ nicht bei allen Tieren mit dem gleichen Stadium der Entwicklung des epidermoidalen Haarkeimes zusammenfällt. „Im allgemeinen bildet sich die Papille spät; niemals aber ist die Papille bei der ersten Anlage des Haarkeimes sichtbar.“ Die beigegebenen, etwas schematisch gehaltenen Zeichnungen lassen die einzelnen Schichten der Epidermis resp. der Wurzelscheiden deutlich erkennen, sie stehen aber an Güte und Naturtreue wesentlich hinter denen Unnas (A Nr. 21) zurück, der zum

¹³⁾ Feiertag versteht darunter nicht wie Koelliker und Schulin die fertige Form der Papille, sondern nur eine Anhäufung von Bindegewebszellen.

ersten Male an normalen Objekten auf eine unterhalb der Talgdrüsenanlage befindliche Anschwellung, den „Wulst“ (das präformierte Haarbeet für das Kolbenhaar), aufmerksam macht und diesen abbildet (Fig. 20—24). Dieser Wulst wurde dann durch v. Ebner (A Nr. 22) bestätigt (p. 38); derselbe ist aber, wie sich v. Ebner an Haaren von 6 monatlichen Embryonen überzeugte, in inniger Beziehung zur Entwicklung des *M. arrector pili* und auch Schulin (A Nr. 24) ist der Meinung, dass der Wulst mit dem Muskelzug in Verbindung zu bringen sei. Bei letzterem Autor treffen wir auch die ersten (und bis jetzt einzigen) Angaben über die Entwicklung der Arrectores, welche schon sehr frühe, vor dem Auftreten der Papille, als ein schmaler Zug von Spindelzellen etwas unter der Mitte der Haaranlage inserieren (p. 383). Dass diese Deutung des Wulstes nicht das Richtige trifft, geht aus der zweiten, grossen Abhandlung Unnas (A Nr. 25) über die Haut hervor, indem dort u. a. gezeigt wird, dass der Wulst auch da vorkommt, wo ein Arrector fehlt (p. 79). Die Gegend des Wulstes ist ferner dadurch ausgezeichnet, dass hier der bindegewebige Haarbalg dünner ist und die Ausbildung der homogenen Membran (Glashaut) gegenüber der unteren Balgregion besonders mangelhaft ist; die lebhaftere Färbung der Stachelzellen (der äusseren Wurzelscheide) deutet auf eine besondere Produktionskraft gerade dieser Gegend, dafür spricht auch das sehr häufige Auftreten von Epithelwärzchen und Zapfen, die von hier aus ins Corium getrieben werden¹⁴). Greefberg (A Nr. 26) bildete ebenfalls den Wulst ab (Fig. 12), deutete ihn aber irrthümlicherweise als zweite Talgdrüsenanlage¹⁵), während Reinke¹⁶), die Präformation des Wulstes bezweifelnd, denselben

¹⁴) Die unter pathologischen Verhältnissen auftretenden Auswüchse des Wulstes sind schon von Unna mehrfach beschrieben worden. Diese Arbeiten werden in einem späteren Kapitel noch besonders berücksichtigt werden.

¹⁵) Vielleicht ist auch die zweite Talgdrüsenanlage, die Davies (A 31) Fig. 40 u. 44 am Igelstachel abbildet, ein solcher Wulst.

¹⁶) Reinke, Untersuchungen über die Horngebilde der Säugetierhaut. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 30. 1887. pag. 197.

erst mit dem passiven Hinaufrücken des Kolbenhaares auftreten lässt. Martin (A Nr. 27) hat bei den Haussäugetieren den Wulst nicht so frühzeitig entstehen sehen, wie Unna beim Menschen. Waldeyer (A Nr. 29) bezeichnete als erste Anlage des Haares eine kleine Erhebung, die nur durch eine Wucherung des Stratum Malpighi bedingt wird, trat somit wie Sticker (A Nr. 30) für die erste Entstehung des Haares aus dem Epithel ein. Zu entgegengesetztem Resultate kam Davies (A Nr. 31) beim Igelstachel, dessen erste Anlage aus einer Anhäufung von Coriumzellen besteht. Der Stachel differenziert sich nach aufwärts, nicht gleichzeitig in seiner ganzen Länge und der gleiche Vorgang wurde auch für das (Wechsel-)Haar wieder von Garcia (A Nr. 32) in Anspruch genommen; zuerst entstehen die Zellen der inneren Wurzelscheide aus den Epithelzellen am Papillenhalse, dann die Zellen des Haarschaftes aus den Epithelzellen an der Papillenspitze, beide bilden den epithelialen Haarkegel (p. 192). Noch später entstehen die Zellen der Cuticulae. Damit stellen sich Davies und Garcia auf die Seite Simons, Steinlins, Goettes und von Ebners gegen Koelliker¹⁷⁾ und Reissner. Neue Beobachtungen verdanken wir endlich Maurer (A Nr. 33), der den Nachweis lieferte, dass die erste Haaranlage in einer „meilerförmigen“ Anordnung der vergrößerten Cylinderzellen des Stratum Malpighi besteht. Ob die darunter befindlichen Bindegewebszellen schon eine Papillenanlage darstellen oder als solche zu bezeichnen sind, darüber gingen immer noch die Meinungen und Darstellungen auseinander; während Maurer (A Nr. 33), Römer (A Nr. 38) und Spencer-Sweet (A Nr. 41) die rein epidermoidale erste Anlage in den Vordergrund stellen, betonte Retterer (A Nr. 34), dass bei den Tasthaaren des Pferdes die erste Anlage am Corium sich manifestiere, und die

¹⁷⁾ Koelliker hatte unterdessen seine Ansicht zu Gunsten Simons geändert (Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere. 2. Aufl. 1879. pag. 783).

tiefe Lage der Epidermis nicht dicker sei als anderswo. Okamura (A Nr. 40) endlich liess entweder gleichzeitig oder sofort nach der epidermoidalen Wucherung die Anlage der Papille auftreten, die immer an einer Seite des Haarkeims besonders mächtig entwickelt, geradezu eine richtende Wirkung auf die spätere Stellung des Haares ausüben soll. In vollem Gegensatz zu den bisherigen Erfahrungen, nach denen Haar und innere Wurzelscheide zusammen vom Bulbus aus in die Höhe wachsen, stehen die neuesten Mitteilungen von Spencer und Sweet (A Nr. 41), die nach ihren Untersuchungen an Ornithorhynchus und Echidna behaupten, dass die innere Wurzelscheide als eine Differenzierung der epithelialen Follikelwand entstehe¹⁸⁾. Gestützt auf diese Behauptung, entwerfen Spencer und Sweet ein Schema, das die Haare als eine einfache Einfaltung des Integumentes betrachtet, ein Schema, das eine gewisse Ähnlichkeit mit der allgemein abgelehnten Darstellung Mertschings¹⁹⁾ besitzt.

Technik.

Die menschlichen Föten, die mir zur Untersuchung dienten, waren teils in Alkohol, teils in Müllerscher, teils in Zenkerscher Flüssigkeit in toto fixiert worden und zwar zum Teil so schnell nach dem Abortus, dass die Elemente sehr gut erhalten waren. Nur von Mitosen war selbst an den bestkonservierten Objekten nichts mehr zu sehen. Die Föten waren in einem Alter von 4—7 $\frac{1}{2}$ Monaten, hauptsächlich benutzte ich solche vom 5. Schwangerschaftsmonat an, es handelt sich also um „Sekundärhaare“ im Sinne Unnas²⁰⁾. Der Frage, warum nicht

¹⁸⁾ Poulton (A Nr. 37), der vorher schon Monotremen untersucht hatte, hat keine derartigen Beobachtungen zu verzeichnen.

¹⁹⁾ Mertsching, Beiträge zur Histologie des Haares und Haarbalges. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 31. 1888. pag. 32.

²⁰⁾ Unna (A Nr. 25, pag. 53), Die allerersten vom 4.—6. Monat successiv am Körper auftretenden Haare heissen primäre, die sämtlichen zwischen diesen später auftretenden Haare sind die sekundären. Garcia (A Nr. 32, pag. 147) nennt dagegen primäre Haare solche, die direkt aus der Epidermis entstehen, sekundäre aber solche, die an einem schon gebildeten Haare sich entwickeln.

jüngere Föten der Untersuchung zu Grunde gelegt worden sind, möchte ich gleich hier begegnen. Nicht jeder senkrechte, in beliebiger Richtung durch die Haut geführte Schnitt ist brauchbar, der Schnitt muss so geführt sein, dass er die schräg in das Corium hineinwachsenden Epidermiszapfen der Länge nach trifft, das gilt auch für die ersten Stadien, sobald die Anlage sich aus dem Bereich der Epidermis in die Tiefe zu senken beginnt. Eine genaue Orientierung aber für die passende Schnittrichtung ist nur dann möglich, wenn schon ältere Haarstadien vorhanden sind, deren Richtung auch am unverletzten Fötus mit der Lupe leicht erkannt wird. Mit scharfem Rasiermesser wurden dann die entsprechenden Stellen umschnitten und vorsichtig abpräpariert. In der Regel wurden die Stücke mit Boraxkarmin durchgefärbt, bevor sie in Paraffin eingebettet wurden. Man ist dann bei den ersten parallel den schräg gestellten Haaren geführten Mikrotomschnitten sofort in der Lage sich zu überzeugen, ob auch die gewünschte Richtung erzielt ist.

Die Schnittdicke der in Serien zerlegten Stücke — vollständige Serien sind absolut nötig — betrug meist $7,5\mu$, zuweilen nur 5μ . 10μ dicke Schnitte sind schon kaum mehr zu gebrauchen. Dass bei so dünnen Schnitten vollständige Längsschnitte mitten durch ein grösseres Haar trotz aller vorhergegangenen Orientierung nicht häufig sind, ist leicht einzusehen. Sehr viele Haare sind derart gebogen, dass sie überhaupt nicht in ihrer ganzen Länge in einen selbst 10μ dicken Schnitt fallen. Besonders häufig weicht die Papille von der Haarachse ab, so dass man selbst bei guten Längsschnitten des Haares einen Schrägschnitt der Papille erhält.

Wulst und Talgdrüse werden bei genauen Medianschnitten von Haar und Haarbalg keineswegs auch stets median halbiert, sondern, da sie oft nach der einen Seite hin mehr entwickelt sind, oft nur tangential getroffen. Und gerade beim Haar zeigt es sich, was für Übelstände Tangentialschnitte mit sich bringen;

nicht nur, dass Membranen von relativ ansehnlicher Stärke, wie z. B. die Glashaut des Haarbalges an einem solchen Schnitt fast ganz unsichtbar werden, auch die Grenzen zwischen Epithel und Bindegewebe werden dadurch oft völlig verwischt. Die Vertreter inniger genetischer Beziehungen zwischen Epithel und Bindegewebe würden da einen besonders geeigneten, zur Anpflanzung irrthümlicher Deutungen wie geschaffenen Boden finden.

Alle mit Eiweissglycerin aufgeklebten Schnittserien wurden trotz der vorangegangenen Boraxkarminfärbung, die gar keine Details erkennen lässt, nochmals gefärbt, entweder mit Hämatoxylin und Eosin — mehrtägige Applikation des letzteren lässt die Keratin-Granula leuchtend hervortreten²¹⁾ — oder mit Hämatoxylin-Pikrinsäure; keine Methode hat mir aber so schöne Bilder geliefert, als die von M. Heidenhain angegebene Hämatoxylin-Eisenlackfärbung, die auch bei Färbungen gegenüber oft sehr renitenten Zenker-Präparaten²²⁾ immer vortrefflich anschlägt. Färbt man nachträglich noch eine Minute mit van Giesons Pikrofuchsin, so erzielt man prächtige, klare Präparate. Das Eisenhämatoxylin färbt auch die Hornsubstanzen und zwar ganz verschieden. Das verhornende Haar, die verhornten Zellen des Haarkanales werden unter Umständen nur wenig, die innere Wurzelscheide dagegen intensiv schwarz gefärbt. Auch die Keratinkörnchen schwärzen sich mit Leichtigkeit.

Alle Figuren sind mit Hilfe des trefflichen Zeichenapparates von Zeiss bei starker Vergrößerung (meist 460 fach) von mir selbst gezeichnet worden; so war es möglich, genau Form, Grösse

²¹⁾ Die mit Hansens Hämatoxylin gefärbten Präparate werden auf drei Tage in Eosin (1 g in 60 ccm 50%igem Alkohol gelöst), 40 Tropfen zu 150 ccm destilliertem Wasser gegossen, gebracht. Mehrere Minuten dauernder Aufenthalt der so behandelten Präparate in absolutem Alkohol entfernt das Eosin wieder bis auf einen Teil der verhornten Abschnitte, die leuchtend rot bleiben.

²²⁾ Wie mir Herr Prof. Sobotta mitteilt, schlägt bei Zenker-Präparaten, an denen die gewöhnliche Hämatoxylinfärbung (Hansen) versagt, noch die Färbung mit Hämalaun an. Ich habe den Rat oft mit Vorteil befolgt.

und Stellung jedes einzelnen Kernes wiederzugeben, und ich habe mehr wie einmal spätere Befunde in früher angefertigten Zeichnungen wieder aufdecken können. Ich bin dabei stets bestrebt gewesen, genau die Präparate wiederzugeben und jedes Schematisieren zu vermeiden. Bei einzelnen grossen Haaren ist die Zeichnung aus zwei oder drei nebeneinander liegenden Schnitten zusammengesetzt; auch bei solchen Figuren — in der Tafelerklärung ist eine solche Kombination in jedem Falle besonders vermerkt — habe ich mich möglichst getreuer Wiedergabe befleissigt.

So stellen die Figuren keine Illustrationen zum Text dar, sondern sind vielmehr die Grundlage, auf welcher der Text entstanden ist.

Eigene Beobachtungen und Kritik.

Zur Erleichterung der Beschreibung teile ich die Entwicklungsgeschichte des Haares in vier Stadien. Das erste Stadium „Stadium des Haarkeimes“ umfasst nur die ersten Vorgänge der Entwicklung und endet, sobald die epitheliale Haaranlage einen deutlichen in das Corium vorspringenden Zapfen bildet; damit tritt die Entwicklung in das zweite Stadium „Stadium des Haarzapfens“, das in der Zeit endet, da sich aus dem kolbenförmigen Ende des Zapfens ein die Papille umfassender Bulbus, der „Bulbuszapfen“ bildet. Dieses dritte Stadium „Stadium des Bulbuszapfens“ erstreckt sich bis zu der Zeit, da sich ein deutliches Haar unterscheiden lässt. Damit tritt die Entwicklung in das vierte Stadium „Stadium des Scheidenhaares, das so lange währt, als das Haar vollständig in den Scheiden steckt, und das mit dem Durchbruch des Haares auf die freie Oberfläche sein Ende erreicht.

I. Stadium: Haarkeim.

Die Epidermis besteht zu jener Zeit aus drei wohl zu unterscheidenden Schichten. Die tiefste Schicht, das sog. Stratum

cylindricum, wird von einer einzigen Reihe kubischer Epithelzellen, mit rundlichen oder schwachovalen Kernen gebildet; ihr dunkelkörniges Protoplasma scheidet die Schicht scharf von den Zellen der zweiten „intermediären“ Schicht, die aus einer, stellenweise zwei Reihen von hellen Zellen besteht, die bald rundlich, bald unregelmässig polygonal, bald kurz cylindrisch sind. Diesem Stratum intermedium liegt auf eine Lage grosser dunkler Zellen mit rudimentären Kernen, die Epitrichialschicht, auf deren genauere Zusammensetzung ich hier nicht weiter eingehen will, da sie zur Anlage des Haarkeimes in keinen näheren Beziehungen steht. Die ersten Vorgänge der Haarentwicklung dokumentieren sich durch eine umschriebene Verlängerung der Elemente des Stratum cylindricum, deren Kerne hier längsoval geworden sind (Fig. 1); auch eine geringe Vermehrung dieser Zellen mag stattgefunden haben, sie ist aber unbedeutend im Verhältnis zu der bald darauf folgenden (Fig. 2). Im Stratum intermedium sind die Zellen an dieser Stelle vermehrt, querovale Kerne liegen hier dicht übereinander, die Epitrichialschicht ist unverändert. Eine Erhebung der Epidermis ist nicht vorhanden; ich habe darauf besonders geachtet, weil ich bei Tieren z. B. an Tasthaaren des Rindes zuweilen eine sehr ausgesprochene Erhebung der Epidermis gesehen hatte und auch Waldeyer²³⁾ von einer solchen beim Menschen spricht. Auch das Präparat, das ich in meiner Histologie²⁴⁾ abgebildet habe, zeigte einen deutlichen Höcker, und ich war anfangs geneigt, das Fehlen desselben postmortaler Maceration zuzuschreiben. Meine neuen Präparate zeigen aber eine so gute Erhaltung auch der oberflächlichen Schicht, dass daran nicht gedacht werden kann. Auch Maurer²⁵⁾ und Scymonowicz²⁶⁾,

²³⁾ A. Nr. 29, pag. 33.

²⁴⁾ 9. Auflage. Fig. 272. I.

²⁵⁾ A. Nr. 33, Taf. IX. Fig. 6 ist wohl ein noch jüngeres Stadium, als das von mir abgebildete, denn die Einsenkung in die Tiefe fehlt völlig. Die Zeichnung ist offenbar etwas schematisiert.

²⁶⁾ Scymonowicz, Lehrbuch der Histologie. Würzburg 1901. Fig. 220. pag. 319.

der eine ganz gute Abbildung dieses Stadiums liefert, zeichnen keinen Höcker, so dass die Anwesenheit eines solchen auf den ersten Haaranlagen nicht als etwas Typisches, Regelmässiges bezeichnet werden kann. Dagegen senkt sich der Haarkeim ein wenig in die Tiefe und verursacht eine flache Delle im Corium. Die Elemente dieses sind durchaus unverändert, die meist ovalen Kerne stehen mit ihrer Längsachse parallel der Oberfläche, eine Vermehrung derselben ist absolut nicht zu konstatieren, das Corium verhält sich unter dem jungen Haarkeim nicht anders als an einer beliebigen anderen Stelle; von einer Haarpapille oder auch nur von einer ersten Andeutung einer solchen ist keine Spur zu sehen. Die erste Anlage des Haarkeimes ist eine rein epitheliale.

Dieser Satz ist schon sehr oft ausgesprochen worden und wird immer wieder bezweifelt. Und diese Zweifel sind im ganzen nicht unberechtigt. Es war naheliegend, dass das Hauptaugenmerk bei der Haarentwicklung auf die Vorgänge in der Epidermis gerichtet war; die in der weitaus grössten Zahl der Fälle schematischen oder schematisierten Zeichnungen legten auf eine richtige Wiedergabe der Form und der Stellung und der Zahl der Bindegewebszellenkerne wenig Gewicht, Kromayer²⁷⁾ durfte mit Recht den Wert solcher Bilder gering anschlagen. Zudem war die Darstellungsweise vieler Autoren nicht der Art, dass die Frage, ob das Bindegewebe bei der ersten Haaranlage völlig unbeteiligt sei, klar beantwortet wurde. Die einen sprachen von der Entwicklung der Haare auf Papillen und meinten damit Haut-, keine Haar-Papillen²⁸⁾, andere liessen den Ausdruck „Papille“ nur dann gelten, wenn die typisch geformte Haarpapille vorlag²⁹⁾, zum allermeisten aber ist die Divergenz der Angaben bedingt durch die verschiedenen Untersuchungsobjekte;

27) Loco (Anm. 9) citato pag. 298.

28) Feiertag, A 19, pag. 25.

29) Schulin, A 24, pag. 382.

es ist durchaus unzulässig, dass ein bei einem bestimmten Tiere an einer bestimmten Stelle gemachter Befund ohne weiteres verallgemeinert wird. Aus diesem Grunde scheint mir eine Ordnung des bisher über Haarentwicklung Geschriebenen nach Tierarten notwendig.

Tabelle der Arbeiten über Haarentwicklung nach Tierarten eingeteilt.

Ornithorhynchus.

Maurer (33, 36), Poulton (37), Spencer-Sweet (41)³⁰.

Echidna.

Maurer (33, 36), Spencer-Sweet (41).

Parameles, Dasyurus.

Maurer (33, 36).

Manis.

Maurer (33, 36).

Equus.

Gurlt (6), Martin (27), Retterer (34), Marks (35).

Sus.

Simon (7), Remak (11), Kusnetzoff (16), Feiertag (19), Martin (27), Marks (35), Okamura (40). (Calef siehe Anmerkung Nr. 94).

Ovis.

Reissner (10), Goette (17), Feiertag (19), Martin (27), Sticker (30), Marks (35).

Capra hircus.

Reissner (10), Martin (27).

Bos.

Heusinger (1), Kusnetzoff (16), Feiertag (19), Martin (27), Marks (35), Okamura (40).

³⁰) Die eingeschlossenen Nummern bedeuten die im Litteraturverzeichnis A aufgezählten Arbeiten.

Coelogenys paca.

Reissner (10).

Lepus cuniculus.

Goette (17), Feiertag (19), Okamura (40).

Cavia cobaya.

Okamura (40).

Mus musculus.

Maurer (33, 36), Römer (38).

*Mus rattus*³¹⁾.

Römer (38), Okamura (40).

Erinaceus.

v. Nathusius (18), Davies (31), Maurer (33, 36).

Talpa.

Maurer (33, 36).

Canis.

Maurer (33, 36), Okamura (40).

Felis.

Maurer (33, 36).

Homo.

Eble (3), Valentin (5), Koelliker (8), Steinlin (9), Reissner (10), Moll (13), Donders (14), Bruch (15), Unna (21, 25), v. Ebner (22), Schulin (24), Greefberg (26), Waldeyer (29), Garcia (32), Maurer (33, 36).

Für unsere Zwecke kommt zunächst nur der Mensch in Betracht; so gross auch die Zahl der hier verzeichneten Arbeiten im ersten Augenblick erscheint, die uns berührende Frage wird nur von wenigen erörtert. Nur Koelliker und Reissner haben frühe Anlagen beschrieben, die Angaben beider stehen sich diametral gegenüber. Während Koelliker die erste Haaranlage

³¹⁾ Var. alba; die Hausratte, sowie einige nicht näher benannte ausländische Muriden sind nur von Römer (38) untersucht worden. Die an Ratten angestellten Untersuchungen von Calef sind bei der Litteratur über den Wulst besprochen und citiert; siehe unten Anm. 94 pag.

ohne Spur eines Haarbalges sieht, hält Reissner³²⁾ eine flache Papille der Lederhaut für die erste Anlage und glaubt, dass Koelliker sowie seine Vorgänger offenbar spätere Stadien für die ersten Anlagen ausgegeben haben. Beide Angaben stammen aus einer Zeit — Mitte der 50. Jahre — wo die mikroskopische Technik noch in den Kinderschuhen stack, beide Angaben beziehen sich zweifellos auf spätere Stadien, als auf das von Maurer 1895 beim Menschen entdeckte, wir dürfen demnach wohl jene als nicht entscheidend in den Hintergrund stellen. Mit dem von Maurer (p. 286) gelieferten und von mir jetzt bestätigten Nachweis der ursprünglich rein epithelialen Anlage kommen aber die Hypothesen Kromayers bedenklich ins Wanken. Kromayer schreibt „Diese gleichzeitig und stets vorhandenen Erscheinungen an Epithel und Bindegewebe und zwar an der Stelle, an die wir das progressive Wachstum des Epithelzapfens hin verlegen müssen, erwecken von vornherein den Verdacht, dass sie die wesentlichste Rolle für das Einwachsen des Epithelzapfens spielen. Es drängt sich unwillkürlich die Vorstellung auf, dass das Epithel, durch die dermale Anhäufung gelockt und angezogen, der Wucherung des Bindegewebes in in die Tiefe folgt“³³⁾. Ich muss gestehen, mir scheint diese Vorstellung im Gegenteil eine ganz ausserordentlich gezwungene und sie wird auch durch die weitere Ausführung, dass das Epithel „desmophil“ sei und die neugebildeten Epithelzellen des Stratum intermedium sich zwischen die Cylinderzellen

³²⁾ Es lässt sich nicht mit Sicherheit entscheiden, ob Reissner, der ja nicht nur den Menschen untersucht hat, gerade so frühe Stadien auch bei diesem gesehen hat.

³³⁾ Loco (Anm. 9) citato pag. 300. Kromayer geht damit noch weiter als Boll, der in seinem „Prinzip des Wachstums“ (Berlin 1876) das Wachstum bei höheren Tieren stets als die kombinierte Aktion verschiedener Gewebe betrachtet (vergl. auch das dort [pag. 70] erörterte Wachstum des Hühnerauges).

drängen, nicht annehmbarer; den Beweis, dass die Vergrößerung der Cylinderzellenzahl nicht durch Teilung dieser erfolgt, bleibt uns Kromayer ohnehin schuldig. Die Hypothese aber, dass das Epithel „desmophil“ sei, weil es in toto dem Bindegewebe adhäriert (p. 301) ist völlig unhaltbar; das wird in dem Augenblick ersichtlich, wo eine Verdickung des Epithels und ein Vordringen desselben in das unterliegende Bindegewebe erfolgt, denn das zellenreiche junge Bindegewebe, das, um mit Kromayer zu reden, die Affinität des Bindegewebes zum Epithel vermehrt und letzteres zur Proliferation veranlasst, ist gar nicht da. Es würde die Hypothese auch nicht gerettet werden können, wenn gezeigt würde, dass in einzelnen Fällen eine Anhäufung junger Bindegewebszellen vor der epithelialen Haaranlage entstünde³⁴⁾. Mit dem Nachweis, dass eine Epithel-einsenkung allein, ohne Bindegewebsbeteiligung stattfinden kann, fallen alle Betrachtungen, die in der erwähnten Weise das Bindegewebe als die Causa movens hinstellen wollen. Hätte Kromayer auch die Entwicklung der Knäueldrüsen in den Kreis seiner Betrachtung gezogen, so würde er vermutlich zu anderer Auffassung gekommen sein, denn dort wächst der Epithelzapfen

³⁴⁾ Kromayer betont zwar (pag. 300 und 303) die gleichzeitigen Wachstumsvorgänge des Epithels und des Bindegewebes; allein aus dem eben (pag. 18) citierten Satz geht doch hervor, dass die dermale Zellanhäufung das eigentlich Primäre sein sollte, nur widerspricht dem das bisher Bekannte fast vollständig. Nur beim Igel scheint in der That die dermale Wucherung das Primäre zu sein, eine Erscheinung, die vielleicht mit der im Verhältnis zum Haar ausserordentlichen Dicke des Stachels in Verbindung zu bringen ist. Ich möchte übrigens, um Missverständnissen zu begegnen, besonders betonen, dass ich aus der ursprünglich rein epidermoidalen Anlage des Haares keine phylogenetischen Schlussfolgerungen ziehe. Dazu sind die an dem rudimentären menschlichen Haarkleid gewonnenen Resultate gewiss am wenigsten geeignet. Ich habe also gegen die Erwägung Webers (Bemerkungen über den Ursprung der Haare und über Schuppen bei Säugetieren. Anat. Anzeiger Bd. 8, pag. 414. 1893), dass die auf Hornproduktion gerichtete Spezialisierung sich auch in der individuellen Entwicklung des Haares durch vorschnelle Bethätigung des epithelialen Teiles bei der ersten Anlage bemerkbar machte, während der bindegewebige Teil demgegenüber zeitlich zurücktrat, nichts einzuwenden.

in die Tiefe, ohne dass jemals eine Anhäufung von Bindegewebszellen ihre chemo- oder anderswie -taktischen Einflüsse geltend macht.

Das Ende des Haarkeimstadiums zeigt uns den Beginn einer sich später noch deutlicher ausprägenden Asymmetrie, die bis jetzt³⁵⁾ den Beobachtern entgangen war. Die epitheliale Einsenkung ist tiefer geworden, die Kerne der Cylinderzellen haben sich verlängert und stehen enggedrängt in meilerförmiger Anordnung (Fig. 2); nach links gehen die Zellen unter scharfer Umbiegung in cylindrische, nach rechts in allmählich aufsteigender Linie in kubische Epithelzellen über; die darüber gelegenen, querovalen Kerne zeigen eine deutliche Verschiebung nach rechts. Das zu diesen Kerne gehörenden Protoplasma — ich kann hier keine deutlichen Zellgrenzen wahrnehmen — ist dunkel und gleicht so sehr dem des Stratum cylindricum, dass man glauben möchte, es lägen hier Abkömmlinge dieses Stratum

³⁵⁾ Nur Okamura (A 40) scheint etwas davon gesehen zu haben, aber ich kann weder seiner Beschreibung noch seiner Deutung ganz beipflichten. Er fand die verlängerten Cylinderepithelzellen schief nach der einen Seite gerichtet, ebenso die darunter befindliche Anhäufung von Bindegewebszellen seitlich derart verschoben, dass sie nicht am tiefsten Punkte des epithelialen Haarkeimes, sondern auf derjenigen Keimseite am dichtesten ist, welche mit der Hautoberfläche einen spitzen Winkel bildet. Die dazu gegebenen Abbildungen sind aber wenig vertrauenerweckend, sind doch in Figur 1 die verlängerten Cylinderepithelzellen gerade verkehrt gezeichnet, sie konvergieren in dieser Figur nicht mit ihren oberen Enden — dadurch wird ja gerade die charakteristische Meilerform erzeugt —, sondern mit ihren dem Bindegewebe zugekehrten Enden; das entspricht gewiss nicht dem wahren Verhalten. Ich kann auch die seitlich verschobenen Bindegewebszellen nicht als Regel anerkennen. So wenig ich daran zweifle, dass solche Verschiebungen, wie sie Okamura (Fig. 4) zeichnet, wirklich vorkommen, so wenig kann ich ihnen eine besondere aktive mechanische Bedeutung zugestehen; die Bedingungen zur Schiefstellung liegen nicht in den mesodermalen Elementen, von einer geradezu „richtenden Wirkung“ desselben auf die spätere Stellung des Haares (Schwalbes Jahresbericht. N. F. Bd. V, pag. 573) kann keine Rede sein. Ich habe meine Präparate gerade in Rücksicht auf Okamuras Angaben noch einmal genau geprüft; dass die Bindegewebsverdichtung auch genau unter dem tiefsten Punkte des Haarkeimes liegen kann, zeigt meine Figur 3.

vor. Da keine Mitosen an meinen Objekten mehr nachweisbar sind, muss ich diese Frage unentschieden lassen.

Zu dieser Zeit trifft man regelmässig unter dem epithelialen Haarkeim eine Vermehrung der Dermazellen (Fig. 2), die eine zarte Hülle um den allmählich zum Haarzapfen werdenden Keim darstellen. Koelliker³⁶⁾ sagt „diese ganz und gar aus Zellen bestehenden Fortsätze der Oberhaut“ (d. s. die Haaranlagen) „nun erhalten von der Cutis eine Umhüllung, welche anfänglich nicht gerade als etwas Selbständiges auftritt, vielmehr erscheint, wie in allen solchen Fällen, die Epidermiswucherung als das Wesentliche und Bestimmende“. So einleuchtend das auch erscheint, so dürfen wir doch nicht ausser acht lassen, dass in anderen Fällen, in denen ein Einwachsen von Epithel in das unterliegende Bindegewebe stattfindet, z. B. bei der Entwicklung der Knäueldrüsen, bei der Entstehung der Hautpapillen, nichts von einem Versoben- und Zusammengedrängtwerden der Bindegewebelemente zu sehen ist. Wir werden deshalb die bindegewebige Hülle des epithelialen Haarkeimes doch auch schon in frühen Stadien als etwas Eigenartiges, nicht so nebenbei auf mechanischem Wege Entstandenes betrachten müssen.

An wenig grösseren Haarkeimen ist die asymmetrische Anlage noch mehr in die Augen fallend — an solchen habe ich sie auch zuerst gefunden — das Epithel ist nicht nur am Haarkeim selbst, sondern in dessen Nachbarschaft verändert. Ob diese Veränderung sich stets findet, vermag ich nicht zu sagen, ich habe sie an richtig geführten Schnitten nie vermisst. Der Nachweis des Fehlens kann natürlich nur erbracht werden, wenn der Keim parallel seiner Wachstumsrichtung, die ja durch einen Vergleich mit benachbarten, weiter entwickelten Keimen festzustellen ist, geschnitten wird. Es ist klar, dass selbst noch ein die Figur 3 senkrecht halbierender Schnitt keine Spur von dem soeben von mir Beschriebenen zeigen wird.

³⁶⁾ Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Auflage, Bd. 1. 1889. pag. 239.

II. Stadium: Haarzapfen.

Das zweite Stadium (Fig. 5) zeigt uns den Keim als deutlichen; hier fast 0,1 mm langen Zapfen, die Differenzen des seitlich vom Hals des Zapfens gelegenen Epidermispartien springen sofort in die Augen; links die normale Dreischichtigkeit, rechts die in der Tiefe befindliche Unordnung der Kerne, die aber bald (Fig. 6) sich klarer gestaltet: dort haben sich die zwischen den kubischen Zellen des Stratum cylindricum und der Intermediärschicht gelegenen Zellen gestreckt, sind langgezogene, mit ovalen Kernen versehene Elemente geworden, die parallel der Oberfläche hinziehen³⁷⁾ und Spuren einer Verhornung erkennen lassen. Als solche möchte ich feine schwarze Linien, die sich bei Anwendung Heidenhainschen Eisenhämatoxyllins tief schwärzen, deuten. Eine Verwechslung mit Schlussleisten, die ich zwischen den Zellen der Epitrichialschicht gefunden habe (Fig. 2), dürfte ausgeschlossen sein. Diese Bildung hat nichts mit der Anlage des Haares zu thun — ihre Bedeutung wird weiter unten erörtert werden — und steht auch in keiner Beziehung zur Entwicklung der inneren Wurzelscheide wie Spencer und Sweet (A Nr. 41) glauben.

Diese beiden Autoren haben bei Monotremen Vorgänge beobachtet, die, wenn auch im Aussehen etwas verschieden, offenbar dieselbe Bedeutung haben. Dort bildet sich im Inneren des Haarfollikels ein Netzwerk verhornter Zellen, das nach aufwärts mit der unmittelbar unter dem Stratum corneum befindlichen Zellenlage zusammenhängt; nach abwärts verschwindet die Verhornung allmählich, die Zellenmassen hängen direkt zusammen mit den weicheren undifferenzierten Kernlagern des inneren

³⁷⁾ Ich habe nur eine einzige Abbildung dieses Verhaltens gefunden und zwar bei Kusnetzoff (A Nr. 16, Fig. 10) vom Rind; in der Texterklärung steht nur „das Haar fängt an, sich in der Epidermis zu differenzieren“. Im übrigen ist von dieser Bildung in der Arbeit, die sich die Entwicklung der Cutis (soll heissen Corium) zur Aufgabe gestellt hat, keine Rede mehr.

Bulbusabschnittes, d. i. der Teil, welcher zwischen äusserer Wurzelscheide und dem Cylinderzellenlager auf der Haarpapille gelegen ist. Diese Beschreibung ist richtig, falsch ist nur die Annahme, dass die undifferenzierten Kernlager etwas mit der künftigen inneren Wurzelscheide zu thun haben, sie gehören vielmehr der äusseren Wurzelscheide an. Den beiden Autoren ist die Trennung dieser Lage von dem jungen Haare nicht völlig entgangen. „The central part of the network, which lies in close contact with the hair, as well as the tip of the latter, takes the stain very deeply, so that at times this central part almost appears to be distinct from the rest, but anything like close examination at once shows, that it is only a special part of the general network, which is most deeply stained, but which is at the same time indirect continuation with the latter“ (p. 561). Hier liegt der Anfang des Irrtums; was Spencer und Sweet für das junge Haar ansehen, ist nicht dieses allein, sondern dieses und die innere Wurzelscheide, die von unten herauf gewachsen ist, wie von allen anderen Autoren mit Recht angegeben worden ist. Die mit i. r s (innerer Wurzelscheide) auf Fig. 21 der beiden Autoren bezeichnete Partie entspricht dem von mir oben beschriebenen Abschnitte: den verhornenden Zellen des künftigen Haarkanales, d. h. jenes Abschnittes, der beim Erwachsenen von der Mündung der Talgdrüsen bis zur freien Hautoberfläche reicht. Die von Spencer und Sweet behauptete Entwicklung der inneren Wurzelscheide aus der Follikelwand und die darauf aufgebauten Schemata beruhen also auf einem Irrtum.

Der epitheliale Keim wächst bald auf die doppelte Länge (0,2 mm) und zeigt Kerne, die in verschiedenen Richtungen gestellt sind; die ovalen Kerne des Stratum cylindricum stehen auf der rechten Seite der Figur 6 etwas unterhalb des Halses schräg aufwärts gerichtet, es ist die Stelle der künftigen Haarbalgdrüsenanlage; links ist nichts derartiges zu sehen; weiter unten gegen den Grund des Haarzapfens zu fällt eine Stelle

auf, an der die oberen Kerne abwärts, die unteren aufwärts gerichtet sind, es ist die Stelle des künftigen „Wulstes“. Am Grund des Zapfens stehen dichtgedrängt die längsovalen Kerne der Meilerzellen. Die Achse des Haarzapfens ist erfüllt mit Zellen, deren Kerne im Grund leicht oval, weiter oben mehr rundlich, am Hals wieder oval sind und dort allmählich in die oben beschriebenen gestreckten Kerne überleiten. Der bindegewebige Haarbalg ist nun sehr deutlich geworden, schon in Figur 5 ist eine Vermehrung der zelligen Elemente, besonders am blinden Ende des Haarzapfens zu konstatieren; deutliche runde Kerne treten aber erst im nächsten Stadium auf, man sieht da (Fig. 6) dicht an dem leicht eingedellten Grunde des Haarzapfens eine eng zusammengedrückte Gruppe runder Kerne, die erste Anlage der Haarpapille. Der ganze bindegewebige Haarbalg nimmt von oben nach unten an Stärke zu³⁸⁾ und ist an beiden Seiten des Zapfens nicht gleich stark entwickelt; auf der nach abwärts geneigten Seite des Zapfens (d. i. die Seite, welche mit der Hautoberfläche einen stumpfen Winkel bildet) ist die Menge der Zellen stets eine grössere; diese meist diffuse, später (Fig. 7) etwas besser umschriebene Anhäufung von jungen Bindegewebs- oder besser gesagt Mesenchym-Zellen enthält das Material, aus dem sich die glatten Muskelfasern des Arrector differenzieren. Die Arrectoranlage ist auf allen Figuren, schon von Figur 5 an, deutlich zu erkennen und fehlt nur an jenen Haaranlagen, die überhaupt

³⁸⁾ Ich kann meine Präparate nicht ganz mit den Figuren Maurers (A Nr. 33, Taf. IX) in Einklang bringen. Es stimmt (in Fig. 7) weder die Form der Kerne in der Epidermis selbst, noch in dem Haarzapfen; der bindegewebige Haarbalg ist in dieser Gleichmässigkeit, wie ihn Maurer zeichnet, auch nicht an meinen Präparaten vorhanden. Ich begehe wohl kaum ein Unrecht, wenn ich annehme, dass die Abbildungen Maurers nicht mit dem Zeichenapparat entworfen und etwas schematisiert sind. Wenn dem so ist, so illustriert das wieder die grosse Überlegenheit des Zeichenapparates, der dem minder Geübten erhebliche Vorteile auch dem trefflichen Zeichner gegenüber sichert.

eines Arrector entbehren, z. B. denen des Nasenrückens; ihre völlige Unabhängigkeit von den Epithelzellen der Haarkeimes resp. -zapfens ist durchaus klar, eine feine, an Gieson-Präparaten intensiv rot gefärbte Grenzmembran erlaubt stets eine scharfe, deutliche Trennung der epithelialen Elemente der Epidermis von jenen des mesenchymalen Corium³⁹⁾. Diese Grenzmembran befindet sich sowohl unter der Epidermis wie auch in der Cirkumferenz des epithelialen Haarzapfens und lässt sich bis an dessen blindes Ende verfolgen, das sie rings umkleidet.

III. Stadium: Bulbuszapfen.

Die Bildung des hohlen Bulbus pili muss sehr schnell erfolgen, denn ein Stadium, in dem eine kurze, plumpe Papille vom Bulbus leicht umfasst wird (Fig. 10), findet sich nur selten; meist sieht man den Haarzapfen leicht eingedellt (Fig. 8 und 9) oder den gut entwickelten Bulbus auf der schlanken langen Papille, der nur noch der eingeschnürte Hals fehlt (Fig. 12 und 13). Die Papille besteht dann aus dicht gedrängten Zellen, deren Kerne mit ihrer quergestellten, nach oben leicht konkaven Längsachse (Fig. 13) daraufhin deuten, dass gerade an der Spitze der Papille eine lebhaftere Zellvermehrung sich abwickelt. Auf solche Bilder fussend könnte man geneigt sein, die Hauptaktivität in diesem Stadium der Papille zuzuschieben; wie unrichtig das wäre, zeigen jene Fälle, in denen eine grosse, kugelförmige Papille am unteren, kaum eingedellten Ende des Haarzapfens gelegen ist (Fig. 8). Die Grösse der Papille resp. der Papillenanlage ist überhaupt — auch an den Wollhaaren — bedeutenden Schwankungen unterworfen, die unabhängig vom Standort

³⁹⁾ Schulin, der einzige Autor, dem wir eine Angabe über die Arrector-Entwicklung verdanken, sagt: „In der Kopfhaut des Menschen beobachtete ich schon sehr früh, ebenfalls vor Auftreten der (fertig geformten Ref.) Papille die Differenzierung des M. arrector pili, welche sich als ein schwacher Zug von Spindelzellen etwas unter der Mitte der Haaranlage inseriert (A 24, pag. 333, Fig. 46). Über die Herkunft der Spindelzellen äussert sich Schulin nicht.

der Haare und der Länge der epithelialen Haaranlagen zu sein scheinen; giebt es doch an ganz jungen Haarkeimen zuweilen Papillenanlagen, die an Grösse dem Epithelzapfen wenig nachstehen (Fig. 4).

Mit der Entwicklung des hohlen Bulbus ist verknüpft die Entstehung des Haarkegels, d. h. jenes Gebildes, das die Grundlage, das Material für innere Wurzelscheide und Haar enthält. Seine Ausbildung steht nicht immer in gleichem Verhältnis zu derjenigen des hohlen Bulbus: die ersten undeutlichen Spuren eines Kegels sieht man schon vor dem Erscheinen des Bulbus (Fig. 8 und 9), die Epithelzellen konvergieren dort nach aufwärts, ihre Anordnung macht ganz den Eindruck, als ob die Hauptherde ihrer Vermehrung nicht in der Mitte, sondern an den Rändern der Matrixplatte⁴⁰⁾ gelegen seien. Ein kaum weiter entwickeltes Stadium des Haarkegels zeigt Fig. 12, trotzdem, dass hier ein deutlicher Hohlbulbus besteht, während andererseits ein gut ausgebildeter Haarkegel bei gering entwickeltem Hohlbulbus vorhanden sein kann (Fig. 10). Sehr frühzeitig beginnt die Spitze des Haarkegels zu verhornen (Fig. 11). Die ersten Spuren einer Differenzierung der Schichten des Haarkegels sind in Fig. 12 (besonders auf der linken Seite) bemerkbar: langovale Zellen, die nach innen von der hier einreihigen äusseren Wurzelscheide in einer einfachen⁴¹⁾ Schicht gelegen sind, stellen offenbar die ersten Zellen der Henleschen Schicht dar. Eine Linie, die, durch die Längsachse der Kerne gezogen, die ganze Reihe dieser Henleschen Elemente miteinander verbinden würde, träfe auf die Stelle, wo die äussere Wurzelscheide sich zur Matrixplatte umschlägt. Das gleiche lässt sich an Fig. 10

⁴⁰⁾ Mit diesem Namen hat Garcia (A Nr. 32) die unmittelbar auf der Papille aufliegende Cylinderzellenschicht bezeichnet.

⁴¹⁾ Der Kern links neben der mit „Henles Schicht“ bezeichneten Zelle gehört nicht einer zweiten Schicht an, sondern schimmert aus der Tiefe des Schnittes herauf.

(links, auf der rechten Seite ist der Bulbus nicht genau senkrecht getroffen) konstatieren; hier ist die Linie ganz gerade, während sie in Fig. 13 unten etwas medianwärts umbiegt. Es steht das im Einklang mit der Ausbildung des hohlen Bulbus, dessen Entwicklung in der Reihenfolge der Figuren 10, 12, 13 sichtbar ist.

Textfigur.

Umriss der Figuren 10, 12 und 13 mit alleiniger Einzeichnung der deutlich erkennbaren Kerne der Henleschen Schicht. 1. Matrixplatte. 2. Haarkegel.

Je mehr sich die Matrixplatte um die Papille herumlegt, desto tiefer kommt ihr Rand, welcher die Zellen der Henleschen Schicht liefert, zu liegen und gelangt schliesslich an den Hals der Papille. Das stimmt mit dem, was wir über den Bau der fertigen Hohlwurzel wissen, völlig überein und bestätigt die Darstellungen von Ebner's (A Nr. 22) und Garcias, (A Nr. 32) woselbst an jungen Wechselhaaren gleichfalls der Nachweis geliefert wird, dass der Haarkegel zuerst aus der inneren Wurzelscheide besteht. Freilich nur ganz kurze Zeit, denn die in der

Kegelachse liegenden Elemente gut begrenzter Kegel (z. B. Fig. 13) stellen doch die Mutterzellen des Haares selbst dar. Die dort mit 1 bezeichneten Kerne gehören den Zellen der Henleschen Schicht, die mit 2 bezeichneten Zellen der Huxleyschen Schicht an; beide lassen sich ebenfalls bis nahe an den Papillenhals verfolgen; die mit 3 bezeichneten Kerne sind wohl Kerne wirklicher Haarelemente; von Zellen der Oberhäutchen kann ich in dieser Stadien nichts Bestimmtes wahrnehmen, möglicherweise gehören die Kerne, die nach innen von der Anlage der Huxleyschen Schicht sich befinden, den Mutterzellen der Cuticulae an.

An allen Haarzapfen, in denen der Haarkegel sichtbar ist, ist jetzt auch der „Wulst“ gut ausgebildet. Die erste Andeutung derselben war schon an jüngeren Haarkeimen durch die Stellung der Kerne sichtbar (Fig. 6), eine deutliche Ausbuchtung gehört aber an solchen kegellosen Zapfen zu den Seltenheiten; ich kann also Unna, dem Entdecker dieser merkwürdigen Bildung, nicht ganz beipflichten, wenn er angibt⁴²⁾, dass schon vor Auftreten des Haarkegels sämtliche Haaranlagen zwei kugelige Ausbuchtungen, die Talgdrüsenanlage oben, den Wulst unten, zeigen. Die Differenz erklärt sich vermutlich durch die verschiedene Dicke unserer Schnitte; vor 20 Jahren — so alt ist die Abhandlung Unnas — waren die Mikrotome noch nicht so vervollkommen, dass man lückenlose Serien von $7,5\ \mu$, dünnen Schnitten hätte herstellen können, an dickeren Schnitten aber wird die erste Haarkegelanlage leicht übersehen, und daher mag es kommen, dass Unna den Wulst schon vor der Kegelanlage als Ausbuchtung beschreibt. Ich habe die verschiedensten Hautstellen in Rücksicht auf diese Frage untersucht, und nur in ganz vereinzelt Fällen eine Ausbuchtung früher als den Haarkegel gefunden (Fig. 9), aber gerade der Umstand, dass die Ausbuchtung doch früher auftreten kann, scheint mir nicht unwichtig für die Frage nach der Bedeutung des Wulstes,

⁴²⁾ A Nr. 25, pag. 53.

die vielleicht darin gesucht werden könnte, dass durch den heraufwachsenden Haarkegel, die in der Achse des Haarzapfens gelegenen Zellen in die Höhe gedrängt und dort gestaut würden. Davon ist sicher keine Rede; dagegen spricht schon die Stellung der ovalen Kerne in der Achse vor dem Erscheinen der Ausbuchtung (Fig. 6), dagegen sprechen Form und Stellung der Kerne bei gut ausgebildetem Wulst (Fig. 10, 12, 13). Der Wulst ist in der Regel nach der einen, und zwar nach der Arrectoren-Seite bedeutend stärker ausgebuchtet, aber auch an der gegenüberliegenden Seite durch höhere Cylinderzellen, zuweilen auch durch eine leichte Ausbiegung (Fig. 14) angedeutet. Einen gleichmässig cirkulär angeordneten Wulst habe ich an den parallel zur Wachstumsrichtung geführten Schnitten nicht finden können, auch nicht bei annähernd senkrechten Haaranlagen. Mit der Ausbuchtung des Wulstes vollzieht sich bald darauf eine eigentümliche regionäre Differenzierung seiner Elemente; die grössere untere Partie des Wulstes enthält breite, mit hellen ovalen Kernen versehene Zellen in mehrfacher Lage, die scharf davon abgesetzte obere Partie enthält schmale, mit dunklen stark gestreckten Kernen ausgestaltete Zellen in einfacher Lage; diese Differenzierung erstreckt sich ringförmig um den ganzen Bulbuszapfen, ist aber auf der anderen Seite nur in einfacher Lage ausgeprägt (Fig. 14). Das ist nur in solchen Fällen deutlich zu sehen, in denen die Wulstausbuchtung gerade steht, sodass auf einem Medianschnitt des Bulbuszapfens auch der Wulst median halbiert wird; gewöhnlich hängt die Ausbuchtung etwas nach der einen Seite, die Cylinderzellen werden dann schräg durchschnitten. Aber selbst dann ist die Differenzierung noch zu konstatieren, so sieht man in der Fig. 13 deutlich in der unteren Wulsthälfte rundlich ovale, in der oberen aber langgestreckte Kerne, während in den Figuren 10 und 16, wo der Wulst jedesmal etwas schräg getroffen ist, nur Spuren, aber unverkennbare, vorliegen.

Eine besondere Beachtung verdienen noch die in der Zapfen-Achse, über der Haarkegelspitze gelegenen Zellen, deren Kerne auffallend gross sind (Fig. 10, 13). Es sind das Elemente, welche der allmählich in der Höhe rückenden Kegelspitze weichen müssen und sich bis hinauf zu den verhornenden Zellen des Haarkanales (p. 23) verfolgen lassen. Ihr Schicksal wird aus der Betrachtung späterer Stadien völlig klar, lässt sich aber schon jetzt erschliessen; sie werden zur Seite gedrängt und abgeplattet und stellen so die innerste Lage der äusseren Wurzelscheide dar. In Fig. 13 sieht man ihre Kerne in der Kantenansicht um die Spitze des Haarkegels gruppiert. Eine Verhornung oder ein Zugrundegehen der Zellen lässt sich hier nicht feststellen. Fig. 10, deren Kegelspitze die deutlichen Zeichen der beginnenden Verhornung trägt, lässt jede Spur von Keratohyalin in den zur Seite gedrängten Zellen vermissen. Anders liegen die Verhältnisse weiter oben, über der Talgdrüsenanlage; dort treten unverkennbare Anzeichen nicht nur der Verhornung sondern auch des Zerfalles der einzelnen Elemente auf⁴³⁾; dort hat sich überhaupt der ganze Zellenstrang, der den Weg des später heraufwachsenden Haares jetzt schon markiert, von den benachbarten Epidermiszellen scharf gesondert. Das ist auf Schnitten, welche den Strang quer treffen, am deutlichsten zu sehen (Fig. 15). Die auch mit Hansens Hämatoxylin sich dunkler färbenden Elemente des Stranges sind in der Achse rundlich (d. h. auf dem Querschnitt, langgestreckt dagegen auf dem Längsschnitt), in der Peripherie aber stark abgeplattet, konzentrisch gekrümmt; der Strang der anfangs nicht bis zur Epidermisoberfläche gereicht hatte, ist dieser jetzt ziemlich nahe gekommen, seine Elemente aber zeigen keinerlei Übergang zu jenen des Stratum corneum.

⁴³⁾ Es ist zu vermuten, dass die von Simon (A Nr. 7) bei Schweineembryonen und von Goette (A Nr. 17, pag. 277 und Figuren 6, 7, 10) bei Schafembryonen beobachteten Erscheinungen sich auf den gleichen Vorgang beziehen.

Die Haarbalgdrüsen sind etwa um die gleiche Zeit wie der Wulst aufgetreten; in den ersten Spuren (Fig. 6 und 7) durch die Grösse der konvergierenden (in 7) Cylinderzellen angedeutet, entwickelt sich mit der Wulstausbuchtung auch die Ausbuchtung der Haarbalgdrüse, die sehr häufig nach der Seite verschoben ist, so dass Medianschnitte des Bulbuszapfens die Haarbalgdrüse nur streifen (Fig. 13). Als bald werden die inneren Zellen der Drüsenanlage heller und es erscheinen dort jene bekannten Sekrettropfen, welche der Talgdrüsenzelle das so charakteristische Aussehen verleihen.

Ausser den beiden regelmässigen Ausbuchtungen des Wulstes und der Haarbalgdrüse findet man zuweilen eine dritte Ausstülpung, die auch schon Unna⁴⁴⁾ gesehen hat; sie liegt über der Drüse und ist nach derselben geneigten Seite, wie Drüse und Wulst gestellt; ich habe sie nur ein paar Male und zwar in der Haut des Rückens gefunden und kann über ihre Bedeutung nur negativen Aufschluss geben. Es ist keine Anlage des Haares, denn die am blinden Ende gelegenen Zellen sind nicht cylindrisch und es fehlt die an Haarkeimen jener Stadien sonst stets vorhandene Anhäufung von Bindegewebszellen; es ist auch keine Anlage einer Haarbalgdrüse, denn es ist keine Spur einer Aufhellung und Vergrösserung der centralen Zellen wahrzunehmen. Am meisten ähnelt die Bildung einer jungen Knäueldrüse, allein da mir — und so weit ich sehe, auch den andern Beobachtern keine Bilder zu Gesicht gekommen sind, die weiter vorgeschrittenen Stadien entsprächen — auch Unna bezeichnet sie als eine vergängliche Bildung — muss ich den Beweis dafür schuldig bleiben. Dass Knäueldrüsen in dernächsten Nähe junger Haarbälge stehen, habe ich öfter beobachtet.⁴⁵⁾

⁴⁴⁾ A Nr. 21, pag. 715. Unna hat diese Ausstülpung nur in der Augenbrauengegend gesehen.

⁴⁵⁾ Bekanntlich münden bei Kindern die Ohrschmalzdrüsen stets in die Haarbälge (vergl. die Arbeit meines Schülers Alzheimer, „Über die Ohr-

Um die Zeit des ersten Auftretens des Haarkegels beginnt auch die Differenzierung der äusseren⁴⁶⁾ Glashaut, das ist die homogene, stark lichtbrechende Membran, die dicht an die Elemente der äusseren Wurzelscheide anschliesst. Das Material, aus dem neben anderem auch die Glashaut hervorgeht, ist schon in Fig. 6 sichtbar: jenes zellenreiche Bindegewebe, welches die untere Hälfte des Haarzapfens einhüllt. Allmählich erscheinen der Länge des Zapfens parallel verlaufende Fasern, Bindegewebsfasern, die sich immer dichter aneinander schliessend zu einer homogenen Haut umgestalten. Am stärksten sah ich die Glashaut zuerst in der Höhe des Wulstes entwickelt (Fig. 14), von da nahm sie nach unten wie nach oben an Stärke allmählich wieder ab, an der Haarbalgdrüse war sie verschwunden.

Ebensowenig war sie als doppelkonturierte Membran auf der Papille vorhanden, dagegen war sie als eine feine, mit Fuchsin scharfrot sich färbende Linie auch dort nachzuweisen (Fig. 14). Ich stehe mit diesem Befunde im Widerspruche mit Unna⁴⁷⁾, der angiebt, dass gerade in der Region des Wulstes die „homogene Membran“ — das ist doch die Glashaut — besonders mangelhaft ausgebildet sei. Ich möchte diese Differenz auf die damals noch weniger leistungsfähigen technischen Hilfsmittel zurückführen. Van Giesons Methode färbt die Glashaut leuchtendrot; bei Unterlassung spezifischer Bindegewebsfärbungen, bei Schnitten, die nicht genau senkrecht durch die Glashaut gegangen sind, kann die anfangs nur wenig mächtige

schmalzdrüsen“. Verhandl. d. physik.-med. Gesellschaft zu Würzburg. Bd. 22. 1889). Beim Erwachsenen öffnen sie sich an der Hautoberfläche dicht neben der Haarbalgmündung. Es ist also zu vermuten, dass diese Drüsen als Ausstülpungen der äusseren Wurzelscheide entstehen.

46) Die Berechtigung des Adjektivs „äusseren“ wird sich im weiteren Verlaufe meiner Darstellung ergeben.

47) A Nr. 25, pag. 53. Vielleicht spielt auch der später zu erörternde Wechsel im Aussehen der Glashaut hier eine Rolle.

48) Stöhr, Die Entwicklung des menschlichen Wollhaares. Sitzungsber. d. physik.-med. Gesellschaft zu Würzburg. Jahrg. 1902.

Lage leicht übersehen werden. Diese Rotfärbung der Glashaut spricht auch für deren bindegewebige Natur, denn alles fertige fibrilläre Bindegewebe färbt sich mit Van Giesons Mischung scharf rot, während das Protoplasma aller Zellen — nicht nur derjenigen des Epithels und der glatten Muskelfasern — einen gelben Ton annehmen. Indem ich die äussere Glashaut für ein Bindegewebsprodukt erkläre, fülle ich die in meinem Vortrage⁴⁸⁾ offengelassene Lücke aus; ich bin von dem Glauben, dass die Entwicklung der Glashaut mit derjenigen der subepithelialen Grenzmembran direkt zusammenhänge, abgekommen.

Nach aussen von der äusseren Glashaut liegt das Material, aus dem die Ring- und die Längsfaserlage hervorgeht. Es ist um diese Zeit nur eine, im Verhältnis zu dem umgebenden Bindegewebe kompaktere Schicht, die noch keine deutliche Differenzierung in Ring- und Längs-Faserlage zeigt. Nur in Fig. 13 sind Spuren (a Ringlage, b Längslage) zu sehen. Auffallend ist ihr Verhalten bei Pikrofuchsinfärbung. Die Schicht färbt sich nicht rot, wie die Glashaut und Bindegewebe, sondern gelbbraun, eine Erscheinung, die zu Gunsten Bonnets⁴⁹⁾ verwendet werden könnte, der ebenfalls auf Grund von Färbungsdifferenzen (bei erwachsenen Pferden) die beiden Lagen für glatte Muskelfasern zu halten geneigt ist. Es darf aber nicht ausser Acht gelassen werden, dass hier noch jugendliche Verhältnisse vorliegen, die Schicht besteht hier wohl noch im wesentlichen

⁴⁹⁾ Bonnet, „Haarspiralen und Haarspindeln“. Morphol. Jahrb. Bd. XI. 1885. pag. 223. v. Ebner (A Nr. 22, pag. 40) hält die Ringfaserhaut für keinen Muskelring, denn sie läuft bei leeren Haarbälgen nicht rein cirkulär, sondern die Fasern sind gefaltet. Andererseits sah er aber auch leere Haarbälge mit cirkulär verlaufender Ringfaserhaut, wie die kontrahierte Ringmuskelschicht einer Arterie. Möglicherweise sei die Faltung erst eine sekundäre, durch Bindegewebswucherung erzeugte. Unna (A Nr. 25, pag. 60) hält die fraglichen Zellen für keine glatten Muskelfasern, Koelliker (loco [Anm. 36] citat.) schwankt; er hält zwar die Ringfaserlage für Bindegewebe (pag. 234), erklärt sich aber doch nicht in der Lage, sie mit voller Bestimmtheit histologisch einzureihen (pag. 242). Garcia (A Nr. 32, pag. 166) hält es hingegen für sehr wahrscheinlich, dass glatte Muskelfasern vorliegen.

aus Zellen und nicht aus Fasern und alle Zellen zeigen, wie schon oben bemerkt wurde, ein gelb gefärbtes Protoplasma. Ziehen wir in dieser Frage das Verhalten der Ringfaserschicht am ausgewachsenen Menschenhaar heran, so ist zunächst auffällig, dass jene Querschnittsbilder, die bei glatten Muskelfasern so deutlich und scharf umgrenzt zum Vorschein kommen — selbst da, wo nur wenige glatte Muskelfasern da sind, z. B. in der Adventitia von Arterien — hier fehlen, was aber vor allem gegen die muskuläre Natur der fraglichen Fasern spricht, das ist die spezifische Färbung, die wir mit der Methode van Giesons erzielen können und die das Bindegewebe leuchtend-rot, die glatten Muskelfasern aber gelb darstellt. Es giebt ja Fälle, in denen die Menge des zwischen den glatten Muskelfasern gelegenen Bindegewebes so reichlich ist (z. B. in der Tunica media der mittleren Arterien), dass bei nicht sehr dünnen Schnitten der gelbe Ton der glatten Muskelfasern von dem roten Bindegewebe mehr oder minder verdeckt wird, allein hier ist an feinen Längs- und Querschnitten das Bild so eindeutig, alle die fraglichen Fasern haben das charakteristische Rot des Bindegewebes, dass an der bindegewebigen Natur auch der Ringfaserschicht des menschlichen Haarbalges nicht zu zweifeln ist. Damit ist aber natürlich noch nicht entschieden, dass die Lage beim Pferde auch nicht muskulös ist.

Zum Schluss noch einiges über den *M. arrector pili*. Wir haben im vorhergehenden Stadium seine erste Anlage als einen Haufen von Mesenchymzellen kennen gelernt. Die Kerne dieser Zellen waren bald oval, bald rund (Fig. 7) und boten bis dahin noch wenig Charakteristisches. Schon gegen Ende des Haarzapfenstadiums sind einzelne dieser Zellen zu spindelförmigen Gebilden ausgewachsen, die in der Richtung des künftigen Arrector, schräg aufwärts angeordnet sind (Fig. 9). Im dritten — dem Bulbuszapfen-Stadium sind schon deutliche Muskelfasern da. Ihre Spärlichkeit (Fig. 14) findet z. T. durch die Feinheit

des Schnittes ihre Erklärung; die Fasern befinden sich nicht eng geschlossen in Bündeln, sondern stehen miteinander nur in lockerem Zusammenhang.

IV. Stadium: Scheidenhaar.

Es ist nunmehr ein deutliches Haar vorhanden, das in seiner ganzen Länge, auch an seiner Spitze⁵⁰⁾ von der inneren Wurzelscheide eingehüllt wird. Diese letztere war stets im Wachstum dem Haare selbst vorausgegangen und reicht, im Gegensatz zu den Verhältnissen am fertigen Wollhaar, über die Mündung der Talgdrüse hinaus (Fig. 16). Zu dieser Zeit hat die innere Wurzelscheide ihre grösste (relative) Ausdehnung, sie beginnt aber alsbald an ihrer Spitze in Plättchen zu zerfallen, die einzelnen oder Gruppen verhornter Zellen entsprechen. Der Anfang dieses Zerfalls ist bereits in diesem Stadium sichtbar (Fig. 16). Die Scheide selbst ist in ihrer oberen Hälfte völlig verhornt, nur undeutliche Spuren von Kernen sind hier und da sichtbar, weiter nach abwärts aber sieht man zuerst in einfacher Lage lang-ovale Kerne — sie gehören der Huxleyschen Schicht an — medial von diesen befindet sich eine einfache Schicht platter Zellen, mit stärker abgeplatteten Kernen: die ersten Elemente der Scheidencuticula. Beide Schichten lassen sich (auf der linken Seite der Fig. 16) verfolgen bis etwa dahin, wo der Bulbus als Anschwellung beginnt. In dieser Höhe sieht man auch deutliche Kerne der Henleschen Schicht, die sich noch weiter abwärts etwa bis zur halben Höhe der bindegewebigen Haarpapille, deutlich unterscheiden lassen; noch weiter abwärts ist eine Trennung der verschiedenen Schichten unmöglich, dort liegen nur indifferente Elemente vor. Ich reihe an diese Beschreibung gleich die Schilderung der Scheiden eines nur wenig älteren Haares, das, kurz vor dem Durchbrechen auf die äussere

⁵⁰⁾ In Fig. 16 ist die ganze Länge des Haares zu sehen.

Oberfläche, schon an seiner Spitze die vollständige innere Wurzelscheidenhülle verloren hatte. In der unteren Wurzelhälfte sind nunmehr die beiden Schichten der inneren Wurzelscheide völlig deutlich geworden (Fig. 17) und lassen sich hinab bis zur Höhe der Papillenspitze als gut getrennte Lagen verfolgen; neben den Elementen der Scheidencuticula sind auch jene der Haarcuticula aufgetreten, die Kerne beider Cuticulae sind kleiner als im vorher beschriebenen Falle. Vergleicht man Fig. 16 und 17 mit einander, so ergibt sich, dass die Differenzierung der Schichten etwas nach abwärts vorgeschritten ist und das gleiche ergibt sich wieder aus einer Vergleichung der Fig. 17 mit den bekannten Zuständen am ausgewachsenen Haare⁵¹⁾; es lässt sich also im ganzen sagen, dass die Differenzierung der Schichten der inneren Wurzelscheide und der Cuticulae dicht über der Papillenspitze beginnt und allmählich nach abwärts vorschreitet; das Deutlicherwerden nach aufwärts ist wohl weniger als eine Differenzierung der dort befindlichen Zellen, als vielmehr als ein Älterwerden nach oben zu betrachten⁵²⁾. Und ebenso verhält sich das Haar selbst; seine Elemente, die in Fig. 16 über der Papille indifferent und kleinkernig gewesen waren, sind nun (Fig. 17) mit grossen Kernen versehen, die rasch nach aufwärts in die bekannten langgestreckten Formen sich umwandeln. Ein Neues — Pigment — ist aufgetreten und zwar ist es nicht etwa durch Einwanderung von pigmentierten Zellen aus dem unterliegenden Bindegewebe, sondern zuerst im Epithel selbst entstanden. Man findet dasselbst Pigment in Form brauner Schollen zwischen den Basen der cylindrischen Haarmatrix-Epithelzellen und der Oberfläche der bindegewebigen Haarpapille, schmalere Streifen Pigments erstrecken sich von hier aus zwischen die

51) Vergl. z. B. Fig. 282 der 10. Aufl. meiner Histologie.

52) Ich stimme also in dieser Beziehung Goette (A Nr. 17, pag. 282) zu, der bei der Entwicklung des Kaninchenhaares gleichfalls feststellt, dass die Differenzierung in der dem Wachstum entgegengesetzten Richtung erfolgt.

Epithelzellen (Fig. 17); das Pigment liegt also zuerst intercellular, weiter oben dagegen, wo es feinkörniger ist, auch in den Rindenzellen des Haares. In der bindegewebigen Papille selbst habe ich an senkrecht deren Oberfläche treffenden Schnitten niemals Pigment, auch nicht einen Streifen finden können. Ich stelle mich damit auf die Seite jener Autoren, die eine Einschleppung des Pigments durch Bindegewebezellen in das Epithel der Haare bestreiten und für eine Bildung des Pigments, loco an der Epithelgrenze, aber schon jenseits des Bindegewebes also im Epithel eintreten⁵³).

Wie sich die Differenzierung der inneren Wurzelscheide der Cuticulae und des Haares schräg von aussen (der Peripherie) und unten nach innen (axialwärts) und oben vollzieht, ebenso erfolgt der Verhornungsprozess in axialer Richtung, dabei ist aber besonders zu bemerken, dass die Verhornung des Haares und der Cuticulae relativ weit oben einsetzen (Fig. 17). Auch der Prozess selbst ist nicht in den einzelnen Schichten der gleiche. In den Zellen der Henle'schen Schicht treten die allerersten Keratohyalinmassen in Form von rundlichen Körnchen auf, die gleich darauf, schon in der nächsthöheren Querreihe sich zu langgestreckten, parallel der Haarlängsachse gestellten Stäbchen⁵⁴) umgestalten, die wiederum rasch, zwei oder drei Querreihen weiter oben zu einer gleichmässig sich färbenden Masse zusammenfliessen. Anders ist es in den Zellen der Huxleyschen Schicht; dort erscheint das Keratohyalin zuerst zwei bis drei Querreihen über den ersten keratohyalin-

⁵³) Die Frage ist eingehend behandelt in der trefflichen Arbeit Schwalbes „Über den Farbenwechsel winterweisser Tiere“. Morphol. Arbeiten. Bd. 2, 3. Heft 1892, auf die ich hiermit besonders hinweisen möchte.

⁵⁴) Auch am Kopfhaar des erwachsenen Menschen sind diese Stäbchen zu sehen. Günther (Haarknopf und innere Wurzelscheide. Diss. Berlin 1895. pag. 15) erwähnt sie am Menschenhaar und bildet sie am Haare eines Rindes (Fig. 9) ab. Auch Scymonowicz loco cit. (Anm. 26) bildet sie an einem Haare der menschlichen Kopfhaut ab (Tafel XLIII, Fig. 219).

haltigen Henleschen Zellen, in Form kleiner rundlicher Körnchen, die allmählich immer grösser werden und zuletzt plumpe Schollen darstellen, die dann noch weiter oben ebenfalls sich in eine homogene, aber anfangs etwas intensiver gefärbte Schicht fortpflanzen, sodass man dort, wo die nicht mit spezifischen Farbstoffen behandelte innere Wurzelscheide ganz gleichartig erscheint, an so gefärbten Präparaten zwei, der Henleschen und der Huxleyschen Schicht entsprechende Zonen unterscheiden kann. Während die keratohyalinhaltigen Zellen in der Henleschen Schicht nur eine ganz schmale 3—4 Querreihen breite Zone darstellen, ist in der Huxleyschen Schicht die entsprechende Zone von ganz bedeutender, vier bis fünfmal so grosser Länge oder mit anderen Worten die Umwandlung der Keratohyalinelemente in eine homogene Masse erfolgt schnell im Bereich der Henleschen, vier bis fünfmal so langsam dagegen im Bereich der Huxley'schen Schicht. Und wieder anders, wie in den beiden Schichten der inneren Wurzelscheide, erfolgt die Verhornung in den beiden Cuticulae und in der Rindenschicht des Haares selbst. Körnchen von Keratohyalin sind auch bei Anwendung starker Vergrösserungen nicht nachzuweisen, aber nahe unter der oberen Grenze der keratohyalinhaltigen Huxleyschen Zellen befindet sich eine relativ schmale, durch Eosin rötlich gefärbte Zone, die einen raschen Übergang in die wirklich verhornten Partien des Haares vermittelt. Es macht den Eindruck, als ob das Keratohyalin hier in Form einer diffusen Masse auftrete. In der gleichen Zone scheint auch die Verhornung der beiden Cuticulae stattzufinden, doch vermag ich nicht, den Vorgang hier genauer zu verfolgen⁵⁵⁾. Unterhalb der rot verfärbten Zone des Haares sehe ich noch die unverhornten,

55) Die Wollhaare scheinen hierfür ein wenig günstiges Objekt zu sein; Günther (loco [Anm. 54] citato pag. 20) beschreibt auch Keratohyalin in der Scheidencuticula des menschlichen Barthaares, minder deutlich war der Befund am menschlichen Kopfhaar (pag. 23).

schräg periphèr aufwärts gestellten Zellen der Haarcuticula; dicht darüber tritt schon jene scharfe Linie auf, die bei dickeren Haaren deutlich gezackt der Ausdruck der verhornten Cuticulae ist. Dass die Hornsubstanz des Haares eine andere Beschaffenheit hat, als diejenige der inneren Wurzelscheide oder des Stratum corneum der Epidermis, geht aus dem Verhalten gegen die verschiedensten, Hornsubstanzen färbenden Flüssigkeiten hervor. Bei Eosinfärbung z. B. wird das verhornte Haar nicht rot, sondern behält seine, unter dem Mikroskop leicht gelbliche Eigenfarbe bei; Heidenhains Hämatoxylin-Eisenlack, welcher die innere Wurzelscheide intensiv schwärzt, verleiht dem Haare selbst nur einen blaugrauen Ton.

In diesem Stadium beginnt auch die Aushöhlung des Haarkanales; derselbe war bis dahin nur durch einen Strang besonders angeordneter Zellen markiert (Fig. 15), die in der Verhornung (Auftreten rundlicher Keratohyalinkörnchen) begriffen waren (S. 22); ein Hohlraum tritt erst jetzt auf. Zuerst dicht über der von der inneren Wurzelscheide umkleideten Haarspitze (Fig. 16) erscheinend, nimmt der Hohlraum in dem Grade, als das Haar wächst, an Länge zu und schliesst ausser dem bis an sein blindes Ende reichenden Haare und der sich aufblättern den inneren Wurzelscheide Ballen abgestossener, ganz verhornter Haarkanalzellen in sich. Die fertige Länge des gegen die freie Oberfläche noch völlig geschlossenen Haarkanales ist eine ganz überraschend grosse und zwar nicht nur bei den schräg in die Haut eingepflanzten Haaren (Fig. XVII), sondern auch bei denjenigen Haaren, deren Balg nahezu in rechtem Winkel zur Epidermisoberfläche steht (Fig. XXV). In ausgeprägten Fällen ist der in die Epidermis eingegrabene Haarkanal so lang wie die in ihrem Balge steckende Haarwurzel. Günstig gelegte Schnitte zeigen die Epidermis in langen Linien von den Haarkanälen durchwühlt (Fig. 18, Tafel I). Selbst in diesen vollentwickelten Fällen ist der Haarkanal gegen die Oberfläche

geschlossen; es besteht kein Zusammenhang seiner in Verhornung begriffenen Wandung mit der obersten Epidermislage, weder mit der Epitrichialschicht — diese enthält im Anfang des 5. Fötalmonats weder selbst Keratohyalinkörnchen, noch finden sich auch Spuren solcher in den darunter liegenden Schichten — noch mit dem später sich entwickelnden Stratum corneum. Der Modus der Verhornung ist hier etwas anders, wie jener in der Henleschen oder in der Huxleyschen Schicht. Zwar treten die ersten Keratohyalinmassen, ebenso wie in letzterer Schicht, in Form feiner Körnchen auf, die sich bald vergrössern, dann aber kommt es nicht zur Bildung einer einheitlichen, gleichartig scheinenden Masse, sondern die Körnchen gruppieren sich zu knotigen Strängen, die wie Reiserwerk durcheinander geschoben ein intensiv gefärbtes Netz bilden (Fig. 19). Die vollständig verhornten Zellen des Haarkanales, die sich aus ihrem Verbande lösen, verlieren bald die Fähigkeit, sich (mit Eosin) tief zu färben, eine Eigenschaft, die sie auch mit den abgesplitterten Elementen der inneren Wurzelscheide teilen.

Die gegen die freie Oberfläche gekehrte Wand des völlig ausgebildeten Haarkanales ist sehr dünn, es bedarf nur mehr eines geringen Druckes von seiten des wie ein Bogensegment gespannten Haares, um sie zu zerreißen; damit ist der Durchbruch des Haares vollzogen, das Haar ragt dann gleich in ansehnlicher Länge über das Hautniveau hervor. Das so plötzlich aus seinem Lager hervorschnellende Haar kann noch von Teilen der inneren Wurzelscheide umgeben sein, die aber alsbald abfallen. Das ist der einzige Durchbruchmodus des Haares, den ich bis jetzt beim Menschen gesehen habe. Ob es überhaupt der einzige beim Menschen, muss ich dahin gestellt sein lassen; Koelliker⁵⁶⁾, der auch die horizontal in der Epidermis hinwachsende Haarspitze schon beschrieben und abgebildet, giebt

⁵⁶⁾ A Nr. 8, pag. 75 u. Fig. 7.

an, dass die Haare der Augenbrauen und die Augenwimpern unmittelbar die Haut durchbohren. Das mir zur Verfügung stehende Material reicht nicht aus, um sicheren Entscheid zu treffen, aber der Umstand, dass die Bälge der Wimpern schon zu einer Zeit in der Entwicklung weit vorgeschritten sind, in der noch eine epitheliale Verklebung der Lidränder besteht, macht es mir wahrscheinlich, dass auch hier der Durchbruch in der von mir geschilderten Weise sich vollzieht. — Dass die innere Wurzelscheide mit über die äussere Hautoberfläche herausragt, ist nach Koelliker von Reissner⁵⁷⁾ und später wieder von Unna⁵⁸⁾ angegeben worden.

In das Ende des vierten Stadium fällt auch eine neue Erscheinung, die sich an den der (äusseren) Glashaut aufsitzenden Basen der Cylinderzellen der äusseren Wurzelscheide bemerkbar macht. Die Kerne dieser Zellen verlassen ihren bisherigen Platz; sie, die bis dahin in der Mitte oder etwas näher der Glashautseite der Cylinderzellen gelegen waren, rücken mehr nach innen, gegen die Achse des Haares, dabei geben sie die ursprünglich langovale Gestalt auf, werden rundlich-eckig, nicht selten an der der Glashaut zugekehrten Seite geradlinig oder leicht konkav (Fig. 20). Gleichzeitig werden die Cylinderzellen ganz hell und durchsichtig, so dass schon bei Anwendung schwacher Vergrösserungen (40 fach) eine helle Zone sichtbar wird. Diese Erscheinung ist auch Garcia⁵⁹⁾ nicht entgangen, der indessen keine weiteren Erklärungsversuche macht, sondern nur die Thatsache registriert. Soweit ich sehe, beginnt dieser Prozess etwas unterhalb des Wulstes und schreitet im weiteren Verlaufe nach abwärts gegen den Bubus, bis in die Höhe der Papillenspitze fort; er ist schliesslich an allen, dem Durchbruche

⁵⁷⁾ A Nr. 10, Tafel II, Fig. 11.

⁵⁸⁾ A Nr. 21, pag. 33 (695).

⁵⁹⁾ A Nr. 32, pag. 150.

nahen oder schon durchgebrochenen fötalen Wollhaaren des Menschen zu sehen.

Solche Kernwanderungen sind anderen Ortes schon verschiedentlich beobachtet und beschrieben worden, so z. B. von meiner Schülerin Schirman⁶⁰⁾ an den vergänglichen Zotten des Meerschweinchen-Dickdarmes. Hier hängt der Platzwechsel der Kerne und die Verarmung der Zellen an Protoplasma (resp. Filarmasse), denn darauf beruht die „Aufhellung“ der Zellen, wohl mit Ernährungsschwierigkeiten zusammen. Es fragt sich nun, ob auch hier derartige Ursachen aufgedeckt werden können. Da fällt nun auf, dass fast regelmässig eine recht ansehnliche, homogene (äussere) Glashaut vorhanden ist, und es erhebt sich die Frage, ob ein Dickerwerden dieser Haut nicht Ernährungsstörungen für die Elemente der äusseren Wurzelscheide mit sich bringt. Es ist oben auseinandergesetzt worden, dass die (äussere) Glashaut aus längs verlaufenden Bündeln fibrillären Bindegewebes sich entwickelt, die sich zu einer ganz homogenen Haut eng zusammenschliessen. Dieses Homogenwerden beruht zum Teil zweifellos auf einem Verquellen der Bündel — wenn ich einen groben Vergleich gebrauchen darf —, so ähnlich, wie Bindegewebsbündel unter dem Einfluss von Essigsäure zu homogenen Massen aufquellen. Ich schliesse das aus der That sache, dass die (äussere) Glashaut einmal ganz gleichartig aussieht, keine Spur von Faserung zeigt — auch nicht bei Anwendung der „rapiden“ Färbung Kromayers⁶¹⁾, die sonst auch widerspenstigen Objekten gegenüber oft zum Ziele führt — das andere Mal klar und deutlich ihre Zusammensetzung aus längs verlaufenden Bindegewebsbündeln erkennen lässt. Ausserdem ist diese (äussere) Glashaut einmal ganz dünn, das andere Mal

60) Schirman, Über Rückbildung der Dickdarmzotten des Meerschwein chens. Verhandl. d. physik. med. Gesellschaft zu Würzburg. Bd. 32. 1898.

61) Dermatologische Zeitschrift Bd. 3. 1896. pag. 270.

dick; man sieht das besonders an Haarwechselpräparaten an Stadien, die ganz nahe bei einander liegen, so dass der Schluss, dass das hier vorhandene Material durch Quellung rasch zu einer dicken und homogenen Lage umgestaltet werde, viel natürlicher ist, als wenn wir annehmen, dass durch rapide Vermehrung der Elemente eine Verdickung der Glashaut zu stande gekommen wäre. Lassen wir nun die Annahme einer zeitweisen Quellung der (äusseren) Glashaut gelten, so werden wir vermuten dürfen, dass dadurch die feinen Spalten und Kanälchen verengt werden, welche die ernährende Flüssigkeit durch die Glashaut bis zum Epithel der äusseren Wurzelscheide treten lassen. Diese Kanälchen sind nun aber keine Annahme, sie sind wirklich da; zum Beleg hierfür möchte ich auf die Figuren 21 und 22 verweisen; Fig. 21 ist einem Längsschnitt eines Haarbalges entnommen, der an einer Stelle flach durch die (äussere) Glashaut ging, während weiter oben und weiter unten der Schnitt noch die Cylinderzellen der äusseren Wurzelscheide traf; die Lücken sind überaus deutlich als runde Löcher oder längliche Spalten zu sehen, die nicht etwa innerhalb der Glashaut blind enden, sondern, wie Figur 22 zeigt, wirklich durchgehen⁶²⁾. Ich halte es also für möglich, dass durch die Verdichtung der (äusseren) Glashaut Ernährungsschwierigkeiten für die äussere Wurzel-

⁶²⁾ Ich kann die Beobachtung Bonnets („Studien über die Innervation der Haarbälge der Haustiere“ in *Morpholog. Jahrb.* Bd. IV. 1878. pag. 354), Spuler's (A Nr. 39) und H. Rabl's *Histologie der normalen Haut* (Handbuch der Hautkrankheiten herausgegeben von Mrazek, Wien Hölders Verlag 1900 (?) Bd. 1, pag. 60) hier nicht gut mit heranziehen, denn bei allen drei Autoren handelt es sich um fertige Haarbälge, bei denen auch die innere Glashaut schon ausgebildet war, die bei meinen Präparaten — sie stammen von einem 7½ monatlichen Fötus — erst in der allerersten Andeutung (siehe unten pag. 45) vorhanden war. Dass die von mir abgebildeten Kanälchen nichts mit Nischen zu thun haben, in denen etwa die Füßchen („Haftfasern“) der Epithelzellen stecken, geht aus meinen Figuren deutlich hervor; solche Nischen müssten viel kleiner, feiner sein und dicht nebeneinander liegen. Ich sehe in diesem Stadium überhaupt nichts von Füßchen.

scheide auftreten, die ihren Ausdruck in den beschriebenen Veränderungen der Cylinderzellen finden⁶³⁾; ich halte es ferner für wahrscheinlich, dass diese Verdichtung und ihre Folgen mit dem Haarwechsel zusammenhängen, und da bekanntermassen das ganze fötale Haarkleid beim Menschen um die Zeit der Geburt einem Wechsel unterliegt, so ist auch nicht auffallend, dass sämtliche menschliche Wollhaare gegen Ende des 4. Stadium, zu einer Zeit, da schon vielfach die ersten Prozesse des Haarwechsels konstatiert werden, die hellen Cylinderzellen zeigen. Man würde, meiner Meinung nach, irre gehen, wenn man die Aufhellung der Cylinderzellen als einen regelrecht im Verlaufe der Entwicklung eines jeden Haares eintretenden Zustand auffassen würde, der vorübergeht. Und vorübergehen müsste er, denn das völlig ausgewachsene Haar zeigt die Aufhellung nicht mehr, resp. nicht immer. Andererseits findet man auch an völlig ausgebildeten Haaren erwachsener Personen z. B. in der Kopfhaut Haare, deren äussere Wurzelscheide jene aufgehellten Cylinderzellen aufweist, es kann also jener Zustand auch zu anderen Zeiten, als gerade um die Zeit des Durchbruches des jungen Haares auftreten. Ich möchte also die ganze Vorgangsreihe: Verdichtung der (äusseren) Glashaut, Aufhellung der Cylinderzellen der äusseren Wurzelscheide und den Stellungswechsel der Kerne aus der Entwicklung des Haares ausscheiden und vielmehr als ein interkurrierendes Ereignis betrachten, das wahrscheinlich mit dem Haarwechsel resp. mit dem Absterben des ersten Haares in Zusammenhang steht. Kennen wir doch

⁶³⁾ Es fragt sich nur, ob für die Ernährung der Epithelzellen die Verhältnisse in den inneren Partien der äusseren Wurzelscheide günstiger liegen als an deren Peripherie. Das Rücken der Kerne nach innen spricht dafür, denn es ist bekannt, dass die Kerne häufig an dem Ort gelagert sind, an dem vorzugsweise die Stoffaufnahme vor sich gehen muss (vergl. O. Hertwig, Die Zelle und die Gewebe. Jena 1895. pag. 262). Dass die Ernährung auch da nicht ausreicht, ist wiederum aus der Protoplasmaverarmung der Cylinderzellen und zuweilen auch ihrer axialeren Nachbarn ersichtlich.

ähnliche Prozesse, die sich bei absterbenden oder sich zurückbildenden Organen abspielen⁶⁴⁾.

Um die gleiche Zeit, wie die Aufhellung der Cylinderzellen, aber unabhängig von dieser, beginnt die Entwicklung der inneren Glashaut. Man sieht an senkrecht den Haarbalg treffenden Schnitten feine Streifen, die an Eisenhämatoxylinpräparaten fast schwarz gefärbt sind, zuweilen aus kleinen aneinander gereihten Körnchen zu bestehen scheinen und auf den ersten Blick den bekannten Schlussleisten sehr ähnlich sehen. Sie liegen zwischen der Innenfläche der äusseren Glashaut und den Cylinderzellenbasen, und ihre epitheliale Herkunft lässt sich schon aus der Thatsache vermuten, dass der Streifen nicht kontinuierlich ist, sondern stellenweise aus einzelnen, jeweiligen der Basis einer Epithelzelle entsprechenden Stücken zusammengesetzt erscheint (Fig. 20). Dass dem wirklich so ist, geht am besten aus dem Studium von Stellen hervor, an denen sich die äussere Wurzelscheide von der äusseren Glashaut etwas abgelöst hat. Figur 23 zeigt deutlich, dass zu jeder einzelnen Epithelzelle ein Stück des Streifens gehört, gleichzeitig scheint aber aus dieser Figur hervorzugehen, dass die Aufhellung der Cylinderzellen und der Platzwechsel ihrer Kerne nicht notwendigerweise mit der Produktion der inneren Glashaut verknüpft ist; es scheint sich vielmehr hier um zwei, unabhängig voneinander sich abspielende Vorgänge zu handeln. Welcher Art die Bildung der inneren Glashaut ist, ob eine Ausscheidung oder eine Umwandlung der periphersten Zone der Cylinderepithelzellen selbst vorliegt, ist nicht leicht zu entscheiden. Ich bin geneigt, die Ausscheidung für das wahrscheinlichere zu halten, denn es kommt zuweilen vor, dass selbst in diesen frühen Stadien sich die innere Glashaut von ihrem Mutterboden löst; das zeigt Fig. 24, wo

64) Vergl. z. B. die Verdickung der Membrana propria bei sich zurückbildenden Duodenaldrüsen (Stöhr, Über Rückbildung von Duodenaldrüsen. Festschrift der med. phys. Gesellschaft zu Würzburg 1899).

von drei Epithelzellen sich die innere Glashaut gelöst hat und an der äusseren Glashaut hängen geblieben ist (x). 'Rechnet man dazu, dass beim ausgebildeten Kopfhair innere Glashaut und äussere Wurzelscheide scharf voneinander getrennt sind und an genau senkrechten Schnitten keine Spur eines Übergangs dieser Glashaut in das Protoplasma der Epithelzellen der äusseren Wurzelscheide sichtbar ist, so darf man wohl mehr zu der Annahme hinneigen, dass das Material der inneren Glashaut kein Umwandlungs-, sondern ein Ausscheidungsprodukt des Epithels darstellt.

Meine Bemühungen, auch an Flächenpräparaten etwas von der jungen inneren Glashaut zu sehen, sind ganz vergeblich gewesen. Trotz intensiver Schwarzfärbung zeigen Flächenbilder nichts von der Glashaut. Das wird aber nur für denjenigen überraschend klingen, der nicht weiss, dass Lamellen von solcher Zartheit überhaupt nur senkrecht durchschnitten, im Profil sichtbar sind. Sie sind eben zu dünn, um in der Flächenausbreitung gesehen zu werden. Ich darf zum Beweis nur auf die elastische Innenhaut junger kleiner Arterien verweisen, die bei spezifischer Färbung im Schnitt scharf hervortreten, während sie an Flächenbildern nur bei Faltenbildung deutlich zu Gesicht kommen.

Über die Entwicklung der Glashaut liegt nur eine einzige Angabe vor; sie stammt von Feiertag⁶⁵⁾, der bei 8 cm langen Schafembryonen die Grenzlamelle oder die Membrana propria — mit diesem Namen wird die Glashaut bezeichnet — als eine homogene, glänzende Linie gesehen hat, die er als einen Abkömmling der bindegewebigen „Cutis“ betrachtet. Und damit ist Feiertag durchaus im Recht, denn es handelt sich hier zweifellos um die „äussere“ Glashaut, von deren bindegewebiger Abkunft auch beim Menschen ich mich überzeugt habe.

Sämtliche anderen Angaben über die Natur der Glashaut

⁶⁵⁾ A Nr. 19, pag. 28.

beruhen nicht auf entwickelungs-geschichtlichen, sondern auf histologischen Untersuchungen.

Koelliker⁶⁶⁾, der Entdecker der Glashaut, beschrieb sie als dritte Schicht des bindegewebigen Haarbalges und dieser Auffassung folgen heute noch die meisten Handbücher. Im Jahre 1876 entdeckte Unna⁶⁷⁾ die Zusammensetzung der menschlichen „Grenzmembran“ (d. i. die Glashaut) aus zwei Teilen, „einem etwas längsfaserigen, rötlich gefärbten äusseren Bande und einem ganz homogenen, kaum gefärbten inneren, welches die Zähnchen trug“, und illustrierte seinen Befund durch eine gute Abbildung. Allein so herrschend war damals die Ansicht von der bindegewebigen Natur der Glashaut, dass sogar Unna die Gründe geltend machte, die gegen die Annahme eines doppelten Ursprunges sprechen: man finde niemals Stellen, an welchen die beiden Bänder voneinander gelöst wären — und: höher oben und unten gehe das innere Band ohne scharfe Grenze in das äussere über. Dieser letztere Umstand macht es auch erklärlich, dass von der Existenz zweier Lagen auch noch lange nachher wenig Notiz genommen wurde. Zwei Jahre später sah Bonnet⁶⁸⁾ die beiden Lagen der Glashaut an den Haarbälgen unserer Haus-Säugetiere, allein seine Angaben lauten anders wie diejenigen Unnas. Als Fortschritt dokumentiert sich zunächst der Nachweis von Poren⁶⁹⁾ in der inneren Lamelle, Bonnet schlägt deshalb für diese Schicht den Namen poröse Lage vor; aber auch die äussere Lamelle wird hier anders beschrieben; Bonnet nennt sie „völlig glatt und homogen“, während Unna sie „etwas längsfaserig“ fand. Ich glaube nun nicht, dass es sich hier um Differenzen handelt, die ihren

⁶⁶⁾ Koelliker, Mikroskopische Anatomie. II. Bd. 1. Hälfte. 1850. pag. 126.

⁶⁷⁾ A Nr. 21, pag. 46 u. Taf. XXXI, Fig. 9.

⁶⁸⁾ Loco (Anm. 62) citat. pag. 352.

⁶⁹⁾ Spuren davon hatte schon Dietl (Untersuchungen über die Tasthaare. II. Wiener Sitzungsber. Bd. 67, Abt. III. Juni-Heft 1872. pag. 6 u. Fig. 11) gesehen.

Grund in der Verschiedenheit der untersuchten Objekte haben, sondern dass hier ein weiterer Beleg vorliegt für das wechselnde Bild, unter dem die äussere Lamelle der Glashaut sich präsentieren kann. Aus diesem Grunde möchte ich auch dem sonst sehr plausiblen Vorschlage H. Rabls⁷⁰⁾, den Namen „Glashaut“ nur für die innere Lamelle zu reservieren, nicht beistimmen. Es giebt Zeiten und Regionen, in denen auch die äussere Lamelle so gleichartig aussieht, dass der Name „Glashaut“ auch für sie ganz bezeichnend erscheinen muss. Würden wir dem Vorschlage Rabls folgen, so — fürchte ich — würden sich vielfach Missverständnisse einstellen, die älteren Angaben würden sich überhaupt nur schwer ohne grosse Umschreibung verwenden lassen.

Merkwürdigerweise erwähnt Unna in seiner zweiten Abhandlung⁷¹⁾ nicht mehr beider Glashautlamellen; diesem Umstande ist es wohl auch zuzuschreiben, dass seine ältere Angabe in Vergessenheit geraten ist; dafür wird aber die bindegewebige Natur der Glashaut noch einmal scharf betont, sie ist „eigentlich keine selbständige Membran, sondern eine Verdichtung der mittleren Faserschicht (damit ist die Ringfaserlage gemeint) nach innen“. Anderer Meinung ist Mertsching⁷²⁾, der ebenfalls die beiden Lagen der Glashaut gesehen hat und für die epitheliale Natur der „Membrana limitans“ (das soll die innere Lamelle der Glashaut sein) eintritt. Man kann in der Beurteilung der Natur eines Gebildes ganz das Rechte treffen und doch Unrecht haben; das gilt auch für Mertsching, denn von einer Bildung der Glashaut in der von ihm geschilderten Weise ist keine Rede. Es sollen sich nämlich die fadenförmigen Wurzeln der Epithelzellen der äusseren Wurzelscheide in longitudinaler Richtung umbiegen und in der Ebene der Glashaut

⁷⁰⁾ Loco (Anm. 62) citato. pag. 60.

⁷¹⁾ A Nr. 25, pag. 60.

⁷²⁾ Loco (Anm. 19) citato. pag. 38.

sich weiter fortsetzen, bis sie sich mit dieser Haut fest verbinden. Wem aus dem Text nicht klar werden sollte, wie das gemeint ist, dem wird es aus den Figuren 6 und 7 Mertschings verständlich; die Glashaut entsteht eben hier durch Verschmelzung der umgebogenen Epithelzellenfortsätze. Allein diese Abbildungen sind keine Beweise, solche Bilder gehören in die Kategorie der gezeichneten Hypothesen, zu denen auch die Figur 1 des gleichen Autors zu rechnen ist. In etwas anderer Weise wieder lässt Kromayer⁷³⁾ derartige Membranen entstehen. Er meint, dass da, wo es zur Bildung einer homogenen Grenzschicht kommt, „die Protoplasmafasern der Bindegewebszelle, die der Epithelzelle unmittelbar anliegen, untereinander zu eben dieser homogenen Schicht verschmelzen, während die Bindegewebszelle durch Abscheidung fibrillären Bindegewebes weiter von der Grenzschicht abrückt“. Danach könnte man glauben, Kromayer plaidiere für eine bindegewebige Abkunft der Grenzschicht. Allein vorher hat schon Kromayer hervorgehoben, dass die Epithelzelle „gewissermassen Wurzeln in das Protoplasma der Bindegewebszelle“ schlägt und aus dieser intimen Verbindung glaubt er die Grenzschicht als ein gemeinsames Produkt von Epithel und Bindegewebe auffassen zu dürfen. Man soll auch diese Beteiligung direkt feststellen können. „Während die normalen Cylinderzellen nur durch die gewöhnlichen feinen Stacheln untereinander verbunden sind, zieht sich vielfach bei den in Frage stehenden Epithelzellen unmittelbar am Fussende ein breites protoplasmatisches Band von Zelle zu Zelle, an dessen Stelle die spätere Grenzschicht liegt, die sich also wohl aus ihr heraus gebildet haben muss.“ Ich habe ein solches Band noch nie gesehen und würde, da Kromayer leider keine diesbezügliche Abbildung giebt, es begrüßen, wenn etwa auf einem Anatomenkongress derartige Präparate vorgelegt

⁷³⁾ Loco (Anm. 9) citato. pag. 277.

würden. Bis dahin muss ich mich gegen diese „Feststellung“ ablehnend verhalten⁷⁴⁾.

Der letzte Bearbeiter der (erwachsenen?) menschlichen Haarbalg-Glashaut, Spuler⁷⁵⁾, der die Zweischichtigkeit ebenfalls bestätigt, tritt auch für die epitheliale Natur der inneren Lage ein. Die Gründe dafür sind etwas andere, als wie sie mich meine Befunde lehren, haben aber doch eine gewisse Ähnlichkeit. Spuler findet nämlich „an den die Epithelzellen dieser Scheide (die äussere Wurzelscheide) durchziehenden Fasern (damit sind wohl die Protoplasmafasern gemeint, Ref.) in den peripheren Schichten grösser und viel deutlicher, feine mit Orange sich stark färbende Körnchen aufgereiht. Diese werden an den Enden der Zellfortsätze der Innenfläche der epithelialen Glashaut angelagert, event. nur noch blass mit Orange gefärbt, angetroffen.“ Spulers Objekte sind offenbar ganz andere, als die meinigen, denn bei den seinigen war ja schon eine epitheliale Glashaut vorhanden, aber es wäre immerhin denkbar, dass später noch eine Verdickung dieser Glashaut durch weitere Aus-

⁷⁴⁾ Ebensowenig kann ich mich mit dem übrigen Inhalt der citierten-Schrift und einer neuen Arbeit Kromayers („Neue biologische Beziehungen zwischen Epithel und Bindegewebe. Desmoplasie.“ Arch. f. Dermatol. u. Syph. Bd. 62, 2. u. 3. Heft. 1902) befreunden. Die Präparate, auf Grund deren auf „eine Ausstossung einer Epithelzelle aus dem epithelialen Verbande unter Verlust ihres epithelialen Charakters und Verlagerung ins Bindegewebe“ geschlossen wird, sind als Belege für eine so einschneidende Behauptung durchaus ungenügend. All den Forschern, die sich so schnell entschliessen, ein Lösen von Zellen aus dem epithelialen Verbande anzunehmen, möchte ich dringend empfehlen, sich doch einmal die Bilder anzusehen, die sich bei einer wirklichen Lösung präsentieren (vergl. z. B. die Abbildungen in C. Rabls Theorie des Mesoderms. Morphol. Jahrbuch. Bd. XV u. Bd. XIX) und die doch recht wesentlich anders aussehen. Das neue Resultat Kromayers, dass das Stratum germinativum der Epidermis auch der Mutterboden für die Cutis vasculosa sei — diese alle bisherigen entwicklungsgeschichtlichen Erfahrungen umstossende neue Lehre basiert auf Untersuchungen von Sommersprossen eines 10jährigen Mädchens und eines 16jährigen Burschen — dürfte schwerlich eine beifällige Aufnahme finden.

⁷⁵⁾ A Nr. 39, pag. 21.

scheidung von den äusseren Wurzelscheidenzellen her erfolgte und das wäre mit meinen an fötalen Haaren gemachten Beobachtungen wohl vereinbar.

Zum Schlusse sei noch des Bildes gedacht, das Merk⁷⁶⁾ in einer experimentellen Arbeit liefert. Merk sah an einer skarefizierten und dann mit Lapis behandelten Amputationshaut die Grenzmembran (den „Basalsaum“) stark gebräunt, deutlich gestreift; besonders interessant sind die Stellen, an denen sich einzelne Basalzellen (d. s. Zellen des Stratum cylindricum) von einander losgelöst haben und jeder einzelnen Zelle ein hier ganz besonders deutlich gestreiftes Stück zufällt. Wer die Figur 4 Merks betrachtet, wird eine gewisse Ähnlichkeit mit dem oberen Teile meiner Figur 24 konstatieren können. Aber eine eingehendere Überlegung lässt eine weitere Vergleichung der Befunde von uns beiden doch nicht thunlich erscheinen. Merk selbst will nicht entscheiden, ob der streifige Anteil den Basalzellen allein angehört, oder auch nicht zugleich dem Corium (S. 349), und ich muss mich fragen, ob die Streifen nicht auf die bekannten Haaffasern, d. h. auf die von der Basalfläche der Cylinderzellen gegen das bindegewebige Corium gerichteten Fortsätze zurückzuführen sind. Zudem sind unsere beiderseitigen Untersuchungsobjekte doch zu sehr verschieden, bei mir die Haarbälge mit ihrer dicken Glashaut, bei Merk die Haut des Fussrandes, wo unter dem Epithel eine noch nicht einmal allseitig anerkannte dünne Membrana propria gelegen ist.

Der Wulst.

Die Veränderungen, welche dieser Abschnitt der äusseren Wurzelscheide während der Entwicklung des Wollhaares erfährt, sind relativ geringfügig; erst gegen das Ende der Ent-

⁷⁶⁾ Merk, Experimentelles zur Biologie der menschlichen Haut. Wiener Sitzungsber. Bd. 108, Abt. III. Jahrg. 1899. pag. 348.

wicklung, im Stadium des Scheidenhaares, tritt er etwas in Aktion, indem er sich verlängert und zwar in der Richtung des Verlaufes der Arrectorfasern, die in seiner Umgebung gelegen sind.

Das ist jenes gefährliche Stadium, das auf Schnitten, die den Wulst tangential treffen, Bilder vortäuscht, welche eindringlich die Entwicklung der Arrectorfasern aus den Epithelzellen des Wulstes zu verkünden scheinen. Ich muss gestehen, dass ich selbst eine Zeitlang des Glaubens war, dass die glatten Muskelfasern wirklich hier aus dem Epithel entstehen, bis mich die Untersuchung jüngerer Stadien eines besseren belehrte und mir zeigte, dass die ersten glatten Muskelfasern früher auftreten, als die Epithelzellen des Wulstes jenes verdächtige Aussehen zeigen und dass der Wulst zu allen Zeiten scharf vom Bindegewebe resp. vom Mesenchym getrennt ist. Nachuntersuchern möchte ich deshalb dringend empfehlen, sich nicht mit dem Studium des Scheidenhaarstadium allein zu begnügen, sondern die vorhergehenden Stadien wohl zu berücksichtigen, dann werden sie sicher auch zu dem gleichen Ergebnis wie ich kommen.

Die eigentliche Funktion des Wulstes tritt bekanntlich erst später beim Haarwechsel ein, der Wulst nimmt das untere Ende des herausrückenden Kolbenhaares auf und wird damit zum Haarbeet, davon habe ich mich vielfach überzeugt, ich stehe hiermit auf demselben Boden wie Unna (B. 6 und 13)⁷⁷ gegen von Ebner (B. 7) und Schulin (B. 9). Aber die Schilderung dieser Vorgänge liegt ausserhalb der mir gestellten Aufgabe, das hat nichts mit der Entwicklung des Haares zu thun. Es sind demnach nur Bruchstücke, die ich über den Wulst bringe, aber ich habe bei Gelegenheit des Studiums der einschlägigen Litteratur da und dort zerstreut Angaben über den Wulst gefunden — es kommt heute noch vor, dass der Wulst entdeckt wird —, dass ich allen Interessenten einen Dienst zu erweisen glaube, wenn

ich alles, was mir über den Wulst bekannt geworden ist, zusammenstelle.

Die ersten Beschreibungen stammen von pathologischer Seite, und zwar waren es Hebra (B. 1) und Neumann⁷⁸⁾, welcher letzterer eine Abbildung liefert, die keinen Zweifel darüber lässt, dass der „Trichter Hebras“ mit dem Wulst identisch ist. Ein noch besseres, dem normalen Verhalten gleichendes Bild bringt Derby⁷⁹⁾, der gleichzeitig die Frage erörtert, ob der „Zapfen“ durch den Zug des Muskels an der äusseren Wurzelscheide entstehe und ganz richtig gegen den etwaigen Versuch einer solchen Auffassung geltend macht, dass die Muskelfasern nicht an der Spitze des Zapfens inserieren und dass auch an der entgegengesetzten Seite von der äusseren Wurzelscheide ein ähnlicher, obwohl kleinerer Zapfen sich ausstülpt. Der Muskelzug dürfe deshalb nicht als die einzige Ursache für die Bildung solcher Zapfen angesehen werden.

Diese ganz das Rechte treffende Meinung ist nun durchaus nicht von den nachfolgenden Untersuchern geteilt worden. Die Mehrzahl hat im Gegenteil gerade den Arrector für die Genese des Wulstes verantwortlich gemacht. Es lässt sich neben den Autoren, die den Wulst nur kurz erwähnen, wie Gay⁸⁰⁾, Bonnet⁸¹⁾, Waldeyer⁸²⁾, Martin⁸³⁾, Koelliker⁸⁴⁾,

77) Die ganze den Wulst betreffende Litteratur ist in dem Verzeichnis B zusammengestellt.

78) B Nr. 2, Fig. 3 u. B Nr. 3; in letzterer Abhandlung ist nur ein kurzer Hinweis auf das in Nr. 3 Beschriebene enthalten.

79) B Nr. 4, Fig. 1 u. pag. 283.

80) B Nr. 5. Die Abhandlung war mir leider im Original nicht zugänglich; die Ausstülpungen der äusseren Wurzelscheide sollen meist oberhalb, selten unterhalb des Arrector liegen.

81) B Nr. 10. Diese Arbeit beschränkt sich auf den Nervenreichtum gerade dieses Abschnittes.

82) B Nr. 14, pag. 35.

83) B Nr. 15. Martin hat den Wulst nicht so frühzeitig an Haussäugetieren bemerken können wie Unna.

84) B Nr. 19, pag. 241. Es ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob die Faltungen, die hier mit dem Arrectorzug in Verbindung gebracht werden

Minot⁸⁵⁾, eine Gruppierung nach den Deutungen treffen. Für Beziehungen zum Arrector sprach sich zuerst v. Ebner⁸⁶⁾ aus „man erhält den Eindruck, dass die ganze Bildung durch ein der Verlängerung des Arrector vorausseilendes Wachstum des Haarbalges und des Haares bedingt sei“. Gleichzeitig wendet sich v. Ebner gegen die Auffassung Unnas⁸⁷⁾, dass im Wulste das präformierte Haarbeet vorliege, weil er in der Oberlippe eines 6 monatlichen Fötus an keinem Haare den eigentümlichen Fortsatz mehr finden konnte⁸⁸⁾. Auch Esoff⁸⁹⁾ glaubt an Beziehungen des Wulstes zum Arrector, da ja an den Stellen, wo die Arrectores hypertrophisch sind, auch die Auswüchse (d. s. Verlängerungen des Wulstes) in starker Ausbildung hervortreten. Entschieden unrecht thut Esoff Derby, dessen Beobachtungen er mit der Vermutung zu entkräften sucht, dass auf den Schnitten Derbys derjenige Teil des Muskels, der sich an den Auswuchs befestigte, bei der Anfertigung der Schnitte abgerissen worden sei. Noch schärfer tritt die Neigung, den Zug des Arrector für die Genese des Auswuchses verantwortlich zu machen, bei Schulin⁹⁰⁾ hervor, der die Anschwellung direkt als die Folge „mechanischer Einwirkungen, wie Zug u. s. f. seitens der Umgebung“ zurückführt und wie v. Ebner die Bedeutung des Wulstes als Haarbeet nicht gelten lassen will. Zu dieser Gruppe endlich gehört noch

auf den Wulst zu beziehen sind, denn sie betreffen nicht nur die äussere Wurzelscheide, sondern auch den bindegewebigen Haarbalg. Auch die Figur 185 zeigt keine rechte Übereinstimmung mit dem Wulst.

85) B Nr. 21, pag. 573 findet den Wulst für das menschliche Haar typisch.

86) B Nr. 7, pag. 38.

87) B Nr. 6, Fig. 20—24, Text pag. 54 und folg. Unna war der erste, der den Wulst an normalen Haarbälgen beschrieb und gut abbildete.

88) Ich glaube, dass sich v. Ebner zu sehr an den „Fortsatz“ hält; die Erweiterung und darum handelt es sich ja, habe ich stets in Wechselstadien gefunden.

89) B Nr. 8, pag. 437. Die Untersuchungen Esoffs sind nicht nur auf pathologische Haut beschränkt.

90) B Nr. 9, pag. 376 u. 404.

Diesing⁹¹⁾, der Fortsätze des Wulstes an gesunden Kopffaaren erwachsener Menschen gefunden hat und ihr Zustandekommen ebenfalls auf Arrectorzug zurückführt.

Im Anschluss könnte hier Garcia⁹²⁾ genannt werden, der einen solch verführerischen Fall (wie ich ihn oben, S. 52 beschrieben habe) abbildet. Garcia sagt, „dass hier Muskelzellen und Cylinderzellen in inniger Beziehung zusammentreffen, lässt an eine direkte Fortsetzung der Muskelfasern, besser gesagt, an eine Anwesenheit von Muskelfasern zwischen den Zellen des Wulstes denken“. Garcia ist, wie man sieht, doch zu vorsichtig, um allein auf diese Bilder hin, die epitheliale Abkunft der glatten Muskelfasern zu proklamieren.

Gegen die Arrectorwirkung äussern sich Reinke⁹³⁾ und Calef⁹⁴⁾. Ersterer, weil die Anschwellung eine durchaus gleichförmige Spindel darstelle — das ist meiner Meinung nach nur bei einer ganz bestimmten Schnittrichtung zu sehen — und Calef, weil er den Wulst schon gesehen hat, ehe das Mesenchym sich in Muskelfasern umgebildet hat, weil der Muskel sich nicht immer in der Nähe des Appendix (= Wulst), sondern oft mehr in der Nähe der Papille ansetzt und weil der Appendix auch dann vor-

⁹¹⁾ B Nr. 16, pag. 8, Fig. 2, 3, 5. Da Diesing auch fettigen Zerfall mancher Fortsätze beobachtet hat, so meint er, „liegt es nahe, an die embryonale Entwicklung der Talgdrüsen zu denken“. Ich glaube nicht, dass Diesing damit recht hat, denn junge Talgdrüsen sehen anders aus.

⁹²⁾ B Nr. 20, pag. 151 u. 184, Fig. 10, Taf. XI. Auch beim Haarwechsel soll nach Garcia sofort die produktive Region (= Wulst) angelegt erscheinen. „Ein viel sichereres Kriterium für den aktiven epithelialen Cylinder ist wohl die stetige Anwesenheit einer kleinen Hervorragung an der Seite des Arrector und für die Insertion desselben bestimmt.“ Die Erfahrungen, die ich gelegentlich des Studiums über Haarentwicklung, über Haarwechsel gesammelt habe, sind noch nicht gross genug, um zu letzterer Beobachtung Stellung zu nehmen.

⁹³⁾ B Nr. 17, pag. 197 u. 194. Die Meinung Reinkes, dass die Anschwellung (der Wulst) nicht präformiert sei und dass sie erst mit dem Hinaufrücken des Kolbenhaares auftrete, ist für den Menschen irrig.

⁹⁴⁾ B Nr. 24. Bei Embryonen der weissen Ratte entstehen nach Calef Talgdrüse und Wulst durch Teilung einer ursprünglich gemeinschaftlichen Anlage, auch bei Schweinen soll das gleiche der Fall sein.

handen ist, wenn kein Muskel besteht. Letzteren Umstand hatte schon vorher Unna⁹⁵⁾ Schulin gegenüber geltend gemacht und die Meinung vertreten, dass auch vom Haarbeet (= Wulst) die Bildung neuer Haare ausgehen könne. Dieser Meinung — aber nicht im Sinne Unnas — ist nun auch Calef, der die Wucherungszone (= Wulst) als die Stelle bezeichnet, wo später sich accessorische Haare bilden. Damit treten wir in die Besprechung des dritten Deutungsversuches, der den Wulst als Mutterboden für neue Haare — ich sehe ab von der Beet- und Schalthaartheorie Unnas und Göttes⁹⁶⁾, die nicht in mein Gebiet gehören — erklären will. Schon vor Calef haben sich Torri⁹⁷⁾ und Fusari⁹⁸⁾ dafür ausgesprochen. Letzterer, dessen Untersuchung sich nur auf den neugeborenen Menschen, Kinder und junge Leute beschränken, behandelt auch Bildungen, die sicher mit dem Wulst nichts zu thun haben — Fusari teilt ja selbst seine Befunde in drei Gruppen, von denen nur die letzte mit dem Wulste in Verbindung zu bringen ist —, aber auch die hierzu gelieferten Bilder sind schwer als Beweismaterial zu verwenden, flüchtige Skizzen, die sich mit dem bisher bekannten wenig vertragen. So setzen sich z. B. in Fusaris Fig. 10 die Muskelfasern an die Spitze der Wulstfortsätze, was schon von Derby ausdrücklich in Abrede gestellt worden war. Es ist so schwer, sich nach solchen Figuren eine rechte Vorstellung von der Beschaffenheit der Präparate zu machen, und man ist oft im unklaren, ob der Spross oder die „Haarpapille“ wirklich mit Haaranlagen etwas zu thun haben, ob nicht vielmehr eine Täuschung vorliegt. Das gleiche gilt auch von den Abbildungen Calefs, dem es doch schwer werden dürfte mit der Bezeichnung pelo accessorio Fig. 3 den Leser zu überzeugen, dass

95) B Nr. 13, pag. 79 u. 85.

96) A Nr. 13.

97) B Nr. 22 ist mir leider im Original nicht zugänglich gewesen.

98) B Nr. 23.

da ein wirkliches accessorisches Haar vorliegt. Mit diesen Zweifeln möchte ich keineswegs die Möglichkeit, dass vom Wulst aus neue Haare entstehen, so strickt in Abrede stellen, wie das von seiten v. Ebners⁹⁹⁾ geschieht, aber die bis jetzt erbrachten Beweise sind noch nicht ausreichend. Der Vollständigkeit halber endlich sei noch die Deutung Greefbergs¹⁰⁰⁾ erwähnt, der den Wulst für eine zweite Talgdrüsenanlage hält.

Fassen wir das über den Wulst des menschlichen Haarbalges bis jetzt Ermittelte und nach meiner Meinung Sicher-gestellte zusammen, so handelt es sich um eine sehr frühzeitig auftretende Anlage des Haarbeetes, dessen Entstehung vom Arrector unabhängig ist, dessen weitere Ausbildung, insofern sich dieselbe durch Entwicklung kurzer oder längerer Fortsätze äussert, wohl von dem unterdessen gebildeten Arrector in der Weise beeinflusst wird, als der Widerstand des Muskels die Fortsätze veranlasst, in der Richtung des Muskelzuges weiterzuwachsen. Diese Fortsätze verschwinden bei der Mehrzahl der Haarbälge völlig (?) oder bis auf unansehnliche Reste¹⁰¹⁾, wachsen aber in anderen, vorzugsweise pathologischen Fällen zu langen, oft verästelten Strängen aus. Ob vom Wulst aus die Bildung neuer Haare erfolgt, ist noch nicht sicher entschieden und muss weiteren Untersuchungen vorbehalten werden.

Der verführerischen Aufgabe, auf Grund der neugewonnenen Erfahrungen an eine Prüfung der phylogenetischen Haarfragen heranzutreten, möchte ich vorerst nicht folgen, bis Unter-

⁹⁹⁾ A Nr. 22, pag. 50.

¹⁰⁰⁾ B Nr. 12, Fig. 17. Auch die Abbildung Davies (B Nr. 18, Fig. 44) lässt vermuten, dass die „untere Talgdrüse“ ein Wulst ist.

¹⁰¹⁾ Vergl. z. B. Fig. 279 der 10. Aufl. meiner Histologie. Ich sah übrigens auch an Kopfhaaaren Erwachsener die Stelle des Wulstes durch konvergierende Epithelzellenkerne der äusseren Wurzelscheide markiert, ohne dass eine Hervorragung da war. Ob diese letztere auch wirklich fehlte, war nicht zu entscheiden, da keine Serien vorlagen.

suchungen auch über eine Reihe von Tieren vorliegen ¹⁰²⁾, aus denen dann hervorgehen wird, wie viel von dem beim Menschen Beobachteten Spezialität, wie viel von allgemeinem Werte ist. Zu diesem Verzicht glaube ich mich um so mehr veranlasst, als die Frage nach der Gruppierung der Haaranlagen von mir gar nicht berücksichtigt worden ist. Ich beschränke mich deshalb zum Schlusse nur auf eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

Die alle Stadien von der ersten Anlage bis zum vollendeten Durchbruch des menschlichen Wollhaares umfassende Untersuchung und Beschreibung hat ergeben:

Der in seiner ersten Anlage rein epitheliale „Haarkeim“, der keine Erhebung der Epidermis bildet, zeigt alsbald eine asymmetrische Anordnung seiner Epithelzellen, welche mit der Bildung des erst viel später hohl werdenden Haarkanals zusammenhängt.

Der „Haarzapfen“ entwickelt zwei Ausbuchtungen, eine obere, die Anlage der Haarbalgdrüse, eine untere, den „Wulst“, die Anlage des Haarbeetes, welches viel später das untere Ende des beim Haarwechsel herausrückenden Kolbenaars aufnimmt.

Um die gleiche Zeit tritt die erste Anlage des *M. arrector pili* auf und zwar als eine Anhäufung von Mesenchymzellen. Die Vermutung, dass dieser Muskel epithelialen Ursprunges sei, findet somit keine Bestätigung.

Dagegen wurden die bisher gültigen Angaben über die in den nächsten Stadien sich vollziehende Differenzierung des Haares und seiner axialeren Hüllen in den Hauptzügen bestätigt, insofern aber erweitert, als für die verschiedenen

¹⁰²⁾ Mitteilungen über die Entwicklung des Mäusehaares, die einer meiner Schüler gegenwärtig untersucht, werden hoffentlich in nicht zu langer Zeit veröffentlicht werden.

Schichten ein verschiedener Modus der Verhornung festgestellt werden konnte.

Wichtigeres hat sich für die peripherischen Schichten des Haarbalges ergeben; neben der Zuteilung der Ringfaserschicht zum Bindegewebe konnte gezeigt werden, dass die Glashaut in ihrem peripherischen Teile bindegewebiger, in ihrem inneren epithelialer Abkunft ist. Die dabei zu Tage tretenden Erscheinungen setzen uns vielleicht in den Stand, der Frage nach der Abkunft anderer ähnlicher Bildungen (Basalmembranen, Membranae propriae) mit mehr Aussicht auf Erfolg als bisher nahe zu treten.

Von allgemeinem Interesse dürfte endlich die Thatsache sein, dass Haarbeet und Haarkanal, Bildungen, die relativ sehr spät zur funktionellen Verwendung kommen, schon so frühzeitig angelegt werden, Erscheinungen, die im Verein mit den von mir beobachteten zeitlichen Schwankungen im Auftreten von Bulbus, Papille und Haarkegel für diejenigen als Warnungstafel dienen mögen, die für die Erklärung der Wachstumsprozesse die Mechanik allzusehr in den Vordergrund zu stellen geneigt sind.

Würzburg, den 9. Februar 1903.

Litteraturverzeichnis.

A. Litteratur über die Entwicklung der Haare.

1. Heusinger, Beitrag zur Kenntnis der Feder- und Haarbildung. Deutsches Arch. f. die Physiologie von J. E. Meckel. B. 7. 1822.
2. Sandifort, Over de vorming en ontwikkeling der horens von zogende dieren. N. Verhandl. van de I Kl. van het koninkl Ned. Inst. 1827.
3. Eble, Die Lehre von den Haaren in der gesamten Natur. Bd. II, pag. 70. Wien 1831.
4. Cuvier, Recherches sur la structure et le développement des épines du porc-épie, suivis d'observations sur les poils en général. Nouv. An. de Mus. Tome I. 1832.
5. Valentin, Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. pag. 275. Berlin 1835.
6. Gurlt, Untersuchungen über die hornigen Gebilde des Menschen und der Haus-Säugetiere. Müller's Arch. pag. 272. 1836.
7. Simon, Zur Entwicklungsgeschichte der Haare. Müller's Arch. pag. 361. 1841.
8. Koelliker¹⁾, Zur Entwicklungsgeschichte der äusseren Haut. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 2, pag. 67. 1850.
9. Steinlin, Zur Lehre von dem Bau und der Entwicklung der Haare. Zeitschr. f. rationelle Medizin von Henle u. Pfeuffer. Bd. IX. 1850.
10. Reissner, Beiträge zur Kenntnis der Haare des Menschen und der Säugetiere. pag. 97. Breslau 1854.
11. Remak, Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbeltiere. pag. 98. Berlin. Folio. 1855.
12. Reichert, Über Struktur, Bildung und Wachstum der Haare. Günsb. Zeitschr. f. klin. Med. Bd. VI. 1855.
13. Moll, Bijdragen tot de anatomie en physiologie der oogleden. pag. 16. Utrecht. 1857.

¹⁾ Eine kurze Mitteilung über das gleiche Thema hat Koelliker unter dem Titel „Anatomisch-physiologische Bemerkungen“ in den Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich Bd. II 1850—1852 veröffentlicht.

14. Donders, Untersuchungen über die Entwicklung und den Wechsel der Cilien. Arch. f. Ophthalm. Bd. IV, Abt. 1, pag. 286. 1858.
15. Bruch, Untersuchung über die Entwicklung der Gewebe bei den warmblütigen Tieren. pag. 290. Frankfurt. 4^o. 1863.
16. Kusnetzoff, Entwicklungsgeschichte der Cutis. Wiener Sitzungsber. Bd. 56, pag. 251. 1867.
17. Götte, Zur Morphologie der Haare. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. IV, pag. 273. 1868.
18. v. Nathusius, Über die Marksubstanz verschiedener Horngebilde, die Entwicklung des Knorpels im Rehgehörn und das sich daraus für das Schema der Zelle Ergebende. Arch. f. Anat., Physiol. u. wissenschaftl. Med. Jahrg. 69. pag. 69. 1869.
19. Feiertag, Über die Bildung der Haare. Diss. Dorpat. 1875.
20. v. Ebner, Über das Wachstum und den Wechsel der Haare. Mitteil. d. Ver. d. Ärzte in Steiermark. 1875/76.
21. Unna, Beiträge zur Histologie und Entwicklungsgeschichte der menschlichen Oberhaut und ihrer Anhangsgebilde. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XII, pag. 665. 1876.
22. v. Ebner, Mikroskopische Studien über Wachstum und Wechsel der Haare. Wiener Sitzber. Bd. 74, Abt. III. Okt.-Heft. 1876.
23. Hesse, Zur Kenntnis der Hautdrüsen und ihrer Muskeln. Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 2, pag. 285. 1877.
24. Schulin, Beitrag zur Histologie der Haare. Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 2, pag. 381. 1877.
25. Unna, Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Haut (Ziemssen's Handb. d. speziellen Pathol. u. Therapie). pag. 51. 1883.
26. Greefberg, Die Haut und deren Drüsen in ihrer Entwicklung. Mitteil. aus d. embryol. Institut d. Universität Wien. Bd. II, Heft 3, pag. 1. 1883.
27. Martin, P., Beitrag zur Entwicklung der Sinushaare unserer Haus-Säugetiere. Deutsche Zeitschr. f. Tiermedizin. Bd. X, pag. 112. 1884.
28. Flemming, Zellteilungen in den Keimschichten des Haares. Monatshefte f. prakt. Dermatologie. Bd. III, Nr. 5. 1884.
29. Waldeyer, Atlas der menschlichen und tierischen Haare, sowie der ähnlichen Fasergebilde. pag. 33. Lahr 1884.
30. Sticker, Über die Entwicklung und den Bau des Wollhaares beim Schafe. Inaug.-Diss. Berlin 1887.
31. Davies, Entwicklung der Feder und ihre Beziehungen zu anderen Integumentalgebilden. Morphol. Jahrb. Bd. 15, pag. 608. 1889.
32. Garcia, Beiträge zur Kenntnis des Haarwechsels bei menschlichen Embryonen. Morphol. Arbeiten, herausgegeben von Schwalbe. Bd. I, pag. 190. 1891.
33. Maurer, Haut-Sinnesorgane, Feder- und Haaranlagen und deren gegenseitige Beziehungen. Morphol. Jahrb. Bd. 18, pag. 723. 1892.
34. Retterer, Premiers phénomènes du développement des poils du cheval. Compt. rend. de la Soc. de Biol. Sér. IX, T. 6, pag. 22. 1894.

35. Marks, Untersuchungen über die Entwicklung der Haut, insbesondere der Haar- und Drüsenanlagen bei den Haus-Säugetieren. Dissert. Berlin 1895.
36. Maurer, Die Epidermis und ihre Abkömmlinge. Leipzig. 4. pag. 273, 283, 286. 1895.
37. Poulton, The Structure of the Bill and Hairs of *Ornithorhynchus paradoxus*. *Linacre Rep.* V. 2. Nr. 4. 1896.
38. Römer, Studien über das Integument der Säugetiere. I. Entwicklung der Schuppen, Haare am Schwanz und an den Füßen von *Mus decumanus* und einigen anderen Muriden. *Jen. Zeitschr. f. Naturwissensch.* Bd. XXX, N. F. XXXIII. 1896.
39. Spuler, Über Regeneration der Haare. *Verhandl. d. anat. Gesellsch. in Tübingen.* Erg.-Heft d. *Anat. Anz.* Bd. XVI, pag. 18. 1899.
40. Okamura, Zur Lehre über die Wachstumsrichtung der Haare in der ersten Anlage. *Monatsschr. f. prakt. Dermatol.* Bd. 28, pag. 541. 1899.
41. Spencer u. Sweet, The structure and development of the hair of *Monotremes* and *Marsupials*. P. I. *Monotremes.* *Quart. Journ. Microscop. Sc.* Nr. 164. V. 1899.
42. Stöhr, Die Entwicklung des menschlichen Wollhaares. *Sitzber. der phys.-med. Gesellsch. Würzburg.* Jahrg. 1902.
(Hierher könnte vielleicht noch die Arbeit von Calef [B Nr. 24] gezählt werden.)

B. Verzeichnis der Abhandlungen, in denen vom Wulst die Rede ist.

1. Hebra, Pathologie und Therapie der Hautkrankheiten. pag. 320. (Citirt nach Nr. 2.)
2. Neumann, Beitrag zur Kenntnis des Lichen exsudativus ruber. *Wiener Sitzber.* Bd. 58. II. Abteil. 1868. pag. 38.
3. — Über die senilen Veränderungen der Haut des Menschen. *Ibidem.* Bd. 59. I. Abt. 1869. pag. 47.
4. Derby, Zur Anatomie von Prurigo. *Ibidem.* Bd. 59. I. Abteilg. 1869. pag. 280.
5. Gay, Beiträge zur Anatomie der pruriginösen Haut. *Arch. f. Dermatol. u. Syph.* Bd. III. 1871. (Citirt nach Es off. Nr. 8.)
6. Unna, Beiträge zur Histologie und Entwicklungsgeschichte der menschlichen Oberhaut und ihrer Anhangsgebilde. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. XII. 1876.
7. v. Ebner, Mikroskopische Studien über Wachstum und Wechsel der Haare. *Wiener Sitzungsber.* Bd. 74. III. Abt. Okt.-Heft 1876.
8. Es off, Beitrag zur Lehre von der Ichthyosis und von den Epithelwucherungen bei derselben nebst Bemerkungen über den Haarwechsel. *Virchows Arch.* Bd. 69. 1877. pag. 417.

9. Schulin, Beiträge zur Histologie der Haare. Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. II. 1877. pag. 375.
 10. Bonnet, Studien über die Innervation der Haarbälge der Haustiere. Morphol. Jahrb. Bd. IV. 1878. pag. 329.
 11. Neumann, Lehrbuch der Hautkrankheiten. 5. Aufl. Wien 1880.
 12. Greefberg, Die Haut und deren Drüsen in ihrer Entwicklung. Mitteilungen aus d. embryol. Institut der Universität Wien. Bd. II, Heft 3. 1893. pag. 125.
 13. Unna, Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Haut. Ziemssens Handbuch d. speziellen Pathologie u. Therapie. 1883.
 14. Waldeyer, Atlas der menschlichen und tierischen Haare, sowie der ähnlichen Fasergebilde. Lahr 1884.
 15. Martin, Beitrag zur Entwicklung der Sinushaare unserer Haussäugetiere. Deutsche Zeitschr. f. Tiermedizin u. vergl. Pathologie. Bd. X. 1884. pag. 112.
 16. Diesing, Beiträge zur Kenntnis der Haarbalgmuskeln. Diss. Erlangen 1884.
 17. Reinke, Untersuchungen über die Horngebilde der Säugetierhaut. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 30. 1887.
 18. Davies, Entwicklung der Feder und ihre Beziehungen zu anderen Integumentgebilden. Morphol. Jahrb. XV. 1889.
 19. Koelliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Auflage. Bd. 1. 1889.
 20. Garcia, Beiträge zur Kenntnis des Haarwechsels bei menschlichen Embryonen und Neugeborenen. Morphol. Arbeiten herausgeb. von Schwalbe. Bd. I. 1891. pag. 136.
 21. Minot, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. Deutsche Ausgabe mit Zusätzen des Verfassers v. Kaestner. Leipzig 1894.
 22. Torri, Sul significato di un appendice epiteliale dei follicoli piliferi nell'uomo. Ricerche fatte nel laboratorio di anatomia normale. Roma. Vol. V, Fasc. 3. 1896.
 23. Fusari, Sulle diverse forme di appendici, che possono essere presentate dalla guaina radicolare esterna dei peli nell'uomo. Ibid. Vol. VII, Fasc. 2. 1899.
 24. Calef, Studio istologico e morfologico di un appendice epiteliale del pelo nella pelle del Mus decumanus var. albina e del sus scropha. Anat. Anz. Bd. 17. 1900. pag. 509.
-

Tafel-Erklärung.

Tafel I/II.

Übersicht der Formentwicklung des fötalen menschlichen Wollhaares. Die in den nächstfolgenden Tafeln bei stärkeren Vergrößerungen mit Eintragung der Details gezeichneten Präparate sind hier nur in Umrissen bei schwacher für alle Figuren gleicher (75facher) Vergrößerung gezeichnet¹⁾. Die mit den gleichen (in dieser Tafel römischen, in den folgenden Tafeln arabischen) Ziffern bezeichneten Figuren sind Abbildungen eines und desselben Präparates.

I—IV Stadium des Haarkeimes.

V—X Stadium des Bulbuszapfens.

a—e sehr langgestreckte Formen dieses Stadium, wie sie in der Wangenhaut vorkommen. (Aus Schnitten der Wange eines 6¹/₂ Monate alten menschlichen Fötus, 75fach vergr.)

XI—XIV Stadium des Bulbuszapfens. (Der in Figur XII abgebildete Bulbuszapfen verlief so gebogen, dass seine ganze Länge durch Kombination mehrerer Schnitte nur annähernd festzustellen war.)

f langer Bulbuszapfen aus der Wangenhaut eines 6¹/₂ monatlichen menschlichen Fötus.

XVI, XVII und XXV Stadium des Scheidenhaares. In XVII und XXV und 18 ist das Haar oberhalb der Talgdrüsenmündung nicht mit eingezeichnet worden, um die Länge des Haarkanals zu zeigen.

Tafel III/IV.

Alle Figuren dieser Tafel sind bei der gleichen 460fachen Vergrößerung ausgeführt und stammen von 5 monatlichen menschlichen Föten.

Fig. 1. Senkrechter 7,5 μ dicker Schnitt der seitlichen Bauchhaut. Text pag. 14. Fixiert in Müllers Flüssigkeit, gefärbt mit Hansens Hämatoxylin.

¹⁾ Ausgenommen Fig. 18, die nicht in die Übersichtstabelle gehört und 36fach vergrößert ist.

Fig. 2. Senkrechter $7,5 \mu$ dicker Schnitt der Rückenhaul. Text pag. 20. Fixiert in Müllers Flüssigkeit, gefärbt mit Eisenhämatoxylin.

Fig. 3. Senkrechter $7,5 \mu$ dicker Schnitt der Stirnhaut. Text pag. 20. Fixiert in Müllers Flüssigkeit, van Giesons Färbung.

Fig. 4. Senkrechter $7,5 \mu$ dicker Schnitt der Haut des Nasenrückens. Text pag. 26. Fixiert in Müllers Flüssigkeit. Boraxkarmin-Färbung.

Fig. 5. Senkrechter $7,5 \mu$ dicker Schnitt der Rückenhaul. Text pag. 22. Fixiert in Müllers Flüssigkeit, gefärbt mit Hansens Hämatoxylin.

Fig. 6. Senkrechter $7,5 \mu$ dicker Schnitt der Rückenhaul. Text pag. 24. Behandelt wie 5.

Fig. 7. Senkrechter $7,5 \mu$ dicker Schnitt der Haut der Oberschenkelbeuge-seite. Text pag. 24. Fixiert in Müllers Flüssigkeit, gefärbt mit Eisenhämatoxylin und Pikrofuchsin.

Tafel V/VI.

Alle Figuren dieser Tafel sind 460fach vergrößert.

Fig. 8. Senkrechter $7,5 \mu$ dicker Schnitt der Gesässhaul eines 5 monatlichen Fötus. Text pag. 25. Fixiert in Müllers Flüssigkeit, van Giesons Färbung.

Fig. 9. Senkrechter 10μ dicker Schnitt der Gesässhaul eines 5 monatlichen Fötus. Text pag. 26. Fixiert in Müllers Flüssigkeit, van Giesons Färbung.

Fig. 10. Senkrechter $7,5 \mu$ dicker Schnitt der seitlichen Bauchhaul eines 5 monatlichen Fötus. Text pag. 26. Fixiert in Müllers Flüssigkeit. Eisenhämatoxylin.

Fig. 11. Senkrechter $7,5 \mu$ dicker Schnitt der Rückenhaul eines 5 monatlichen Fötus. Text pag. 26. Fixiert in Zenkers Flüssigkeit. Eisenhämatoxylin-Pikrofuchsin.

Fig. 12. Senkrechter $7,5 \mu$ dicker Schnitt der Nasenrückenhaut eines 5 monatlichen Fötus. Text pag. 26. Fixiert in Müllers Flüssigkeit. Boraxkarminfärbung.

Fig. 13. Senkrechter $7,5 \mu$ dicker Schnitt der Nasenrückenhaut eines $7\frac{1}{2}$ monatlichen Fötus. Text pag. 28. Fixiert in Zenkers Flüssigkeit. Gefärbt mit Hämatoxylin (Hansen) und Eosin. Die obere Hälfte der Zeichnung stammt vom nächsten Schnitt.

Tafel VII/VIII.

Alle Figuren dieser Tafel sind 460fach vergrößert.

Fig. 14. Senkrechter $7,5 \mu$ dicker Schnitt der Rückenhaul eines $5\frac{1}{2}$ monatlichen Fötus. Text pag. 29. Fixiert in Zenkers Flüssigkeit, van Giesons Färbung. Aus zwei benachbarten Schnitten kombinierte Zeichnung.

Fig. 15. Senkrechter $7,5 \mu$ dicker Schnitt durch die Augenlidhaul eines 5 monatlichen Fötus. Text pag. 30. Fixiert in Müllers Flüssigkeit. Hansens Hämatoxylinfärbung.

Fig. 16. Senkrechter $7,5 \mu$ dicker Schnitt der Stirnhaut eines 5monatlichen Fötus. Text pag. 35. Fixiert in Müllers Flüssigkeit. Hämatoxylinfärbung. Aus zwei nebeneinander liegenden Schnitten kombiniert. Das obere Haarende ist tangential, die Haarkanalzellen selbst sind nur zum kleinen Teil vom Schnitt getroffen.

Fig. 17. Ebendaher wie Fig. 16. Text pag. 36. Gefärbt mit Hämatoxylin (Hansen) und Eosin.

Fig. 18 (auf Tafel I). Ebendaher wie Fig. 16. 36mal vergrößert. Text pag. 39.

Tafel IX.

Alle Figuren dieser Tafel sind 900fach vergrößert.

Fig. 19. Senkrechter $7,5 \mu$ dicker Schnitt der Stirnhaut eines 5monatlichen Fötus. Text pag. 40. Fixiert in Müllers Flüssigkeit, gefärbt mit Hansens Hämatoxylin und Eosin.

Fig. 20. Senkrechter $7,5 \mu$ dicker Schnitt der Oberlippenhaut eines $5\frac{1}{2}$ monatlichen Fötus. Text pag. 45. Fixiert in Zenkers Flüssigkeit. Eisenhämatoxylinfärbung.

Fig. 21. Senkrechter 5μ dicker Schnitt der Wangenhaut eines $7\frac{1}{2}$ monatlichen Fötus. Text pag. 43. Fixiert in Zenkers Flüssigkeit. Gefärbt mit Eisenhämatoxylin und van Giesons Pikrofuchsin.

Fig. 22. Senkrechter 5μ dicker Schnitt der Rückenhaut eines $7\frac{1}{2}$ monatlichen Fötus. Text pag. 43. Behandelt wie Fig. 21.

Fig. 23. Senkrechter 5μ dicker Schnitt der Stirnhaut eines $7\frac{1}{2}$ monatlichen Fötus. Text pag. 45. Behandelt wie Fig. 21.

Fig. 24. Ebendaher. Text pag. 45. Gefärbt mit Hansens Hämatoxylin und Eosin.