

Ueber borstenartige Gebilde bei einem Hai und eine mutmaßliche Homologie der Haare und Zähne.

Von Prof. Dr. **Alexander Brandt** in Charkow.

Im Jahre 1870 wurde im Saale der Buchhändlerbörse zu Leipzig ein wohl an 6 m messendes, ausgestopftes Exemplar eines Haifisches öffentlich zur Schau gestellt. Dasselbe wurde von mir, in Gemeinschaft mit Prof. Rud. Leuckart, in dessen Laboratorium ich damals als junger Mann arbeitete, in Augensehein genommen. Wir hielten das Tier für eine *Selache maxima*, gingen jedoch auf eine nähere Bestimmung desselben nicht ein. Der durch den Besuch von Zoologen geschmeichelte Impresario machte uns auf ganz unansehnliche, nur wenige Millimeter lange zahlreiche Borsten aufmerksam, mit welchen die Schnauze des Fisches besät war. Ihrer geringen Größe sowohl, als auch ihrer schwärzlichgrauen Färbung wegen stachen sie von der Hautoberfläche so wenig ab, dass sie von jedem nicht gerade besonders aufmerksamen Beschauer ohne Zweifel übersehen werden mussten. Schon dieser Umstand schloss eine absichtliche Täuschung des Publikums so gut wie aus. Zudem ließen sich auch keinerlei Anzeichen eines Artefakts, wie etwa Spuren von Leim oder Verletzungen der Haut, wahrnehmen. Der Impresario offerierte mir bereitwillig zur Untersuchung Proben der in Rede stehenden Borsten. Die betreffenden Proben, drei an der Zahl, mussten unter möglichster Schonung der Haut mit einem Federmesser aus der Haut herausgeklaut werden. Dieser Umstand, sowie die Härte der Haut mit ihren Verknöcherungen, lässt es begreiflich erscheinen, dass nur mangelhafte, an ihrer Wurzel beschädigte Proben in meinen Besitz gelangten. Sie stellten nicht ganz regelmäßig zylindrische, an ihrer Basis verdickte Stücke dar, deren Durchmesser noch keinen ganzen Millimeter, bei einer Maximallänge von 3,3 mm betrug. Uebrigens waren die Spitzen der Borsten offenbar abgebrochen und mochte, nach der an einem der Stücke bei 30facher Vergrößerung deutlichen Verjüngung zu urteilen, ihre ursprüngliche Länge vielleicht das Doppelte betragen haben.

Seit die Borstenproben in meinen Besitz gelangten, sind nunmehr 27 Jahre vergangen, ohne dass sich eine passende Veranlassung zu ihrer Untersuchung gefunden hätte. Erst meine jüngst publizierte Studie über die Hypertrichosis¹⁾ brachte mir die unterdessen sorgfältig aufbewahrten Haiborsten in Erinnerung. Mein jüngerer Kollege Prof. W. Reinhard, in gewohnter Weise gerade mit der Herstellung mikroskopischer Präparate beschäftigt, hatte die Freundlichkeit, sein Heil bei der Bearbeitung meines so spärlich zugemessenen Materials zu versuchen.

1) Ueber die sog. Hundemenschen, bzw. über Hypertrichosis universalis. Biol. Centralbl., Bd. XVII, 1897, S. 161.

Die „Borsten“ erwiesen sich von einer Härte, dass sie sich selbst nach Behandlung mit Kali causticum nicht schneiden ließen. Die Ursache hiervon konnte an Zerpupfungspräparaten ermittelt werden und bestand in der Gegenwart massenhafter Konkremente, welche bei Zusatz von Säuren zu den Präparaten Gasbläschen ausschieden und mit hin aus kohlensaurem Kalk bestanden. Erst nach Decalcinierung konnten weitere Pröbchen einigermaßen mit dem Mikrotom geschnitten werden. Ihre derbe Konsistenz sowohl, als auch das so spärliche Material lassen es erklärlich finden, dass gehörig dünne, zusammenhängende Schnitte nicht gewonnen wurden. Mithin ist das an den Präparaten Ermittelte leider so dürftig, dass ich nahe daran war, von der Publizierung der Befunde ganz Abstand zu nehmen. Den Ausschlag gab schließlich der Wunsch, diejenigen Kollegen, welche an größeren Museen arbeiten resp. Gelegenheit haben, Riesenhaie zu untersuchen, auf die fraglichen Gebilde aufmerksam zu machen. Selbst negativ ausfallende Beobachtungen können als Beitrag zur Phylogenie der Haare, welche immer noch dunkel und zweifelhaft ist, von Wert sein.

Das dünnste der drei Pröbchen, welches am meisten einer Borste ähnelte, an seinem stärkeren Ende nur 0,33, an seinem verjüngten bloß 0,23 mm im Durchmesser betrug, ließ, bei 30facher Vergrößerung in toto betrachtet, zwei Schichten, eine hellere zentrale und dunklere, stellenweise pigmentierte peripherische, erkennen. Ein relativ leidlich gelungener, leider immerhin noch dicker und dabei untingierter Längsschnitt mochte einer tieferen, in der Haut steckenden Partie einer der Borsten angehören. Es lassen sich an ihm zwei Hauptschichten erkennen. Die innere Schicht zeigt in der einen, wohl als proximale zu deutenden Hälfte ein Maschenwerk von Bindegewebsbündeln. Letztere sind meist derb und im wesentlichen aufwärts, der Länge nach gerichtet. In den Zwischenräumen der Längsmaschen befindet sich — wie andere, weniger ausgedehnte, jedoch dünnere Schnitte lehren — ein zarteres Netzwerk von Bindegewebsfasern. In dieses sind rundliche, deutlich gekernte, zum Teil in Haufen zusammengedrückte Zellen, ferner hin und wieder Pigment- und Kalkkörnchen eingesprengt. Die Gegenwart der letzteren mag einer unvollständigen Decalcinierung zuzuschreiben sein. Die Bindegewebschicht erscheint nicht allerwärts von der peripherischen streng begrenzt, sondern sendet hier und da Ausläufer in dieselbe. Distalwärts sich verjüngend, scheint sie, gleichfalls ohne scharfe Grenze, in einen weiteren Abschnitt der zentralen Schicht der Borste überzugehen. Dieser zeigt rundlich eckige Zellen, in welchen ein Kern erkennbar ist. Außerdem finden sich in ihnen glänzende Körnchen zweierlei Art: die einen, die Mehrzahl, sind farblos, rundlich oder eckig und zweifellos Kalkkonkremente, während die andern nur ganz spärlich vertretenen, transparenteren, gelb oder rötlich gefärbten für Keratohyalin gehalten werden können. In anderen

Präparaten, welche mit Kali causticum bearbeitet wurden, finden sich innere Schnittfetzen, die allein aus aufgeblähten, kugligen, Kalkkörnern führenden Zellen von etwa 0,06 mm Durchmesser bestehen. Es ließen sich diese Zellen, gleich den soeben erwähnten, wohl als Markzellen deuten. — Die peripherische oder Rinden-Schicht des der Beschreibung zunächst zur Orientierung zugrunde gelegten Längsschnittes besteht aus abgeplattet-spindelförmigen Zellen, in denen ein oblonger, stäbchenförmiger Kern hin und wieder bemerkt werden kann. In diesen Zellen, vielleicht zum Teil auch zwischen denselben, finden sich wiederum Kalkkörperchen und ferner — mehr insularisch — Pigmentkörnerchen oder größere Pigmentinseln. An dünneren, leider nicht zusammenhängenden Schnitten, läßt die in Rede stehende Schicht diese Details deutlicher erkennen, und ein Zerzupfungspräparat einer mit Schwefelsäure behandelten Borste wiederholt recht genau das Bild der Faserschicht eines Säugetierhaares.

Sollte, wie ich hoffen möchte, eine Nachuntersuchung eines reichlicheren und besseren Materials die soeben mitgetheilten dürftigen Befunde bestätigen, so kämen wir zu dem Schlusse, dass die fraglichen Gebilde des betreffenden Haies in der That Borsten darstellen. Sie unterschieden sich von den typischen Säugetierborsten, so weit dies bisher vorauszusehen, durch eine Einlagerung von Kalkkörnern in der Papille sowohl, als auch im Fasergewebe. (Nicht knopfförmige, sondern sich allmählich verjüngende, mit der Spitze hoch hinauf ins Mark ausgezogene Papillen kommen bekanntlich auch bei Säugetieren, namentlich in den Schnurrhaaren vor).

Die mir hier in Charkow zur Verfügung stehenden litterarischen Hilfsmittel sind zu lückenhaft, um die Frage zu entscheiden, ob sich nicht, namentlich in älteren Quellen, Angaben über das Vorkommen von kurzen Borsten an der Schnauze gewisser Haie vorfinden. Zu meinem Bedauern bin ich nicht einmal im Stande, mich näher über den feineren Bau des Reusenapparats der *Selache maxima* zu orientieren. Ueber denselben sind mir nur die Aufsätze von Steenstrup¹⁾, sowie P. und H. Gervais²⁾ zur Hand. Dieser Apparat wird bekanntlich aus franzenartigen, bezw. kammförmigen Besätzen längs der Kiemenbögen gebildet und funktioniert offenbar nach Art des Fischbeins der Bartenwale, da der ehemals als angeblicher Menschenfresser so verurufene Hai nunmehr anerkannter Weise mit Schwärmen kleiner Tiere fürlieb nimmt. Die ektodermale Auskleidung des Schlundes rechtfertigt zur Genüge unsere vergleichsweise Heranziehung dieser Gebilde. Die einzelnen Strahlen der Reuse bilden steife, jedoch biegsame und

1) Om Gjaellegitteret eller Gjaellebarderne hos Brugden (*Selachus maximus*). Overs. over d. K. D. Vidensk. Selsk. Forhandl., 1873, Nr. 1, p. 46—66.

2) Observations relatives à un Squale pèlerin pêché à Concarneau. Journ. de Zool., V, 1876, p. 319—329, pl. XIII—XV.

elastische, dem Anschein nach hornige Fäden, von 5 bis 6 Zoll Länge. Hannover fand eine bauliche Uebereinstimmung dieser Fäden mit den Hautzähnen der Plagiostomen. Beide Gervais's bezeichnen sie als „dents filiformes“ und illustrieren diese Deutung durch mikroskopische Längs- und Querschnitte. Ihre kurze Beschreibung besagt übrigens nur, die vermeintlichen Barten beständen aus phosphorsaurem Kalk, vergesellschaftet mit etwas kohlsaurem, als erhärtendes Element in die Maschen einer organisierten Substanz eingebettet, und obgleich sie einige Pigmentkörner enthalten, sind die für das Zahnbein charakteristischen Kanälchen darin leicht nachweisbar; mit verdünnter Salzsäure lassen sie sich leicht decalcinieren (p. 325).

Die hornartige, also wohl transparente Beschaffenheit und Biegsamkeit dieser Haibarten lässt einen geringeren Grad von Verkalkung bei ihnen vermuten, als er den Hautzähnen der Haie zukommt. Hierin, sowie in der Pigmenthaltigkeit erinnern diese Barten an die oben beschriebenen Barten an der Schnauze eines vermutlich zur selben Species gehörigen Exemplars. Wie sich die Struktur der äußeren Bekleidung der Barten verhält, lässt sich aus der zitierten Arbeit nicht entnehmen. Jedenfalls käme eine nochmalige vergleichende Untersuchung der Kiemenbarten der *Selache* bei einer Umschau nach etwaigen Uebergangsformen zwischen Zähnen und Haaren in Betracht.

Auf diversen Abbildungen finden sich auf der Schnauze von Haien Punkte angegeben, so auf denen von Taf. XIII der beiden Gervais's. Zweifellos beziehen sie sich hier auf die von den Verfassern p. 320 erwähnten zahlreichen Schleimporen. Immerhin wäre es a priori nicht unmöglich, dass gerade diesen Poren im höheren Alter borstenartige Gebilde entsprossen. Zu dieser Aeußerung verleitet mich zunächst ein Analogieschluss von gewissen Verhältnissen bei Cetaceen, diesen eigentümlichen Wesen, welche sekundär, oder vielleicht richtiger tertiär, so viele Züge einer ursprünglichen Organisation wiedererworben, dass sogar allen Ernstes der Versuch gemacht werden konnte, sie als eine ursprüngliche Säugetiergruppe zu deuten. Max Weber¹⁾ fand am Mundwinkel der erwachsenen *Palaenoptera Sibbaldii* zahlreiche feine Löcher mit ventralem Epithelzapfen, welchen der Verfasser als rudimentäres Haar anspricht. Man wird hierbei notgedrungen auch an die Schenkelfasern brünstiger Eidechsen mit ihren hornartigen Ausscheidungen erinnert, welche uns Leydig²⁾ und Maurer³⁾ vorführen. Wer weiß, ob die Borsten bei Haien nicht etwa bloß zu periodisch, und zwar im höheren Alter, auftretenden Gebilden gehören. Durch eine

1) Studien über Säugetiere. Ein Beitrag zur Frage nach dem Ursprung der Cetaceen. Jena 1886.

2) Integument brünstiger Fische und Amphibien. Biol. Centralblatt, XII, 1892, S. 205.

3) Die Epidermis und ihre Abkömmlinge. Leipzig 1895.

solche Hypothese ließe es sich vielleicht erklären, dass sie bisher übersehen wurden. Frühe Entwicklungsstufen haben ja Drüsen und Haare gemein.

Der den Eindrücken der Außenwelt des sich vorwärts bewegenden Tieres zunächst exponierte orale Pol, mithin die Schnauzen- oder Mundgegend, ist es, wo die Haare zuerst, und zwar zunächst als Spürhaare, aufgetreten sein mögen. Es wird dieser Satz durch die chronologische Reihenfolge in der Ontogenie des Haarkleides sämtlicher Säugetiere genugsam bewiesen, worüber, wenn ich nicht irre, keinerlei Kontroversen herrschen. Das höhere phyletische Alter der Spürhaare wird ferner einem allgemein anerkannten Vererbungsgesetze gemäß auch durch die Thatsache bestätigt, dass sie beharrlich, wenn auch mit reduziertem Nervenapparat, beim sonst nackten Embryo zahlreicher Wale auftreten, mithin die geringste Neigung zum Schwund zeigen (Weber l. c. p. 40).

Hier dürfte es angemessen sein, der von mir (l. c.) als Promammalhaar gedeuteten Haardecke der Hundemenschen zu gedenken. Zwar sind wir über deren embryonale Entwicklung völlig im Unklaren; doch drängt die Analogie zu der Vermutung, dass auch hier Spürhaare vorhanden sein müssen. Bei kindlichen und erwachsenen Individuen ist vielleicht nicht speziell danach gesucht worden. Die genaueste Beschreibung einer Hundemenschen-Behaarung lieferte meines Wissens Bartels¹⁾ für den 14-jährigen Fedor Jewtichjew. „Sehr eigentümlich — so schreibt er — sind zwei dicht beisammenstehende, in Schlangenlinien verlaufende Haare, welche von glänzend schwarzer Farbe und von der Konsistenz der Pferdehaare sind. Sie sind also dicker und dunkler als die Kopfhaare des Knaben. Sie entspringen am rechten unteren Augenlide, mitten zwischen den feinen Haaren, ohne dass die Hautstelle, welche sie trägt, irgendwie verdickt oder gefärbt erschiene“. Die von mir für die Hundemenschen angenommene subpathologische formative Schwäche der Haut ließe sich zur Erklärung der Thatsache heranziehen, dass die Spürhaare dieser Subjekte, trotz ihres phyletischen Alters, für gewöhnlich nicht zu regelrechter, typischer Ausbildung kommen. Eine allgemeine Reduktion und verspätete vollkommener Ausbildung der menschlichen Behaarung überhaupt mag auch die späte Differenzierung von einigen verlängerten Haaren der Augenbrauen erklären, welche bei gewissen Personen auftreten und von Darwin²⁾ als Tasthaare gedeutet werden.

Der Beachtung wert ist eine gewisse gegenseitige Unabhängigkeit der Spür- und Körperhaare. Dieselbe tritt ganz besonders bei den Seehunden zu Tage, bei welchen eine beträchtliche Reduktion der

1) Zeitschr. f. Ethnol., Bd. XVI, 1884, S. (108).

2) Abstammung des Menschen. Stuttgart 1871. S. 20.

allgemeinen Körperbehaarung aus funktionell verständlichen Ursachen mit einer ganz ungewöhnlichen Ausbildung der Spürhaare gepaart ist.

Ueber den phyletischen Ursprung der Haare wurden bekanntlich mehrere Theorien aufgestellt. Eine noch unlängst besonders beliebte fußt auf der Homologie der Haare mit den Epidermoidalschuppen der Reptilien. Gleich den Haaren werden selbstverständlich auch die Federn von Reptilienschuppen abgeleitet. Neuerdings kommt man bekanntlich gern auf den uns früher so geläufigen diphyletischen Ursprung der Warmblüter zurück, indem man die Säugetiere von den Sauropsiden trennt und sie als selbständigen Spross der Ichthyopsiden betrachtet. Eine Erörterung der Frage nach der Homologie von Haar und Feder würde uns hier zu weit führen. Es mögen daher die Vögel abseits liegen bleiben.

Als Vorläufer der Haare wurden von Leydig der Perlausschlag gewisser Fische (so namentlich der Cypriniden) und ferner die Ausscheidungen der Schenkelporen der Eidechsen in Anspruch genommen. Die aus diesen Poren periodisch hervorwachsenden hornigen Epidermiswarzen oder Segel bezeichnet dieser Forscher¹⁾ als Uebergangsformen zwischen Wucherungen der Epidermis gewöhnlicher Art und den Haaren. Auch die Hornzapfen der Perlorgane können einem grubenförmigen Keimlager entsprossen. In neuester Zeit macht die Theorie von Maurer²⁾ viel von sich reden.

Von einzelnen Gelehrten z. B. Wiedersheim³⁾ und Haeckel⁴⁾ adoptiert, hat die Maurer'sche Theorie auch eifrige Opponenten⁵⁾ gefunden, welche zum Teil der althergebrachten Homologie der Haare und Federn mit den Hornschuppen, zum Teil der Homologie der Haare mit Hautdrüsen resp. ihrem Exkrete huldigen. Ich fühle mich nicht berufen, im Nachfolgenden auf die betreffende Kontroverse in ihrem ganzen Umfange einzugehen. Eins ist sicher, nämlich, dass dieselbe noch nicht zum Austrag gebracht ist und mithin auch Spielraum für ander-

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

2) Haut-Sinnesorgane, Feder- und Haaranlagen und deren gegenseitige Beziehungen. Morphol. Jahrb., XVIII, 1892, S. 717.

Die Epidermis und ihre Abkömmlinge. Leipzig 1895.

3) Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Jena 1893

4) Systematische Phylogenie der Wirbeltiere. Berlin 1895. S. 432.

5) F. Leydig, Besteht eine Beziehung zwischen Hautsinnesorganen und Haaren? Biol. Centralbl., XIII, 1893, S. 359.

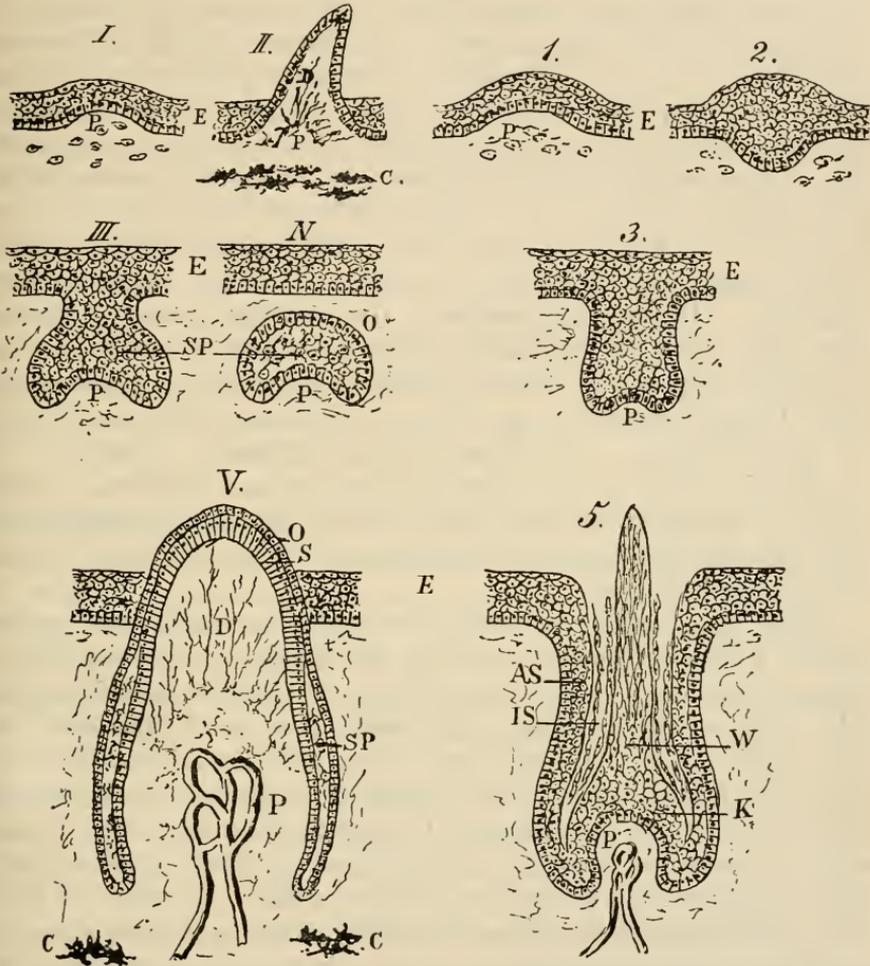
C. Emery, Osservat. sui pozi cutanei dei Crocodilli. Mem. Accad. Bologna, T. IV, p. 593.

E. B. Poulton, The structure of the Bill and Hairs of *Ornithorhynchus paradoxus* etc. Quart. Journ. Micr. sc., Vol. 36, 1894, p. 143.

F. Keibel, Ontogenie u. Phylogenie von Haar u. Feder. Anat. Hefte, 2. Abt., Bd. V, 1896, S. 619.

weitige Hypothesen frei bleibt. Als eine solche möchte ich die Homologie der Haare und Zähne in Schutz zu nehmen versuchen.

Die Haare wurden, wie sich schon a priori voraussetzen lässt, schon des öfteren mit den Zähnen verglichen. So betont z. B. Kölliker ¹⁾ beiläufig eine Uebereinstimmung, welche sich darin kund gibt,



Schemata zur Homologie der Haare und Zähne.

I, II Entwicklung der Hautzähne bei Haien.

III, IV, V Entwicklung und Bau der Säugetierzähne.

1-5 Entwicklung und Bau der Embryonalhaare.

AS — Aeußere Wurzelscheide.

K — Haarknopf.

C — Cement.

O — Schmelzoberhäutchen.

D — Dentin.

P — Pulpa, Papilla.

E — Epidermis, Epithel der Mundhöhle.

S — Schmelz.

SP — Schmelzpulpa.

JS — Innere Wurzelscheide.

W — Haarwurzel.

1) Entwicklungsgesch., II. Aufl., 1879, S. 784.

dass hier, wie dort die Papille (resp. die Pulpa) nachträglich, d. h. später als der Haarknopf (resp. der Schmelzkeim) auftritt.

Bei seinen phylogenetischen Betrachtungen über die Haare kommt Maurer (Epidermis, S. 318) naturgemäß auch auf die Zähne zu sprechen, allerdings im negativen Sinne. Er meint nämlich, die Zahngelbilde seien hier ganz auszuschließen. „Wenn auch die Zahngelbilde mit ihrem Bindegewebigen (Dentin) und ihrem epithelialen (Schmelz) Bestandteil sich in der Mundhöhle sämtlicher Wirbeltiere erhalten haben, so genügt doch nicht der Grund, dass sie bei den genannten Fischklassen (Selachiern und Ganoiden) auf den Schuppen angeordnet sind, um an solche Gebilde die Haare der Säugetiere anzuschließen, denn keine einzige andere Thatsache giebt den geringsten Anhalt zur Vergleichung. Die Thätigkeit des Epithels äußert sich an dessen basaler Fläche, an welcher die Zellen Schmelzprismen abcheiden. Diesen epidermoidalen Hartgebilden kommt frühzeitig schon nicht mehr die wesentliche Rolle beim Aufbau des Zahnes zu, die vielmehr von den das Dentin bildenden Odontoblasten übernommen wird. Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse fällt die Möglichkeit der Ableitung . . . der Haare von den Zähnen . . . fort“.

Die hier mit gesperrter Schrift wiedergegebene Aeußerung möchte doch zu weit gehen, da sich sowohl im Bau, als auch in der Entwicklung resp. dem Wachstum von Haaren und Zähnen Anhaltspunkte zur Vergleichung ergeben.

Selbst im ausgebildeten Zustande ist mutatis mutandis eine gewisse bauliche Uebereinstimmung von Haar und Säugetierzahn nicht zu verkennen (Fig. 5 u. V). Bei einem Vergleich beiderlei Gebilde miteinander können wir allerdings die Genese gewisser Bestandteile des Zahns nicht aus den Augen lassen. Man wird hierbei zunächst vom Cement ganz absehen dürfen, da dasselbe nicht zum Zahn als solchem gehört, sondern ein benachbartes Hautknöchelchen darstellt. Ferner wird man auch dem quantitativ überwiegenden Zahnbein keine allzu große morphologische Bedeutung beilegen, sondern dasselbe als periphere Verknöcherung der Pulpa betrachten. Hieraus ergibt sich eine genügende Uebereinstimmung des gesamten inneren Bindegewebszapfens von Haar und Zahn. Der Schmelz (S) entspricht der die Haarpapille unmittelbar überziehenden Cylinderepithelschicht; seine Zellen sind bloß sehr in die Länge gewachsen und versteinert. (Ich schließe mich, wie der Leser sieht, mit nichten der Deutung des Schmelzes als bloße Ausscheidung an. Hierbei fuße ich außer auf den von Waldeyer u. a. vorgebrachten Argumenten noch auf der Erwägung, dass kutikuläre Ausscheidungen, wie z. B. die Muschelschale, nur an der äußeren — frei zu Tage tretenden oder taschenförmig eingestülpten — Oberfläche von Epithelien erfolgen). Was die übrigen Teile von Haar und Zahn anbetrifft, so fördert uns ein Vergleich des fertigen Haars mit

einer Zahnanlage, an welcher der Hals des Schmelzorgans noch weit offen (Fig. 5 u. III). Es ergibt sich hierbei eine Homologie des Cylinderepithels am proximalen Ende der äußeren Wurzelscheide des Haares (Fig. 5, AS) mit der Cuticula dentis, dem Schmelzoberhäutchen (V. O), diesem verhornt-versteinerten äußeren Epithel des Schmelzorgans. Der Haarknopf (K) nebst der ihm anliegenden Partie der äußeren Wurzelscheide entsprechen hierbei einem noch offenen Schmelzorgan (III). Vergegenwärtigen wir uns ein solches Schmelzorgan, welches auch später offen bliebe, dessen eingedrückter Boden nicht versteinerte und dessen innere kleine rundliche Zellen nicht in das bekannte gallertige Gewebe übergehen, sondern annähernd den Charakter von Zellen des Rete Malpighii behalten, sich rasch vermehren und in ihrer oberflächlichen Schicht verhornen, so entstände ein Haar mit Knopf, Wurzel und Schaft. Wenn sich in der Axe gewisser Haararten Markzellen differenzieren, so ist dies doch offenbar das Resultat einer modifizierten Thätigkeit des Haarknopfs an dessen Spitze und ohne besondere prinzipielle Bedeutung. Was schließlich die sogen. innere Wurzelscheide mit ihrer parietalen (Henle'schen) und zentralen, die Haarwurzel unmittelbar bekleidenden Huxley'schen Schicht anbetrifft, so dürfte ihnen keine prinzipielle morphologische Bedeutung beizumessen sein. Sie bilden meines Erachtens modifizierte Abschuppungen verhornter Zellen, einerseits des Haarknopfes, andererseits zum Teil wohl auch der äußeren Wurzelscheide an deren proximalem Ende¹⁾. Maurer betrachtet die innere Wurzelscheide als charakteristischen wesentlichen Anteil des Haares und demonstriert ihr angeblich entsprechende Zellschichten an dem die Hautsinnesknospen überragenden Epitelkegel. Tritonen, die aufs Land gegangen und bei denen die Hautsinnesknospen mehr in die Tiefe gesenkt, sollen die entsprechenden verhornten Zellschichten aufweisen. Solche Zellschichten, so deucht mir, müssen im Umkreis eines jeden beliebigen ein- und wieder zurückgestülpten Derivats der Epidermis vorkommen, falls sie, wie soeben erwähnt, im wesentlichen nichts anders als sich abschelternde Hornzellen darstellen. In den Markzellen des Haares erblickt Maurer (Die Epidermis, S. 325) die verkümmerten Reste der Sinneszellen der Hautsinnesknospen. Abgesehen vom Mangel direkter Beweise, scheint mir diese Auffassung auch vom rein theoretischen Standpunkte nicht wahrscheinlich genug, da gerade das Embryonalhaar sich durch seine Marklosigkeit von dem vorwiegend markhaltigen postembryonalen unterscheidet. Die von Maurer lediglich aus einer analogen zentralen

1) Die eingehenden unter der Leitung von Hans Virchow angestellten Untersuchungen von Max Günther scheinen mir thatsächlich dieser Deutung nicht zu widersprechen.

M. Günther, Haarknopf und innere Wurzelscheide des Säugetierhaares. Berlin 1895. Mit 2 Taf.

Lage erschlossene Homologie von Sinnes- und Markzellen ermangelt mithin einer ihr so wünschenswerten Stütze von seiten des biogenetischen Grundgesetzes.

Uns nunmehr einem Vergleich von Zahn und Haar während ihrer Entwicklung beim Säugetier zuwendend, können wir vorausschieken, dass wir die Zähne schematisch als unmittelbares Produkt der Mundschleimhaut ansehen dürfen, da die sämtlichen Zahnanlagen eines Kiefers gemeinsame *Plica dentalis primitiva* doch weiter nichts als eine lokale Vergrößerung der Schleimhaut auf einem schmalen Visceralbogen repräsentiert. Ferner werden wir die solide zapfenartige Epithelwucherung (Fig. III u. 3), welche der Bildung von Haar wie Zahn zugrunde liegt, als modifizierte Einstülpung, als Hohlschlauch deuten können, ähnlich wie wir es z. B. für die Anlagen der Milchdrüsenkanäle zu thun berechtigt sind. Es wird diese Auffassung noch dadurch bekräftigt, dass gemäß den Untersuchungen von Poulton (l. c.) das Haar von *Ornithorhynchus* ganz deutlich in einer nach außen offenen Röhre entsteht. Wenn, wie es gewöhnlich dargestellt wird, das Säugetierhaar sich in der Axe eines soliden Epithelzapfens gleichsam herauszukrystallisieren oder herauszuschälen scheint, so haben wir es hier wohl kaum mit einem wirklichen Abspaltungsprozess zu thun sondern vielmehr mit einer Metamorphose der zentralen Zellen des Zapfens, welche letztere unter dem Einfluss der sich bildenden Papille und der von ihr reichlicher ernährten und sich energisch vermehrenden Zellen des werdenden Haarknopfs stehen. Druckverhältnisse kommen dabei wohl gleichfalls als wesentliches Moment in betracht. So darf also das Haar als Rückstülpung unter dem Einflusse der Papille, dieser lokalen Oberflächenvergrößerung der Cutis, aufgefasst werden. Aehnliche Betrachtungen lassen sich auch über die Zähne anstellen. Auch sie sind genetisch eine Rückstülpung im Grunde eines Blindsäckchens. Der wesentlichste Unterschied in der Entwicklung von Haar und Zahn besteht darin, dass bei letzterem der Hals der Einstülpung sich schließt und der epitheliale Anteil der Zahnanlage als Schmelzorgan sich abschnürt (Fig. IV). Der spätere Durchbruch des in der Tiefe nachwachsenden Zahnes erfolgt daher nicht durch einen offenen Kanal, wie beim Haar, sondern als subpathologischer Prozess unter Verletzung der Schleimhaut. Die Zellen des inneren Epithels des Schmelzorgans versteinern zu Schmelzprismen und hören mithin auf sich zu vermehren. Das Wachstum des epithelialen Zahnanteils hat hiermit sein Ende erreicht. Nur bei den Zähnen mit sogen. unbegrenzten Wachstum bleibt der basale Rand der Schmelzgruppe, d. h. die Umbiegungszone des inneren Schmelzepithels ins äußere, saftig und lebenskräftig. Das äußere Epithel der Schmelzkappe, dies vermutliche Homologon der Zylinderschicht der äußeren Wurzelscheide, verhornt und versteinert gleichzeitig zum Schmelzoberhäutchen (0).

Die den rundlichen Zellen des Haarknopfs entsprechenden rundlichen zentralen Zellen des Schmelzorgans (die der Schmelzpulpa) scheiden eine reichliche gallertige Zwischensubstanz aus, werden sternförmig, mit ihren lang ausgezogenen pseudopodienartigen Anastomosen eine Art Bindegewebe darstellend, und sind dem Untergange geweiht. Ihre Bestandteile werden wohl von den sich bildenden Schmelzprismen aufgezehrt. Die nunmehr von einer abgestorbenen Schmelzkappe umgebene Pulpa dentis richtet ihre trophische Thätigkeit auf das eigene Wachstum an Spitze und Peripherie, indem sie lange, ramifizierte Pseudopodien nebst einer verkalkenden Grundsubstanz (das Zahnbein) erzeugt. Das Anwachsen des Zahnbeins übernimmt, nach Abschluss der Schmelzbildung, das Hervorschieben des Zahnes, seinen Durchbruch. Was schließlich das Cement anbetrifft, so kommt es bei einem Vergleich von Zahn und Haar in genetischer Beziehung ebensowenig in betracht, wie beim Vergleich ihres Baues.

Zur Vervollständigung des bisher Erörterten sehen wir uns veranlasst, nunmehr die Zähne der Haie, namentlich die des äußern Integuments, in den Kreis unserer Betrachtungen zu ziehen. Niemand bezweifelt heutzutage die Homologie der Hautzähne der Haie mit den Zähnen der Säugetiere, und doch stimmen beide in Bau und Entwicklungsweise durchaus nicht völlig überein. Dem Haizahn fehlt das Schmelzoberhäutchen, da er sich ohne Bildung eines doppelwandigen Schmelzorgans entwickelt (Fig. I u. II). Eine sich vergrößernde Cutispapille verwandelt sich in ihren peripherischen Schichten in Zahnbein und erhält einen Schmelzüberzug, welcher einfach und allein aus den anliegenden Zylinderzellen der Epidermis hervorgeht. Das Fehlen eines abgekapselten Schmelzorgans giebt einen gewissen Anklang des Haizahns an das Säugetierhaar. Letzteres hält also insofern die Mitte zwischen Hai- und Säugetierzahn, als es eine offen bleibende kanalartige Einstülpung der Epidermis besitzt. Bei dem Mangel eines sackförmigen Schmelzorgans fehlt auch für gewöhnlich die Schmelzpulpa. Eine ihr entsprechende Umbildung von Epithelzellen oberhalb der Schmelzprismen ist nichtsdestoweniger keine Unmöglichkeit, da neuerdings Blochmann¹⁾ bei Embryonen von *Spinax nigra* das Epithel über den Flossenstacheln ebenso verändert fand wie in der Schmelzpulpa der Säugetierzähne. — Einen gewissen Anklang der Haihautzähne an die beim Säugetierembryo zuerst auftretenden und mithin phyletisch wohl ältesten Haare möchte ich darin erblicken, dass hier wie dort die Entwicklung durch eine leichte Verdickung der Cutis eingeleitet wird, welche letztere die darüberliegende Epidermis hügelartig vorwölbt. Ich berufe mich hierbei für die Haizähne auf O. Hertwig²⁾

1) Zoologische Anzeiger, 1897, S. 462.

2) Ueber Bau und Entwicklung der Placoidschuppen und der Zähne der Selachier. Morph. Jahrb., I, S. 331, Taf. XII, Fig. 11.

und für die Haare auf L. Stieda¹⁾. Während auf den darauf folgenden Stadien (Fig. II) die Zahnpapille in distaler Richtung zu wachsen fortfährt, erhält bei den Haaranlagen (Fig. 2) die zugehörige Epidermisverdickung die Oberhand, wächst aber in proximaler Richtung fort, um erst später von der nunmehr wieder zu Kräften kommenden Cutispapille — wie der Boden einer Flasche — eingetrieben zu werden. Von manchen Forschern wird die ursprüngliche Hervorragung der embryonalen Haaranlagen nicht erwähnt²⁾. Feiertag konstatiert dies übrigens auch nur am Kopf, wo die Haare am frühesten angelegt werden, und betont ausdrücklich ihr Fehlen an den übrigen Körperpartien, wo die Haare später auftreten. Dürfen wir uns auf diesen Unterschied völlig verlassen, so können wir ihn phylogenetisch in dem Sinne verwenden, dass die ältesten Haaranlagen auch ein ursprünglicheres erstes (zahnartiges) Stadium aufgewiesen hätten.

Im Obigen wurde der Versuch gemacht, die Haare von den Zähnen abzuleiten. Eine, wie mir scheint, unverkennbare Aehnlichkeit in Bau und Entwicklungsweise könnte dazu führen, das Haar im Wesentlichen als entkalkten Zahn hinzustellen, eine Auffassung, welche wir phylogenetisch mit der wohl so ziemlich erwiesenen allgemeinen Entkalkung des Integuments der Vorfahren unserer recenten Amnioten in Zusammenhang bringen könnten. Man denke hierbei etwa an die Stegocephalen, welche so gern als Glied in der Ahnenkette der höheren Wirbeltiere angesprochen werden. Vorstufen zur Umbildung von Zähnen zu Haaren dürfte man vielleicht in den Strahlen des Reusenapparats der *Selache maxima* und in den eingangs besprochenen borstenartigen Gebilden erblicken. Ueber die letzteren liegen leider gar zu dürftige Kenntnisse vor. Scheint auch ein Falsificat entschieden ausgeschlossen, so müssen wir nichtsdestoweniger über das Vorkommen dieser Gebilde bestätigende Beobachtungen abwarten, ehe wir über dieselben ein maßgebendes Urteil fällen. Kollegen, welchen ein reicheres Untersuchungsmaterial zur Verfügung steht, namentlich an größeren Sammlungen thätigen, bleibt es überlassen, das Vorkommen der Barten bei dieser oder jener Art von Haien, in diesem oder jenen (vielleicht nur höheren) Alter, bei diesem oder jenem Geschlecht nachzuweisen. Nach sonstigen Uebergangsformen zwischen Haaren und

1) J. Feiertag, Ueber die Bildung der Haare. Dorpat 1875. (Dissertation unter Leitung und mit Abbildungen von L. Stieda.)

2) Den Erfahrungen von Waldeyer gemäß beruhten die kleinen Erhebungen der ursprünglichen Haaranlagen lediglich auf einer Wucherung des Stratum Malpighii der Epidermis (Atlas der menschlichen und tierischen Haare. Herausgegeben von J. Grimm. Labr 1884. S. 33). Es wäre vielleicht möglich, diese Differenz dadurch zu erklären, dass Waldeyer etwas ältere Stadien vor sich gehabt hatte (?).

Zähnen wäre noch anderweitig zu fahnden; so vielleicht in Dermoidcysten, wo Haare und Zähne ja häufig vergesellschaftet angetroffen werden.

Für eine nähere Verwandtschaft beiderlei Gebilde mögen wohl auch ihre sympathischen Beziehungen, ihre unverkennbare Korrelation sprechen. Doch hiervon ist bereits in meinem Aufsatz über die Hundemenschen die Rede.

Bei der Beurteilung der hier angeführten Hypothese wird man nicht außer Acht lassen dürfen, dass der essentielle bauliche Unterschied zwischen einem Hai- und Säugetierzahn kaum geringer ist als der zwischen jedem dieser Gebilde und einem typischen Säugetierhaar, ferner, dass es mehr verschiedenerlei Haarbildungen gegeben haben kann und vielleicht noch giebt.

Der Sprung von den Haien zu den Säugetieren scheint allerdings auf den ersten Blick ein recht gewagter. Doch wird derselbe schon um eine beträchtliche Spanne abgekürzt, wenn wir einen diphyletischen Ursprung der Amnioten gelten lassen. Vögel und Reptilien bleiben hierbei absichts liegen. Ob die heutigen Amphibien ohne weiteres in unsere Ahnenkette einzuschalten, ist gleichfalls recht fraglich. Dass die meisten Fischordnungen, z. B. die Knochenfische, auszuschalten sind, ist mehr als wahrscheinlich. Hingegen dürfen wir die Selachier als ziemlich reine primitive Gruppe betrachten, von der sich nach so und so vielen unbekanntem Zwischengliedern die höheren Hauptgruppen der Wirbeltiere abgezweigt. Von den Selachiern könnte eine besondere Entwicklungsbahn zu außen bezahnten, resp. später beborsteten, den Amphibien ähnlichen Wesen geführt haben, von denen ihrerseits die Promammalien abstammten. Die Ontogenese macht es wahrscheinlich, dass die Borsten, und später auch die Haare, zunächst im Gesicht, also im Bereich des Visceralskelets, als Spürborsten aufgetreten sind und sich von hier aus auf das Schädeldach und schließlich dann auch auf Rumpf und Extremitäten verbreiteten. Von den Zähnen nehmen wir an, dass sie sich vom äußeren Integument auf dessen Fortsetzung, die Mundbucht, verbreiteten. Sollte sich die Haarähnlichkeit der Borsten des Reusenapparats und die noch ausgesprochenere der an der Schnauze von *Selache maxima* bestätigen, so käme die Frage in Betracht, ob die Umwandlung von Zähnen zu Haaren nicht etwa phyletisch in umgekehrter Richtung, nämlich von der Mundhöhle aus auf die Körperoberfläche, vor sich gegangen, wobei nur die Kieferzähne als solche erhalten und sogar weiter ausgebildet wurden. Im Gesicht entwickelten sich zunächst die Tasthaare, diese stabilsten von allen Haaren, Gebilde, welche selbst bei sonst nackten Cetaceen noch ontogenetisch wiederkehren¹⁾.

1) Ueber Haare oder Borsten bei Walen im postembryonalen Leben scheinen keine direkten Angaben vorzuliegen. Ich ergreife daher die Gelegenheit, hier

Zum Schluss noch die allgemeine Bemerkung, dass die mannigfaltigsten Abkömmlinge der Epidermis unter einander mehr oder weniger verwandte Bildungen darzustellen scheinen. Unter diesen Abkömmlingen sind es namentlich die Drüsen, welche eine große Uebereinstimmung mit den Haar- und Zahnanlagen der Säugetiere besitzen. Diese Uebereinstimmung trifft hingegen für die Zähne der Haie nicht zu. Hier eröffnet sich ein noch recht weites Feld für phylogenetische Forschungen. [39]

Ueber die Bewegung der *Hydra fusca* L.

Von **W. Zykoff**,

Privatdozent an der Universität Moskau,

Die ersten ausführlichen Kenntnisse über die Bewegung der Hydren haben wir Trembley¹⁾ zu verdanken. Mit der ihm eigenen Beobachtungsgabe beschreibt er nicht nur diese Bewegungen, sondern stellt sie uns auch in Zeichnungen²⁾ dar. Selbstverständlich schildert er nur, so zu sagen, das Sichtbare, Oberflächliche dieser Bewegung, nämlich diejenigen von ihren Erscheinungen, die sich mit unbewaffnetem Auge betrachten lassen. Beinahe ebenso, nämlich nur oberflächlich behandelt Marshall³⁾ die Frage bezüglich der *Hydra viridis* var. *Bakeri*; er giebt uns Beschreibungen und Zeichnungen⁴⁾ der gleitenden, cephalopodenartig kriechenden und nach Art der Spannerraupe kriechenden Bewegung seiner *Hydra*, ohne jedoch diejenigen Erscheinungen ausführlich zu berühren, von welchen diese Bewegung begleitet wird, und die sich mit Hilfe des Mikroskopes betrachten lässt. Jeder, der die Hydren beobachtet hat, weiß, dass die Kraft, welche sie gebrauchen, um sich mit dem Fuße an einem unter dem Wasser befindlichen Gegenstand zu befestigen, sehr bedeutend ist, und Trembley äußert die höchst richtige Bemerkung, „ce qui leur suffit pour n'être pas entraînés par un mouvement de l'eau même considérable“. Wo müssen wir aber den Grund dieser verborgenen Kraft suchen?

auf das von Cyamiden korkartig zernagte Hautstück aufmerksam zu machen, welches mich vor Jahren zu einer Studie über die wahre (normale) Beschaffenheit des Integuments der *Rhytina borealis* veranlasste. Dieses Hautstück, welches in starkem Verdacht steht, einem Walfische (etwa der *Balaena japonica*) anzugehören, war mit spärlichen Haaren besetzt. (Ueber die Haut der nordischen Seekuh. Mém. de l'Acad. S. de St. Pétersb., VII. Sér., T. XVII, Nr. 7, 1871, p. 9).

1) Mémoires pour servir à l'histoire d'un genre de Polyypes d'eau douce, à bras en forme de cornes, 1744, p. 34—46.

2) l. c. Pl. 3.

3) Ueber einige Lebenserscheinungen der Süßwasserpolypen und über eine neue Form von *Hydra viridis*. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 37.

4) l. c. 670—74, Taf. XXXVII, Fig. 1—5.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Brandt Alexander

Artikel/Article: [Ueber borstenartige Gebilde bei einem Hai und eine mutmaßliche Homologie der Haare und Zähne. 257-270](#)