

Die Zähne einheimischer Schlangen nach Bau und Entwicklung.

Von

Dr. **F. Leydig** in Tübingen.

Hierzu Taf. I.

Die Bildungsgeschichte der Zähne der Säugethiere, insbesondere des Menschen, ist wie von lange her, so noch bis zur Gegenwart mit einer Art Vorliebe von den Anatomen berücksichtigt und durch eine Reihe schöner Arbeiten aufgehell't worden. Dabei stellte sich für manchen Beobachter gar bald die Erfahrung heraus, dass diese Körper, obschon in den äusseren Eigenschaften der Härte und Festigkeit, sowie durch reichen Kalkgehalt, den Knochen verwandt, doch nicht ganz zum eigentlichen Knochensystem gezählt werden können. Vielmehr ergab sich aus der Entwicklung, dass die Zähne entfernt von den Knochen des Skelets, in der Schleimhaut der Mundhöhle ihren Ursprung nehmen. Diese Erkenntniss, sowie gewisse Aehnlichkeiten in der Art ihrer Entstehung mit derjenigen der Nägel und Haare, endlich die Wahrnehmung, dass sie bei gewissen Formen abgestossen und wiedererzeugt werden, bestimmte schon einzelne der früheren Schriftsteller, die Zähne dem Horngewebe oder Hornsysteme einzureihen. Und so darf man es nur als einen, das Thatsächliche zusammenfassenden, aber noch mehr ins Allgemeine sich erhebenden Ausdruck bezeichnen, wenn man aus dem Kreise der Naturphilosophen heraus die Zähne für „Nagelglieder des Kopfeingeweideskeletes“ erklären hört.

Blicken wir auf die Forschungen, welche das Herkommen der drei den Zahn zusammensetzenden Substanzen zum Gegenstand haben, so herrschte bezüglich des die Rinde der Krone bildenden Schmelzes von je ziemliche Uebereinstimmung. Man fand, dass sich diese Schicht oder die Glasur durch eine Art Absonderung, herrührend von einem schleimigen Theil des Zahnsäckchens, auf das Zahnbein niederschlage.

Ueber den Ursprung des Zahnbeins selber aber standen sich in der Auslegung des Gesehenen zwei Ansichten gegenüber. Die Einen liessen das Zahnbein durch Verknöcherung des Zahnkeimes oder der Pulpa entstehen, „sowie Knochen aus Knorpel wird.“ Andere dagegen nahmen an, dass das Zahnbein nach aussen von der Oberfläche des Keimes schichtenweise abgesetzt werde, etwa in der Weise, wie Haare und Nägel sich bilden. Der Grundzug in der Verschiedenheit dieser beiden Ansichten konnte selbst dadurch nicht verwischt werden, als mit Hilfe des Mikroskopes die Vorgänge der Zahnentwicklung in der Nähe und daher nach ihren feineren Einzelheiten betrachtet werden konnten.

Die erstere Ansicht — Erzeugung des Zahnbeins durch Verknöcherung der Zahnpapille — wurde die herrschende und ich selbst habe in Schriften und Vorlesungen den Hergang so darzustellen gesucht, dass die Bindegewebskörperchen des Zahnkeimes, welche nach der Oberfläche hin gleich einem Cylinderepithel stehen, in sich verästelnde Röhrrchen auswachsen und so, nach erfolgter Ablagerung von Kalk, in die röhbrigen Elemente des Zahnbeins sich umwandeln.

Dabei fühlte ich freilich immer die höchst unbequeme Scheidungslinie, welche man bei dieser Auffassung zwischen den Zähnen im Mund und Rachen der Wirbelthiere einerseits, und den kalkigen Zähnen der Wirbellosen, z. B. aus dem Kaumagen der Krebse andererseits, alsdann nothgedrungen ziehen musste. Denn die Zähne der Wirbellosen erwiesen sich als verdickte und verkalkte Cuticularbildungen. Ich hatte bezüglich ihrer Entstehung wahrgenommen, dass durch die Thätigkeit darunter liegender zelliger Elemente homogene Lagen einer organischen Substanz schichtweise sich erzeugten, sodann durch Aufnahme von Kalk erhärten konnten, wobei die ursprünglich vorhandenen röhbrigen Gänge oder Porenkanäle sich frei von der Kalkablagerung erhielten.

Diesem sehr abweichenden Verhalten gegenüber, welches zwischen den Zähnen der Wirbellosen und jenen der Wirbelthiere

zu bestehen schien, war es für mich eine erfreuliche Beobachtung, als ich gelegentlich faunistischer Studien über unsere Molche bemerkte, dass ja bei diesen Wirbelthieren das Zahnbein ebenfalls nach seiner Entwicklung den Cuticularbildungen zugerechnet werden müsse ¹⁾).

Einmal aufmerksam geworden, achtete ich auch später bei den Eidechsen auf die mir von Bedeutung scheinende Frage und fand wieder die gleiche Entstehungsweise des Zahnbeins ²⁾. Es mag deshalb gerechtfertigt erscheinen, wenn ich jetzt auch über die einheimischen Schlangen, deren Sichtung und nähere Kenntniss ich mir seit Längerem angelegen sein lasse, dasjenige hier vorlege, was ich über die Entwicklung der Zähne, der undurchbohrten sowohl, wie der durchbohrten beobachtet habe.

Hierbei halte ich es für angemessen über die Zahl, Form und Bau der Zähne unserer Schlangen Einiges vorzuschicken, da dieses nicht bloß zum Verständniss des Ganzen dient, sondern ich auch schon jetzt Manches an den gangbaren Darstellungen verbessern zu können glaube.

1. Die undurchbohrten Zähne.

1. Zahl. — Form. — Scheide.

Ich habe zwar alle deutschen Arten: *Tropidonotus natrix* und *Tr. tessellatus*, *Coluber viridiflavus* und *C. flavescens* sowie *Coronella laevis* untersucht, beschränke mich aber an diesem Orte auf das Allgemeine mit Vermeidung dessen, was für die systematische Behandlung in Betracht gezogen werden soll.

An der herkömmlichen und im Ganzen richtigen Beschreibung der Zähne unsrer Schlangen, dass sie glatt, spitzig und bogenförmig rückwärts gekehrt seien, vermisse ich den Hinweis auf eine Eigenschaft der hinteren grösseren Zähne im Oberkiefer, wie solche bekanntlich bei gewissen Arten regelmässig vorkommen und von Cuvier zuerst bei der Ringelnatter bemerkt worden zu sein scheinen ³⁾. Dieselben gehen nach rückwärts, an der hohlen Seite in eine verhältnissmässig breite, sichelförmig zugeschärfte, also

1) Ueber die Molche (*Salamandrina*) der Württembergischen Fauna. Arch. f. Naturgeschichte, Jahrg. 33, 1867, Separatausgabe S. 82.

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

3) Vergleichende Anatomie. Uebersetzung, Bd. 3, S. 204 (Tabelle).

schneidende Kante aus. Schon mit der Lupe, bei schräg auffallendem Licht, sieht man z. B. an der Ringelnatter diese Beschaffenheit der hinteren grösseren Zähne des Oberkiefers sehr deutlich; auch bemerkt man beim Handthieren des ganzen Kopfes, namentlich wenn es am lebenden Thiere geschieht, dass die Zähne nicht bloß einhacken, sondern förmlich in unsere Haut oder in einen anderen nachgiebigen Körper, in Kork z. B., scharf einschneiden. — An allen Zähnen übrigens, auch den kleinsten, zieht eine feine Kante rechts und links von der Spitze eine Strecke weit herab, welche jedoch nur mit dem Mikroskop sichtbar ist ¹⁾.

Hält man sich, um die Zahl der Zähne kennen zu lernen, lediglich an Schädel, deren Weichtheile entfernt wurden, so wird man die herkömmliche Angabe, welche wohl in den Schriften von Cuvier ²⁾ und Meckel ³⁾ zuerst genauer gefasst wurde, und wonach vier Längsreihen oben und zwei Längsreihen unten sich hinziehen, gelten lassen müssen. Anders werden wir uns aber ausdrücken, wenn wir die Kinnladen und den Gaumen des noch mit den Weichgebilden versehenen Kopfes untersuchen, denn da zeigen sich ausser den mit den Knochen verwachsenen und daher am skeletirten Schädel bleibenden Zähnen noch solche, welche lediglich in der Schleimhaut haften, oder sog. Ersatzzähne, und zwar in grösster Menge.

Nehmen wir als Beispiel die Ringelnatter (*Tropidonotus natrix*), so besitzt der trockene Schädel, immer die eine Seite genommen, an der Oberkinnlade ungefähr 18, am Gaumen ungefähr 29, am Unterkiefer etwa 20 Zähne; demnach im Ganzen in runder Summe etwa 130 ⁴⁾.

Prüfen wir nun aber Kiefer- und Gaumenknochen, welche noch von ihrer Schleimhaut umhüllt sind, so findet sich, dass die vorhin abgezählten Zähne des trockenen Schädels gewissermassen nur die stehen gebliebenen Flügelmänner von Zahnquerreihen sind. An der Ober- und Unterkinnlade besteht die einzelne Querreihe aus 4 Zähnen, deren Grösse von aussen nach innen abnimmt, in der Art, dass der dem festgewachsenen Zahn nächste dem ersteren an Grösse

1) Sie erscheint auf mehreren Zähnen der Figur 12 angedeutet.

2) a. a. O. 203.

3) System der vergleichenden Anatomie, Bd. 4, S. 358.

4) Cuvier (a. a. O.) nennt für den Oberkiefer 18, für den Gaumen 28, für den Unterkiefer 24 Zähne. Dass es individuelle Unterschiede gebe, sieht man leicht beim Durchmustern mehrerer Schädel.

nur wenig nachsteht, hingegen die zwei darauffolgenden bedeutend kürzer und schwächer sind; der innerste oder jüngste ist selbstverständlich der kleinste. Am Oberkiefer nehmen die drei festgewachsenen Zähne der drei letzten Querreihen eine charakteristische Grösse an; die drittletzte Querreihe besteht noch aus 4 Zähnen, während die zweitletzte nur noch 3 besitzt und endlich die allerletzte auf zwei herabsinkt, welche beide indessen gleich gross sind. — An der Unterkinnlade ist ein Grössenunterschied zwischen vorn und hinten kaum bemerkbar, aber die Zahlenverhältnisse sind wie an der Oberkinnlade, also hat die drittletzte Querreihe noch die 4 Zähne, die zweitletzte 3, die allerletzte 2. — Am Gaumenbogen nimmt die Grösse der Zähne wie an der Oberkinnlade von vorn nach hinten zu, so dass die hintersten die längsten sind. Hier an den Gaumenzähnen bemerke ich aber auch, dass die einzelne Querreihe gar nicht selten, vielmehr ziemlich allgemein aus 5 Zähnen besteht¹⁾. Die vorletzte Reihe hat alsdann 4 und die letzte Reihe wieder nur, wie an der Oberkinnlade, 2 grosse Zähne.

Darnach erscheint der Rachen unserer Schlangen mit einer ungemein grossen Zahl von Zähnen ausgerüstet, in runder Summe und wie Vorangehendes zeigt, eher zu niedrig als zu hoch gegriffen, mit 520 Stücken.

Wer sich mit der Untersuchung der Rachenhöhle des vom lebenden Thiere getrennten Kopfes einer Natter zu schaffen macht, begreift schnell die hohe Bedeutung nicht blos der hackenförmigen Gestalt sondern auch der Menge der Zähne. Denn bei der noch hinzutretenden äussersten Beweglichkeit der Kiefer und Gaumenbogen fassen die Zahngarnituren unsere Finger so allseitig, dass wir, will man das Gebiss des Thieres nicht verletzen, nur durch Rückwärtsbewegung unsere Haut befreien können.

Es ist mir daher auffallend, dass der so ungemein zahlreichen Ersatzzähne in den Schriften über die Schlangen wenig gedacht wird. Bezüglich der durchbohrten oder der Giftzähne pflegt man längst zu erwähnen, dass hinter den feststehenden Zähnen noch mehrere nicht festsitzende, demnach bewegliche, Zahnkeime zugegen seien. Aber dass sich dieses auch an den undurchbohrten Zähnen, also auch bei den ungiftigen Schlangen, in ausgesprochenstem Masse wiederholt, verdiente doch mehr als es bisher geschehen, hervorge-

1) Vergl. Fig. 12.

hoben zu werden. Cuvier in der vorhin angezogenen Tabelle führt bloß von den Gaumenzähnen der „*Coluber haje*“ an, dass eine „parallele Reihe von kleinen“ an die 25 entwickelten sich anschliesse. Duvernoy sagt gar nichts von den Ersatzzähnen der ungiftigen Schlangen¹⁾, selbst bei Schlegel²⁾ lese ich nur die seit Fontana überall wiederkehrenden Angaben über die Ersatzzähne der Giftschlangen. Bei andern Zoologen wird höchstens nur einer Reihe — es sind die grösseren neben der Reihe der feststehenden — gedacht. So z. B. in einer mir nicht bekannten, bei Milne Edwards³⁾ angezogenen englischen Abhandlung. Wohl aber geschieht in dem Werke von Bibron und Duméril⁴⁾, da wo die Verfasser in der Einleitung über die Zähne der Schlangen im Allgemeinen handeln, der Ersatzzähne ausdrücklichere Erwähnung: es seien zahlreiche Zahnkeime seitwärts von den feststehenden Zähnen zugegen. Endlich gehört noch Rapp⁵⁾ zu den wenigen Zoologen, welche in bestimmter Weise auf die „nur im Zahnfleisch hängenden Zähne“ der ungiftigen Schlangen hindeuten. — Dagegen macht es mir beim Durchgehen der Schriften zahlreicher Faunisten den Eindruck, als ob die Autoren wirklich nur die am skeletirten Schädel stehen bleibenden Zähne der äussersten Reihe gekannt hätten, nicht aber die lediglich in der Schleimhaut haftenden und daher mit dieser beim Aufweichen abgehenden Zähne⁶⁾.

1) Ann d. sc. nat. XXVI, p. 125.

2) Physionomie des Serpens, 1837.

3) Lecons sur la physiologie, T. VI, p. 170.

4) Erpétologie générale. 1844, T. 6, p. 129.

5) In der Dissertation Bächtold's, Untersuchungen über die Giftwerkzeuge der Schlangen. Tübingen 1843, S. 6.

6) Wenn man z. B. in einem schwülstig geschriebenen Buche, betitelt »Die Schlangen Deutschlands, Stuttgart 1855« liest: »Wohl zeigt der gähnende Schlangenrachen einen Besatz von Zähnen, wie ihn stattlicher und schrecklicher kein anderes Raubthier aufzuweisen hat«, so möchte man glauben, der Verfasser habe eine Ahnung gehabt, dass über 520 Zähne zugegen seien. Doch dem ist nicht so. »Denn — heisst es weiter — nicht weniger als vier Zahnreihen, in Kiefer und Gaumenbeine eingewachsen, drohen von oben her, vom Gewölbe des Rachens, ihnen entgegen, von unten die beiden nicht minder stattlichen Reihen des zwiespältigen Unterkiefers«. Mit welchem Schwung der Rede würde dieser Autor sich wohl ausgelassen haben, wenn er gewusst hätte, dass nahezu fünfmal mehr Zähne vorhanden sind, als er gesehen hat?

Die Bewaffnung der Kiefer und des Gaumens der Schlangen mit so ungemein vielen Zähnen ist durchaus zu vergleichen den zahlreichen, sich wiederholenden Zahnreihen der Fische.

Der Grund, warum die nicht mit den Knochen verwachsenen Zähne so wenig beachtet wurden, scheint neben dem bereits Angeführten darin zu liegen, weil man am frischen Thier der Zähne wegen ihres Verborgenseins in den, einem Zahnfleisch ähnelnden, die Kinnladen und die Gaumenbogen umziehenden, Falten der Mundschleimhaut schwer ansichtig wird. Was vor vielen Jahren Schrank¹⁾ hierüber gesagt hat, wird gar Mancher, der keine weiteren Nachforschungen anstellt, in gleicher Weise erfahren haben. Er bemerkt: „Zähne konnte ich am frischen Kopfe (der Ringelnatter) nicht einmal durch das Suchglas wahrnehmen, sie waren ganz von dem Zahnfleisch verdeckt. Das Gefühl und sogar das Gehör belehrten mich von ihrem Dasein: denn als ich mit dem Skalpele längs der Kinnlade hinfuhr, bemerkte ich von einander getrennte kleine Widerstände und hörte ein schwaches Knistern, wie der Stahl der Schneide von Zahn zu Zahn fortrückte. Nachdem ich aber den Kopf mehr abtrocknen liess, kamen die Zähne zum Vorschein.“ Es sehen in der That die Zähne, und wieder nur die grösseren, mit ihrer feinen rückwärts gerichteten Spitze aus dem „Zahnfleisch“ heraus; man muss selbst mit der Lupe scharf hinblicken, um sie gewahr zu werden.

Die scheidenähnlichen Verlängerungen der Schleimhaut der Mundhöhle werden gewöhnlich nur im Hinblick auf die Giftzähne erwähnt; dort sind sie wie bekannt, entsprechend der Länge der Giftzähne, ganz besonders entwickelt. Indessen hat ihrer doch auch bezüglich der undurchbohrten Zähne der ungiftigen Schlangen z. B. schon der genaue Meckel²⁾ gedacht. Ich möchte noch beifügen, dass innerhalb des Thales, in welchem die Zahnquereihen stehen, die Schleimhaut sich wieder derartig in kleine Fältchen erhebt, dass der einzelne Zahn an seiner Wurzel wie in einer besonderen niedrigen Tasche steckt. Zwischen den feststehenden grossen Zähnen und denen der nächsten Reihe, welche schon um etwas kleiner sind, sinkt die Schleimhaut zu einer Furche ein.

Ueber die feinere Beschaffenheit der Zahnfleischfalten ungiftiger

1) Fauna boica 1798, Th. I. S. 290.

2) System der vergleichenden Anatomie, Bd. 4 (1829), S. 359.

Schlangen und dass auf ihrem freien Rande besondere Sinnesorgane vorkommen, habe ich mich an einem anderen Orte ausgesprochen ¹⁾).

2. Der feinere Bau.

Das was ich seiner Zeit über das histologische Verhalten des fertigen Zahns von den Salamandern mittheilte ²⁾, hat im Wesentlichen auch Geltung für die Zähne der Schlangen.

Bei den Salamandern erscheinen die Spitzen der Krone mehr oder weniger lebhaft rostbraun gefärbt. Dies tritt bei Schlangen etwas zurück, ohne aber ganz zu fehlen; ich sehe nicht blos an den grösseren Zähnen, sondern auch an den Ersatzzähnen einen unverkennbar gelblichen Anflug der Spitze.

Hervorzuheben ist, dass deutlich ein homogenes Häutchen, Cuticula, den Zahn überzieht. An Zähnen, welche durch Säuren gequollen sind, löst sich dieses Häutchen mitunter in Fetzen ab oder erzeugt auch wohl durch ringförmige Faltung eine Zickzackbildung der Oberfläche des Zahns, welche uns verleiten könnte, hier eine besondere Sculptur erblicken zu wollen. Durch diese homogene Grenzschicht oder Cuticula geschieht auch die Verbindung des Zahns mit dem Knochengewebe der Kiefer- und Gaumenbogen. Senkrechte Schnitte, z. B. durch den Zahn und das zahntragende Stück (Dentale) des Unterkiefers lassen sehen, dass die Wand des Zahns abwärts ganz dünnzulaufend, zuletzt nur noch als homogene Haut in die Knochensubstanz des Unterkiefers übergeht. Auch an den Abbildungen, welche ich von den Zähnen der Salamander gab, zeigt sich die Cuticula als Brücke zwischen der Zahnkrone und dem Sockel ³⁾).

Im Zahnbein unterscheidet man zahlreiche Schichtungsstreifen, welche als Wiederholungslinien des Umrisses der Papille eine Art dutenförmige Zusammensetzung des Zahns offenbaren. Die Zahnkanälchen, deren Oeffnungen an der Innenfläche des Zahnbeines gut zu sehen sind, verlaufen in sachten Biegungen und verästeln sich, namentlich gegen das Ende hin, in feine Ausläufer ⁴⁾).

1) Zur Kenntniss der Sinnesorgane der Schlangen. Archiv f. mikroskop. Anatomie Bd. 8, 1872.

2) Die Molche der württemb. Fauna. Archiv f. Naturgesch. 1867. (Separatausgabe S. 84.)

3) a. a. O. Taf. V. fig. 20. fig. 21.

4) Oeffters kamen mir in der äussersten Schicht fertiger Zähne quer-

Ein eigentlicher Schmelz mangelt auch bei den Schlangen; was man einer Glasur vergleichen könnte, ist nur eine Art festere Grenzschrift oder Rinde des Zahnbeins.

Die Kiefer- und Gaumenknochen haben da, wo die Zähne der äussern Reihe sitzen, Gruben, in deren Mitte ein Gefässloch sich zeigt. Die Grube entspricht einem weiten Markraum und auf diesem steht der Zahn so, dass seine Höhle sich wie eine Fortsetzung des Markraumes ausnimmt.

3. Entwicklung.

Hiebei möchten, worauf ich bereits in den einleitenden Bemerkungen hingewiesen, besonders zwei Punkte der Beachtung zu empfehlen sein.

Das Bindegewebe der Schleimhaut erhebt sich für die jüngsten oder kleinsten der Ersatzzähne zu fadenartigen Papillen, an deren Ende die Zähne aufsitzen. Letztere haben somit in frühester Zeit lange weiche Stiele und sind dadurch nicht bloss sehr beweglich, sondern auch leicht von der Schleimhaut abstreifbar.

Der Zahn selbst, das heisst, seine harten Substanzen sind Abscheidungen des die Spitze der Papille überziehenden Epithels und zwar ist es die untere, sich sehr bestimmt abhebende Lage, der Schleimschicht, welche dieses besorgt. Dieselbe sondert sich in zwei Blätter, und da das Zahnbein in den dadurch gegebenen Raum abgesetzt wird, so kommt der eine Theil des Epithels zwischen die Aussenfläche der Papille und die Innenfläche des Zahnbeins zu liegen, der andere Theil überzieht die Aussenfläche des Zahnbeins. In den jüngeren Stadien, so lange der Zahn noch die Form eines kleinen kurzen Käppchens hat, gehen dieses äussere und innere Epithel, entsprechend ihrem Ursprung, nach unten ineinander über; später aber durchschneidet das Zahnbein, indem es nach hinten sich ausdehnt, die Verbindung, so dass alsdann das Epithel der Papille und das Epithel der Zahnoberfläche nicht mehr zusammenhängen.

Das innere Epithel ist es dann auch, was sich in näherer Weise an der Ausbildung des Zahnbeins theilnimmt. Seine Zellen nämlich wachsen in Fäden aus und werden zu den Kanälchen des

verlaufende Linien zur Ansicht, die man dem ersten Anblick nach auf Zahnkanälchen hätte beziehen mögen. Allein ich glaube annehmen zu dürfen, dass man es mit zarten ringförmigen Quersprüngen zu thun habe.

Zahnbeins; während sich abscheidende homogene und Kalk aufnehmende Lagen die Grundsubstanz des Zahnbeins liefern. — Von einer Theilnahme des äusseren Epithels an der Zubereitung der Zahnschmelzsubstanz habe ich mich noch nicht überzeugen können; und insofern auch nicht die geringste Spur eigentlicher Schmelzprismen, die ja im Hinblick auf das, was bei den Säugethieren geschieht, von dieser Lage her den Ursprung zu nehmen hätten, am Schlangenzahn auftritt, so ist der Grund dieses Mangels vielleicht in dem angedeuteten Umstand zu suchen. Wohl aber bleibt das äussere Epithel in seiner ganzen Ausdehnung lange fort als Ueberzug des Zahnes bestehen, so dass kaum erst an jenen Zähnen, welche den feststehenden auch in der Grösse zunächst folgen, die nackte Spitze hervorsieht. Die Hornschicht des Epithels kann sogar als fadiger Kegel weit über den Zahn hinausragen, wie mir dieses z. B. an einer nur einige Monate alten *Coronella laevis* besonders aufgefallen ist.

Ich habe die meisten meiner Beobachtungen an der Ringelnatter gemacht und schon deshalb wäre es nothwendig, auf die Angaben Rathke's¹⁾ einzugehen, die aber diesmal wenig mit dem, was ich gesehen, übereinstimmen, und auf unrichtiger Auslegung des Wahrgenommenen beruhen. Er sagt: „In Hinsicht der Zähne wäre anzuführen, dass ein jeder anfangs als eine dreieckige längliche Platte erscheint, deren Seitenränder umsomehr einander genähert und zusammengekrümmt sind, je näher nach dem Scheitel hin, bis sie in eine kurze dichte Spitze übergehen, die eben den Scheitel des Ganzen ausmacht. Nachher aber wird die Spitze länger, und erhält über den plattenartigen rinnenförmigen Theil das Uebergewicht. Demnach findet zwischen den Zähnen der Natter und den Giftzähnen anderer Schlangen ursprünglich eine auffallende und nicht zu verkennende Aehnlichkeit statt.“

Gerade diese letztere Angabe Rathke's findet sich von diesem und jenem Schriftsteller, aber offenbar ohne eigene Nachprüfung, wiederholt und sie wäre allerdings auch sehr bedeutsam. Allein sie ist irrig. Die erste Anlage des Zahns ist nicht eine rinnenförmige Platte, sondern hat die Gestalt eines den Gipfel der Papille deckenden Kappchens; und was Rathke die sich zusammenkrümmenden und einander nähernden Seitenränder nennt, ist der optische Längs-

1) Entwicklungsgeschichte der Natter. Königsberg 1839, S. 205.

schnitt des Kappchens. Man kann daher nicht im Entferntesten sagen, dass auch die undurchbohrten Zähne der ungiftigen Schlangen bei ihrem ersten Erscheinen eine der Rinne der Giftzähne ähnliche Partie besäßen. Ueber die Bildung dieser letzteren werde ich nachher das Nöthige folgen lassen. Wie man aus den Mittheilungen des genannten Beobachters über die Zähne der Schlangen — und ich habe sie vollständig im Obigen vorgelegt — ersieht, so hat sich derselbe um jene weiteren Fragen bezüglich des Baues und des Verhaltens zu den Geweben, welche uns jetzt angehen, noch nicht bekümmert.

In dem späteren nachgelassenen Werke Rathke's über die Krokodile ¹⁾ hingegen wird die erste Gestalt der Zähne in ziemlicher Uebereinstimmung mit meinen Beobachtungen an anderen Sauriern beschrieben. Es seien kleine Scherben, die in ihrer Form eine Aehnlichkeit mit dem Gehäuse mancher Schüsselschnecken, z. B. der *Patella vulgata* besitzen; andere die sich weiter entwickelt hatten, waren Hohlkegel mit einem scharfen Rand an ihrer Basis. In dem Rathke den Inhalt der Zahnsäckchen — welch' letztere hier, wenn ich die Angabe nicht falsch verstehe, eine bindegewebige Umgrenzung, ähnlich wie jene der Säugethiere haben — beschreibt, spricht er auch von einer zwischen der Wand des Säckchens und dem Zahne befindlichen weichen, aus kernhaltigen Zellen bestehenden Substanz und vergleicht sie dem Organon adamantinae, der Bildungsstätte des Schmelzes. Dass damit die von mir besprochene Epithellage, welche bei Schlangen und den Lacerten allein das „Zahnsäckchen“ bilden, gemeint sei, steht ausscr Zweifel.

II. Die durchbohrten oder Giftzähne.

1. Form. — Scheide.

Das Nachfolgende bezieht sich hauptsächlich auf Untersuchungen, welche ich an einer frischen *Vipera berus* und an einem sehr wohl erhaltenen, erst kurze Zeit in Weingeist gelegenen Exemplar von *Vipera ammodytes* angestellt habe ²⁾.

1) Untersuchungen üb. d. Entwicklung u. d. Körperbau der Krokodile. Braunschweig 1866.

2) Ich verdanke dasselbe Herrn Professor Gredler in Bozen, welcher im Jahre 1853 die Entdeckung machte, dass sich diese Giftschlange von Osten her aus Kärnthen bis nach Bozen erstreckt. In der Umgebung der Haselburg (Kuhbach) ist das Thier seit der Zeit fast in jedem Jahr gefangen

Der Sack, welcher die Giftzähne birgt, ist die gleiche Bildung, welche auch um die Zähne der ungiftigen Schlangen besteht; dass die Wände des offenen Sackes sich höher erheben, hängt, wie bereits oben bemerkt, einfach zusammen mit der bedeutenden Länge der Giftzähne. — Das Bindegewebe, welches den Hauptbestandtheil der Falten bildet und Blutgefäße sowie zahlreiche Nerven trägt, auch glatte Muskelzüge in geflechtartiger Anordnung besitzt, schliesst keine Drüsen ein; was ich bemerken möchte gegenüber einer älteren gebräuchlichen Bezeichnungsweise: „Folliculus glandulosus“. Man müsste denn die Organe, von denen jetzt gleich einiges zu sagen ist, und welche den Früheren unbekannt waren, Drüsen nennen wollen.

Ich habe nämlich zur Zeit als ich noch nicht wusste, dass auf den um die Zähne ziehenden Falten oder Scheiden der Schleimhaut eigenartige Sinnesorgane vorkommen, einen Theil des Kopfes von *Trigonocephalus* mit Rücksicht auf die zwischen Nase und Auge sich findende Grube in einer Zeichnung dargestellt und hatte dabei scharf hervortretende Höckerreihen auf der Schleimhaut, seitwärts vom Gaumen, anzubringen, von mir dazumal ganz unbekannter Bedeutung. Später, als ich bei ungiftigen Schlangen an ähnlichen

worden. Vergl. über Weiteres de Betta, *Erpetologia delle provincie Venete e del Tirolo meridionale*, Verona 1857, p. 257. Was übrigens der geschätzte Verfasser genannten Werkes, welcher eine reiche Literatur aufführt, nicht zu wissen scheint, und ich deshalb hier beizusetzen mir erlaube, ist die Wahrnehmung, dass bereits im vorigen Jahrhundert das Vorkommen der *Vipera ammodytes* in Südtirol nachgewiesen wurde. Es geschah solches von Scopoli. Dieser, bekanntlich ein Südtiroler von Geburt, aus Cavalese im Fleimserthal, erzählt im *Iter tyrolense* (Annus hist. natur. II. 1769), dass er im Juni des Jahres 1767 die Heimath wieder aufgesucht habe, »eo animo, ut etiam illa, quae historiam naturalem et rem agrariam utilioribus locupletare possent in Flemnensium montibus sedulo quaererem et adnotarem.« Da lernte er auch eine Giftschlange kennen, die er für *Coluber berus* L. hält: »pedalis, venenatus, ex apice labii superioris educens corniculum; litura fusca a collo ad caudae apicem usque, qui subtus rufus est.« Aus diesen Merkmalen, namentlich aus dem Hörnchen der Schnauze und dem Roth an der Unterseite des Schwanzes, wird Jeder sofort die Sandvipere erkennen. Einige Jahre darnach (im Annus hist. nat. V. 1772) hat auch Scopoli seinen Irrthum eingestanden und erklärt, die von ihm für *Coluber berus* L. gehaltene Schlange sei die *Vipera illyrica* Laur., bekanntlich synonym der *Vipera ammodytes*.

Höckern den „Sinnesbechern“ verwandte Bildungen nachgewiesen, durfte ich auch bei den Giftschlangen die gleichen Organe vermuthen ¹⁾).

Ich sehe denn jetzt bei *Vipera ammodytes* ²⁾) sehr deutlich, dass auch hier diese Sinneswerkzeuge zugegen sind und besonders entwickelt an dem Rande der Tasche vor den Giftzähnen. Auch bei *Vipera berus* bilden sie vorn an der Tasche für die Giftzähne zwei Reihen von Knöpfchen; an den Falten des Unterkiefers ³⁾) und am Gaumen sind sie kleiner. (Diese Lage, nebenbei bemerkt, spricht doch auch gegen die Ansicht derjenigen, welche in den fraglichen Bildungen Organe des Geschmacks erblicken wollen. Viel eher liesse sich die Vorstellung, dass es sich um „ein Zufühlen oder Tasten“ handelt, rechtfertigen.) Es erleidet keinen Zweifel, dass der Ausdruck „callös-gekerbt“ womit Brandt ⁴⁾) die Ränder des Sackes für die Giftzähne bezeichnet, sich auf diese Höcker mit ihren Epidermishügeln bezieht. Auch Fontana nennt bereits den Saum der Scheide „gezahnt“.

Ueber den feineren Bau konnte ich an dem in Weingeist aufbewahrten Exemplar bloß sehen, dass in die Höcker dicke Nerven aus unterliegenden Geflechten sich erheben um dort zu enden; eine zellig-gangliöse Partie am Gipfel glaube ich immerhin unterscheiden zu können. Dem aufliegenden Epithel gehört dann wieder der Sinnesbecher oder Epidermishügel an. — An der frischen *Vipera berus* liess sich feststellen, dass die Grundzüge im histologischen Bau dieselben sind, wie bei den ungiftigen Schlangen. Insbesondere sah ich auch hier die Ganglienzellen am Ende der Nerven; und nachdem die Organe in Lösungen von Chromsäure gelegen hatten, ragte aus manchen der Sinnesbecher sehr deutlich ein Büschel der anderwärts von mir erwähnten stäbchenartigen Gebilde ⁵⁾).

Die Zahl der Giftzähne betrug bei *V. ammodytes* jederseits fünfzehn und zwar waren sie eigentlich ebenfalls wie die undurchbohrten in Querreihen angeordnet. Bei *V. berus*, var. *prester*, waren

1) Archiv f. mikroskop. Anatomie Bd. 8, 1872 (zur Kenntniss der Sinnesorgane der Schlangen).

2) Nachträglich auch bei *Vipera aspis*.

3) Vergl. Fig. 13, welche ein Stück der Falte des Unterkiefers mit den darauf sitzenden Sinnesbechern veranschaulicht.

4) Brandt u. Ratzeburg, Medicinische Zoologie 1829, S. 176.

5) Vergl. Fig. 14.

jederseits nur neun Zähne in drei Querreihen zugegen. Die starken stehen nach aussen, die schwachen wie im Schutze darunter. Die Ersatzzähne liegen dicht beisammen; ihre Spitzen sind gegen einander geneigt. Was mir hiebei noch besonders (an *V. ammodytes*) auffiel, war, dass man, wenigstens an jener Gruppe von jüngeren Zähnen, welche dem feststehenden grössten Zahn zunächst folgen, noch ein gemeinsames, aus Bindegewebe und Epithel bestehendes Häutchen abheben konnte; es hatte den Anschein, als ob es eine Wiederholung der grossen Tasche in zarterer Form wäre ¹⁾).

Im Oberkiefer jederseits war bei beiden genannten Arten nur ein einziger Zahn mit dem Knochen verwachsen; selbst der nächstfolgende, obschon dem ersteren an Grösse wenig nachgebend, gehörte so gut wie alle die übrigen lediglich der Schleimhaut an. Seine Gestalt zeigt die bekannte sichelförmige Krümmung, doch biegt die Linie der Rückenkante, gerade da, wo die vordere Oeffnung des Zahnes beginnt, etwas ab. Diese vordere Oeffnung selber stellt einen ziemlich langen Spalt oder Schlitz dar, der schon auf der Höhe des letzten Drittels des Zahnes beginnt und bis zur Spitze sich erstreckt ²⁾. Es kann anfangs durch den Lichtreflex scheinen, als ob die Ränder der Spalte etwas wulstig wären, was aber, wie namentlich der Querschnitt deutlich lehrt, nicht der Fall ist. — Die hintere Oeffnung ³⁾, unmittelbar von der Zahnwurzel sich herauf erstreckend, ist kürzer und wenigstens gegen das vordere Ende hin, weiter. Der Kanal, zu welchem diese beiden Oeffnungen als Anfang und Ende gehören, entsteht als Furche, und es bleibt längs des Rückens des Zahns, insoweit die Ränder der Furche sich zum Kanal geschlossen haben, eine feine Naht zurück.

Alle diese Verhältnisse sind zwar mit der Lupe oder dem Mikroskop leicht zu erkennen, durften aber doch hier erwähnt werden, weil keineswegs weder die vorhandenen Abbildungen noch die Beschreibungen ganz zutreffend sind. So sagt z. B. Lenz, dessen Buch ⁴⁾ an vielen Stellen Zeugniß von genauer Kenntniss der Kreuz-

1) In der Nähe der jüngsten Zähne bemerkt man noch eine Anzahl kleiner Warzen des Epithels; sollten diese vielleicht die allerersten Anfänge oder die Einleitung zur Zahnbildung sein?

2) Fig. 1.

3) Fig. 2.

4) Schlangenkunde, Gotha 1832.

otter gibt, es laufe vorn nach der Länge des Zahns eine feine, offene Rinne hin, welche beim Eingangsloch des Kanals beginne und sich mit der Rinne vereine, in welche die Mündung des Kanals auslaufe. Sie sei dazu bestimmt, das Gift, welches der Kanal nicht aufnehme, in die Wunde zu leiten. Diese irrige Auffassung der Sutura als offene Rinne ist seit der Zeit wie oft nachgeschrieben worden, obschon bereits Brandt¹⁾ richtig von einer „Linie“ spricht, welche an der oberen Seite des Zahnes der Ueberrest der Ränder sei. Selbst Smith²⁾ gebraucht für den Ausdruck Naht auch die Bezeichnung Schlitz, obschon die trefflichen seiner Abhandlung beigegebenen Abbildungen in naturgetreuer Weise nur die Suturlinie zeigen. Welche Bewandniss es mit der Bemerkung Smith's habe, dass „Schmelz“ die verwachsenden Ränder ausfülle, werde ich nachher berühren.

Auch die uns oft begegnende Angabe, dass die Mündung des Giftkanals etwas entfernt von der Zahnspitze liege, kann missverstanden werden, wenn man nicht weiss, dass die Mündung die Form einer langen Spalte hat, welche fast bis zur Zahnspitze sich erstreckt. Dieses Verhalten hat Lenz genau und richtig ausgedrückt, indem er sagt, dass der Kanal zwar etwa $\frac{1}{4}$ der Zahnlänge von der Spitze des Zahns münde, aber in eine offene, bis zur Spitze gehende feine Rinne verlaufe. Die Abbildung der Giftzähne der Viper bei Fontana³⁾ ist hierin, obschon die Rinne zu frühe aufhört, doch noch genauer als manche der späteren Zeichnungen; auch bei Brandt⁴⁾ geht die Rinne zu entfernt von der Spitze aus. Sogar die neueste mir bekannt gewordene Figur des Zahnes der Viper (*Vipera aspis*), welche de Betta seinem Werke über die Reptilien beigelegt⁵⁾, hat den Mangel, dass die Rinne oder Mündung viel zu entfernt von der Spitze des Zahns endigt. Nicht minder weicht die Form, welche der hinteren Oeffnung oder dem An-

1) Brandt u. Ratzeburg, Medicinische Zoologie, 1829, S. 176.

2) On the structure of the poison fangs of serpents. Phil. Transact. 1818.

3) Ueber d. Viperngift. Uebersetzg. Berlin, 1787, Tab. II, Fig. 2.

4) a. a. O. Taf. XX, Fig. 4, c. Es geht zwar an dieser Abbildung des Giftzahns eine Linie seitwärts von der Rinne bis zur Spitze des Zahns, allein sie soll den Schatten bedeuten und hat nichts mit der Mündung zu thun.

5) Erpetologia delle provincie venete e del Tirolo meridionale, Verona 1857. Fig. 7, Dente velenifero a forte ingrandimento.

fang des Kanals dort gegeben ist, sehr ab von dem, was ich an *Vipera ammodytes* sehe. Mehr stimmt hierin die Zeichnung bei Brandt; bedeutend anders stellt die Oeffnung hingegen wieder Fontana dar, welcher sie breit dreiseitig hält.

Für die besten Abbildungen der Giftzähne, allerdings nicht der Viper, sondern der Brillenschlange, muss ich die bereits im Jahre 1818 veröffentlichten Figuren bezeichnen, welche die schon genannte Abhandlung Smith's begleiten. Sowohl die Oeffnung an der Zahnwurzel, als auch die Ausdehnung der vorderen Spaltöffnung stimmt mit meinen Beobachtungen am meisten überein. Oken hat in der Zeitschrift Isis ¹⁾ nicht blos den Text der Smith'schen Abhandlung im Auszug mitgetheilt, sondern auch die sämtlichen Figuren nachstechen lassen, wobei aber die letzteren stark von ihrer Richtigkeit eingebüsst haben. Denn ganz abgesehen von dem Ausserachtlassen feinerer Schatten, wodurch z. B. auf Fig. A der vordere Schlitz zu kurz ausgefallen ist, hat sich ein anderer entschiedener Fehler eingeschlichen. Abweichend nämlich von dem auch hierin sehr getreu gehaltenen Original, tritt an der Copie der Eingang zu jener Höhle, welche die Pulpe umschliesst, in der Form zweier deutlich gesonderter Oeffnungen auf, indem der Boden der beginnenden Giftrinne und die Umgebung der Pulpahöhle eine Strecke weit in eins zusammengeschmolzen erscheinen. Später hat Oken ²⁾ denselben Fehler mit herübergenommen in seinen zoologischen Atlas, allwo er abermals mehre der Smith'schen Figuren zu seinem Gebrauch verwendete.

Bei Sturm ³⁾ ist auf der Tafel, welche die Kreuzotter, dort *Coluber cherssea* L., veranschaulicht, auch der Giftzahn vergrössert zu sehen und die vordere Oeffnung erscheint ziemlich richtig bis hart heran zur Spitze gezogen. Dasselbe wäre zu rühmen von der Tafel, welche der männlichen *Vipera ammodytes* gewidmet ist. Nur ist dort die Rinne im Verhältniss zum übrigen Zahn viel zu breit und lang gehalten. Sämtliche Figuren über die Sandviper im Sturm'schen Werk sind übrigens verkleinerte Nachbildungen der

1) Jahrgang 1819.

2) Abbildungen zur allgem. Naturgesch. Stuttgart, 1843, Taf. 62.

3) Fauna Deutschlands in Abbildungen nach der Natur mit Beschreibungen, Nürnberg 1797, III. Abthlg.

sonst sehr schönen Tafeln, welche die Abhandlung Host's: *Amphibologica*, schmücken ¹⁾).

Die Zahl der Ersatzzähne geben die früheren Beobachter geringer an als ich fand: der Eine spricht von 1—5, der Andere von 1—6, Fontana sagt, höchstens belaufe sich ihre Zahl auf 8. Ich glaube, dass die Art der Untersuchung die Schuld trägt, warum die ganz kleinen Zähne übersehen werden konnten. Welche Zahl ich bei *Vipera ammodytes* und *V. berus* (var. *prester*) antraf, wurde oben mitgeteilt.

2. Der innere Bau.

a. Die beiden Höhlen.

Bekanntlich hat Fontana das Verdienst, allen anderen Vorgängern gegenüber zuerst gezeigt zu haben, dass die Giftzähne „eine doppelte Höhlung“ besitzen, welche keine Gemeinschaft mit einander haben, sondern durch „eine sehr zerbrechliche knochichte Zwischenwand von einander abgesondert“ seien. Man weiss seit dieser Zeit, dass ausser dem an der convexen Seite verlaufenden Giftkanal noch an der concaven Seite eine Höhle zur Aufnahme der Zahnpapille besteht.

Den Längendurchschnitt eines Giftzahns („Hundszahn“), welchen Fontana seinem Werke beigegeben hat, sieht man bis zur Stunde noch, obschon er jetzt über hundert Jahre alt ist, in den Büchern immer wieder von neuem aufgelegt. Und doch leidet die Abbildung an einem Fehler, welcher in einer vor etwa dreissig Jahren veröffentlichten bildlichen Darstellung, ebenfalls des Längsschnittes, allerdings eines an und für sich viel grösseren und leichter zu behandelnden Zahnes von *Cobra di capello*, verbessert wurde ²⁾. Trotzdem hat die letztgemeinte Figur, wie wohl sie auch sonst, besonders was die Massverhältnisse anbelangt — der Zahn bei Fontana ist an der Wurzel zu breit — naturgetreuer gehalten erscheint, noch keineswegs Eingang und Verbreitung in andere Schriften gefunden.

Das Fehlerhafte, auf das hinzudeuten ich nicht unterlassen möchte, ist, dass der treffliche italienische Forscher die Pulpa-

1) In Jacquin's *Collectanea ad botanicam chemiam et historiam naturalem spectantia* Vol. IV.

2) *Odontography*, London 1840—1845. Pl. 65. Fig. 11.

M. Schultze *Archiv f. mikrosk. Anatomie*, Bd. 9.

Höhle viel zu frühe aufhören lässt. In Uebereinstimmung mit seiner Zeichnung sagt er: »Der inwendige Kanal, welcher sich auf der hohlen Seite des Zahnes befindet, fängt an der Grundfläche mit einer grossen Oeffnung an; von da geht er weiter, indem er nach und nach enger wird und endigt sich endlich in eine blinde Spitze über der Mitte des Zahns.« Ich sehe hingegen, dass die Pulpa-Höhle nicht etwa schon in der Mitte des Zahns endet, sondern vielmehr, obschon sehr schmal geworden, viel weiter, ja bis nahe zur Zahnspitze, sich erstreckt. Das blinde Ende der kanalartig eingeeengten Höhle liegt etwa unter dem Anfang des letzten Fünftels der rinnenartig ausgezogenen Oeffnung des Giftkanals.

Hievon überzeugt man sich am leichtesten durch Betrachten des frischen Zahnes ¹⁾, indem das durchschimmernde Blut der Gefässe der Pulpa sehr deutlich darthut, wie weit die Zahnpapille sich verlängert. Schneiden wir uns dann eine Querscheibe vom Zahn weg, etwa aus dem vorderen Drittel seiner Länge, also aus der Gegend der Oeffnungsrinne, so erblicken wir auch auf diese Weise unterhalb der Rinne, allwo nach Fontana längst keine Spur mehr von der Pulpahöhle zugegen sein sollte, eine solche klar und rein in Form eines im Durchschnitt runden Kanals ²⁾.

Der untere viel geräumigere Theil, welchen Fontana allein gekannt, hat übrigens eine andere Gestalt im Querschnitt als dort ³⁾ vorgestellt wird. Die Lichtung ist nämlich keineswegs kreisförmig im Querschnitt, sondern in sehr ausgesprochener Weise halbmondförmig ⁴⁾. Denn die Pulpahöhle umgreift den von aussen her eingestülpten Giftkanal. Dieses Verhalten erscheint zum erstenmal und aufs beste ausgedrückt in den sehr reinen, bei auffallendem Licht von Clift gezeichneten Zahndurchschnitten, welche zur Abhandlung Smith's gehören ⁵⁾.

Der Giftkanal selber entsteht, was wohl ebenfalls zuerst durch die eben genannten englischen Beobachter bekannt geworden ist und wovon man sich auch an Querschnitten des fertigen Zahns

1) Vergl. Fig. 3.

2) Vergl. Fig. 6.

3) A. a. O. Taf. II. Fig. 6, m, a, s, o, d.

4) Vergl. Fig. 6.

5) A. a. O. Phil. Transact. 1818. — Eine Uebersetzung findet sich, ausser der schon erwähnten in Oken's Isis, auch in Meckels Archiv 1820.

gut belehren kann, von aussen her durch Bildung einer Furche, die vorn und hinten offen bleibt, während in der Mitte die Ränder der Erhebung verwachsen. Die längs der Rückenseite hinlaufende Naht bleibt als Spur dieses Vorganges bestehen.

Man wird einen Querschnitt aus der Mitte des Zahns auch deshalb mit Antheil betrachten, weil hier die Art und Weise, wie Kanalbildungen im thierischen Körper wohl öfters zu Stande kommen mögen, in so deutlichem Bilde festgehalten sich zeigt. Auch Oken, welcher sich mit dem Studium entwicklungsgeschichtlicher Hergänge befasst hat, scheint nach Kenntnissnahme der Smith'schen Arbeit ein ähnliches Behagen gefühlt zu haben. Denn er setzt seinem Auszug der englischen Abhandlung in der Isis folgende Bemerkung bei: »Dieser Bau stimmt so sehr mit allen übrigen blasenartigen Gebilden des Leibes überein, dass an dessen Richtigkeit wohl Niemand zweifeln wird. Es ist die gewöhnliche Einrollung oder Einsackung fast aller Blasen, wie sie sich beim Gekröss findet, beim Amnion. Die Giftzähne weichen mithin in ihrem Bau von dem der andern Zähne, in sofern sie eingerollt sind, nicht ab, und demnach ist wieder eine Sonderbarkeit mehr aus der Anatomie vertrieben.«

Auch eine andere ins Allgemeine gehende Bemerkung drängt sich mir auf. Hat man nämlich einen Giftzahn völlig in Querscheiben zerlegt, so zeigt sich beim Durchmustern der Stücke keineswegs strenges Ebenmass von rechts nach links, sondern im Gegentheil mehr oder weniger starke Abweichungen hievon. Es kommt vor, dass der kanalartige Ausläufer der Pulpahöhle nicht genau die Mitte hält, oder dass die über ihm stehenden Wände der Giftrinne ungleich sind, sowohl in der Dicke als auch in der Höhe; da wo die Pulpahöhle von halbmondförmigem Querschnitt ist, lassen sich ebenfalls kleine Störungen der seitlichen Symmetrie wahrnehmen. — Es ist sonst Regel gewesen, organische Körper mit seitlichem Ebenmass genau so zu zeichnen, wie wenn die eine Seite Spiegelbild der anderen wäre. Allein wer schärfer zusieht, findet Abweichungen in dem angedeuteten Sinne überaus häufig. Bei Vergrösserung des Gegenstandes oder durch photographische Aufnahme wird diese Symmetrie leicht noch sinnenfälliger.

b. Die Substanz des Zahns.

Das Zahnbein ¹⁾ verhält sich in der Schichtung der Grundsubstanz, sowie der sich verästigenden Kanälchen ganz in gleicher Weise, wie man solches an den undurchbohrten Zähnen wahrnimmt. An der Aussenfläche bemerke ich hin und wieder die auch für letztere erwähnten dunklen Querlinien, welche wahrscheinlich als feine Querrisse zu deuten sein mögen. Das Zahnbein, von innen angesehen, erscheint durch die Oeffnungen der Kanälchen fein und dicht punktirt. Hat längere Zeit Essigsäure und Glycerin eingewirkt, so sieht die in Rede stehende Substanz einer sog. Glashaut oder Descemet'schen Haut sehr ähnlich.

Eine Rindenschicht, die man dem Schmelz vergleichen könnte, hebt sich ebenfalls ab ²⁾; insofern in ihr nur äusserst feine und nicht sehr zahlreiche Kanälchen vorkommen, so nimmt sie sich beinahe wie homogen aus. Da die Giftrinne von aussen herein zum Kanal sich umwandelt, so wird dadurch diese Rindenschicht zur inneren oder auskleidenden Lage des Giftkanals ³⁾ und zur Ausfüllungsmasse an der Verwachungsstelle der Ränder der Rinne; was man Alles an Querschnitten durch den ganzen Zahn schön ins Auge fassen kann ⁴⁾. Es ist daher unrichtig, wenn es bei Smith ⁵⁾ heisst, die Giftröhre sei nicht von Schmelz überzogen, sondern dieselbe fülle nur den Schlitz aus; denn will man die Rindenschicht des Zahnbeins »Schmelz« nennen, so muss man nothwendig weiter sagen, dass die Giftröhre von Schmelz ausgekleidet ist.

Der Zahnspitze kommt auch die gelbliche Färbung zu, welche die undurchbohrten Zähne an sich haben. Ebenso findet sich als äusserste Grenze der Zahnschubstanz eine Cuticula oder ein zartes,

1) Vergl. z. B. Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7.

2) Vergl. z. B. Fig. 3, Fig. 11.

3) Fig. 5.

4) In der oben angezogenen englischen Odontography, welche auf Pl. 65 A zwei sehr schöne Abbildungen des Giftzahns einer exotischen Schlange, von der Hand des aus Bayern stammenden naturhistorischen Zeichners Dinkel enthält, wird die obige Schicht »cement« genannt. Diesen Vergleich halte ich für unzulässig; will man die fragliche Lage nach ihrem Vorkommen an der Zahnkrone und wegen des histologischen Verhaltens nicht »Rindenschicht« schlechthin nennen, so kann sie nur »Schmelz« heissen.

5) A. a. O.

homogenes Häutchen. Man gelangt am besten zur Ansicht desselben an Zähnen, die durch Liegen in einer Säure erweicht wurden. Die Zahnschubstanz, indem sie dadurch aufquillt, bringt gedachten Ueberzug zum Platzen und es hängen jetzt die auseinandergerissenen Stücke um die Zahnschubstanz herum ¹⁾. Nach rückwärts sind die Fetzen von sehr zarter Natur und lösen sich auch weniger leicht ab.

c. Weichtheile.

Der Giftzahn sitzt, wenn er einmal mit dem Oberkiefer verwachsen ist, über der Oeffnung eines Markraumes und die aus dem Zahn herausgezerrte Pulpa zeigt auch der Hauptmasse nach den Bau des Knochenmarkes. Man unterscheidet ausser den Blutgefässen ein zartes Fachwerk von Bindegewebe, dessen Räume dicht erfüllt sind mit fein granulären, hüllenlosen Zellen. Ueber die Nerven der Zahnpapille konnte ich bisher — ich habe nur das in Weingeist gelegene Thier von *V. ammodytes* auf diesen Punkt untersucht — nicht recht ins Klare gelangen. Doch meine ich immerhin Nervenfasern von sehr blasser Beschaffenheit in der Pulpa gesehen zu haben. (Mit Leichtigkeit überzeugt man sich davon, dass das um die Zahnwurzel herum befindliche Bindegewebe sehr nervenreich ist.)

Wer die Untersuchung des Zahns damit anfängt, dass er denselben bei durchgehendem Licht unter das Mikroskop bringt, wird inne werden, dass trotz der Durchsichtigkeit des ganzen Gebildes man beim Deutenwollen der mancherlei Linien auf nicht geringe Schwierigkeiten stösst. Es empfiehlt sich daher zuerst auffallendes Licht anzuwenden und dann überzugehen zur Anfertigung von Querschnitten. Hat man auf diese Weise Kenntniss von den Theilen gewonnen, dann gewährt es allerdings Vergnügen, den ganzen Zahn bei Beleuchtung von unten zu betrachten; man versteht jetzt z. B. warum ein Theil der Blutgefässe seitwärts weit über den Giftkanal herübergreifen kann ²⁾. Die Pulpahöhle liegt ja nicht mit einfach rundlichem Querschnitt hinter dem Giftkanal, wie solches nach der Zeichnung bei Fontana der Fall wäre, sondern sie um-

1) Siehe Fig. 7.

2) Fig. 3, Fig. 4.

schliesst halbmondförmig den Giftkanal. Man sieht ferner recht schön, wie die Pulpahöhle nach vorn zu sehr schmal wird, so dass bloß eine einzige Gefäßsschlinge darin Platz hat; während in dem hinteren weiteren Abschnitt, ausser dem zu- und ableitenden, zu unterst liegenden Hauptgefäße, eine reiche Entfaltung von Blutcapillaren seitwärts sich verbreitet.

3. Entwicklung.

Ueber den Vorgang der Entwicklung haben die Arbeiten früherer Beobachter so viel aufgedeckt, dass wir wissen, der einzelne Zahn entstehe für sich in einem Säckchen oder Capsel, die man auch wohl gern einem Ei verglichen hat; dann dieser Balg oder dieses „Ei“ hänge durch einen „markigen“ Stiel, mit der Schleimhaut der Mundhöhle beweglich zusammen.

Die beste und eingehendste Arbeit über die Bildung der Giftzähne der Vipern scheint eine vor längerer Zeit von Rosa veröffentlichte Abhandlung zu sein, welche den Titel führt: *Sulla dentizione di molti animali*. Ich habe mir leider dieselbe nicht verschaffen können und glaube zu bemerken, dass es Andern, die sich um die Schrift ebenfalls bemühten, nicht besser ergangen ist. Der einzige mir bekannt gewordene deutsche Anatom, der sie wirklich vor Augen gehabt haben muss, ist Meckel gewesen. In seiner Uebersetzung des Cuvier'schen Werks über vergleichende Anatomie ¹⁾ führt er die Abhandlung des italienischen Beobachters, der, so viel ich weiss, an der Universität Pavia gegen Ende des vorigen Jahrhunderts wirkte, an, nennt sie »sehr interessant und genau« und giebt glücklicherweise einen Auszug aus derselben. Meckel citirt: Brugnattelli, *giornale fisico-medico*, T. I, p. 119, — was ein Schreib- oder Druckfehler sein muss. An der angezogenen Stelle der bezeichneten Zeitschrift findet sich nämlich die Arbeit keinesfalls, aber sie ist auch nicht in den andern auf hiesiger Bibliothek stehenden Bänden (Jahrgänge 1792, 1793, 1794) vorhanden. Bibron ²⁾ und Duméril in ihrer *Erpétologie générale* haben wohl auch vergeblich nachgeschlagen, denn sie wissen das Jahr des Erscheinens nicht

1) Theil III. Leipzig 1810. S. 126.

2) T. VI, p. 229.

anzugeben und sagen obendrein: Rosa, Sur la reproduction des crochets à venin, cité par Meckel dans la traduction de l'Anatomie comparée de Cuvier en allemand, T. III, p. 126. Auch in der zweiten Ausgabe der Cuvier'schen vergleichenden Anatomie durch Duvernoy ¹⁾, da wo die Giftzähne der Schlangen abgehandelt werden, sieht man sich umsonst nach Rosa's Schrift um. Joh. Müller in seiner Physiologie ²⁾ kennt unseren Autor nur aus der Meckel'schen Uebersetzung. Dass Wagler, welcher den Zähnen der Reptilien ein besonderes Studium gewidmet hat, ebenfalls nur wörtlich giebt, was die Meckel'sche Uebersetzung bringt, obschon er nicht unterlässt hervorzuheben, dass Rosa's Arbeit die »vollständigsten Bemerkungen« über unseren Gegenstand enthält, scheint mir zu verrathen, dass auch er das Original nicht zu finden im Stande war ³⁾.

Ich habe mir erlaubt dieses Alles hier umständlich auseinanderzusetzen, um vielleicht einen Fachgenossen, der über die verschollene und doch wohl wichtige Arbeit Rosa's Bescheid weiss, zu veranlassen, dass er die Stelle, wo die Abhandlung zu finden ist, gefälligst bezeichne.

Die jüngsten und jüngeren Giftzähne ⁴⁾, welche ich unter dem Mikroskop hatte, verhalten sich, so lange noch nichts von der Rinne aufgetreten ist, wie die gleichalterigen undurchbohrten Zähne. Man unterscheidet die Papille, deren stielartige Verlängerung nach unten Rosa die »markige Verlängerung oder Wurzel« heisst und da er überdies das Zahnsäckchen Ei nennt ⁵⁾, so gelangt er dazu die Papille einem »wahren Nabelstrang« zu vergleichen. Dass in die Papille Blutgefässe treten, lässt sich schon an den jüngsten Zähnen

1) T. IV, 1835.

2) Band I, S. 388.

3) Natürliches System der Amphibien 1830, S. 214. (Neun Zeilen, in Klammern stehend mit zwei ganz kleinen Holzschnitten, beziehen sich auf Waglers eigene Untersuchungen und sind in die Meckel'sche Uebersetzung eingeschoben!)

4) Vergl. Fig. 8, Fig. 9. Fig. 10.

5) Dem Zahnsäckchen die Bezeichnung »Ei« zu geben, ist auch noch später vielfach Gebrauch gewesen, wie man denn bis zur Stunde den Ausdruck »Zahn-Embryo« anwenden sieht.

erkennen. Die Papillen liegen am Boden der gemeinsamen Tasche niedergedrückt, fast wagerecht, etwa wie Schuppen.

Das Gewebe nun, welches das Zahnbein liefert, ist das die Spitze der Papille überdeckende Epithel. Es scheidet sich dasselbe in eine hellere obere oder Plattenschicht, deren Lagen sich so dicht folgen, dass dieser Theil des Epithels wie feinstreifig sich ausnimmt ¹⁾. Darunter kommt die aus cylindrischen Elementen bestehende feinkörnige Lage und diese ist es, welche das Zahnbein entstehen lässt ²⁾.

Der nähere Vorgang ist der, dass vor Allem der bezeichnete Theil des Epithels sich in zwei Blätter sondert, wodurch ein schmaler Raum zwischen beiden sich aufthut ³⁾, der aber nach rückwärts so endet, dass die Zellen, welche den Raum oder die Spalte von oben und die, welche ihn von unten begrenzen, hinter- oder abwärts ohne Unterbrechung in einander übergehen ⁴⁾. Da in den Raum hinein die Abscheidung des Zahnbeins erfolgt, so wird hier das »Zahnsäckchen« mit völligem Ausschluss anderer Gewebstheile lediglich vom Epithel gebildet.

Der Zahn tritt nun als dünnes Käppchen ⁵⁾ einer harten kalkigen Masse in dem bezeichneten Hohlraum auf. Da der hintere Rand des Käppchens sich noch in ein homogenes helles, nicht verkalktes Häutchen auszieht, so darf angenommen werden, dass immer erst die Abscheidung weicher Lagen einer organischen Substanz vorausgeht, welche sich dann mit Kalk verbinden. Schon sehr frühe, so wie eben nur das Zahnkäppchen erscheint, sind jene Epithelzellen, welche den Raum des »Zahnsäckchens« von unten begrenzen, oder anders gefasst, die Spitze der »Zahnpapille« besetzen, etwas verlängert ⁶⁾. Diese Zellen liefern nämlich durch ihre Ausläufer die Röhren des Zahnbeins.

In weiter vorgeschrittenen Zähnen sind verschiedene Theile in die Länge und Dicke gewachsen. Die Zahnschubstanz hat ihre Lagen an der Spitze vermehrt und sich nach hinten ausgedehnt. Durch

1) Z. B. auf Fig. 10, a.

2) Fig. 10, b.

3) Fig. 8, c.

4) Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10, e.

5) Fig. 9, c; Fig. 10, c.

6) Vergl. Fig. 9.

das Letztere erfolgt jetzt eine Abschnürung der beiden bisher auch nach hinten in ununterbrochenem Zusammenhang gewesenen, aus Cylinderzellen bestehenden Epithellagen. Das Zustandekommen dieser Trennungslinie hat man sich wohl so vorzustellen, dass die letzte Cylinderzelle, bis zu welcher das Zahnbein sich ausdehnen soll, nicht bloß an ihrem Ende — wenn man will Kopf — die Cuticula abscheidet, sondern auch an einem Theil ihrer Seitenfläche.

Eigens erwähnt zu werden verdient, dass das Zahnbein der früheren Stadien, und nachdem es auch den Anflug von Gelbbraun erhalten, eine gewisse Selbstständigkeit während des ganzen Lebens des Zahns an den Tag legt. Es hebt sich immer mit scharfer Grenze ab, lässt sich vom übrigen oder später gebildeten Zahnbein leicht wegsprengen, macht sich auch an Zähnen, welche in Säuren erweicht wurden, nicht minder als besondere Lage bemerklich; ist nur von ganz feinen Canälchen durchbrochen, daher von fast homogener Beschaffenheit — kurz stellt eben bleibend eine Rindenschicht vor, welche die Stelle eines wirklichen, aus »Prismen« bestehenden Schmelzes vertritt. — Die Muschelschalen und der Schmelz des Zahns haben, was unten noch einmal zur Sprache kommen wird, gewisse gemeinsame Züge in der Entwicklung und daher mag hier angeführt sein, dass nach Kobelt und Heynemann bei den kleinsten im Main aufgefundenen Flussmuscheln die erste oder Embryonalschale, leicht kenntlich an den von mir ¹⁾ zuerst nachgewiesenen Porenkanälen, als feines Hütchen dem Wirbel noch längere Zeit aufsitzt, bis sie endlich abgerieben wird ²⁾).

Da die Zahnschubstanz zwischen zwei Lagen von Zellen, welche ursprünglich gleicher Art sind, in die Erscheinung tritt, so wird man sich fragen dürfen: ob beide der Zellenlagen und in welcher Weise, sich hierbei betheiligen. Bezüglich der unteren, das heisst derjenigen, welche die Pulpa bedeckt, springt klar in die Augen, dass sie die Hauptmasse des Zahns liefert. Ihre Zellen, schon sehr bald sich in die Länge streckend, wachsen nach und nach in lange Fäden aus, welche zu den Zahnkanälen werden ³⁾).

1) Histologie S. 108.

2) Vergl. Noll, Unsere Flussmuscheln (Najaden). Ihre Entwicklung und ihre Beziehungen zur übrigen Thierwelt. Bericht über die Senkenbergische naturforschende Gesellschaft. 1869—1870.

3) Fig. 10, d.

Auch die Grundsubstanz des Zahnbeins von einer Thätigkeit dergleichen Zellen abzuleiten, darf desshalb geschehen, weil auch bei der Erzeugung anderer Cuticularbildungen mit Porenkanälen beides durch die Leistungen einer und derselben Zellenlage in's Werk gesetzt wird.

Wenn man auch den oberen Lagen von Zellen einen etwelchen Antheil zuschreiben will, so liesse sich dieses vielleicht damit rechtfertigen, dass am fortgewachsenen Zahn das Epithel an dessen Spitze merklich dünner geworden ist, als es früher war; doch könnte man diese Veränderung auch auf einfach mechanischem Wege geschehen sein lassen. Eine Nöthigung die äusserste hautartige Lage von dem oberen Epithel abzuleiten, liegt nicht vor; vielmehr spricht Alles dafür, dass dieselbe eigentlich nur die zuerst gebildete Cuticularschicht ist, an welche sich die anderen anlagern, während sie selbst immer nach aussen vorrückend, eine besondere Härtung erfährt und auch am meisten ins Gelbbraune sich färbt.

Sobald nun der Zahn soweit gediehen ist, dass sich an das ursprüngliche Kämpchen noch eine etwa gleich dicke weitere Schicht von Zahnbein angefügt hat, so tritt die Giftrinne auf, und zwar in der schon von Andern beobachteten Weise, dadurch, dass sich die Ränder des Zahns heraufbiegen. Man sieht diese Rinne¹⁾ sehr deutlich an ganz jungen noch gerade gestreckten Zähnen; an jenen, welche schon an Länge so zugenommen haben, dass sie sich krümmen, erscheinen die Ränder der Rinne bereits in der Mitte zum Canal geschlossen. Zähne aus dieser Zeit, wohl gereinigt und aufgehell, zeigen bei durchgehendem Licht, da jetzt die Wände zweier Kanäle: des Giftkanals und der gewöhnlichen Zahnhöhle, sich abheben und obendrein die Naht des Giftkanals als breiter, heller, mittlerer Streifen sich hinzugesellt, ein von zahlreichen Linien durchzogenes Bild, was nur derjenige ohne Mühe entziffern wird, welcher bereits vorher den fertigen Zahn bei auffallendem Licht in nähere Untersuchung gezogen hat.

4. Vergleichende Bemerkungen.

»Die Dinge in der Natur sind sich viel ähnlicher als sie verschieden sind«. Zur Bekräftigung der Richtigkeit dieses Satzes können vielleicht auch die im Voranstehenden aufgeführten Beobachtungen

1) Fig. 11.

beitragen. Durch meine früheren Arbeiten ist zuerst ¹⁾ dargethan worden, dass die mancherlei Zähne niederer Thiere, welche bald als Hornzähne, bald als Knorpelzähne u. dergl. angesprochen wurden, zu den Cuticularbildungen gehören. Die Zähne der Wirbelthiere wären aber nach dem bisherigen Stand unserer Kenntnisse, wenigstens was ihren Haupttheil, das Elfenbein oder Dentin, anbetrifft, Verkalkungen der bindegewebigen Zahnpapillen. Meine gegenwärtigen Untersuchungen leiten zu der Ansicht hin, dass auch das Dentin bei Amphibien und Reptilien Cuticularbildung sei.

Die Entstehung des Zahnbeins geht nach meinem Dafürhalten in jener gleichen Weise vor sich, wie ich sie bei gewissen Cuticularbildungen, welche von Zellen mit viel zarteren Fortsätzen stammen, zuerst erkannt habe. Ich darf hier wohl erinnern an die Auseinandersetzungen, welche ich im Jahre 1864 über die Entstehung der Porenkanäle des Cuticulargewebes überhaupt gab ²⁾; ferner an meine Nachweise über die Herkunft der Porenkanäle am Chorion des Insecteneies ³⁾, woran sich die Beobachtungen Waldeyer's über die Zona radiata des Eies der Vögel und Reptilien schliessen ⁴⁾. Indem nun bei Entstehung des Zahnbeins die Zellen des Epithels in lange Fortsätze auswachsen und dazwischen eine Grundsubstanz in zahlreichen Schichten sich absetzt, so wiederholt nach meiner Ansicht dieser Vorgang in grossen Zügen das, was man z. B. an der Schale des Insecteneies im Kleinen sieht.

Die Epithellage, welche das Zahnbein abscheidet, ist hier bei Amphibien und Reptilien ein Theil des Mundepithels. Bei den Säugethieren ist solches aber nach den neuesten, über die Entstehung des Zahns vorliegenden Arbeiten keineswegs der Fall. Dort wären nur die Zellen, welche den Schmelz liefern, eine Sprossenbildung vom Epithel der Mundschleimhaut her; die Zellen hingegen, durch deren Auswachsen und abscheidende Thätigkeit das Zahnbein zu

1) Vergl. die Zusammenstellung u. den literarischen Nachweis meiner Beobachtungen in meinem Buche: Vom Bau des thierischen Körpers. Tübingen bei Laupp, 1864, S. 38 u. f.

2) Vom Bau d. thierischen Körpers, S. 35.

3) Eierstock und Samentasche der Insecten, Nov. act. acad. Leopold. Carol. 1866, S. 14, Taf. II, Fig. 14.

4) Eierstock und Ei. Leipzig, 1870, S. 70. Der Zona radiata gedenke ich ebenfalls vom Ei der Lacerta u. Anguis. (Die in Deutschland lebenden Saurier. Tübingen 1872, S. 132.)

Stande kommt, seien zwar auch echte Epithelzellen, aber ohne dass sie je im Zusammenhang mit dem Epithel der Mundschleimhaut gestanden wären; sie seien vielmehr eine Umbildung der Bindegewebszellen der Zahnpapillen.

Kollmann z. B. sagt, die Zahnpulpe bestehe in der frühesten Zeit aus embryonalen Bindegewebszellen, ohne Spur einer epithelialen Begrenzung; später entwickle sich auf der Papille eine Epithelschicht, die in der Tiefe mit dem Pulpagewebe im Zusammenhang bleibe durch zahlreiche Verbindungen ¹⁾. — Dasselbe Ergebniss liegt in den Angaben Waldeyer's: der Dentinkeim sei nur eine besondere sehr zellen- und gefässreiche Abtheilung des Schleimgewebes; nachdem derselbe eine gewisse Grösse erreicht habe, bilden sich die an der Peripherie gelegenen Zellen zu dem Epithel der Zahnpapille aus, es stehe aber jede dieser Zellen nach unten mit den tiefer gelegenen jüngeren, bindegewebigen Elementen der Pulpe im Zusammenhang ²⁾.

Bei der Uebereinstimmung, welche über diesen Punkt zwei so genaue Beobachter an den Tag legen, wird sich die Sache auch wohl in der angegebenen Weise verhalten. Doch kann ich nicht umhin, eine histologische Beschreibung der Zahnpulpe, welche fast in Vergessenheit gerathen ist — auch Waldeyer in seiner Aufzählung der Literatur über diesen Gegenstand schweigt davon — in Erinnerung zu bringen.

Reichert, indem er über die Arbeiten in der mikroskopischen Anatomie aus dem Jahre 1842 berichtet ³⁾, hebt hervor, dass man nach der Entdeckung der elementaren Zelle den Vorgang der Zahnbildung nicht mehr, wie es dazumal noch häufig geschah, als ein allmähliges Ausschwitzten einer formlosen Bildungsmasse, die dann zum Elfenbein ossificire, aufzufassen habe. Ein Wachsthum durch Juxtaposition heisse hier vielmehr die fortdauernde Bildung und das Wachsthum eines Gebildes und einer Zellenmasse, die von einem gefässreichen Theile, von der sogenannten Matrix ernährt und zu einer Function befähigt werde. Dies sei aber in der That die Art

1) Entwicklung der Milch- und Ersatzzähne beim Menschen. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. 1870.

2) Bau und Entwicklung der Zähne in Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen u. der Thiere 1871.

3) Archiv f. Anat. und Physiologie, Jahrg. 1843, p. CCXXXVI.

und Weise der Bildung und das Wachsthum der Elfenbeinsubstanz. Hierauf heisst es wörtlich: »Referent unterscheidet an dem Zahnkeim, ganz so wie an dem Keime des Haares oder des Nagels, eine gefäss- und nervenhaltige Partie, die eigentliche sogenannte Matrix und eine gefässlose Zellschicht, welche die erstere von aussen umkleidet. Das Gewebe des gefässreichen Theiles besteht beim Schweine-Foetus aus einer gallertigen Grundmasse von der Natur der gallertigen Substanz des Nabelstranges und mancher Eihäute, in welchen Zellen, die nach zwei und mehreren Richtungen, wie die Pigmentzellen in Fasern auslaufen, von einer gallertigen Intercellularsubstanz ohne alle Schichtung getrennt liegen. In dieser Grundmasse verbreiten sich die Nerven und zahlreichen Gefässe. Die auf der Oberfläche dieses gefässreichen Theiles gelagerte Schicht elementarer Zellen verwandelt sich nach aussen hin allmählich in Fasern, die in der Nähe des schon erhärteten Elfenbeins durchaus die Beschaffenheit der Zahnröhrchen desselben offenbaren, aber noch weich sind. Diese Zellen sind also gänzlich verschieden von den Zellen der Grundmasse des gefässreichen Theiles des Zahnkeimes, scheiden sich durch eine sichtbare Grenze von ihnen und von einer Verwandlung der letzteren in die ersteren und dann in die Elfenbeinsubstanz ist nicht die geringste Spur vorhanden, kann auch gar nicht die Rede sein. Wohl aber ist es begreiflich, wie man zu einer solchen Annahme leicht gelangen kann, da mit der Vergrösserung des Zahnes und seiner Bildung aus der oberflächlichen Zellschicht auf der Matrix gleichzeitig bei denjenigen Zähnen, die nicht fortwachsen, die Matrix selbst an Umfang und Bedeutung abnimmt.«

Anders spricht sich etwa zehn Jahre darnach Kölliker ¹⁾ über diese Frage aus. Er vergleicht zwar auch den gefässlosen äusseren Theil des Zahnkeimes einem Cylinderepithel, aber die Zellen desselben „sind nach innen nicht so scharf begrenzt, wie ein solches, sondern gehen, wie es wenigstens den Anschein hat, durch kleinere Zellen allmählig in das Parenchym derselben über.“ Die der Beschreibung beigegebene Abbildung ²⁾ lehrt übrigens, dass wenigstens dem Auge des Zeichners die Zellen des Cylinderepithels

1) Mikroskop. Anatomie. Zweiter Band, zweite Hälfte, 1. Abth. 1852.

2) a. a. O. Fig. 210.

von der übrigen Substanz der Pulpe sich mit scharfer Grenze abhoben.

Möge es den Beobachtern, welche von jetzt an neue Untersuchungen über die Entwicklung des Zahnes der Säuger ausführen, gefallen, gerade auf diese offenbar nicht ganz aufgehellte Sache ihre besondere Aufmerksamkeit zu richten. Es wäre möglich, dass denn doch dem Blicke der Histologen jenes Stadium und jene Sonderung, wodurch bei Amphibien und Reptilien die sog. Schleimschicht (Malpighi'sche Schicht) des Epithels in zwei Lagen sich spaltet, an den Säugethieren bisher entgangen sein könnte.

Was mich aber andererseits, ohne den Gegenstand selbst geprüft zu haben, abhalten muss, das bei den niederen Wirbelthieren Gesehene, sofort auf die Säugethiere überzutragen, ist einmal der Umstand, dass die Matrix von Cuticularbildungen continuirlich mit Bindegewebe zusammenhängen kann. Ich verweise in dieser Beziehung auf meine Beobachtungen an Rotatorien und Arthropoden, wovon ich an einem andern Orte¹⁾ eine Zusammenfassung des Thatsächlichen gegeben habe.

Zweitens ist für mich von Bedeutung, dass z. B. der Schalenpanzer der Arthropoden, also eine unbezweifelbare Cuticularbildung, mit dem festen Bindegewebe der Wirbelthiere die grösste Verwandtschaft hat²⁾.

Nach diesen Erfahrungen wird es somit, was das fertige Zahnbein betrifft, beinahe gleichgültig, ob man sagt, dasselbe sei eine Cuticularbildung oder ein der Knochensubstanz entsprechendes Gewebe. Die von mir behauptete Zusammengehörigkeit der Cuticularbildungen und der festen geschichteten Binde-substanzen wird auch dadurch von Neuem erhärtet, dass hier am Zahn der Amphibien und Reptilien das nach Art einer geschichteten Cuticula entstandene Zahnbein, versehen mit langen verästigten Porenkanälen, dennoch an der Wurzel mit echtem Knochengewebe später in Eines zusammenwächst.

Nicht ganz so liegen aber die Dinge, wenn wir fragen, von welchem Keimblatt des Embryo die Zahns-substanzen ihren Ursprung herleiten. Denn wir sehen alsdann, dass nicht blos der Schmelz, sondern auch das Zahnbein ein Erzeugniss der Epidermis ist; der

1) Leydig, vom Bau des thierischen Körpers, Tübingen 1864. S. 40.

2) Vergl. die weitere Ausführung a. a. O. S. 40 ff.

ganze Zahn tritt sonach mit dem Haare in noch nähere morphologische Verwandtschaft, als solches bis jetzt bekannt war. Wenn z. B. Cuvier bemerkt, das Zahnbein ist eine Ausschwitzung oder ein Secret der Zahnpapille, welches sich mit Kalktheilchen beladet; oder wenn Heusinger, gestützt auf Untersuchungen Lavagna's, und dessen Meinung beistimmend, die Zähne gleich den Haaren und Federn zum Horngewebe rechnet, — es seien die Zähne dem Kreislauf des Körpers entrückte Theile, sie können abgeworfen und durch neue ersetzt werden — so kommt diese ältere Auffassung, wie ich dafür halte, der Wahrheit näher, als wenn wir die Verwandtschaft des Zahnbeins mit dem Knochengewebe vorzugsweise betonen. Das Wissen, welches wir gegenwärtig über die feineren Vorgänge bezüglich der Entwicklung haben, beeinträchtigt die ältere Darstellung, welche von Zellen und ihren Umbildungen nichts ahnte, keineswegs, sondern vervollständigt und vertieft nur die Erkenntniss.

Für Lavagna, dessen Arbeit ¹⁾ ich nicht selbst eingesehen, waren es besonders die Erscheinungen der Reproduction, welche ihn bestimmten, das Zahnbein zum Horngewebe zu rechnen. Die mancherlei in der Abhandlung Kollmann's gesammelten und zum Theil höchst merkwürdigen Beobachtungen über Hyperdentition, Dentes proliferi und Dentes accessorii etc. werden uns physiologisch, wenn auch nur um einen kleinen Schritt verständlicher, sobald es uns gelingt, die Entwicklung des Zahnbeins auf die gleiche Wurzel, aus der das Haar kommt, zurückzuführen. — Doch müssen wir uns, da eben eine nicht wegzuläugnende Verwandtschaft zwischen Cuticularbildungen und dem Gewebe der festen Bindesubstanz besteht, immer wieder in's Gedächtniss zurückrufen, dass Hautknochen und Zahnbein stellvertretend für einander auftreten und in einander übergehen können. Die sog. Knochenkörner in der Haut der Selachier sind, wie ich gezeigt habe, in ihrem Bau dem Zahngewebe ähnlich ²⁾. Und dass auch die Wiedererzeugung der Hautknochen nicht ganz fehlt, dazu liefert das Hirschgeweih den Beleg, obschon im letzteren Falle allerdings die näheren Verhältnisse doch recht besonderer Art sind.

Während bezüglich des Zahnbeins die Meinungen, ob dasselbe

1) Siehe Heusinger's Histologie.

2) Beiträge z. mikroskop. Anat. d. Rochen u. Haie, 1852. u. Histologie 1857, S. 93.

mehr Aehnlichkeit mit dem Knochen oder mit Horngebilden habe, auch in früheren Zeiten, wie jetzt noch, hin und her schwankten, hatte sich im Hinblick auf die Natur des Schmelzes schon sehr bald bei vielen Anatomen eine der heutigen Auffassung entsprechende Ansicht dadurch festgesetzt, dass man den Schmelz mit den Muschelschalen zusammenstellte.

Soweit ich sehe, ist Swamerdam¹⁾ als derjenige zu nennen, welcher zuerst die Verwandtschaft bemerkt hat. Nachdem er über die Entstehung der Schnecken- und Muschelschalen gehandelt und gezeigt, wie „Strahlen in eine allgemeine Schale oder Rinde zusammengehen und verharschen und mit der Zeit zusammenbacken“, so sagt er: „Die äusserste Haut und Rinde der Zähne an Menschen und Thieren besteht gleichfalls aus einer unzähligen Menge dergleichen kleinen und zarten zusammengesetzten Fädchen, die ich an manchen Zähnen so hart und glatt als einen Stein befunden habe.“ Und nun theilt er weiter mit, dass man an den Schalen der Muscheln „dieselben Fädchen“ beobachten könne, woraus erhelle, „dass auch die Muschel auf die besagte Weise an und zusammenwachse.“ — In unseren Tagen hat alsdann Carpenter²⁾, welcher die mikroskopische Beschaffenheit der Muschelschalen genauen Untersuchungen unterwarf, die „prismatisch-zellige Schicht“ der Schalen mit dem Zahnschmelz verglichen. Ich selbst bin ebenfalls, indem ich die einheimischen Arten der Muscheln (*Unio*, *Anodonta*, *Cyclas*) studirte, in die gleiche Betrachtungsweise eingegangen³⁾. Seitdem mir nun bekannt ist, dass bei Amphibien und Reptilien selbst das Zahnbein in die Cuticularbildungen gereiht werden darf, möchte ich beinahe den Vergleich des Zahnes mit der Muschelschale noch weiter ausdehnen. An der Muschel — ich bitte den von mir gelieferten Schnitt⁴⁾ durch die Schale von *Anodonta* in's Auge zu fassen — kommt unterhalb einer Cuticula, vielleicht gleichwerthig dem Schmelzoberhäutchen, die dem Schmelz selbst entsprechende Säulenschicht, dann eine ebenfalls dicke aus zahlreichen Blättern bestehende Schicht.

1) Bibel der Natur. Uebersetzg. Leipzig 1752, S. 63.

2) Ich citire, da mir die Originalmittheilungen von der Royal Society nicht zur Hand sind, den Jahresbericht zum Archiv für Anat. und Physiologie, 1844, S. 214.

3) Histologie, S. 108.

4) Histologie, S. 109.

In dieser sog. Perlmutterschicht wäre ich geneigt, ein etwelches Homologon des ja ebenfalls blättrigen, aus lauter tutenförmig in einander steckenden Schichten des Zahnbeins zu erblicken.

Der Hauptunterschied, der somit im Bau zwischen den Zähnen der Amphibien und Reptilien gegenüber von jenen der Säugethiere herrscht, besteht in der Anwesenheit eines echten Schmelzes bei letzteren, und dem Mangel eines solchen bei ersteren. Dass dieser Unterschied zusammenhängt mit der Umbildung einer Partie des den Zahn abscheidenden Epithels zu dem „Schmelzorgan“, wie wir es bei Säugethieren finden, aber bei den niederen Wirbelthieren vermissen, liegt auf der Hand.

Das sog. Gallertgewebe, welches einen wesentlichen Theil des Schmelzorgans der Säugethiere bildet, habe ich zwar seit langen Jahren nicht mehr unter dem Mikroskop gehabt, möchte aber bezüglich der Umwandlung der ursprünglich runden Zellen des Stratum Malpighii in die „sternförmigen Zellen mit schleimig-albuminöser Flüssigkeit“ mir erlauben, an dieser Stelle die Vermuthung auszusprechen, dass es sich wahrscheinlich nicht um Zellen und Inter-cellularsubstanz handelt, sondern um Zellen, deren Protoplasma zu einem grossen die Zelle ganz einnehmenden Gallertklumpen sich umgesetzt hat. Ich denke mir, es verhalte sich mit dem fraglichen Gewebe des Schmelzorgans in ähnlicher Weise, wie mit einer zelligen Form des Bindegewebes, welche bei Weichthieren, Arthropoden, Würmern und anderen niederen Formen eine grosse Rolle spielt und zur gleichen Täuschung Veranlassung geben kann. Während ich bei Weichthieren zuerst dasselbe nach seinem histologischen Bau darlegte, verkannte ich seine Structur an den höheren Krebsen, indem ich es aus verästigten Zellen mit dazwischen gelagerter Gallerte bestehen liess. Später aber sah ich meinen Irrthum ein und zeigte im Einzelnen, woher es komme, dass man strahlige Bindegewebskörperchen und lacunale Zwischenräume in täuschend ähnlichem Bild vor sich habe ¹⁾. Zugleich führte ich aus, wie die Zellen dieser Art durch ihre mannigfachen Abscheidungen den Rang von Drüsenzellen beanspruchen können.

Und so mag auch die Gallerte im Schmelzorgan Zelleninhalt sein, oder näher bezeichnet, ein Product der Abscheidung von Seite

1) Leydig, Vom Bau des thierischen Körpers Tüb. 1861, S. 30. ff., vergl. auch S. 24 über das „Secretbläschen“.

des Protoplasma in's Innere der Zellen. Ein Stoff, der dann als Material zum Aufbau des Schmelzes von Wichtigkeit ist, und dessen Mangel im Zahnsäckchen der niederen Wirbelthiere das Fehlen des Schmelzes veranlasst. — Selbst bei den Krokodilen, deren Zähne nach ihrer Einpflanzung in die Kiefer mehr als bei andern Reptilien eine gewisse Hinneigung zu den Säugethieren offenbaren, ja deren Zahnsäckchen selbst, wie den Mittheilungen Rathke's zu entnehmen sein dürfte und wovon schon oben die Rede war, eine bindegewebige Abgrenzung besitzen, mangelt doch die Umwandlung der Epithelzellen in dies „Gallertgewebe“: denn Rathke¹⁾ spricht blos von „kernhaltigen, elementaren Zellen“, welche die Substanz des Organon adamantinae zusammensetzen.

1) Untersuchungen über d. Bau u. d. Entwicklung der Krokodile. Braunschweig 1866, S. 113.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. I.

Die Figuren 1 bis 11 beziehen sich auf die Zähne der *Vipera ammodytes*.

- Fig. 1. Endspitze des Giftzahns von oben, gering vergrößert und bei auffallendem Licht. Man sieht die schlitzförmige Oeffnung des Giftkanals und seine Ausdehnung bis nahe zur Spitze des Zahns.
- Fig. 2. Hinteres Ende desselben Zahns und unter den gleichen Verhältnissen; es zeigt sich der Eingang zum Giftkanal nach Form und Grösse.
- Fig. 3. Vorderer Abschnitt des Giftzahns durch Essigsäure und Glycerin aufgeheilt und etwas gequollen; bei durchgehendem Licht und im theilweise optischen Längsschnitt. Mässige Vergrößerung.
- a. Zahnbein,
 - b. Pulpahöhle mit den Blutgefässen,
 - c. Giftkanal.
- Fig. 4. Hinterer Abschnitt desselben Zahns und unter den gleichen Verhältnissen. Auch die Buchstaben a, b, c haben die gleiche Bedeutung wie in der vorhergehenden Figur.

- Fig. 5. Querdurchschnitt des Giftzahns, etwa aus seiner Mitte. Mässige Vergrösserung.
a. Giftkanal,
b. Pulpahöhle mit Blutgefässen.
- Fig. 6. Querdurchschnitt des Giftzahns aus der Nähe des vorderen Endes. Mässige Vergrösserung.
a. Giftkanal, jetzt Rinne,
b. Pulpahöhle.
- Fig. 7. Spitze des Zahns, in Essigsäure gequollen. Stärkere Vergrösserung.
a. die Bruchstücke des durch die Quellung des Zahnbeins zum Platzen gebrachten, homogenen Oberhäutchens.
- Fig. 8. Erste Anlage des Zahns. Starke Vergrösserung.
a. Papille, bindegewebig,
b. Schleimschicht des Epithels, in zwei Blätter auseinandergegangen, so dass
c. ein mittlerer Hohlraum sich aufthut, in den hinein die Zahnsubstanz abgeschieden wird.
- Fig. 9. Ein weiterer Grad der Entwicklung des Zahns. Starke Vergrösserung und von unten gesehen.
a. Papille, an dieser Stelle die umhüllenden Zellen weggelassen,
b. die zwei Lagen der Schleimschicht des Epithels,
c. abgesondertes Zahnbein.
- Fig. 10. Noch weiter vorgerückter Zahn, unter gleicher Vergrösserung und von oben.
a. Hornschicht des Epithels,
b. äussere Lage der Schleimschicht,
c. Zahnsubstanz,
d. innere Lage der Schleimschicht (Elfenbeinzellen),
e. noch ununterbrochener Zusammenhang der äusseren und inneren Lage der Schleimschicht,
f. Papille mit Blutgefässen.
- Fig. 11. Junger Zahn, rein ausgeschält,
a. Sog. Schmelz,
b. Zahnbein,
c. erste Bildung des Giftkanals.
- Fig. 12. Zwei Querreihen der Zähne vom Gaumenbogen der Ringelnatter (*Tropidonotus natrix*).
- Fig. 13. Falte am Unterkiefer von *Vipera berus*, Var. *prester*, bei durchgehendem Licht und gering vergrössert, um die becherförmigen Sinnesorgane zu zeigen.
- Fig. 14. Ein einzelnes dieser Organe bei stärkerer Vergrösserung, nach Behandlung mit doppelt chromsanrem Kali. Aus der Mündung ragt ein Büschel von Stäbchen hervor.

Tübingen, Mitte Mai 1872.
