

Ueber den microscopischen Bau der Faltenzähne von *Eryops megacephalus* Cope

von

L. Stickler.

Mit Tafel XI und XII.

Bereits R. OWEN hat in seiner *Odontography* (London 1840—45) den eigenthümlichen mäandrisch gewundenen Faltenbau der Zähne von *Labyrinthodon* und *Mastodonsaurus*, zweier zur Ordnung der Stegocephalen gehörigen Amphibien eingehend dargestellt. In neuerer Zeit hat EBERHARD FRAAS¹ die Structur der Zähne von *Mastodonsaurus* und insbesondere die Anwesenheit von ächtem Schmelz nachgewiesen. Eine sehr ausführliche Arbeit von H. CREDNER² beschäftigt sich in nahezu erschöpfender Weise mit dem histologischen Bau der einfacheren Faltenzähne des permischen Stegocephalen *Sclerocephalus*. In dieser Abhandlung gelangt CREDNER zu dem Schlusse, dass die Faltenzähne durch Verschmelzung vieler kleiner Kegelzähne entstehen.

Gegen diese Deutung haben sich sowohl JAEKEL (Sitzungsbericht der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin 1894) als auch RÖSE³, der bisherige eifrigste Verfechter der Verwachsungstheorie, ausgesprochen. RÖSE nimmt an, dass das Bildungsmaterial vieler kleiner Kegelzähne aufgebraucht wurde, um einen grossen Faltenzahn zu bilden. Von einer wirklichen Verwachsung einzelner Zahnindividuen könne dagegen keine Rede sein.

In der Bezeichnungsweise der verschiedenen Varietäten von bindegewebigen Hartgebilden, welche bei den Wirbelthieren vorkommen, hat sich bis heute noch keine volle Uebereinstimmung herstellen lassen. Während sich bei den höheren Vertebraten Zahnbein und Knochen scharf von einander unterscheiden, beobachtet man bei den tieferstehenden alle mögliche Uebergangsformen.

OWEN hat zuerst nach grob histologischen Merkmalen an trockenen Zahnschliffen Vitrodentin, Osteodentin, Vasodentin und Plicidentin unterschieden. Letztere Abart ist den meisten Stegocephalenzähnen eigen. Der Name „Plicidentin“ besagt weiter nichts, als dass der Zahn radiärfaltig gebaut ist.

¹ EBERHARD FRAAS, Die Labyrinthodonten der schwäbischen Trias (*Palaeontographica* Bd. 36. 1889. Taf. XVIII).

² H. CREDNER, Zur Histologie der Faltenzähne palaeozoischer Stegocephalen, *Abh. d. K. S. Ges. d. Wissenschaften*. Leipzig 1873.

³ C. RÖSE, Das Zahnsystem der Wirbelthiere. (Anatomische Hefte von MERKEL & BONNET, 1895).

Ueber die histogenetische Entstehung der Faltenzähne, ja selbst über die Auffassung der einzelnen Gewebsbestandtheile, gehen die bisherigen Ansichten weit auseinander. Nach OWEN überzieht eine dünne Schicht von knöchernem Cement die Aussenseite der Labyrinthodontenzähne. Indem Duplaturen dieses Cementes ins Innere des sich entwickelnden Zahnes eindringen, entsteht, nach diesem Forscher, der radiärfaltige Bau des Zahnbeines. In ähnlicher Weise sprechen sich L. v. AMMON¹, E. FRAAS und H. CREDNER aus. A. FRITSCH² schreibt der structurlosen Aussenschicht und der Mittelschicht der Falten sogar eine schmelzähnliche Structur zu. Dagegen haben schon EMBLETON & ATHEY³ diese Gewebsbestandtheile sehr richtig als structurloses Zahnbein gedeutet. In gleichem Sinne äussert sich CH. TOMES⁴, welcher darlegt, dass Cementgewebe niemals unter dem Schmelz, sondern stets über demselben liegt. Dem gegenüber hebt CREDNER hervor, dass „Cement und Dentin der Faltenzähne nichts sind als durch Uebergänge und Verflüssungen verbundene Differenzierungen eines entodermalen (?) Knochengewebes und deshalb die Stellung dieses Cementes zum epithelialen Schmelz die gleiche ist wie diejenige des Dentins“.

Man sieht, es fehlte bisher an einer präzisen Bezeichnung für die mesodermalen Hartgebilde. Es ist nun das Verdienst RÖSE'S⁵, scharfe Definitionen für die einzelnen Abarten der Zahngewebe gegeben zu haben.

RÖSE unterscheidet:

I. Aechtes Zahnbein = Dentin oder Orthodentin.

Hartgewebe mit glatter Oberfläche, welches von der Innenwand einer Epithelscheide aus **einseitig** nach der Mitte der einheitlichen Zahnpulpa hin wächst.

- a) Röhrenchenzahnbein = Normales Dentin. Es enthält die bekannten Zahnbeinkanälchen zur Aufnahme der protoplasmatischen Zahnfasern (Zellenausläufer der Zahnbeinbildner oder Odontoblasten).
- b) Röhrenchenfreies Zahnbein = Vitrodentin. Es enthält keine protoplasmatischen Einschlüsse und ist, abgesehen von der Grundmasse der leimgebenden Fibrillen, structurlos.
- c) Gefässzahnbein = Vasodentin. Es enthält ein Netzwerk von Blutgefässcapillaren und kann im übrigen bald Zahnbeinkanälchen besitzen, bald röhrenchenfrei sein.

II. Bälkchenzahnbein — Trabeculardentin.

Hartgewebe, welches ohne Beziehung zur Epithelscheide in Gestalt von einzelnen Bälkchen frei im Bindegewebe des jugendlichen Zahnmarkraumes oder in seiner nächsten Nähe entsteht, und welches **allseitig** wachsen kann. Das Gewebe enthält zahlreiche kurze Zahnbeinkanälchen, welche von protoplasmatischen Zellenausläufern angefüllt sind.

¹ L. v. AMMON, Die permischen Amphibien der Rheinpfalz, München 1889.

² A. FRITSCH, Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation von Böhmen, 1835.

³ EMBLETON & ATHEY, On the skull etc. of Loxomma. Ann. and Mag. of Nat. Hist. London 1874.

⁴ CH. TOMES, Manuel of Dental Anatomy, 3. Auflage, 1889.

⁵ RÖSE, Ueber die verschiedenen Abänderungen der Hartgewebe bei niederen Wirbeltieren. Anatomischer Anzeiger XIV, Bd. 1897.

III. Knochenzahnbein = Osteodentin.

Uebergangsgewebe zwischen Knochen einerseits, Dentin oder Trabeculardentin andererseits, enthält zugleich Knochenzellen und Zahnbeinkanälchen mit protoplasmatischen Zellenausläufern.

Unter Cement versteht man ein ächtes Knochen- oder Knochenzahnbeingewebe, welches nach der Auflösung der Epithelscheide von aussen her dem fertig gebildeten Zahnbeine nachträglich aufgelagert wird. Ist bei festgewachsenen Zähnen Cement vorhanden, so bildet dasselbe die unmittelbare Fortsetzung vom Knochenzahnbein des Zahnsockels oder vom Knochengewebe des Kiefers.

Bei thecodonten Zähnen wächst das knochenartige Cement häufig durch das Wurzelloch hindurch in's Innere der Pulpahöhle und füllt z. B. bei *Ichthyosaurus*-Zähnen in Gestalt eines spongiösen Knochengewebes die ganze untere Hälfte der Pulpahöhle aus.

Der Name „Cement“ bezeichnet demnach nicht eine besondere Gewebsart, sondern nur eine besondere Ablagerung von Knochen oder Knochenzahnbein (Osteodentin) auf den bereits fertig gebildeten Zahn.

Die Ausdrücke „Plicidentin“ und „Labyrinthodentin“ hält Röse für überflüssig; der faltige oder mäandrisch gewundene Bau kommt nicht im Zahnbein, sondern auch in den übrigen Gewebsbestandtheilen der Faltenzähne zum Ausdruck. Das sogenannte Plicidentin entsteht in Folge eines merkwürdigen Ineinandergreifens von Röhrenchahnbein, Dentin und Trabeculardentin.

Auf Grundlage dieser von Röse gegebenen Nomenclatur, möchte ich nun versuchen, auch meinerseits einen Beitrag zur Lösung dieser interessanten Frage zu liefern, indem ich in Nachfolgendem eine Darstellung des histologischen Baues der Faltenzähne von *Eryops* und *Sclerocephalus*, zweier charakteristischer Stegocephalenformen, gebe.

Die Faltenzähne der Stegocephalen scheinen sämtlich nach einem und demselben Bauplane gebildet zu sein. Es handelt sich um grössere oder kleinere kegelförmige Zähne, die an der Spitze glatt und mit ächtem Schmelz überzogen, an der Basis dagegen mehr oder weniger deutlich gerippt sind.

Mittelgrosser Kieferzahn von *Eryops megacephalus*.

Textfigur 1. In natürlicher Grösse. Abgebrochener Zahn, links noch in Verbindung mit einem ausgebrochenen Stücke des Kieferknochens. A. Seitenansicht. B. Aussenfläche.

Abbildung 1 zeigt zwei vom Kieferknochen abgebrochene mittelgrosse Kieferzähne des *Eryops* in natürlicher Grösse. Die leicht gebogenen Zahnkegel haben an der Spitze eine scharfkantige zweischneidige Dolchform, an der Basis dagegen eine nahezu kreisrunde. Die obere Hälfte der Zahnkegel ist vollkommen spiegelglatt und glänzend. In der untern Zahnhälfte treten entsprechend dem innern Faltenbau äusserlich Längsfurchen und dazwischen liegende Längsrippen auf. Der Schmelzüberzug beschränkt sich bei den kleineren Zähnen auf die glatte Spitze des Zahnkegels, bei grösseren Zähnen überzieht der Schmelz auch zum Theil den gerippten Theil der Zahnbasis. Diese Schmelzkappe ist an der Spitze am stärksten und verjüngt sich gegen die Basis, bis der Schmelz ganz verschwindet. Ab und zu weisen die Faltenzähne eine oder mehrere Ringfurchen auf (Figur 1 B), welche durch Wachsthumshemmungen während der Zahnentwicklung entstanden sind.

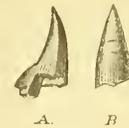


Fig. 1.

Die Zähnen der kleineren Stegocephalenformen aus der Permformation von Niederhässlich und Nyian haben in ihrer grösseren Mehrzahl eine einfache Pulpahöhle ohne jede Andeutung einer Fältelung. Diese einfachen Kegelzähnen gleichen vollständig denjenigen einzelner unserer recenten Amphibien.

Der Faltenbau dürfte eine Folge der Grössenzunahme der einzelnen Zähne sein. Bei *Eryops* lässt es sich direkt nachweisen, dass die grösseren Kieferzähne viel complicirter gebaut sind, als die kleineren aus demselben Kiefer desselben Thieres. Die gleiche Beobachtung hat E. FRAAS bei *Mastodonsaurus* gemacht. Auch hier sind die kleineren Gaumenzähne viel einfacher gebaut wie die grossen Fangzähne.

Vergleicht man Zahnquerschnitte von Stegocephalen verschiedenen geologischen Alters, so ergibt sich die fernere Thatsache, dass bei gleicher Grösse der Zähne die jüngeren Stegocephalen aus der Trias eine complicirtere Structur besitzen, wie die älteren Formen aus dem Perm.

Ganz einfache Kegelzähnen kommen auf den Gaumenknochen von *Eryops* ebenfalls vor, konnten aber von mir nicht untersucht werden. Dagegen hat CREDNER diese 1—1½ mm langen Zähnen auf dem Vomer und Pterygoid des grössten Stegocephalen aus dem Rothliegenden von Niederhässlich, *Sclerocephalus*, beschrieben und abgebildet. Auf Tafel XI Fig. 1—4 ist die Structur dieser kleinen Gaumenzähnen nach einem jetzt in RÖSE'S Besitz befindlichen Präparate CREDNER'S wiedergegeben worden.

Tafel XI. Fig. 1: *Sclerocephalus labyrinthicus* GEINITZ; Längsschliff durch die Spitze eines Gaumenzähnhens.

Abbildung 1 stellt die oberste Spitze eines solchen Zähnhens bei sehr starker Vergrösserung dar. In der Mitte steigen die starken, mit zahlreichen seitlichen Verbindungsästchen versehenen Zahnbeinröhrchen senkrecht in die Höhe, biegen nahe ihrem Ende um und verzweigen sich besenreisähnlich in feinste Ausläufer. Die Endausläufer der Zahnbeinröhrchen erreichen die Oberfläche des Zahnes nicht. Diese Oberfläche wird von einer dünnen Lage structurlosen Vitrodentins gebildet. Die äusserste Spitze des Zahnes ist ausserdem von einer dünnen Schmelzkappe bedeckt. Der Schmelz ist vollkommen structurlos, ausgesprochen doppelbrechend und gleicht vollständig der dünnen Schmelzschicht auf der Spitze der recenten Amphibienzähne.

Taf. XI, Fig. 2: *Sclerocephalus labyrinthicus* GEINITZ; Querschliff durch die Basis eines Gaumenzähnhens.

Fig. 2 stellt einen Querschliff durch die Basis eines Gaumenzähnhens dar. Von der einfachen runden Pulpahöhle *P.* strahlen kurze Dentinröhrchen in den dünnen Dentinmantel aus, dessen äusserste Schicht wiederum aus Vitrodentin besteht. Schmelz ist hier nicht vorhanden. Im lebenden Zustande war das Vitrodentin wahrscheinlich von einer dünnen unverkalkten Schmelz-Cuticula bedeckt, welche beim Fossilisationsprozess verloren ging.

Die Dentinröhrchen zeigen einen sehr primitiven Habitus; sie sind sehr kurz und haben ein sparriges Aussehen. Wirkliche gabelförmige Verästelung kommt selten vor, dagegen sieht man zahlreiche quere Verbindungsästchen. Von besonderem Interesse ist das Vorkommen von sogenannten Interlobularräumen *J.* Dieselben sehen bei oberflächlicher Betrachtung den Knochenkörperchen sehr ähnlich. CREDNER ist thatsächlich geneigt, beiderlei Bildungen zu identifiziren und demnach das Gewebe der Abbildung 2 als Osteodentin zu bezeichnen. Diese Ansicht dürfte sich jedoch nicht aufrecht erhalten lassen. RÖSE hat in verschiedenen Arbeiten das Wesen der fraglichen Bildungen eingehend erörtert. Alle Knochen- und Zahnbeingewebe werden von einem Filzwerke leimgebender Fibrillen durch-

zogen. Die Zahnbein und Knochen bildenden Bindegewebszellen scheiden zuerst jeweilig eine dünne Schicht unverkalkter Grundsubstanz aus, den sogenannten Zahnbeinknorpel und Knochenknorpel. Dieses Uebergangsgewebe besteht lediglich aus einem dichten Filzwerke von Fibrillen. Indem sich Kalksalze zwischen den Fibrillen niederschlagen, entsteht das verkalkte Zahnbein und der verkalkte Knochen. Für die Zwecke des Stoffwechsels werden bei dickerer Ablagerung der bindegewebigen Hartgebilde Reste der ursprünglichen unverkalkten Grundsubstanz ausgespart. Dieselben finden sich zunächst als NEUMANN'sche Scheiden in der Umgebung der protoplasmatischen Zahnfasern und als VITKOV'sche Knochenkapseln in der Umgebung der Knochenzellen. Ferner sind die zahlreichen querlaufenden Verbindungsästchen der Zahnbeinröhrchen, sowie die Primitivröhrchen des Knochens lediglich dem Stoffwechsel dienende Aussparungen der unverkalkten Grundsubstanz.

In Folge von Ernährungsstörungen während der Entwicklung können nun auch grössere Hohlräume im Zahnbeine sowohl wie im Knochen unverkalkt bleiben. Es sind dies die sogenannten Interglobularräume, unregelmässige von zackigen Linien begrenzte Massen, die im Dentin gewöhnlich mit den NEUMANN-Scheiden in unmittelbarer Verbindung stehen, welche aber auch im röhrchenfreien Vitrodentin vorkommen können. Die von ihren NEUMANN'schen Scheiden umgebenen protoplasmatischen Zahnfasern laufen im lebenden Zahnbein häufig unverändert durch die Interglobularräume hindurch und setzen jenseits derselben geradlinig weiter. Liegen die Interglobularräume dagegen nahe der Oberfläche des Zahnbeines, so endigen die letzten Ausläufer der protoplasmatischen Zahnfasern meistens innerhalb der Interglobularräume. Nicht selten finden sich ganz kleine Interglobularräume, die nur mehr oder weniger unregelmässige lokale Verdickungen der NEUMANN'schen Scheiden darstellen.

Bei fossilen Zähnen sind nicht allein die Einschlüsse von Zellen und protoplasmatischen Zellenausläufern, sondern auch alle Ueberreste der unverkalkten leimgebenden Knochen- und Zahnbeingrundsubstanz zerstört. Die Dentinröhrchen der fossilen Zähne entsprechen dann nicht den von der protoplasmatischen Zahnfaser durchzogenen Zahnbeinkanälchen des lebenden Zahnbeins, sondern sie sind viel dicker und entsprechen dem äusseren Umfange der NEUMANN'schen Scheiden. Bei fossilen Zähnen stellen darum die Interglobularräume im Bereiche des Röhrchendentins thatsächlich nur unregelmässige Ausbuchtungen der Dentinröhrchen dar. Dieser Umstand hat CREDNER, welcher RÖSE's Abhandlung noch nicht kannte, irrigerweise veranlasst, scharf zwischen den ächten Interglobularräumen des röhrchenfreien Dentins und den sogenannten „Dentinhöhlen“ des Röhrchendentins zu unterscheiden. Thatsächlich sind CREDNER's „Dentinhöhlen“ ächte Interglobularräume.

Ebenso wie von den NEUMANN'schen Scheiden gehen auch von den Interglobularräumen quere Verbindungsästchen kalkfreier Grundsubstanz aus. Liegen nun die Interglobularräume so nahe der Oberfläche, dass sich nur ganz kurze Endausläufer der Dentinröhrchen durch die Räume hindurch nach der Zahnbeinoberfläche hin fortsetzen, so sehen die Interglobularräume fossiler Zähne den Hohlräumen der Knochenkörperchen einigermassen ähnlich.

Sind, wie bei CREDNER's Präparaten, alle Hohlräume bis in ihre feinsten Verzweigungen von Brauneisenstein erfüllt, so wird derjenige, welcher viel Uebung im microscopischen Untersuchen von Zähnen hat, in den meisten Fällen Interglobularräume von ächten Knochenkörperchen unterscheiden können.

Taf. XI, Fig. 3: *Eryops megacephalus* COPE; Längsschliff durch die Spitze eines Kieferzahnes.

Bei Betrachtung des Baues der Kieferzähne von *Eryops* ergibt ein Längsschliff durch die Spitze ganz dasselbe Bild wie ein Längsschliff durch die Spitze irgend eines einfachen Saurierzahns.

Von einer einfachen Pulpahöhle *P.* strahlen parallele Zahnbeinröhrchen aus und verlaufen nahezu bis an die Peripherie des Zahnbeines, wo sie sich in zahlreiche feine Aeste gabeln. Die äusserste Schicht des Zahnbeins besteht wiederum aus Vitrodentin. Darüber liegt eine dünne Schicht ächten doppeltbrechenden Schmelzes. CREDNER konnte beim Schmelze von *Sclerocephalus* nur einige zarte parallele Schichtungsstreifen, aber keine prismatische Structur finden. Bei Anwendung von stärkeren Vergrösserungen lassen sich jedoch im polarisirten Lichte bei *Sclerocephalus* die und da vereinzelt Andeutungen von Prismenstructur des Schmelzes deutlich nachweisen. Bei *Eryops* ist diese Prismenstructur schon viel auffälliger. Besonders beim Uebergange von positiver in negative Doppelbrechung leuchten an gewissen Stellen die prismatischen Abschnitte des dünnen Schmelzbeleges abwechselnd in verschiedenen Farben auf. Trotzdem wäre es zu weit gegangen, bei *Eryops* von scharf abgegrenzten Schmelzprismen zu reden. Dagegen sind bei den triasischen Labyrinthodonten die einzelnen kurzen Schmelzprismen schon bei gewöhnlichem durchfallendem Lichte und bei mittelstarken Vergrösserungen deutlich abgegrenzt sichtbar.

In der Nähe des Pulparaumes besonders finden sich dütenförmig übereinander zahlreiche Anwachsstreifen oder Conturlinien. An den peripherischen Lagen des Dentins sind diese Anwachsstreifen seltener. Im Gegensatze zu *Sclerocephalus* sind bei *Eryops* die Interglobularräume nicht regelmässig und nicht in so grossen Massen vorhanden.

Taf. XI, Fig. 4: *Eryops megacephalus* COPE; Querschliff durch das obere Drittel eines grossen Kieferzahnes.

Ein Querschliff durch das obere Drittel eines grossen Kieferzahnes von *Eryops* zeigt immer noch eine einfache Pulpahöhle *P.*, von der radial die langen Dentinkanälchen nach allen Seiten hin ausstrahlen. Von besonderem Interesse sind die zahlreichen Schichtungsstreifen (Conturlinien), die in concentrischen Ringen das ganze Dentin durchziehen.

Durch Vergleich der Abbildungen 3 und 4 lässt sich das Wesen dieser Linien leicht feststellen. Es handelt sich um wirkliche Schichtungs- oder Anwachsstreifen, vergleichbar den Jahresringen der Bäume. Das Wachstum des Zahnbeins erleidet durch jede allgemeine Ernährungsstörung ebenfalls gewisse Störungen. Es werden die Kalksalze in geringer Masse abgelagert. In Folge dessen überwiegt in diesen Zeiten der Wachstumshemmung die Menge der umgebenden organischen Massen. Auf diese Weise kommen hellere und dunklere Streifen abwechselnd zur Erscheinung. Sind die Wachstumshemmungen hochgradiger, dann finden sich im Verlaufe der Conturlinien grössere und kleinere Interglobularräume eingelagert. Sehr gut ist diese Erscheinung an einem Querschliffe CREDNER's von einem *Sclerocephalus*-Zahne zu sehen (Tafel XII, Fig. 2).

Taf. XI, Fig. 5: *Eryops megacephalus* COPE; Querschnitt durch einen kleineren Kieferzahn in der unteren Zahnhälfte.

Figur 5 giebt das Gesamtbild eines Querschnittes durch einen kleineren Kieferzahn von *Eryops*. Obgleich der Schliff aus der unteren Zahnhälfte stammt, ist dennoch die Faltenbildung nur geringgradig ausgeprägt. Von Interesse ist die ungleiche Länge der einzelnen Vitrotrabeculardentinfächer. Schmelz ist nicht vorhanden, dagegen eine verhältnissmässig starke Cementschicht, welche sich scharf vom Vitrodentin abgrenzt.

Taf. XI, Fig. 6: *Eryops megacephalus* COPE; Stück eines Querschnitts durch das obere Dritttheil eines grossen Kieferzahnes dicht unterhalb des Beginnes der Faltenbildung.

Figur 6 zeigt den Anfang der Faltenbildung eines grossen Kieferzahnes von *Eryops*. Der betreffende Schnitt ist deshalb interessant, weil noch eine dünne Schmelzschicht *S*, das in Einfaltung begriffene Zahnbein überzieht. Unter dem Schmelze liegt eine schwache Vitrodentinschicht *VD*. Von ihr aus laufen coulissenartig Streifen einer hyalinen Hartschicht *VD₁* in's Röhrendentin hinein, welche nach Röse als Vitrotrabeculardentin bezeichnet werden müssen.

A priori waren für die Entstehung der Faltenbildung zwei Möglichkeiten gegeben. Nach der einen ist während der Zahnentwicklung die Epithelscheide in Form von faltenartigen Duplicaturen in's Innere der Pulpahöhle hineingewachsen. In diesem Falle werden sich nach Auflösung der Epithelscheide dünne Cementlagen im Centrum der Falten abgelagert haben. Diese Art der Faltenbildung findet sich bei den Faltenzähnen mancher Crossopterygier, in geringem Grade z. B. bei *Cricodus*, in hohem Grade bei *Megalichthys*.

Die andere Möglichkeit der Faltenbildung besteht darin, dass die Epithelscheide sich nur in ganz geringem Masse einstülpt. Frei im Bindegewebe der Pulpa entstehen dann aber structurlose Bänder von Vitrotrabeculardentin, welche sich einerseits an die älteste Abscheidung des ächten Dentins, an's Vitrodentin anlehnen, andererseits frei in Pulparaume endigen. Von diesen Vitrotrabeculardentinsbändern aus nehmen die seitlichen Dentinröhren der einzelnen Fächersysteme ihren Ursprung. Letztergenannte Art der Faltenbildung findet sich vorzugsweise bei den Zähnen der Stegocephalen.

CREDNER lässt zwar an seinen Abbildungen von *Sclerocephalus* die äussere Cementumhüllung des Zahnes direkt in die Mittelschicht der Faltenbildung eindringen und übergehen. Indessen lässt sich bei geeigneter Abblendung auch an CREDNER'S Präparaten überall und so auch an der Einfaltungsstelle eine scharfe Grenze zwischen der äussersten Dentinschicht, dem Vitrodentin, und dem nachträglich aufgelagerten Cemente nachweisen. Bei *Eryops* ist diese scharfe Grenze in fast allen Schliften deutlich erkennbar. Nur an der untersten Basis des Zahnes, wo die Epithelscheide ihre formgebende Thätigkeit eingestellt hatte, verschwindet die Grenze zwischen dem äusseren aufgelagerten Cemente und dem innen gebildeten Osteodentin bezüglich Trabeculardentin.

CREDNER hat bei *Sclerocephalus* sehr schön dargestellt, wie durch allmähliche Verlängerung und wurmförmige Schlingelung der Zahnbeinfalten der periphere Theil der Pulpahöhle in taschenförmige Zipfel zerlegt wird. Von grossem Interesse ist der eigenartige Verlauf der Conturlinien, an denen sich das allmähliche Dickenwachsthum des gefalteten Zahnbeins sehr deutlich verfolgen lässt. Ganz die gleichen Bilder wie sie CREDNER giebt, zeigen gewisse Querschnitte von *Eryops*-Zähnen, nur sind hier die Interglobularräume an der Grenze von Vitrodentin und Röhrendentin nicht so massenhaft gebildet.

Taf. XI, Fig. 7: *Eryops megacephalus* COPE; Theil des Querschnitts eines mittelgrossen Kieferzahns.

In Abbildung 7 ist die ungleiche Länge der Vitroosteodentinbänder noch schärfer ausgeprägt.

Während einzelne dieser Bänder bereits wurmförmig gekrümmt sind und innerhalb langer Zahnbeinzipfel liegen, sind andere Bänder sehr kurz und bilden entweder gar keinen oder nur einen ganz kurz abgestutzten Zapfen. Auf diese Weise entstehen die eigenthümlichen Doppelsysteme von Zahnbeinröhren, welche in einen gemeinsamen Pulpazipfel ausmünden. Auch die Entstehung der „Secundärfächersysteme“ von Dentinröhren, wie sie CREDNER bei *Sclerocephalus* beschreibt, zeigt die Abbildung 7 von *Eryops* sehr deutlich.

Taf. XII, Fig. 1: *Eryops megacephalus* COPE; ein Stück Zahnbein nahe der unteren Schmelzgrenze im Längsschliff bei starker Vergrößerung.

Abbildung 1 zeigt an einem Längsschliffe nahe an der unteren Schmelzgrenze die Interglobularräume *I*. als geschlossene Schicht dicht unter dem Vitrodentin *VD*. Die Endausläufer der Dentinröhrchen endigen entweder im Innern der Interglobularräume oder setzen als feine Spitzchen noch eine Strecke weit über die Räume hinaus in's Vitrodentin fort. Im Gegensatz zu den zahlreichen queren Verbindungsästchen der Dentinröhrchen finden sich wirkliche gabelförmige Verästelungen, welche von dem Zusammenwachsen zweier protoplasmatischer Zellenausläufer herrühren dürften, ziemlich selten und erst nahe der Oberfläche, kurz vor Beginn der Interglobularräume (Figur 1 *F*).

Taf. XII, Fig. 2: *Sclerocephalus labyrinthicus* GEINITZ; Theil eines Querschliffes durch das obere Dritteltheil eines grossen Fangzahnes. Peripherischer Verlauf der Dentinröhrchen bei starker Vergrößerung.

Taf. XII, Fig. 3: *Eryops megacephalus* COPE; Ein Theil des Querschliffes von Taf. XI Fig. 4 bei starker Vergrößerung.

Bei meinen Schliffen von *Eryops* kommen in der Spitze der Zähne Conturlinien mit Interglobularräumen äusserst spärlich vor. Abbildung 3 giebt bei starker Vergrößerung ein Theilstück des Schliffes der Abbildung 4 auf Taf. XI wieder. In den stark ausgeprägten Conturlinien *Co.*₁ finden sich spärlich kleine Interglobularräume eingestreut. Ferner aber machen sämtliche Dentinröhrchen im Bereiche der Conturlinien spiralförmige Windungen. Dadurch kommt eine besondere Form von Conturlinien zu Stande, welche KOLLMANN¹ eingehend beschrieben hat. Dieser Autor nahm allerdings an, dass die Entstehung sämtlicher Conturlinien auf derartige Biegungen, Knickungen und Windungen zurückzuführen seien. Dagegen haben LEIDIG² und HERTWIG³ bei Schlangen und Haifischen das Vorkommen von Schichtungsstreifen nachgewiesen, die unabhängig vom Verlaufe der Dentinkauälchen entstanden sind. RÖSE führte den Beweis, dass die genannten Schichtungsstreifen, welche u. a. auch bei den Stegocephalenzähnen in so ausgeprägter Weise vorkommen, auf stärkerer Anhäufung von Grundmasse beruhen.

Taf. XII, Fig. 4: *Eryops megacephalus* COPE; Längsschliff durch die Basis eines Kieferzahnes in Verbindung mit den Knochen.

Ein völlig klares Bild über den Zusammenhang der Faltenzähne mit dem Kieferknochen lässt sich erst durch einen Längsschliff gewinnen. In Abbildung 4 ist ein solcher bei schwacher Vergrößerung dargestellt. Die äussere lamellar geschichtete Rinde des Kieferknochens *K*. umschliesst ein Netzwerk spongiösen Knochens und Osteodentins *OD*. Das Cement *C*. bildet die unmittelbare Fortsetzung dieses spongiösen Osteodentingewebes. Die theils längs, theils schief durchschnittenen Placidentinfalten *PD*. grenzen sich gegen das Cement hin durch eine dünne Schicht structurlosen Vitrodentins scharf ab. Beide Gewebe gehen dann unmittelbar ineinander über.

Während die kleineren Kieferzähne von *Eryops* nicht complicirter gebaut sind wie die grossen Zähne von *Sclerocephalus*, geben die grösseren Kieferzähne und die grossen Fangzähne von *Eryops*

¹ KOLLMANN, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 23, Heft 3.

² LEIDIG, Die Zähne einheimischer Schlangen etc. Archiv f. microsc. Anat. Bd. 9.

³ O. HERTWIG, Ueber Bau und Entwicklung der Placidischuppen und der Zähne der Selachier. 1874, Jenaische Zeitschrift f. Naturwissensch. Bd. 8.

ein viel complicirteres Bild des Faltenbaues, welcher unmittelbar zu der Labyrinthstructur der triasischen Labyrinthodonten überleitet.

Taf. XII, Fig. 5: *Eryops megacephalus* COPE: Querschnitt durch die Basis eines kleineren Kieferzahnes.

Abbildung 5 stellt einen Querschnitt durch die unterste Basis eines kleineren Kieferzahnes von *Eryops* dar. Hier hat man einen ganz ähnlichen Grad von Faltenbildung vor sich, wie ihn CREDNER von der Basis der grossen *Sclerocephalus*-Zähne giebt. Lange dünne, nur wenig geschlängelte Falten wachsen von allen Seiten in den Pulparaum *P.* hinein. Der Schnitt ist links in einem höheren Niveau gelegen, als rechts. In Folge dessen haben die linksseitigen Dentinröhrchen-Systeme noch ihre deutliche Grenzschicht von Vitrodentin. Rechts dagegen geht das Zahnbein der Falten ununterbrochen in das umgebende Osteodentin *OD.* und weiterhin in den ächten Kieferknochen *K.* über. Einzelne Falten sind auf dem Schnitte durch das Eindringen von Blutgefässkanälen vollständig isolirt.

Taf. XII, Fig. 6: *Eryops megacephalus* COPE: Theil eines Querschnitts durch die Basis eines grossen Kieferzahnes.

In Abbildung 6 sind die Vitrotrabeculardentinbänder *VD.* vielfach gefaltet und geknickt. Zwischen Falten mit normal abgerundeten Enden finden sich solche, welche abgestutzt sind oder keilförmig auslaufen. An manchen Stellen kommen die Aussenwände der einzelnen Falten in nahe Berührung; dadurch kommen flaschenhalsförmige Verengungen der einzelnen Pulpazipfel zu Stande, welche mit rundlichen oder länglichen Ausbuchtungen dieser Zipfel abwechseln.

Taf. XII, Fig. 7: *Eryops megacephalus* COPE: Theil eines Querschnitts durch die Basis von einem grossen Kieferzahne.

In Abbildung 7 sind zwei Dentinfalten an ihren inneren Enden miteinander verwachsen. Dadurch kommt in der Höhe des Schnittes eine völlige Abschnürung des peripheren Pulpazipfels zu Stande, welche sich, körperlich gedacht, als blindsackförmige Ausstülpung eines taschenartigen Pulpazipfels darstellen würde. Von besonderem Interesse ist an dem rechtsseitigen Vitrotrabeculardentinbande rechts ein spornartiger Ausläufer. Körperlich gedacht ist auf das vielfach gefaltete, aber immer noch einheitliche Vitrotrabeculardentinband eine secundäre Vitrotrabeculardentinleiste aufgewachsen.

E. FRAS bildet in seinem oben genannten Werke einen kleinen Gaumenzahn von *Mastodonsaurus granulosus* ab, dessen Zahnstructur weniger complicirt ist wie diejenige von *Eryops* auf Abbildung 6 und 7. Es dürfte nicht schwierig sein, an der Hand des einschlägigen Materials die weitere Complication der Stegocephalenzähne bis zu den grossen Fangzähnen der obertriasischen Mastodonsaurier zu verfolgen. Die Zahnbeinfalten werden immer länger und gewundener, die centrale Pulpahöhle verengt sich immer mehr und mehr. Die einzelnen Falten verwachsen bei *Mastodonsaurus* an zahlreichen Stellen miteinander, dadurch werden die einzelnen Pulpataschen in zahlreiche blindsackähnliche Divertikel zerlegt, die auf Querschnitten scheinbar mit der centralen Pulpahöhle gar nicht mehr zusammenhängen. Thatsächlich aber münden die wurmförmigen, vielfach gewundenen Pulpakanäle an irgend einer Stelle in den centralen Pulparaum ein. Die untersten dürften wohl auch unmittelbar in die HAVENS'schen Kanäle des darunterliegenden Kieferknochens übergehen.

Fasst man das Ergebniss der vorstehenden Ausführungen zusammen, so zeigt sich auf's Deutlichste, dass innerhalb der Familie der Stegocephalen eine zunehmende Complication der Zähne schrittweise zu verfolgen ist. Von den einfachen Gaumenzähnen von *Sclerocephalus* bis zu den höchst entwickelten Fangzähnen des *Mastodonsaurus* sind alle möglichen Uebergänge vorhanden.

Schon diese Thatsache liesse sich nicht mit der von CREDNER gegebenen Anschauung vereinigen, wonach die grossen Faltenzähne durch Verwachsung zahlreicher einfacher Einzelzähnen entstanden sein sollen. Man darf ferner nicht übersehen, dass die von CREDNER so schön auf Querschnitten dargestellten Systeme und Untersysteme von Dentinröhrchen eben nur auf Querschnitten sich so scharf von einander abheben. Körperlich vorgestellt, handelt es sich doch nur um einfache Taschenfalten einer an und für sich einfachen einspitzigen Zahneinheit.

Durch die vorstehende Darstellung lässt sich nun auch die Entstehung selbst der complicirtesten Faltenzähne erklären. Ueberall handelt es sich darum, dass ein an der Spitze einfacher Zahnbeinmantel nach der Basis hin, von aussen her, mehr oder weniger eingefaltet wurde. An diese äussere, durch die Epithelscheide bedingte Einfaltung des ächten Zahnbeines schliesst sich nun die innere Faltenbildung an, indem mehr oder weniger gewundene Bänder von Vitrotrabeculardentin frei im Bindegewebe der Pulpa entstehen. Von diesen Bändern aus wachsen dann Dentinröhrchen, nach beiden Seiten hin, aus. Durch Zusammenfliessen dieser vom Vitrotrabeculardentinbande ausgehenden und der von der Epithelscheide ausgehenden Dentinkanälchen kommen die eigenthümlichen Zahnbeinsysteme zu Stande, welche den Faltenzähnen ihr besonderes Gepräge geben.

Die Thatsache, dass bei gleichen Gattungen die grösseren Zähne stets complicirter gebaut sind als die kleineren, lässt sich überall nachweisen. So bei *Sclerocephalus* (CREDNER), *Mastodonsaurus* (FRAAS), *Archegosaurus* und *Trematosaurus* (RÖSE, noch nicht veröffentlicht). Jedoch ist dabei noch das geologische Alter der verschiedenen Gattungen massgebend. Im Grossen und Ganzen haben die älteren Gattungen einfachere Zähne wie die jüngeren Formen.

In dritter Linie steht die Höhe der allgemeinen Ausbildung mit der Complication der Zähne in einem gewissen Zusammenhange. Uralte Formen wie *Loxomma* aus dem Carbon haben nach Mittheilungen von EMBLETON & ATHEY bereits sehr complicirte Faltenzähne. Diese Formen gehören aber auch der höchstentwickelten Stegocephalen-Familie der Vollwirbler (*Stereospondyli*) an. Und auch alle übrigen jüngeren Formen mit ausgesprochenem labyrinthischem Faltenbaue, wie *Trematosaurus*, *Capitosaurus*, *Mastodonsaurus*, gehören zu eben diesen Vollwirblern.

Auf Grund dieser Erfahrungen darf man nunmehr wohl unbedenklich den Satz aufstellen, dass die geologisch jüngeren Formen bei gleichen Grössenverhältnissen der Zähne eine complicirtere Zahnstructur besitzen wie die geologisch älteren Formen.

Tafel-Erklärung.

Tafel XI.

- Figur 1. *Scicrocephalus labyrinthicus* GEINITZ. Längsschliff durch die Spitze eines Gaumenzähnhens.
S. = Schmelz, VD. = Vitrodentin, Dr. = Dentinröhrchen. Vergrößerung = 250.
- „ 2. *Scicrocephalus labyrinthicus* GEINITZ. Querschliff durch die Basis eines Gaumenzähnhens.
P. = Pulpahöhle, Dr. = Dentinröhrchen, Dr.₁ = Endausläufer der Dentinröhrchen, I. = Interglobularräume, VD. = Vitrodentin, Co. = Conturlinien. Vergrößerung = 80.
- „ 3. *Eryops megacephalus* COPE. Längsschliff durch die Spitze eines Kieferzahnes.
P. = Pulpahöhle, S. = Schmelz; VD. = Vitrodentin, Co. = Conturlinien. Vergrößerung = 25.
- „ 4. *Eryops megacephalus* COPE. Querschliff durch das obere Dritttheil eines grossen Kieferzahnes.
P. = Pulpahöhle, S. = Schmelz, VD. = Vitrodentin, Co. = Conturlinien. Vergrößerung = 25.
- „ 5. *Eryops megacephalus* COPE. Querschnitt durch einen kleineren Kieferzahn in der unteren Zahnhälfte.
P. = Pulpa, C. = Cement, VD. = Vitrodentin, VD.₁ = Vitroosteodentinband. Vergrößerung = 25.
- „ 6. *Eryops megacephalus* COPE. Querschliff durch die obere Hälfte eines grossen Kieferzahnes, dicht unterhalb des Beginnes der Faltenbildung.
S = Schmelz, VD. = Vitrodentin, VD.₁ = Vitroosteodentin, P. = Zipfel der zerschlitzten Pulpahöhle, Co. = Conturlinien. Vergrößerung = 75.
- „ 7. *Eryops megacephalus* COPE. Theil des Querschnitts eines mittelgrossen Kieferzahnes.
P. = Pulpazipfel, C. = Cement, VD. = Vitrodentin, VD.₁ = Vitrotrabeculardentin. Vergrößerung = 50.

Fig. 1.

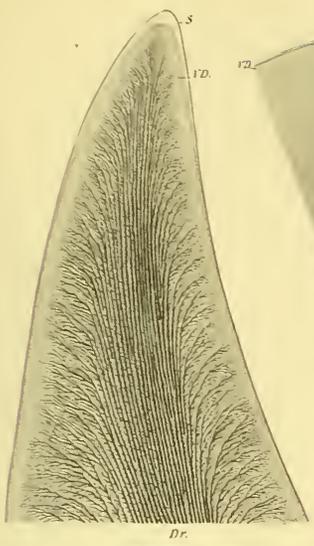


Fig. 4.

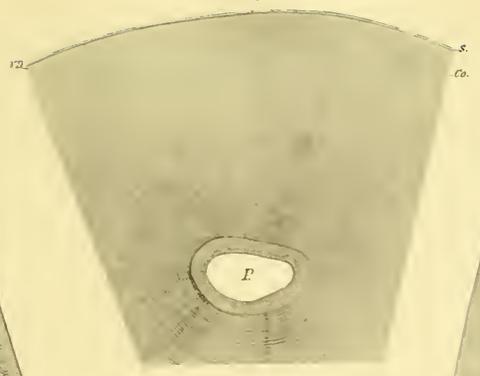


Fig. 3.

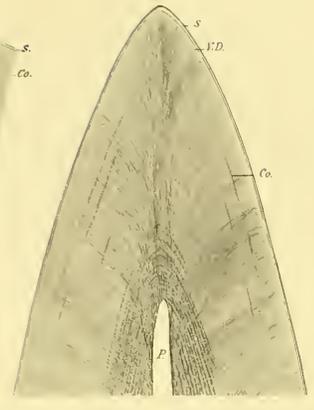


Fig. 2.

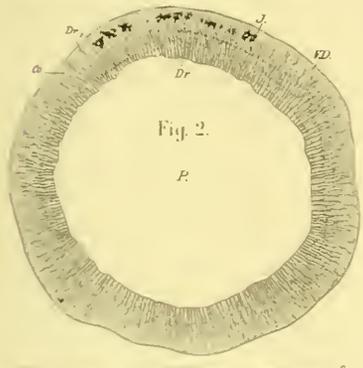


Fig. 5.

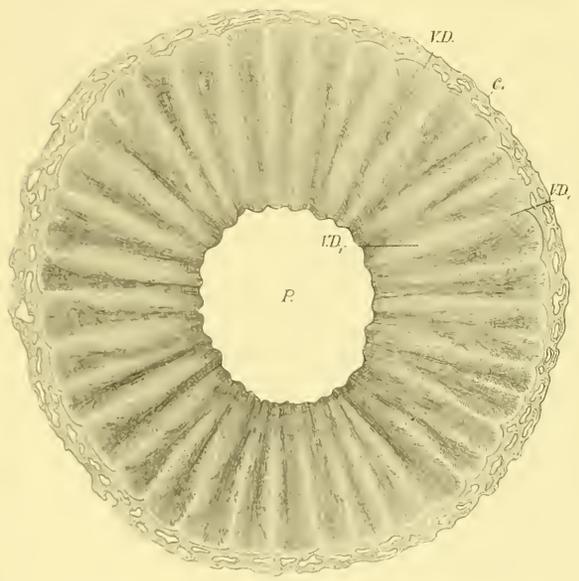


Fig. 6.

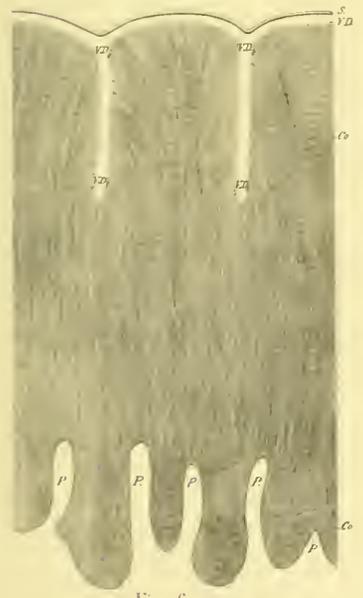
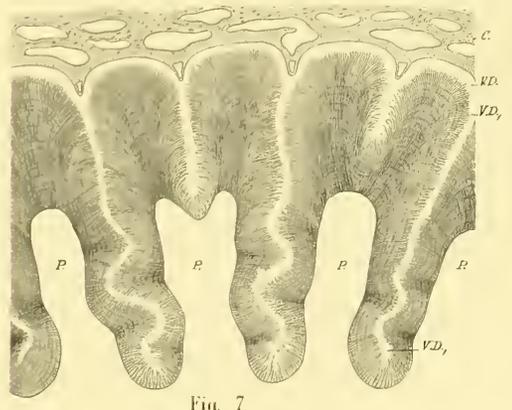


Fig. 7.



Tafel-Erklärung.

Tafel XII.

- Figur 1. *Eryops megacephalus* COPE. Ein Stück Zahnbein nahe der unteren Schmelzgrenze im Längsschliff bei starker Vergrößerung.
S. = Schmelz, *VD.* = Vitrodentin, *I.* = Interglobularräume, *F.* = Wirkliche Gabelungen der Dentinkanälchen, *Dr.* = Dentinröhrchen, *V.* = Quere Verbindungsästchen der NEUMANN'schen Scheiden. Vergrößerung = 250.
- „ 2. *Sclerocephalus labyrinthicus* GEINITZ. Theil eines Querschliffs durch das obere Dritttheil eines grossen Fangzahnes. Peripherischer Verlauf der Dentinröhrchen bei starker Vergrößerung.
*Dr.*₁ = Endverzweigung der Dentinröhrchen, *VD.* = Vitrodentin, *S.* = Schmelz, *Co.* = Conturlinien, *Co.*₁ = Conturlinien mit Interglobularräumen, *Co.*₂ = Conturlinien mit massenhaften grösseren Interglobularräumen. Vergrößerung = 250.
- „ 3. *Eryops megacephalus* COPE. Ein Theil des Querschliffs von Taf. XI Fig. 4 bei starker Vergrößerung.
P. = Rand der Pulpahöhle, *Dr.* = Dentinröhrchen, *V.* = Quere Verbindungsästchen der NEUMANN'schen Scheiden, *Co.* = Normaler Schichtungsstreifen (Conturlinie), *Co.*₁ = Schichtungsstreifen mit kleinen Interglobularräumen und spiraliger Windung der Dentinröhrchen. Vergrößerung = 250.
- „ 4. *Eryops megacephalus* COPE. Längsschliff durch die Basis eines Kieferzahnes in Verbindung mit den Knochen.
P. = Pulpa, *OD.* = Osteodentin. Das Cement *C.* ist eine direkte Fortsetzung des spongösen Osteodentingewebes, auf welchem die Zahnbasis aufsitzt. *K.* = Lamellar geschichteter Kieferknochen, *PD.* = Plicidentinfalten, theils längs, theils schief getroffen, *VD.* = Vitrodentin. Vergrößerung = 10.
- „ 5. *Eryops megacephalus* COPE. Querschnitt durch die Basis eines kleineren Kieferzahnes.
P. = Pulpa, *PD.* = kürzere Plicidentinfalten, *PD.*₁ = längere Plicidentinfalten, welche nach aussen ohne scharfe Grenze in das umgebende Osteodentin *OD.* übergehen. *K.* = Kieferknochen, *VD.* = Vitrodentin, *VD.*₁ = Vitrotrabeculardentin der Falten. Vergrößerung = 18.
- „ 6. *Eryops megacephalus* COPE. Theil eines Querschliffs durch die Basis eines grossen Kieferzahnes.
P. = Pulpazipfel, *C.* = Cement, *VD.* = Vitrodentin, *VD.*₁ = Vitrotrabeculardentinbänder der Falten. Vergrößerung = 35.
- „ 7. *Eryops megacephalus* COPE. Theil eines Querschliffs durch die Basis eines grossen Kieferzahnes.
P. = Pulpazipfel, *P.*₁ = Pulpazipfel blindsackartig abgeschnürt. *VD.* = Vitrodentin, *VD.*₁ = Vitrotrabeculardentinband, *C.* = Cement, *G.* = Gefässkanäle im Längs- und Querschnitt. Vergrößerung = 35.

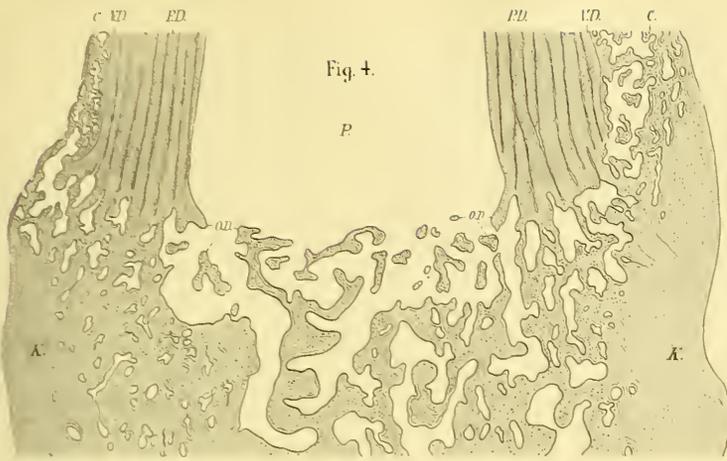


Fig. 4.

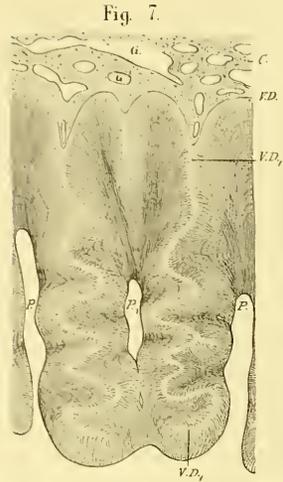


Fig. 7.

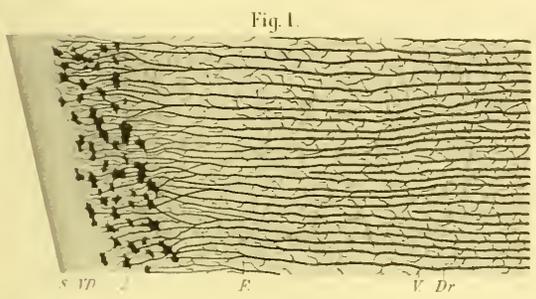


Fig. 1.

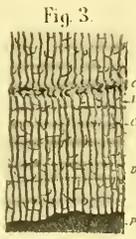


Fig. 3.

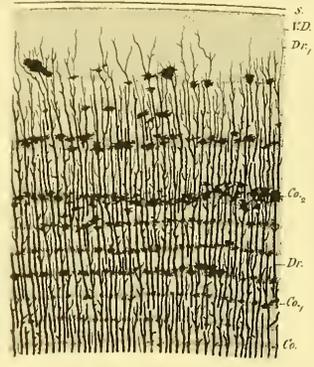


Fig. 2.

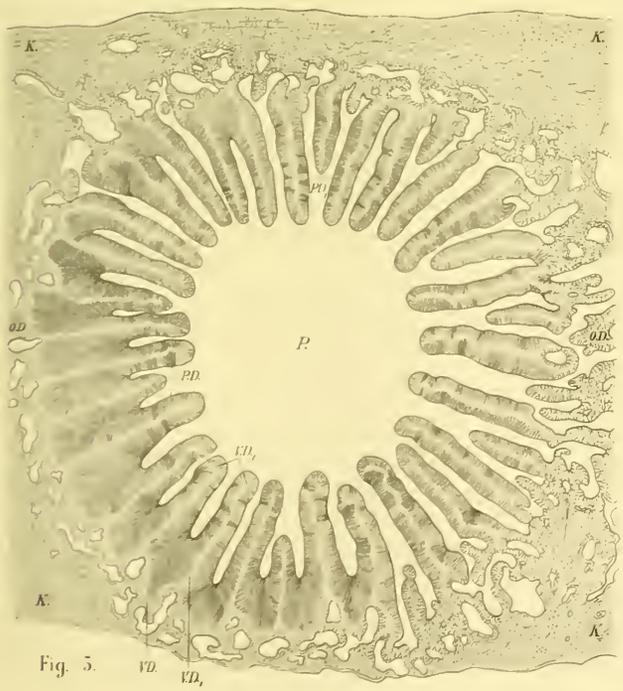


Fig. 5.

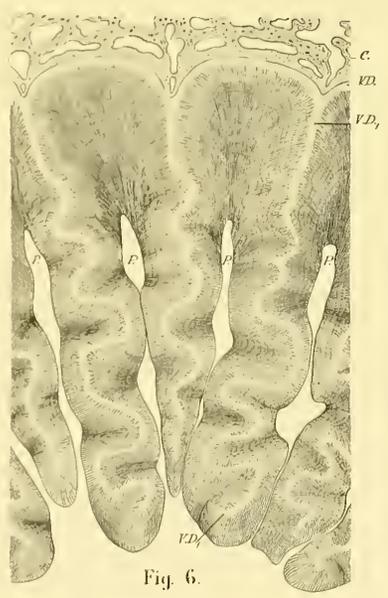


Fig. 6.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Palaeontographica - Beiträge zur Naturgeschichte der Vorzeit](#)

Jahr/Year: 1899-00

Band/Volume: [46](#)

Autor(en)/Author(s): Stickler L.

Artikel/Article: [Ueber den microscopischen Bau der Faltenzähne von Eryops megaeephalus Cope 85-94](#)