

Über einige Fragen der Gebissgestaltung

Ein Beitrag zur Festschrift zum 70. Geburtstag von Prof. Dr. HANS FISCHER

Von

BERNHARD PEYER, Zürich

Es freut mich, zur Festschrift für meinen Freund HANS FISCHER etwas beitragen zu dürfen, und ich danke den Veranstaltern für die freundliche Aufforderung.

Ein Beitrag zu einer Festschrift soll weder zu umfangreich noch zu belanglos sein. Glücklicherweise ergaben sich nun bei der während der letzten Jahre mit Unterstützung durch den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung durchgeführten Ausarbeitung einer Odontologie Befunde, deren Mitteilung, obwohl sie ein Spezialgebiet betreffen, doch von allgemein-biologischem Interesse sein dürfte.

Ich wähle zwei Beispiele aus, eines aus den Haien und Rochen, das andere aus den Reptilien. Die Chondrichthyes, d. h. die Haie im allerweitesten Sinne, besitzen in ihrer Mundhöhle in der Regel zweierlei Zähne, nämlich Gebisszähne, die manchmal einen komplizierten Zahnbau aufweisen und deren Zahnwechsel durch eine Zahnleiste beherrscht wird, und andererseits Zähnchen der Mundschleimhaut, deren Zahnbau, wie derjenige der Hautzähnen der Haifische, einfach bleibt und deren Zahnersatz, wie auch der Zahnersatz der Hautzähnen der Haifische, ohne sichtliche Regel erfolgt. Bei einigen Haien gingen nun die Zähnchen der Mundschleimhaut verloren. Sehr viele Gattungen und Arten besitzen indessen noch solche Mundschleimhautzähnen. Diese Tatsache geriet jedoch so sehr in Vergessenheit, dass von ihr in den meisten odontologischen Darstellungen neueren Datums überhaupt nicht mehr die Rede ist.

Im folgenden brauche ich, der besseren Verständlichkeit halber, den Ausdruck Haie im systematischen Sinne von Chondrichthyes, d. h. von haifischartigen Fischen im allgemeinen.

Bei den Haien in diesem Sinne dauert der Zahnersatz in unerschöpflicher Fülle das ganze Leben hindurch an. Die Anzahl der Ersatzzahngenerationen ist übrigens nicht genauer bekannt und für die einzelnen Gattungen jedenfalls verschieden. Ein Ersatzzahn wird nun nicht an der Stelle, wo er angelegt wird, später auch funktionieren, sondern er muss den Ort, wo er auf dem Kiefer fixiert wird und seine Funktion aufnehmen kann, durch eine von innen (lingual) nach aussen (labial) gerichtete Dislokation erreichen. Durch welche Kräfte diese Verschiebung bewirkt wird, ist

nicht sicher ermittelt. Meist wird angenommen, es handle sich um Zug, während W. WARWICK JAMES (1953) dafür den Wachstumsdruck der zwischen den Zahnanlagen gelegenen ektodermalen Zellen verantwortlich macht.

Abb. 1, ein Querschnitt durch einen Kiefer des Haies *Mustelus*, zeigt nun, wie ein Zahn, wenn er ausgedient hat, die Verbindung mit seinem natürlichen Untergrund verliert und buchstäblich aufs Pflaster gerät, nämlich auf das Pflaster der Hautzähnnchen der allgemeinen Körperbedeckung.

Der Ersatzzahn hat bei seiner Anlage noch nicht die Orientierung, die er bei der Aufnahme seiner Funktion haben muss. Im Falle von *Mustelus* (Abb. 1) und von *Rhina* (Abb. 2) wird die erforderliche Stellungsänderung durch eine grössere Anzahl von Änderungen kleineren Ausmasses erreicht, in anderen Fällen, z. B. bei *Hexanchus* (siehe Abb. 3) gleichsam erst im letzten Moment und nahezu auf einmal vollzogen, wobei der Ersatzzahn über den Kieferrand hinwegturnen muss, bevor er an der Aussenfläche des Kieferknorpels fixiert werden kann; siehe Abb. 3 und 4.

Abb. 5 bietet insofern eine willkommene Ergänzung zu den Querschnittsbildern Abb. 1 und 2, als sie eine Aufsicht auf das interessante Grenzgebiet wiedergibt, in welchem die Gebisszähne und die Hautzähnnchen der allgemeinen Körperbedeckung einander unmittelbar benachbart sind.

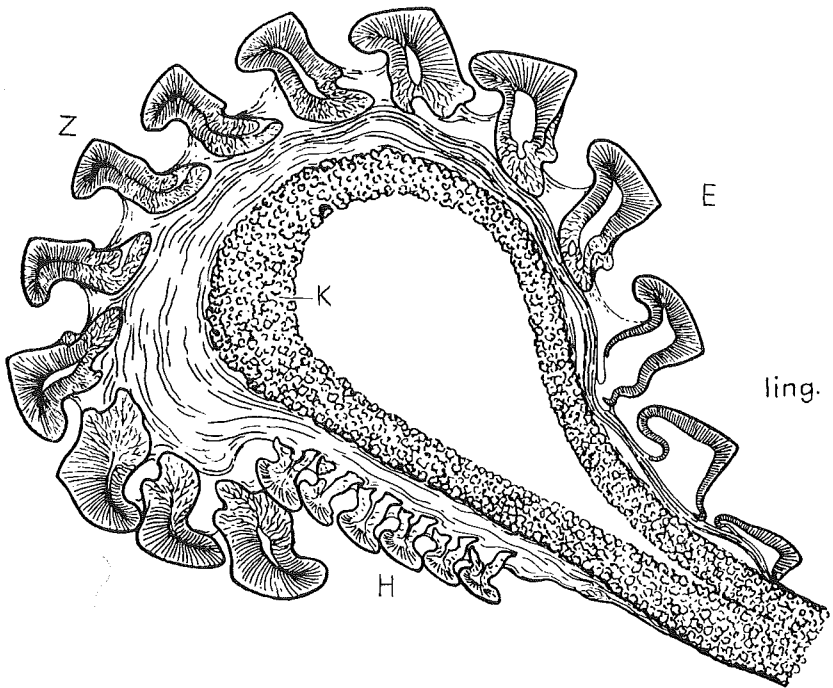


Abb. 1. Querschliff durch den Unterkiefer des Haifisches *Mustelus*. Trocken konserviertes Kieferskelett; deshalb fehlen die Zähnnchen der Mundschleimhaut, welche am lebenden Tier (im Bilde rechts) auf die jüngsten Ersatzzähne folgen würden. H, Hautzähnnchen; Z, funktionierende Zähne; E, Ersatzzähne verschiedenen Alters; K, Verkalkungen des Kieferknorpels. Beim Trocknen wurde der Kiefer etwas deformiert. Vergr. ca. 13×. Nach H. LANDOLT (1947).

Dies erlaubt zunächst einmal eine Beurteilung des Grössenunterschiedes der vordersten (in der Regel grössten) Gebisszähne und der Hautzähnen. Da die Grösse der Gebisszähne meist gegen den Kieferwinkel hin abnimmt, verringert sich demgemäss für die weiter hinten gelegenen Gebisszähne auch die Grösse des genannten Unterschiedes. Bei *Mustelus* ist der Grössenunterschied von Gebisszähnen und Hautzähnen so klein, dass es möglich wurde, auf einem und demselben Schnittpräparat von mässiger Grösse Gebisszähne, Hautzähnen und Mundschleimhautzähnen photographisch wiederzugeben.

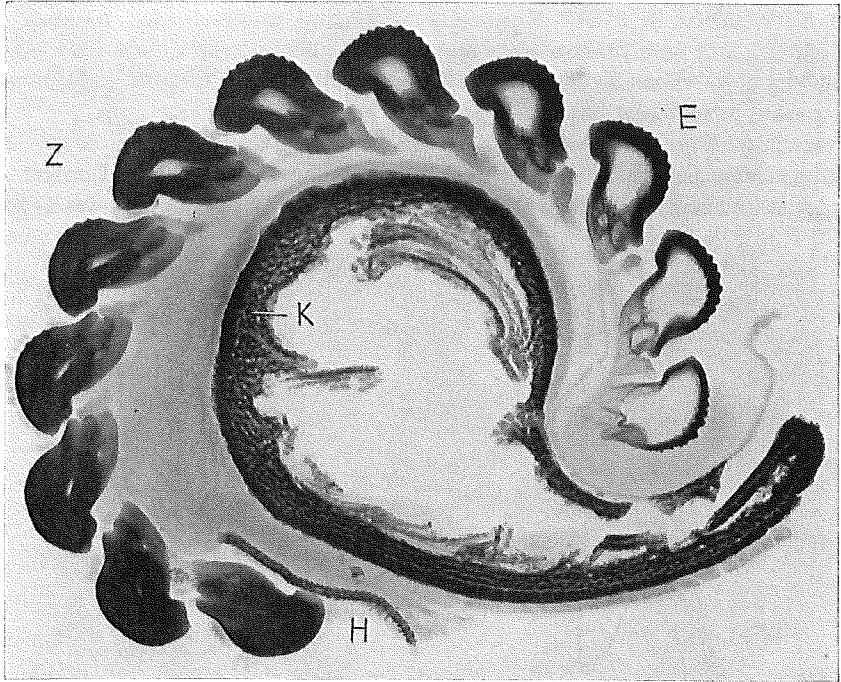


Abb. 2. Querschnitt durch den Unterkiefer des Rochens *Rhina*. Trocken konserviertes Kieferskelett; deshalb fehlen, wie in Abb. 1, die Zähnen der Mundschleimhaut, welche sich (im Bilde rechts) wahrscheinlich am lebenden Tier an die jüngsten Ersatzzähne anschlossen. Röntgenaufnahme. Wie in Abb. 1, so hat auch hier der älteste funktionierende Zahn die Verbindung mit seinem natürlichen Untergrund verloren und ist auf das Pflaster der Hautzähnen geraten. H, Hautzähnen, Z, funktionierende Zähne; E, Ersatzzähne verschiedenen Alters; K, Verkalkungen des Kieferknorpels. Vergr. $2,4\times$.

In Abb. 5 sind die schon auf das Pflaster der Hautzähnen gelangten Gebisszähne alle ungefähr gleich gross. Ein geringfügiger Gangunterschied im Entwicklungsgrad der Ersatzzähne benachbarter Querreihen kann hier vernachlässigt werden.

Bedeutsamer als die genannten Grössenbeziehungen ist der Umstand, dass das Aufsichtsbild Abb. 5 auch die Art des Zahnwechsels der Hautzähnen, die vom Zahnwechsel der Gebisszähne durchaus verschieden ist, klar erkennen lässt. Die ohne eine erkennbare Gesetzmässigkeit der Anordnung völlig regellos über die ganze Fläche hin verteilten Lücken entsprechen nämlich Stellen, an denen ein Zahnersatz

im Gange ist. Dies konnte durch zahlreiche Befunde bei anderen Gattungen gezeigt werden. Hinsichtlich der Dokumentierung dieser Ergebnisse, sowie hinsichtlich der Histologie und der topographischen Verhältnisse des Ersatzes der Mundschleimhautzähnen und der Hautzähnen der Haie muss auf das Bildermaterial meiner noch nicht publizierten Odontologie verwiesen werden.

Die bisherigen Ausführungen dienten namentlich dazu, den Leser etwas mit den Zahnverhältnissen der Haie und insbesondere von *Rhina* bekannt zu machen. Der Grund, warum dieser Rochen als eines der wenigen Beispiele ausgewählt wurde, die in meinem Beitrag behandelt werden, liegt darin, dass sich dieses Tier von all seinen Verwandten in einer Hinsicht grundlegend unterscheidet, nämlich darin, dass sich bei ihm eine präzise Occlusion oberer und unterer Zähne (das heisst ein bei Kieferschluss enger Kontakt zwischen den Zähnen der oberen und der unteren Gebisspartie) ausgebildet hat.

Dieser enge Kontakt bildete sich jedoch auf völlig andere Weise heraus als bei den Säugetieren. Bei diesen kam er dadurch zustande, dass obere und untere Zähne in langer stammesgeschichtlicher Entwicklung sich formal so aneinander anpassen,

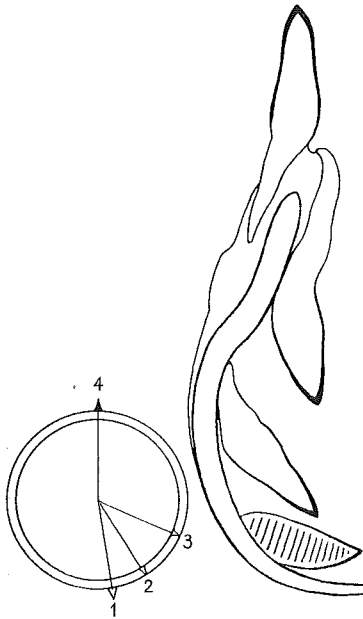


Abb. 3. Schematische Darstellung des Zahnersatzes in einem Querschnitt durch den Unterkiefer des Haifisches *Hexanchus*. 1—3, Ersatzzähne; 4, der funktionierende Zahn. Das Kreischema zeigt das verschiedene Ausmass der aufeinanderfolgenden Stellungenänderungen der Ersatzzähne.

Nach H. LANDOLT (1947).

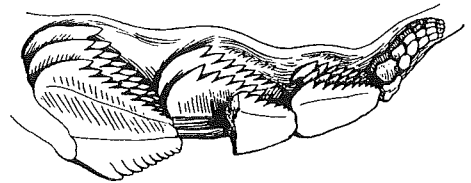


Abb. 4. Innenansicht des Unterkiefers des Haifisches *Hexanchus*. Im Bilde links eine der grossen vorderen Zahnplatten, rechts die kleinen, nahe dem Mundwinkel gelegenen Zähne. Die Zahnplatte, deren eine Hälfte weggebrochen ist, stand gerade im Begriffe, sich über den Kieferrand hinwegzuschieben, um sich mit ihrem hohen Sockel der Aussenfläche des Kiefers anzulegen. Ca. $\frac{1}{2}$ nat. Gr. Nach H. LANDOLT (1947).

dass Vorsprünge oberer Zähne in Vertiefungen unterer Zähne Raum fanden und umgekehrt. Beim Rochen *Rhina* dagegen kam die zwangsläufige gute Occlusion durch bestimmte Verbiegungen der Fläche des zahntragenden Areales zustande, nicht durch Formgestaltung der einzelnen Zähne.

Hinsichtlich der Untersuchung von *Rhina* sei hier nachgetragen, dass diese Arbeit von dem eidg. dipl. Zahnarzt VIKTOR ZSCHOKKE begonnen wurde, der sie leider nicht zu Ende führen konnte, trotzdem er schon vorzügliche Resultate erreicht hatte, die ich hier mit seinem Einverständnis veröffentliche.

Zwischen der basalen Fläche der Zähne und dem Kieferknorpel bildeten sich nämlich an den Stellen, welche den vorspringenden Wülsten entsprechen, bindegewebliche Widerlager aus, die zur Hauptsache den Vorsprung bedingen. Dass die Zähne selber an den vorspringenden Stellen etwas grösser sind (siehe Abb. 6) ist für das Gesamterief nicht von Bedeutung.

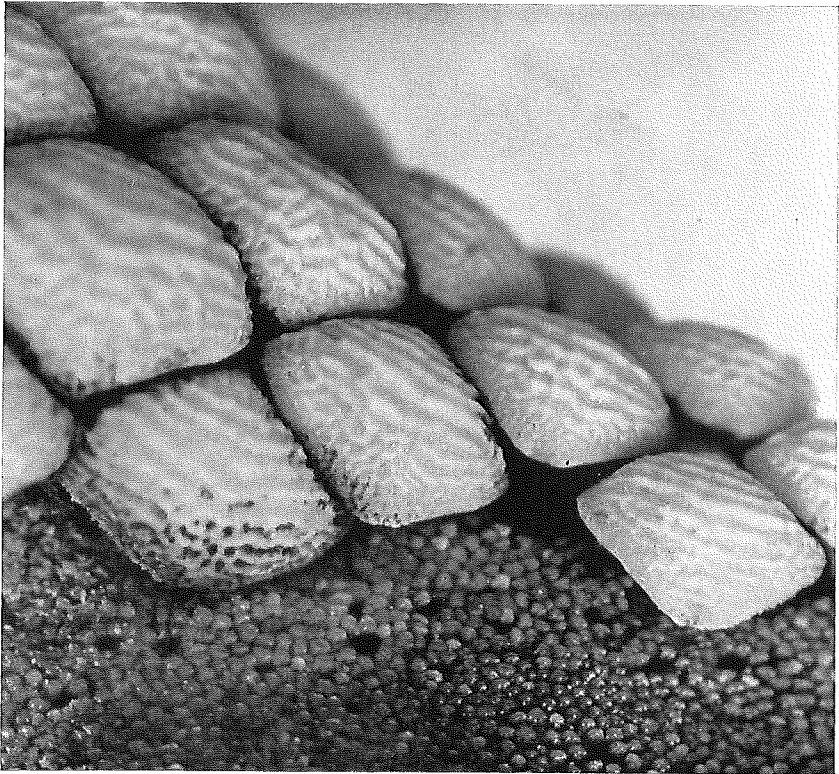


Abb. 5. Partie aus einer Ansicht des Unterkiefers des Rochens *Rhina* (von unten). Das Bild zeigt das Gebiet, in welchem die Gebisszähne und die Zahnchen der Körperhaut unmittelbar aneinander grenzen. Man beachte den Grössenunterschied zwischen Hautzahnchen und Gebisszähnen sowie die Anordnung der Hautzahnchen, aus welcher sich die Art ihres Zahnersatzes erschliessen lässt; siehe Text.

Im allgemeinen verschlingen die Haie ihre Beute unzerkleinert. Dafür genügen spitze, rückwärts gekrümmte Zähne, die dazu dienen, die gefasste Beute festzuhalten und in die Speiseröhre zu befördern. Die Schalenknacker unter den Haien vollziehen wohl keinen eigentlichen Kauakt, sondern mehr nur ein Zerquetschen. In diesem Sinne lassen sich auch die Verhältnisse bei *Rhina* zwanglos als Spezialfall von Schalenknacker deuten.

Hier sei nur hervorgehoben, dass sich der Occlusionsmechanismus von *Rhina* zur Hauptsache wohl erst während der postembryonalen Entwicklung herausbildet und akzentuiert, denn bei jungen, nicht bestimmten, aber sichtlich zur Gruppe von *Rhina* gehörenden Rochen von 34 mm Gesamtmundbreite (siehe Abb. 7) ist der mittlere vorspringende Wulst des Unterkiefers noch sehr flach.

Was nun die Form der einzelnen Zähne von *Rhina* anbetrifft, so ist eine scharfe

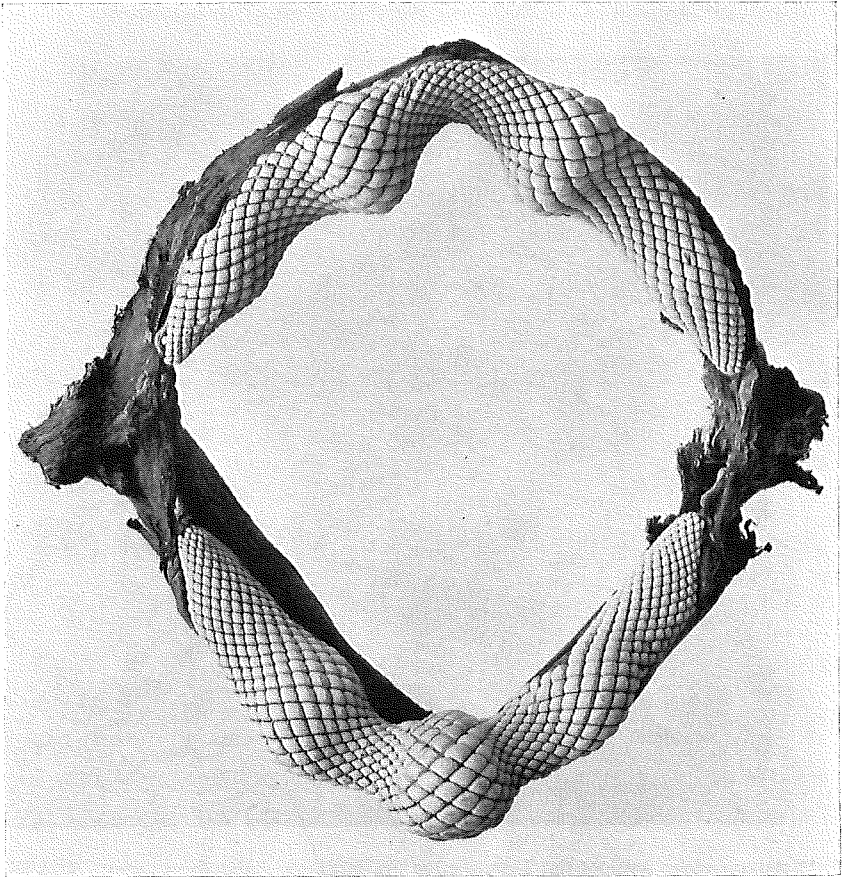


Abb. 6. Ober- und Unterkiefer des Rochens *Rhina*. Bei Kieferschluss fügt sich die mittlere vorspringende Partie des Unterkiefers genau in die entsprechende Vertiefung im Oberkiefer ein. Ebenso passen die weniger markanten seitlichen Vorsprünge und Vertiefungen aufeinander. Ca. $\frac{3}{4}$ nat. Gr.

Spitze, wie sie z. B. die Zähne des Nagelrochens *Raja clavata* noch besitzen, nicht mehr vorhanden. Funktionell entspricht der Zustand etwa demjenigen von *Mustelus*.

Der Zeitpunkt der Herausbildung der präzisen Occlusion bei *Rhina* stimmt nun — das sei nachdrücklich hervorgehoben — überein mit dem Zeitpunkt der Ontogenese, zu welchem sich ähnliche Anpassungen an die Härte der Nahrung einzustellen pflegen. Dies gilt nicht nur für Haie, sondern auch für Knochenfische (Osteichthyes) und für Reptilien, wo in allen diesen Fällen die genannten Anpassungen sich erst postembryonal herausbilden. Derartige Feststellungen können zur Zeit nur ein rein theoretisches Interesse beanspruchen. Es erscheint mir jedoch nicht ausgeschlossen, dass auch solche Probleme, wenn auch wohl erst in ferner Zukunft, durch experimentelle Forschung einer Lösung nähergebracht werden könnten. Zur Zeit ist die Vererbungsforschung, namentlich in ihrem experimentellen Sektor, durch wichtigere und aussichtsreichere Aufgaben vollauf in Anspruch genommen.

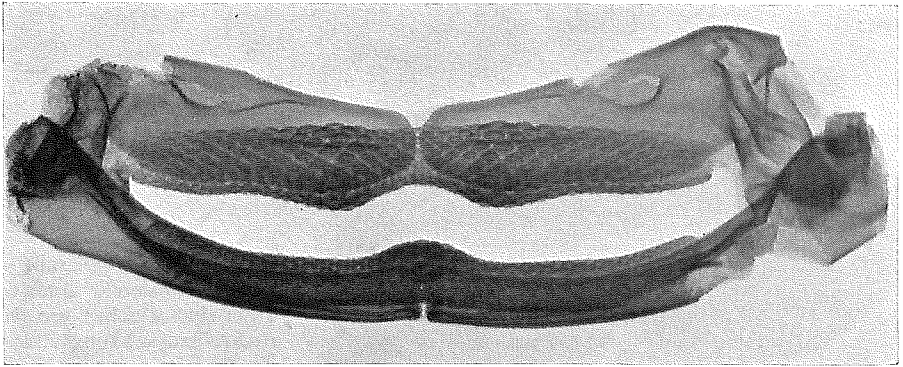


Abb. 7. Gebiss eines nicht genauer bestimmbar, *Rhina*-ähnlichen Rochens von ca. 34 mm Mundbreite. Bei diesem zweifellos sehr jungen Exemplar sind die vorspringenden Wülste und die Einbuchtungen noch weniger ausgeprägt als an dem Exemplar Abb. 6, dessen Mundbreite schätzungsweise über 100 mm beträgt; siehe Text.

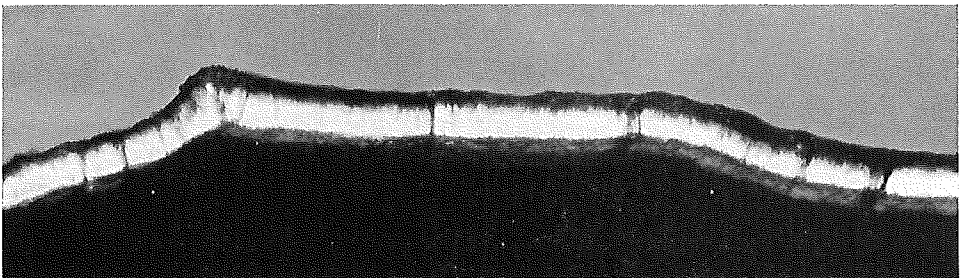


Abb. 8. Horizontalschliff durch einen Zahn eines räuberischen Sauriers aus dem Rhät von Hallau. Das Bild zeigt, wie der Verlauf der Dentin-Schmelzgrenze genau der Skulpturierung der Oberfläche des Schmelzes folgt. Vergr. 94 × .

Zu meinem zweiten Beispiel kann ich mich kürzer fassen. Es betrifft lediglich einen Unterschied im Verlauf der Grenze zwischen Zahnbein und Schmelz, wie er aus den Schliffbildern Abb. 8 bis 11 ersichtlich ist.

Abb. 8, ein Horizontalschliff durch den Zahn eines räuberischen Sauriers aus dem

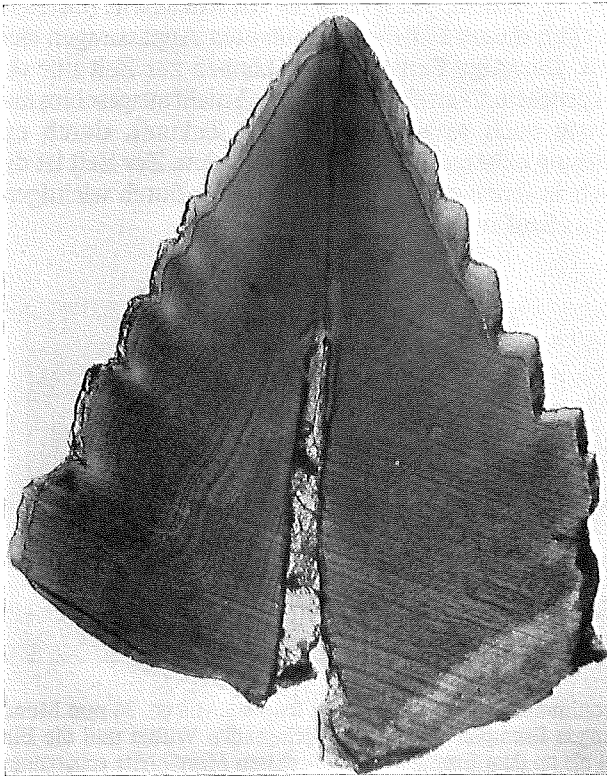


Abb. 9. Die Abbildung gibt einen Vertikalschliff durch einen Zahn eines gleichartigen räuberischen Sauriers von Hallau wieder. Sie zeigt, dass auch in diesem Falle der Verlauf der Dentin-Schmelzgrenze der oberflächlichen Skulpturierung des Schmelzes genau entspricht. Vergr. 37 \times .

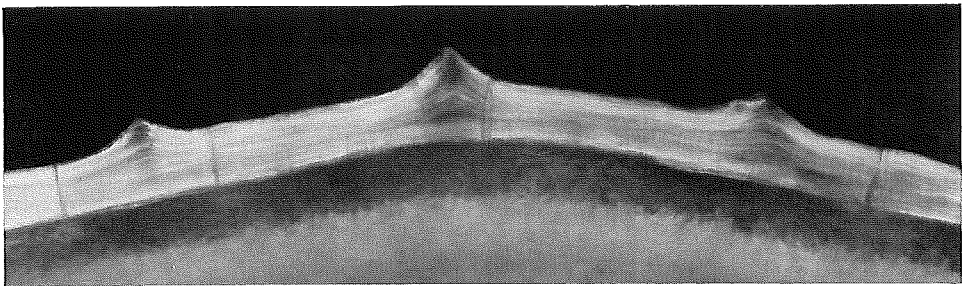


Abb. 10. Im Gegensatz zu den in Abb. 8 und 9 wiedergegebenen Fällen zeigt Abb. 10, ein Horizontalschliff durch einen Zahn eines rezenten *Krokodiliers*, eine von der Skulpturierung der Schmelzoberfläche völlig unabhängige Gestaltung der Dentin-Schmelzgrenze. Diese verläuft nämlich eben, ohne durch die feinsten Rippenbildungen an der Oberfläche des Schmelzes beeinflusst zu werden.

Vergr. 94 \times .

Rhät von Hallau, zeigt, dass in diesem Falle der Verlauf der Dentin-Schmelzgrenze durchaus der Skulpturierung der Schmelzoberfläche entspricht, das heisst, dass, wo z. B. eine vertikale Schmelzrippe kräftig vorspringt, auch die Dentin-Schmelzgrenze diesem Vorspringen folgt. Es gibt zwar sehr viele Fälle, die das gleiche Verhalten viel drastischer zeigen als der abgebildete Schliff; allein es war mir leider nicht mehr möglich, davon Schriffe und von den Schriffen photographische Aufnahmen herzustellen. Zur Demonstrierung des zu behandelnden Unterschiedes dürften jedoch die Abb. 8 und 9 genügen.

Ganz anders liegen die Verhältnisse in dem in Abb. 10 wiedergegebenen Horizontalschliff durch den Zahn eines rezenten Krokodiliers. Er zeigt nämlich, dass in diesem Falle die Dentin-Schmelzgrenze nicht genau mit der Skulpturierung der Schmelzoberfläche übereinstimmt, sondern völlig eben verläuft, ohne sich gleichsam darum zu kümmern, dass oberflächlich eine überaus zarte Schmelzrippe vorspringt. Ähnliches findet sich bei Ichthyosauriern; siehe Abb. 11. Leider war es mir nicht

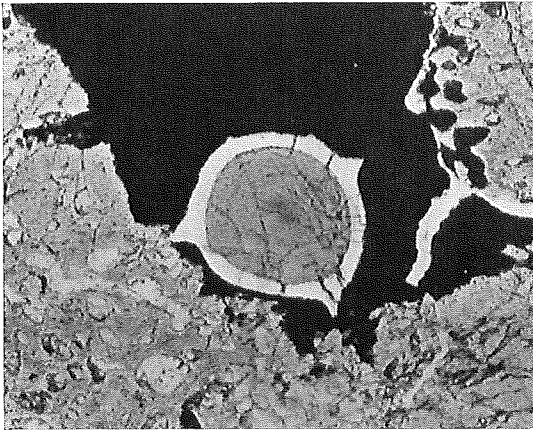


Abb. 11. Horizontalschliff unmittelbar unter der Spitze eines sehr kleinen *Ichthyosaurierzahnes* aus dem Lias von Holzmaden. Die drei im Querschliffbild bedeutend vorspringenden Partien entsprechen überaus zarten, auf die Zahnspitze beschränkten Rippen. Der Verlauf der Dentin-Schmelzgrenze wird hierbei von den oberflächlichen Bildungen nicht beeinflusst. Vergr. 13 ×.

(Nach A. BESMER, 1947.)

möglich nachzuprüfen, ob die oberflächliche Runzelung des Schmelzes, wie sie z. B. beim Gorilla eine Rolle spielt, den Verlauf der Dentin-Schmelzgrenze beeinflusst oder nicht.

Wie haben wir uns nun die genbedingte Festlegung des arttypischen Verlaufes der Dentin-Schmelzgrenze sowie den Zeitpunkt des Eingreifens der Gene vorzustellen?

Fragen dieser Art sind gegenwärtig sicher ohne jede praktische Bedeutung. Trotzdem halte ich es nicht für völlig nutzlos, sie sich wenigstens vorzulegen, wenn auch zur Zeit noch keinerlei Möglichkeit einer Lösung besteht, denn sie zeigen in reizvoller Weise, dass selbst kleine Einzelheiten eines entlegenen Spezialgebietes sich in einen gewissen Zusammenhang mit allgemeineren biologischen Erkenntnissen bringen lassen.

