

# Die Herstellung von Schädel- und Zahnmodellen als Lehrmittel mit Hilfe von Tonmodellen und der Hohlgußtechnik

Creation of Skull and Teeth clay models and their hollow-cast-reproduction for Educational  
and Exhibitional purposes

von  
Friedrich SATTLER, Wien\*

SATTLER, F. 1984. Die Herstellung von Schädel- und Zahnmodellen als Lehrmittel mit Hilfe von Tonmodellen und der Hohlgußtechnik. – Beitr. Paläont. Österr. 11:21–33, Wien 1984.

**Z u s a m m e n f a s s u n g** Für Lehrzwecke und Ausstellungen werden Modelle verschiedener Schädeltypen nach Skizzen fossiler Schädelreste (z. B. Amphibien und Reptilien), sowie stark vergrößerte Modelle von Kleinsäugerzähnen und Abgüsse seltener Originale in Hohlgußtechnik hergestellt. Anfertigung eines Abgußmodelles aus Modellierton. Härten des Tonmodelles durch Fixativ spray. Anfertigung von Negativformen aus Silicon und Aufgießen eines durch Verbandmull stabilisierten Gipsmantels. Vervielfältigung der Modelle und seltener Originale in Hohlgußtechnik: Gießen (Laminieren) der Lehrbehelfe und Schaustücke aus Steinkleber (Polyesterharz) mit Zusatz von Füllmittel (Sand) und Verstärkung durch Glasfasern.

Einfärben des gewünschten Farbtons durch Erdfarben in der Negativform. Nacharbeitung der Gießlinge und Entfernen der Grate.

Das Ergebnis dieser hier beschriebenen Methode wird durch Abbildungen dokumentiert.

**S u m m a r y** A methodology to provide hollow cast reproduction from clay models of different skull types of fossil Amphibia and Reptilia, enlarged models of micro-mammal teeth and seldom skulls of recent mammals for educational and exhibitional purposes is described step by step.

Primarily clay models are created using sketches or drawings of fossil skulls, or by binocular help from originals of micromammal teeth. These clay models are specially dried and hardened by a fixative spray. The negative moulds are produced by silicon and stabilized by an out shell made of plaster. The casting is done with a polyester resin by a lamination technique resulting in hollow casts, which are coloured already in the negative form. The methodology is also illustrated step by step with different examples.

## Vorwort

Die hier vorgestellten Rekonstruktionsmodelle nach Zeichnungen fossiler Schädelreste von Amphibien, Reptilien und die stark vergrößerten Modelle von Kleinsäugerzähnen dienen als Lehrbehelfe bei Vorlesungen, Praktika und als Schauobjekte bei Ausstellungen. Es ist dadurch möglich, die verschiedenen Schädel- und Zahn-Typen in den einzelnen Entwicklungsstufen nebeneinander in beliebiger Zahl zu zeigen. Auch von rezenten Schädeln, welche Seltenheitswert besitzen, weil sie von Tieren stammen, die heute nur mehr in sehr geringer Zahl in Naturschutzgebieten leben (wie z. B. *Daubentonia madagascariensis*), von denen aber in Sammlungen mazerierte Skelette vorhanden sind, können durch die Hohlgußtechnik sehr naturgetreue Nachbildungen angefertigt werden. Sie tragen als Demonstrationsobjekte durch ihre plastische Darstellung, in Zusammenhang mit den Abbildungen, zu einer wesentlich besseren Verständlichkeit bei.

Die Ausführungen der Reptil-Schädelmodelle wurden nach Skizzen und unter der Leitung von Prof. Dr. E. THENIUS durchgeführt.

Beim Modellieren der Modelle des *Euparkeria* und des *Cynognathus*-Schädels sowie der Säugetier-Zähne war Herr Doz. Dr. G. RABEDER als wissenschaftlicher Berater tätig. Herzlichen Dank möchte ich Herrn Prof. Dr. F. STEININGER und Herrn Doz. Dr. G. RABEDER für die Beratung bei der

\* Institut für Paläontologie der Universität Wien

Publikation und meinem Kollegen W. SIMETH für die intensive Mitarbeit beim Gießen bzw. Laminierten der Modelle sagen.

Photos: Ch. REICHEL, Institut für Paläontologie der Universität Wien.

## 1. Modellieren

Zur Anfertigung eines Abgußmodelles wird käuflicher Modellierton verwendet. Bei der Berechnung der Modellgröße ist eine ca. 10%ige Schrumpfung des Modelles mit einzubeziehen. Zuerst wird aus dem Ton die Grundform hergestellt; sobald diese den Maßen und dem Schädeltyp der vorgegebenen Skizze (Abb. 1) entspricht, kann mit der Einteilung der Knochengrenzen und Schädelöffnungen begonnen werden. Zu der Höhe des Gehirnschädels muß die Zahnhöhe dazugerechnet werden, da die Zähne später aus dem Gesamtblock herausgearbeitet werden. Die einzelnen Knochengrenzen werden zuerst mit einer Präpariernadel nur leicht vorgezeichnet, sodaß man immer wieder Korrekturen vornehmen kann. Sind die Knochengrenzen alle richtig eingezeichnet, werden diese mit einem spitzgeschliffenen Stichel von mindestens 3 mm Durchmesser fein säuberlich nachgezogen. Beim Trocknen des Modelles bleiben dann diese Linien (Knochengrenzen) trotz Schrumpfung des Modelles gut sichtbar. Knochenplatten, die man besonders kennzeichnen will, können durch ein anderes Muster oder durch Einfärben gegenüber den anderen Knochenplatten hervorgehoben werden.

Schädelöffnungen (Nasenöffnung, Augenhöhlen, Schläfenöffnungen, Gaumen- und Hinterhauptloch) werden im Modell ca. 3–5 mm vertieft, wodurch in der Negativform Erhöhungen entstehen. (Diese Höhe entspricht dann ungefähr der Materialstärke des laminierten Schädels.)

Nach Beendigung der täglichen Arbeit stülpt man am besten einen Plastikeimer über das Modell, um es vor vorzeitiger Austrocknung zu bewahren.

Ist die Arbeit am Oberschädel beendet, so wird dieser mit einer dünnen Plastikfolie bedeckt, das Modell umgedreht und in eine vertiefte Styroporplatte gelegt, damit die Arbeit am Gaumen und an den Zähnen fortgesetzt werden kann. Mit der Spachtel wird zuerst die Vertiefung des Gaumens herausgeschnitten und ein nach der Zahnstärke erforderlicher Außensockel stehengelassen. In diesen Sockel werden mit der Präpariernadel die Umrisse der Zähne eingezeichnet. Mit einer feinen Spachtel, einer Präpariernadel und einem Pinsel werden die Zähne vorsichtig und genau herausgearbeitet. Ist das gesamte Modell fertig ausmodelliert und bei der Kontrolle für richtig befunden worden, kann mit der Vorbereitung zur Trocknung des Schädels begonnen werden.

Es wird ein Stück Styropor zwischen die Zahnreihen in den Gaumen eingepaßt, die Styroporplatte muß etwas höher als die Zähne sein. Nun wird die Styroporplatte in den Gaumen eingelegt und der Schädel umgedreht. Wenn nötig, können jetzt noch am Schädeldach Korrekturen durchgeführt werden. Man gibt ein mit Plastikfolie überzogenes Dreiecksgestell über den Schädel und läßt das Modell nun sehr langsam austrocknen, um Risse zu vermeiden. Ist das Modell ausgetrocknet, wird es 2 bis 3 mal mit Fixativspray besprüht; die erste und die zweite Sprühung ziehen sehr stark in das Tonmodell ein, wodurch die nötige Festigkeit erreicht wird, um davon eine Silicon-Negativform herzustellen. (Fixativspray ist im Farbenhandel erhältlich und wird im allgemeinen zur Imprägnierung von Aquarellen verwendet.) (Taf. 1, Fig. 1a–c).

Bei Kleinsäuger-Zähnen wird das Ton-Modell direkt – unter Verwendung eines Binokulars – nach dem Objekt geformt, die weiteren Arbeitsgänge verlaufen nach dem oben beschriebenen Arbeitsverlauf.

Das mit dem Fixativspray gehärtete und trockene Modell wird dann noch mit einer Waschbenzin-Vaselinlösung eingepinselt. Wenn diese Lösung verdunstet ist, wird das Modell bis zur gewünschten oder erforderlichen Trennungslinie in Plastilin eingebettet. Nun kann Siliconpaste (z. B. RTV 50) aufgetragen oder dünnflüssiges Silicon (z. B. RTV 30) aufgegossen werden. Wenn es erforderlich ist, kann das Silicon mit Baysilonöl verdünnt werden und wird dann mit einem Pinsel aufgetragen, wodurch die Bildung von Luftblasen in der Form weitgehend verhindert wird. Über die trockene Siliconform wird eine Gipsschale oder ein Gipsmantel mit Paßnoppen gegossen. Dadurch kann sich die Form nicht verziehen und bleibt stabil. Nach Trocknung des Gipsmantels wird das Objektiv umgedreht und nach den gleichen Arbeitsschritten die zweite Hälfte der Negativform hergestellt (Taf. 1, Fig. 2, 3; Taf. 3, Fig. 3, 4).

Zur Anfertigung des Gipsmantels eignen sich am besten Hartgipse, wobei der Materialverbrauch sehr gering ist. Bei einer Wandstärke von ca. 5 mm und durch Einlegen von Verbandmull (Gaze) erreicht der Gipsmantel eine hohe Bruchfestigkeit.

## 2. Hohlgußtechnik

Voraussetzung für sehr gute Schädel-Hohlguße ist eine präzise Negativform. Bei der hier beschriebenen Hohlgußtechnik werden Klappformen verwendet, wobei die Siliconform und der Gipsmantel (Gipsschale zur Stabilisierung der Form) aus mehreren Teilen bestehen können, um eine leichtere Entformung des Hohlgußes nach der Aushärtung zu ermöglichen (Taf. 1, Fig. 2, 3; Taf. 3, Fig. 3, 4). Zum Gießen bzw. Laminieren der Schädeltypen und Zähne werden Polyesterharze verwendet (Steinkleber, Akemi universal, Marmorkitt 1000), Styrol zur Verdünnung, Härter, Füllmittel (Sand), Glasfasermatten und Erdfarben.

Zur Viskosität des Steinklebers siehe SATTLER (1975).

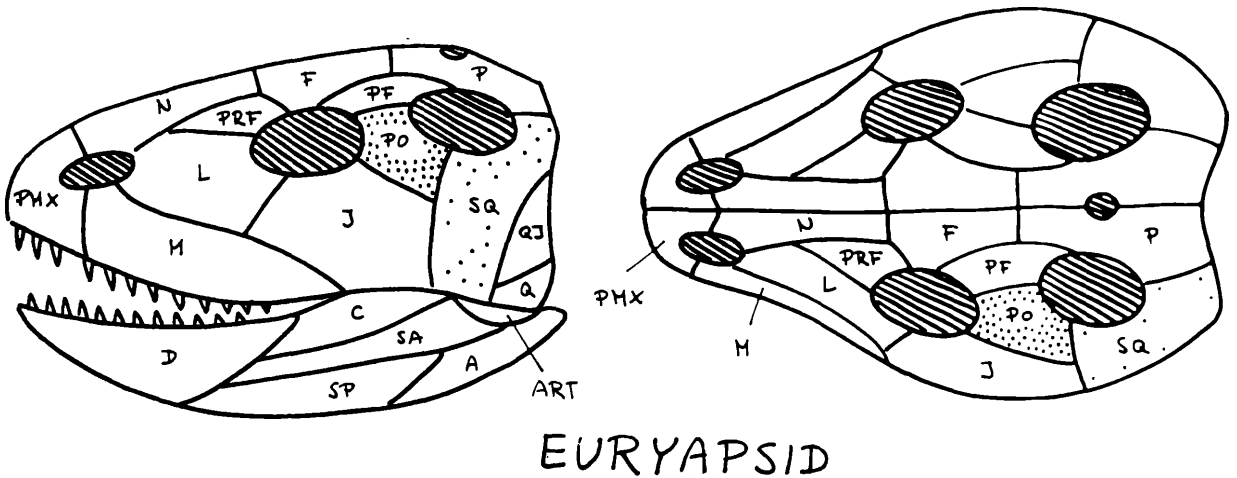


Abb. 1: Skizze für das euryapside Schädelmodell (Taf. 4, Fig. 1)

Sollen Einzelheiten, z. B. Knochenplatten (siehe Abb. 1, Taf. 4, Fig. 1) – z. B. Postorbitale und Squamosum – durch Färbung hervorgehoben werden, erfolgt dies durch Auftragen der Erdfarben mit Pinsel in die Negativform. Das gleiche gilt auch für das Einfärben von Zahnzement und Zahnschmelz. Um beim Zahnschmelz eine ganz genaue Färbung zu erreichen, wird mit wenig verdünntem Steinkleber auf einem Stück Papier der gewünschte Farbton gemischt und mit dem Pinsel in die Zahnreihe eingebracht. Dadurch kommt jede Einzelheit beim Positiv völlig präzise zum Vorschein. Nach dem Auftragen der Farben wird verdünnter Steinkleber mit einem Pinsel in die Form aufgetragen. Dieser Arbeitsgang ist sehr wichtig, damit am Positivguß weder an der Oberfläche noch in den Untergreifungen oder Vertiefungen Luftblasen entstehen. Weiters wird Steinkleber, pur oder mit Füllmittel versetzt (z. B. Sand bis zu 50 %), durch Farbpasten für Polyesterharze und Erdfarben in den gewünschten Grundton gebracht, in seiner richtigen Konsistenz in die Form eingegossen, leicht geschwenkt und mit einem Pinsel gleichmäßig verteilt. Nun werden zerkleinerte Glasfasern mit dem Pinsel, welchen man immer wieder in den Steinkleber eintaucht, in die gesamte Form einlaminiert. Bei Brukenknochen, Spangen, Jochbogen und dergleichen, auch bei ganz zarten Schädeln, legt man Glasfasern in der erforderlichen Länge ein, wodurch eine sehr hohe Stabilität erreicht wird (s. Taf. 2, Fig. 1–3; Taf. 3, Fig. 1–2) (*Euparkeria*, *Cynognathus*, *Daubentonia*).

Ist nun der gesamte Hohlraum mit Glasfaser belegt und diese mit Steinkleber festgedrückt, entfernt man mit einer Spachtel die Glasfasern auf den Erhöhungen (Schädelöffnungen) in der Negativform. Der restliche Steinkleber wird nun in eine Formhälfte eingegossen, einen Rest gibt man auf ein Stück Papier, um die Aushärtung des Harzes zu kontrollieren. Die Form wird nun geschlossen und in allen

Richtungen sehr langsam (exzentrisch) solange geschwenkt, bis der Steinkleber, der zur Kontrolle auf dem Papier aufgetragen wurde, nicht mehr fließt.

Diese hier beschriebene Arbeitsmethode ist sehr rationell und kann nach Einarbeitung von einem Zwei-Mann-Team ohne großen Aufwand in allen Hohlgußtechniken durchgeführt werden.

Durch das vorhin erwähnte Entfernen der Glasfasern von den Erhöhungen (Öffnungen) in der Negativform entsteht durch das Schwenken der Form nur ein ganz dünner oder überhaupt kein Grat, dieser kann dann bei der Nachbearbeitung sehr leicht entfernt werden.

Am besten bewährte sich bei der Nachbearbeitung und Entfernung der Grate der Gießlinge ein Zahnarztbohrer oder eine flexible Welle, die man in eine Bohrmaschine, die ja in jeder Werkstatt erforderlich ist, einspannen kann. Hier werden Bohrer, Fräser, Trennschneider, Schmirgel- und Polierköpfe verwendet.

Mit diesen hier angeführten Werkzeugen ist es möglich, bis ins kleinste Detail eine sehr genaue Nachbearbeitung durchzuführen, sodaß beim fertigen Gießling kaum noch Trennungslinien oder Grate zu erkennen sind.

Dieser Auszug aus der Arbeitsmethode des Präparators soll zum Modellieren von Schädeln und Zähnen aus Modellierton und zur Duplizierung derselben mit Hilfe der Hohlgußtechnik anregen.

### 3. Material und Bezugsquellen

Modellierton, Spachtel, Präpariernadel, Stichel, Stützstab, Fixationsspray, Plastilin, Silicon, Baysilonöl, Vaseline (Trennmittel), Gips, Verbandmull (Gaze), Steinkleber „AKEMI universal Marmorkitt 1000, Styrol, Härter, Füllmittel (Sand), Erdfarben und Glasfaser.

Silicon	Formasil	RTV 30 Z
	Formasil Paste	RTV 55 Z
	Vernetzer	NL
	Baysilonöl	

Chemische Werke F. v. Furtenbach Ges. m. b. H  
2700 Wiener Neustadt, Neudörfler Straße 113–119.

AKEMI universal Marmorkitt 1000 (Steinkleber)

E. Höntsch Ges. m. b. H., Nürnberg, BRD

Verkauf in Österreich: Fa. I. Stessel, 1082 Wien, Lange Gasse 15–19.

### Literatur

KREBS, B. 1975. Pseudosuchia. —: O. KUHN (ed.)  
Hb. Paläoherpetol. 13, Thecodontia: 40–98, Stuttgart–New York (G. Fischer Verl.).

ROMER, S. 1966. Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. — 2. Aufl. Hamburg–Berlin (P. Parey-Verl.).

SATTLER, F. 1975. Färben und Gießen von Duplikaten (Mimoplastiken) aus „Rhodius“-Steinkleber in der Negativform. — Der Präparator 21, 1:16–19, Bochum.

Von der Schriftleitung angenommen am 30. Mai 1984.

## TAFELERLÄUTERUNGEN

## Tafel 1

Schädel-Modell von *Euparkeria capensis* BROOME (Pseudosuchia), Untere Trias von Südafrika, nach KREBS 1976.

Fig. 1. Tonmodell a: Lateralansicht, b: Dorsalansicht, c: Ventralansicht.

Fig. 2–3. Ober- und Unterteil der Negativ-Form aus Silicon mit Gipsmantel.

Maßstab: Foto/Modell ca. 1 : 1

## Tafel 2

Schädelmodelle aus Kunstharz, Glasfaser-verstärkt.

Fig. 1. Oberschädel von *Euparkeria capensis*.

a: Lateralansicht, b: Dorsalansicht, c: Ventralansicht

Fig. 2. Unterkiefer von *Euparkeria capensis*

a: Dorsalansicht, b: Lateralansicht

Fig. 3. Oberschädel von *Cynognathus* (Therapsida) aus dem O-Perm von Südafrika nach ROMER (1966).

a: Ventralansicht, b: Lateralansicht

Maßstab: Foto/Modell ca. 1 : 1

## Tafel 3

Abguß des Schädels von *Daubentonia madagascariensis* (Primates), rezent, Madagaskar.

Fig. 1. Kunstharz-Abguß des Oberschädels

a: Lateralansicht, b: Ventralansicht, c: Dorsalansicht

Fig. 2. Kunstharz-Abguß der Mandibeln.

a: rechte Mandibel von lateral, b: linke Mandibel von medial

Fig. 3. Dreiteilige Negativ-Form aus Silicon und Gipsmantel

Fig. 4. Silicon-Form der Gaumenseite

Vergrößerung: Fig. 1, 2 und 4: 1,4-fach, Fig. 3: 0,6-fach

## Tafel 4

Fig. 1. Kunstharz-Modell eines euryapsiden Reptil-Schädels.

a: Dorsalansicht, b: Lateralansicht

Fig. 2–6. Modelle von Säugetier-Molaren, Kauflächenansicht

Fig. 2–3: Linker  $M_1$  von *Arvicola* sp. (Rodentia)

Fig. 2: Tonmodell, Fig. 3: Kunstharzmodell

Fig. 4. Oberkiefer-Molar eines Pantotheriums aus dem Kimmeridge von Guimarota Leiria, Portugal (Original im Institut für Paläontologie der Freien Universität Berlin, mit freundlicher Genehmigung von Herrn Prof. Dr. B. KREBS).

Fig. 5.  $M^2$  sin. von *Desmana* cf. *pontica* (Insectivora) aus dem O-Miozän vom Eichkogel (Niederösterreich).

Fig. 6–7.  $M^1$  dext. von *Apodemus* sp. (Rodentia), rezent

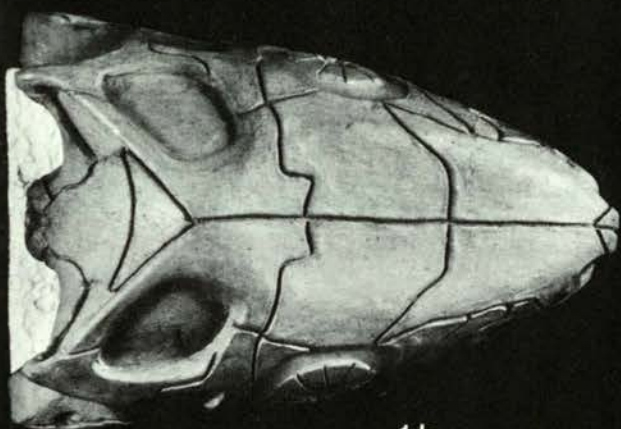
Fig. 6: Tonmodell, Fig. 7: Kunstharz-Modell

Vergrößerung: Foto/Modell Fig. 1–3, 6–7: 1,2-fach, Fig. 4–5: 1-fach.





1a



1b



1c



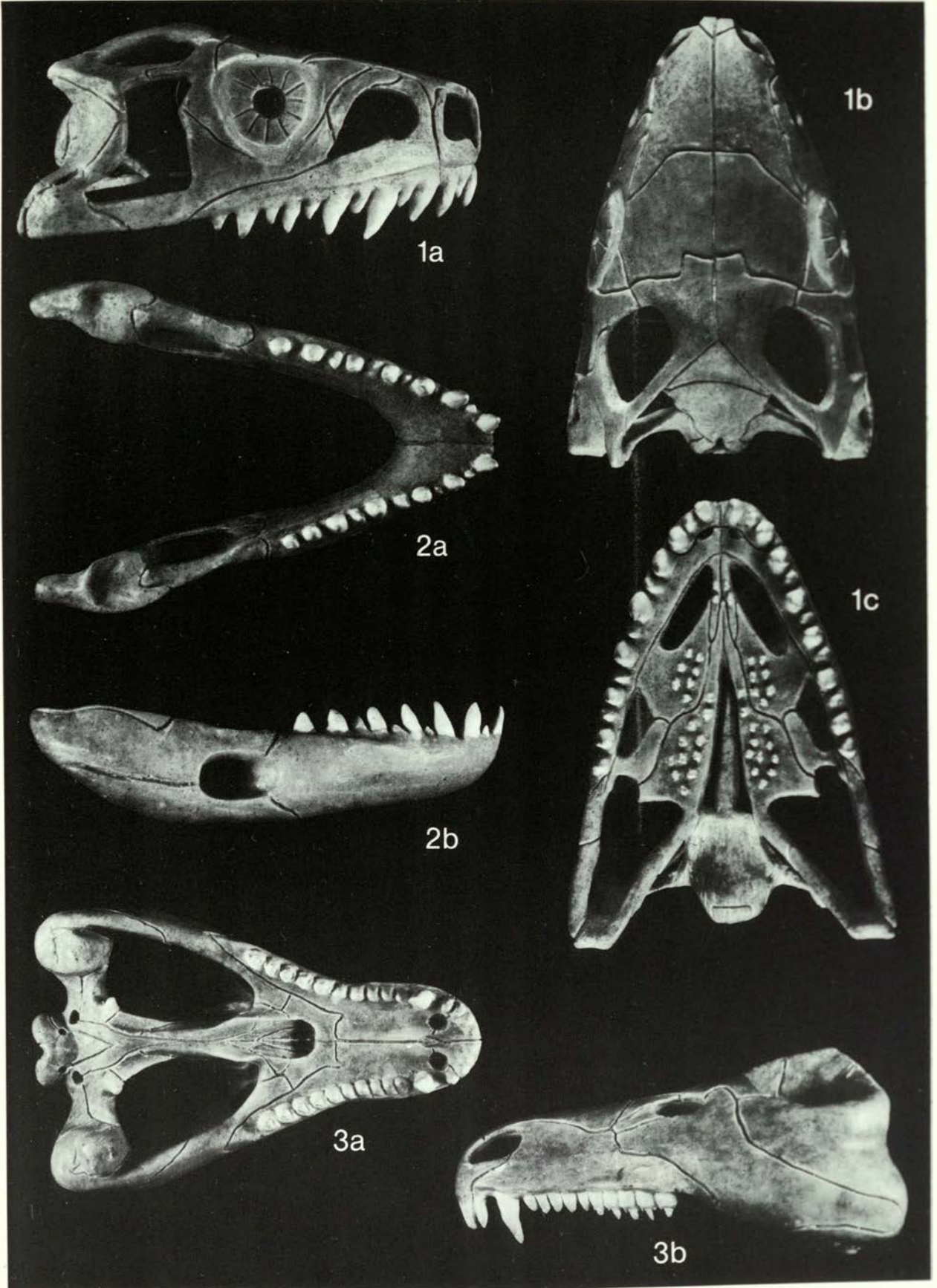
2



3







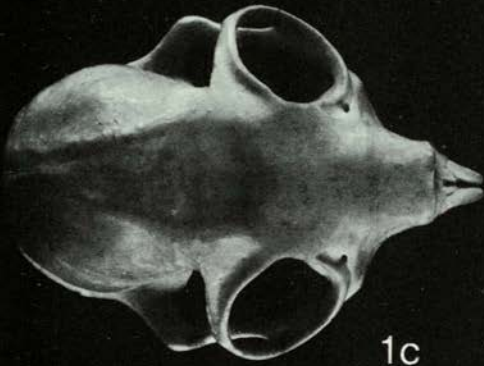




1a



1b



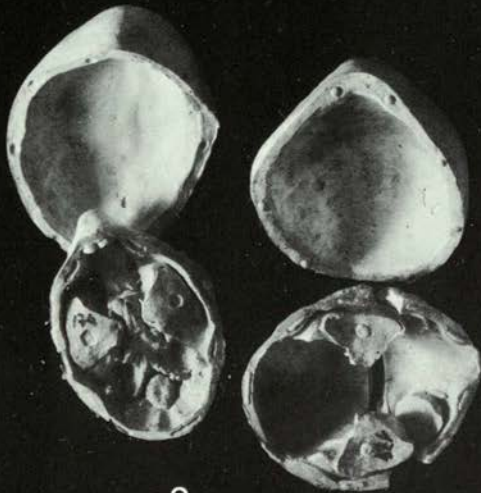
1c



2a



2b



3



4





