Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft in Bern
Band: 18 (1960)

Artikel: Das Gestaltwandelproblem des Schädels der Säuger
Autor: Hofer, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-319508

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

H. HOFER
Max-Planck-Institut für Hirnforschung, Gießen

Das Gestaltwandelproblem des Schädels der Säuger

Die Vielfalt der Formen des Säugerschädels von verschiedenen Gesichtspunkten aus zu verstehen ist ein altes Bemühen, das seit HUXLEY (1867) die Interpretation der Form des menschlichen Schädels auf vergleichend anatomischem Wege zum Ziel hat. Die Gesichtspunkte, unter denen eine solche Analyse vorzunehmen ist, sind zahlreich und können in diesem Rahmen nicht in extenso berücksichtigt werden. So ist auf die Größenverhältnisse der Kopforgane (Gehirn, Kieferapparat, Augen, Nasenhöhle, Kopfwaffen usw.) zueinander bei absoluter oder relativer Vergrößerung bzw. Verkleinerung eines Organes zu achten. Auf diesem Wege hat sich die seinerzeit vieldiskutierte Stirnhöhlenfrage zwangslos lösen lassen (B. KLATT, WEIDENREICH). Ein Schädel wie der von *Tarsius* wäre ohne diese Gesichtspunkte, besonders wegen der enormen Vergrößerung der Augen, überhaupt nicht analysierbar. Alle diese Gesichtspunkte haben aber nicht erlaubt, auf ihnen ein System aufzubauen, in das der einzelne Schädel eingeordnet werden kann. Ja es fragte sich überhaupt, ob durchgehende morphologische Kriterien existieren, die eine typologisch-systematische Einordnung der Schädel gestatten. Das wäre nur dann möglich, wenn ein Schädelteil sich finden läßt, der sich bei allen Umformungen als relativ-konservativ erweist, so daß diese auf ihn bezogen werden können. Es ließ sich nun zeigen, daß die Schädelbasis in der Medianebene (nicht in den lateralen Teilen) das geforderte relativ-konservative Verhalten aufweist, das wir in folgender Formulierung kurz ausdrücken können: Auch bei tiefgreifenden Umgestaltungen des Schädels wird die Schädelbasis i. S. des *Os tribasilare* (VIRCHOW) am wenigsten betroffen. Eine absolute Konstanz, wie irriger Weise einmal vermutet wurde, ist damit nicht gemeint. Erkannt wurde dieses Verhalten der Schädelbasis in der Medianen bereits von BOLK (1915), DABELOW (1929), KLATT (1945) und KÄLIN (1945).

Dieses relativ-konservative Verhalten der *Basis cranii* in der Medianebene ist auch verständlich. Sie trägt das Stammhirn, also jenen Hirnteil, der sich in der Phylogenese noch am wenigsten ändert, und bildet das Dach des *Epipharynx* und wird von daher nur durch Muskelursprünge beeinflußt. Die entscheidenden Umgestaltungen, die den Schädel betreffen, erfolgen lateral und wirken nur indirekt auf die Mediane zurück. Hier kann das Problem nicht weiter diskutiert werden, doch sei hervorgehoben, daß selbst bei den Fledermäusen (STARCK 1952, SCHNEIDER 1957) die Schädelbasis relativ konservativ bleibt, obwohl bei diesen tiefstgreifende Umkonstruktionen erfolgen, die z. T. auch auf die *Basis cranii* Einfluß nehmen.

Mit Recht kann man fragen, weshalb die zu erwähnenden Schädeltypen in bezug auf die *Basis cranii* aufgestellt wurden und nicht in bezug auf den äußeren (horizontalen) Bogengang, wie das DUIJM (1951) getan hat, der die Knickungstypen bei Vögeln ganz ähnlich erkannte wie HOFER (1952); dazu auch TULNER und DULLEMEYER (1957). Das geschah aus theoretischen und praktischen Erwägungen (HOFER 1953). Es ist noch nicht erwiesen, daß die Stellung der Bogengänge, also auch des horizontalen, über die erforderliche relative Konstanz verfügt. Es ist durchaus möglich, leider aber noch nicht an genügend großem Material untersucht, daß die Bogengänge innerhalb des Schädels Änderungen ihrer Stellung erfahren können. Beim Menschen ist das System der Bogengänge nach außen verkantet! Neben diese theoretischen Bedenken treten die praktischen: Bei Vögeln, bei denen der Schädel verglichen mit dem der Säuger durchwegs klein bleibt, wäre ein Vorgehen wie das von DUIJM durchaus vertretbar. Beim Säugerschädel dagegen nicht, vor allem dann nicht, wenn größere Serien untersucht werden sollen. Ich sehe also weder theoretisch noch praktisch einen zwingenden Grund, auf die Ebene des äußeren Bogenganges zurückzugreifen. Es kann aber nicht übersehen werden, daß die Berücksichtigung der Stellung der Bogengänge im Zusammenhang mit dem Problem des Gestaltwandels des Schädels zu weiteren wichtigen biologischen Problemen führt (Tragweise des Kopfes, mögliche Vorzugshaltung des Kopfes, Körperhaltung bei der Fortbewegung usw.), wie das die gediegene Untersuchung von DUIJM zeigt.

Die von HOFER (1952) unterschiedenen Schädeltypen sind durch die verschiedene Lage des Kieferabschnittes, den wir durch den Oberkiefer ausdrücken, sowie des *Cavum cranii* in der Medianebene zur Schädelbasis unterschieden. Der Medianschnitt des *Cavum cranii* entspricht der Stellung des Gesamthirnes im Schädel; er sagt natürlich nichts aus über die Lage-

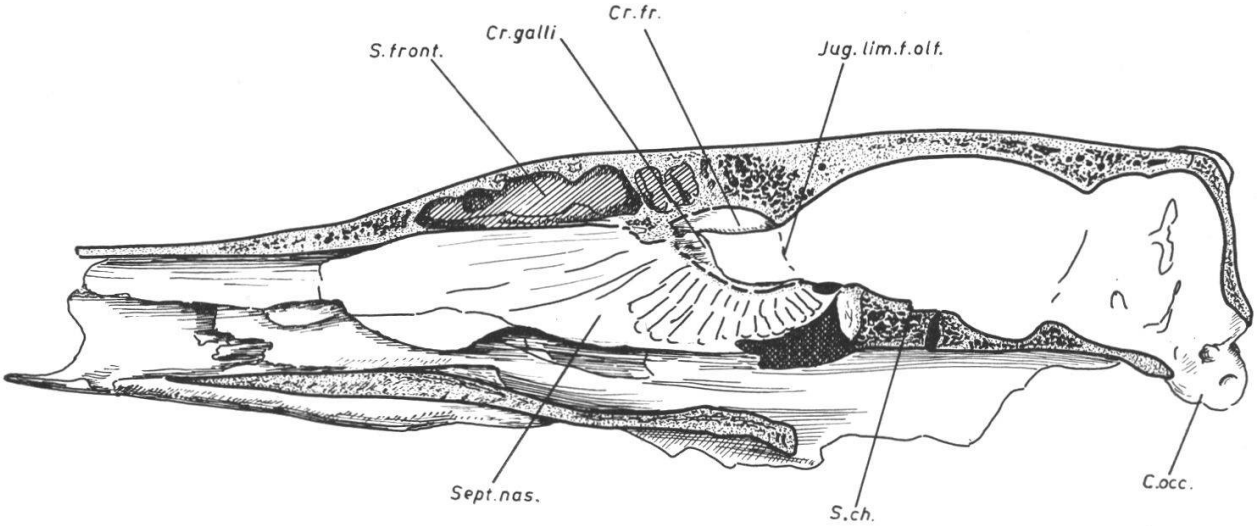

Abb. 1. Orthokraner Schädel im Medianschnitt von *Orycteropus aethiopicus;* Original Museum Berlin.

C. occ.: Condylus occipitalis; Cr. galli: Crista galli; Cr. fr.: Crista frontalis (interna); Jug. lim. f. olf.: Jugum limitans fossae olfactoriae; Sept. nas.: Septum nasi; S. ch.: Sulcus chiasmatis; S. front.: Sinus frontalis.

beziehungen der Hirnteile zueinander. Der Oberkiefer ist dekliniert, wenn er in bezug auf die *Basis cranii* eine Kyphose aufweist, eleviert, wenn er lordotisch erhoben ist. Der Hirnschädel ist «liegend», wenn die Längsachse des *Cavum cranii* ungefähr gleichsinnig mit der Schädelbasis verläuft; er ist eleviert, wenn die Längsachse rostral erhoben ist. Der letztere Fall tritt unter Säugern nur bei *Tarsius* auf, jedoch sehr häufig und sehr vielgestaltig bei Vögeln; diese müssen unter diesem Gesichtspunkt noch genauer durchforscht werden. Die Kombination dieser Merkmale ergibt die Typen, die erstaunlicher Weise immer wieder auftreten, sowohl bei Säugern wie bei Vögeln. Bisher ist noch kein Säugerschädel gefunden worden, auch nicht unter den *Chiroptera* (Schneider 1957), der sich nicht in diese Typen eingliedern ließe. Ist der Kieferabschnitt orthotisch vor den Hirnschädel gelagert, so daß die Längsachse des *Cavum cranii* ungefähr gleichsinnig mit der dann immer dünnen Schädelbasis verläuft, dann ist der Schädel orthokran (früher von mir orthokranial genannt, Abb. 1). Klinorrhynchie liegt vor, wenn der Kiefer kyphotisch abgewinkelt ist (Abb. 3), Airorrhynchie, wenn er lordotisch erhoben ist (*Megaladapis;* Abb. 2), beides bei unveränderter Stellung des *Cavum cranii.* Ist letzteres eleviert und gleichzeitig der Kiefer kyphotisch gekrümmt, so daß der medianeröffnete Schädel aussieht, als sei er um die *Orbitae* im Ganzen geknickt («Knickschädel», Marinelli 1928), dann sprechen wir von Klinokranie; bei Säugern findet sie sich nur bei *Tarsius* (Starck 1953), bei

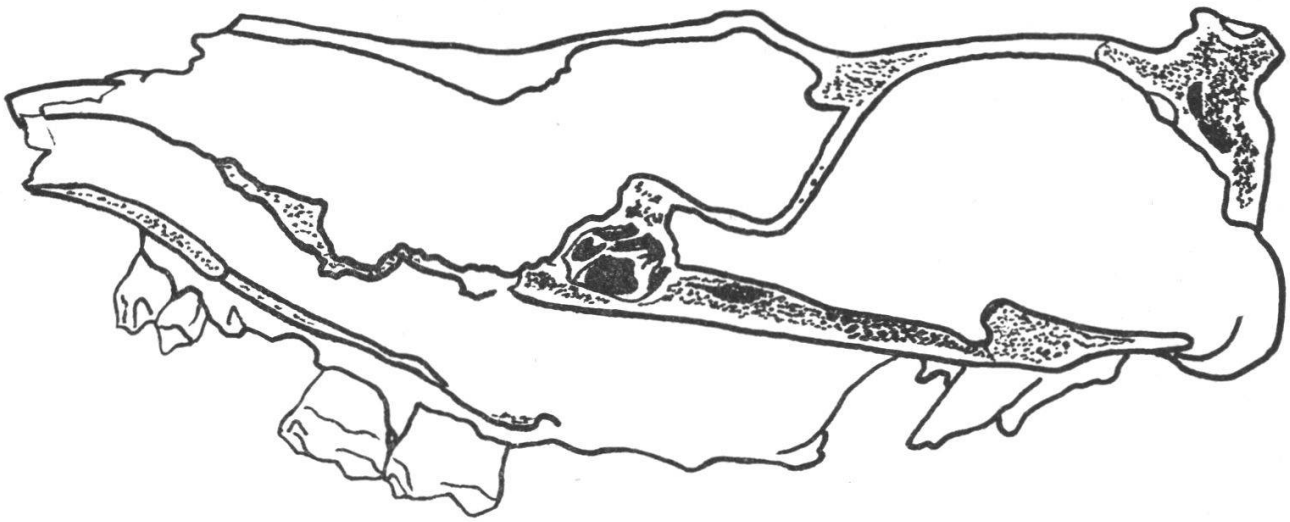

Abb. 2. Airorrhyncher Schädel von *Megaladapis* im Medianschnitt. Nach HOFER (1953). Beachte die Stellung des harten Gaumens in bezug auf die Schädelbasis. Original im Naturhistorischen Museum in Wien.

Vögeln ist sie häufig (*Scolopax*). Nur bei Vögeln, und auch da selten, findet sich der Recurvirostra-Typus, bei dem sowohl der Hirnschädel, als auch der Kiefer eleviert ist. Airencephal ist ein Schädel, bei dem nur das *Cavum cranii* erhoben ist, der Kiefer jedoch orthotisch bleibt; der Typus tritt nur bei Vögeln auf.

Die Feststellung der Elevation des Gehirns ist schwierig. In einem solchen Falle nimmt die Schädelbasis im Medianschnitt von der Hypophysengrube an die Form eines mit der Spitze nach occipital gewendeten Keiles an, wobei die Cerebralfläche desselben konkav wird im Zusammenhange mit der durch die Elevation verstärkten Medullarbeuge des Nervenrohres. Die Keilform erklären wir durch die Knochenablagerung in dem Raum, der zwischen der Hirnbasis und dem Dach des *Epipharynx* (pharyngeale Fläche der Schädelbasis) durch die Elevation entstanden ist. Bei *Tarsius* ist die Keilform eindeutig. Bei Vögeln, wo analoge Verhältnisse vorliegen, können im Zusammenhang mit der anderen Anatomie der Region sehr verschiedene, z. T. noch zu untersuchende Verhältnisse gefunden werden. Wir können aber nicht aus der Keilform der mediangeschnittenen *Basis cranii* allein auf eine Hirnelevation schließen, denn bei manchen Säugern, besonders bei Affen, tritt diese auch auf, ohne daß eine Stellungsänderung des Gehirnes angenommen werden kann. Wir können auf das speziell bei Primaten vorliegende Problem hier nicht eingehen, sondern nur drauf verweisen, daß man für die Annahme einer erfolgten Elevation des Gehirnes noch eines Zusammenhanges bedarf, der diese verständlich macht. Das ist bei *Tarsius* und in ähnlicher, wenn auch nicht genau ent-

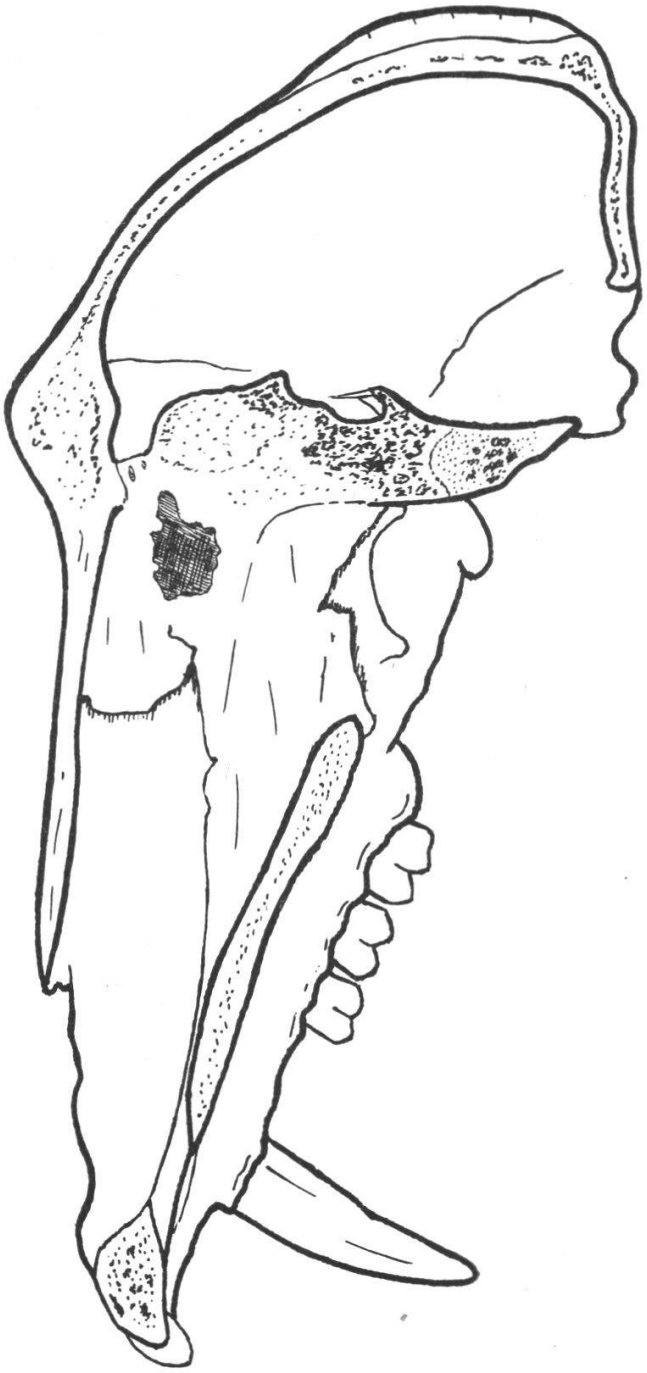

Abb. 3. Extrem Klinorrhyncher Schädel von *Papio «cynocephalus»*; männliches Tier. Original im Naturhistorischen Museum in Wien.

sprechender Form, auch bei Vögeln die enorme Vergrößerung der Augen bei gleichzeitiger Rückbildung des olfaktorischen Systems. Das Gehirn wird durch die Augen gleichsam zurückgedrückt und rostal erhoben, was um so leichter verständlich ist, als es bei diesen Formen keiner umfangreichen Verbindung mit dem Geruchsorgan bedarf. Trifft eine solche Situation zu, dann sind wir m. E. erst berechtigt, eine Hirnelevation anzunehmen. Die hier entwickelte Vorstellung soll den Vorgang phylogenetisch verständlich machen; sie trifft entwicklungsphysiologisch nicht zu, wie HUBER (1957) experimentell gezeigt hat.

Die 1952 vorgeschlagene Gliederung der Schädeltypen hat sich im Wesentlichen bewährt und wurde von anderen Autoren angewendet (BIEGERT 1957, FREYE 1958, FRICK 1960, KUMMER 1952, 1957, MOSS 1958, SCHNEIDER 1957, STARCK 1952, 1953). Dabei zeigte sich daß die von mir zunächst vorgeschlagenen, bewußt allgemein gehaltenen Definitionen nicht ausreichen, wie das zu erwarten war, wenn man mit metrischen Untersuchungen beginnt. Dann müssen klar faßbare Meß- und Konstruktionspunkte gefunden werden. Mit dieser Frage, die im Einzelnen hier nicht ausgeführt werden kann, haben sich besonders BIEGERT, FRICK, KUMMER und HOFER (1960) bemüht. Eine für alle Säuger gültige Meß- und Konstruktionsmethode läßt sich nicht angeben, weil dazu die Detailunterschiede zu groß sind. Es muß für jede Säugergruppe, auch im Zusammenhang mit der jeweiligen Fragestellung, die Methode etwas modifiziert werden, doch scheinen sich die erwähnten Autoren darin einig zu sein, daß man immer von der Schädelbasis ausgehen muß.

Haben wir nun festgestellt, daß ein typologisches System der Schädelformen existiert, und daß sich bislang alle Säugerschädel diesem einordnen lassen, dann fragt sich wohl, wie der weitere Gang der Forschung verlaufen soll, wenn man nicht in der reinen Typologie und in methodischen Auseinandersetzungen stecken bleiben will. Ich glaube zwei Wege zu sehen: Erstens den der experimentellen Embryologie, der von HUBER und amerikanischen Autoren erfolgreich beschritten wurde, und zweitens den der funktionellen Analyse, wobei mir besonders die Untersuchung morphologisch sehr verschiedener, systematisch aber nächstverwandter Formen vorschwebt. Es ist wohl keine Frage, daß die, auch individuell variablen (FRICK 1960) Formen der Klinorrhynchie, um nur ein Beispiel zu nennen, auch funktionelle Unterschiede mit sich bringen. Darin möchte ich das nächste Ziel der morphologischen Analyse der Schädelformen erblicken.

LITERATURVERZEICHNIS

Hier werden nur die in der vorliegenden Studie erwähnten Arbeiten zitiert. In diesen finden sich umfangreiche Literaturangaben.

BOLK, L. (1915): Über Lagerung, Verschiebung und Neigung des Foramen magnum am Schädel der Primaten. Z. Morph. Anthrop. 17.

DABELOW, A. (1929): Über Korrelationen in der phylogenetischen Entwicklung der Schädelform. I. Morph. Jb. 63.

DUIJM, M. (1951): On the head posture in birds and its relation to some anatomical features. Kon. Nederl. Akad. Wet. Proc. Ser. C 54.

BIEGERT, J. (1957): Der Formwandel des Primatenschädels. Morph. Jb. 98.

FREYE, H. (1958): Die Schädelknickungstypen und ihre funktionelle Bezogenheit bei den Glires. Verh. Dt. Zool. Ges. Frankfurt.

FRICK, H. (1960): Über die Variabilität der präbasialen Kyphose bei Pavianschädeln. Z. Anat. 121.

HOFER, H. (1952): Der Gestaltwandel des Schädels der Säugetiere und Vögel usw. Verh. Anat. Ges. 50. Vers. Marburg.

— (1953): Über Gehirn und Schädel von Megaladapis edwardis usw. Z. wiss. Zool. 157.

— (1957): Zur Kenntnis der Kyphosen des Primatenschädels. Verh. Anat. Ges. 54. Vers. Freiburg (Baden).

HUBER, W. (1957): Analyse expérimentale des facteurs topogénétiques qui régissent la formation de l'encephale et de la tête chez l'embryon de Poulet. Arch. Anat. Micr. Morph. expérim. 46.

KÄLIN, J. (1946): Zum Problem der menschlichen Stammesgeschichte. Experientia 2.

— (1956): Zur Morphogenese des Primatenschädels. Homo 7.

KLATT, B. (1949): Die theoretische Biologie und die Problematik der Schädelform. Biol. gen. 19.

KUMMER, B. (1952): Untersuchungen über die ontogenetische Entwicklung des menschlichen Schädelbasiswinkels. Z. Morph. Anthrop. 43.

— (1957): Zur Frage der Orientierung von Primatenschädeln usw. Anthrop. Anz. 20.

MOSS, M. L. (1958): Rotations of the cranium components in the growing rat and their experimental alteration. Acta anat. 32.

SCHNEIDER, R. (1957): Morphologische Untersuchungen am Gehirn der Chiroptera. Abh. Senckenb. Naturf. Ges. 495.

STARCK, D. (1943): Beitrag zur Kenntnis der Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Chiropterenkraniums. Z. Anat. 112.

— (1952): Form und Formbildung der Schädelbasis bei Chiropteren. Verh. Anat. Ges. 50. Vers. Marburg.

— (1953): Morphologische Untersuchungen am Kopf der Säugetiere, besonders der Prosimier usw. Z. wiss. Zool. 157.

TULNER, B., und DULLEMEYER, P. (1957): The shape of the brain in relation to the skull structure in a number of birds. Kon. Nederl. Akad. Wet. Proc. Ser. C, 60.