

Messen in Archäozoologie und Anthropologie – Beispiele unterschiedlicher Maßdefinitionen – Vorschläge zur Erfassung typisierender und funktioneller Meßstrecken

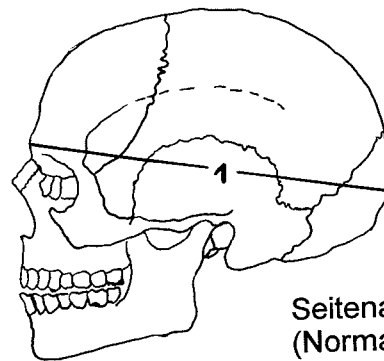
Eberhard May

Metrische Erhebungen sind mindestens seit der Mitte des 19. Jahrhunderts eine wichtige Säule morphologischer Arbeiten am Skelett. So ist die Anthropologie des 18. und 19. Jahrhunderts aus den medizinischen Wissenschaften – vor allem der Anatomie – erwachsen, und noch bis weit in unser Jahrhundert hinein spielte die metrische Analyse, vor allem menschlicher Schädel, eine dominierende Rolle in der anthropologischen Forschung. Die Archäozoologie hatte ursprünglich eher Beziehungen zur Tiermedizin, war aber ebenfalls frühzeitig stark metrisch orientiert. Beide Fachgebiete verstehen sich von jeher als morphologische und daher vergleichend biologische Wissenschaften und beziehen entsprechend das Fach Zoologie ein. Wohl wegen der teilweise unabhängig voneinander verlaufenen zweigleisigen Entwicklung der Anthropologie und Archäozoologie sind jedoch etliche Maßdefinitionen und übliche Meßstrecken (insbesondere am Schädel) bei beiden Fachgebieten nicht identisch. Für vergleichende Untersuchungen sind aber in der Regel einheitliche methodische Vorgehensweisen unabdingbare Voraussetzungen. Es erscheint mir daher lohnend, mögliche und notwendige Vereinheitlichungen des metrischen Vorgehens exemplarisch zu diskutieren.

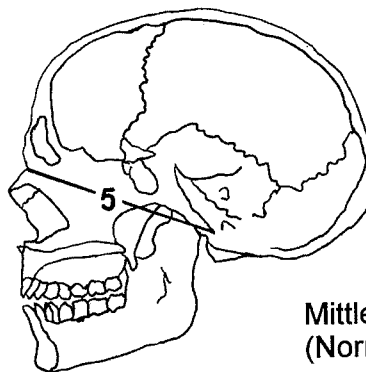
Ein allgemeines Meßstreckenproblem am Schädel besteht darin, daß viele Meßstrecken aus mehreren voneinander unabhängigen Einheiten bestehen, deren Abschnitte zu verschiedenen Zeiten ihr Entwicklungsoptimum erreichen und sich außerdem in ihren Wachstumsgeschwindigkeiten unterscheiden. Dazu gehören z.B. die »Biauricularbreite« und die Maße, welche zur Beschreibung der größten Schädellänge dienen. Ich möchte solche Maße als »heterogene Meßstrecken« einfachen, nicht zusammengesetzten Maßen (etwa Durchmesser von Röhrenknochen), den »homogenen Meßstrecken«, gegenüberstellen. Bei der »Biauricularbreite« ist schon der Anteil der Bulla tympanica wegen ihrer unregelmäßigen Form nicht leicht zu bestimmen, u.a., weil die Bulla in den Mastoidfortsatz übergeht und der äußere Gehörgang am Ende unterschiedlich weit verknöchert ist. Obwohl die Bulla eine entwicklungsgeschichtliche Einheit darstellt, kann sie auch an einer identischen »Biauricularbreite« zweier Schädel sehr unterschiedlich beteiligt sein. Es wäre m. E. zweckmäßig, diese Meßstrecke entsprechend ihren wachstumsbiologischen Einheiten zu unterteilen, indem die Meßgrößen für die Bullae und die Schädelbasis zusätzlich angegeben werden. Die Maße, die zur Ermittlung der größten Schädellänge herangezogen werden, sind zusätzlich mit weiteren Pro-

blemen behaftet (für die Anthropologie nenne ich hier beispielhaft: »Größte Hirnschädellänge« = »Glabellarlänge« = »Größte Schädellänge« [G-Op] und »Schädelbasislänge« [N-Ba] (Abb. 1).

Für die Archäozoologie seien am Beispiel von Ovis die »Profillänge« = »Scheitellänge« = »Totallänge« [Akrokranon-Prosthion] und die »Hirnschädellänge« [N-Ba] erwähnt (Abb. 2). Definitionsgemäß entspricht also die »Hirnschädellänge« nach DUERST (1926) und VON DEN DRIESCH (1976) der »Schädelbasislänge« der Anthropologen (MARTIN & KNUSSMANN 1992; VON KAROLYI 1971), während die »größte Hirnschädellänge« = »Größte Schädellänge« der Anthropologen keine engere Beziehung hinsichtlich der Meßpunkte zur »Hirnschädellänge« der Archäozoologen aufweist, dagegen aber ebenso wie die »Scheitellänge« = »Totallänge« die größte Schädellänge beschreibt. Diese uneinheitlichen Benennungen können



Seitenansicht links
(Norma lateralis sinistra)



Mittlere Schnitt-Ansicht
(Norma sagittalis)

Abb. 1: Beispiel menschlicher Schädel. Meßstrecke 1 = »Größte Hirnschädellänge« = »Glabellarlänge« = »Größte Schädellänge« [G-Op] (links) und Meßstrecke 5 = »Schädelbasislänge« [N-Ba] (rechts; in Anlehnung an von Karolyi 1972).

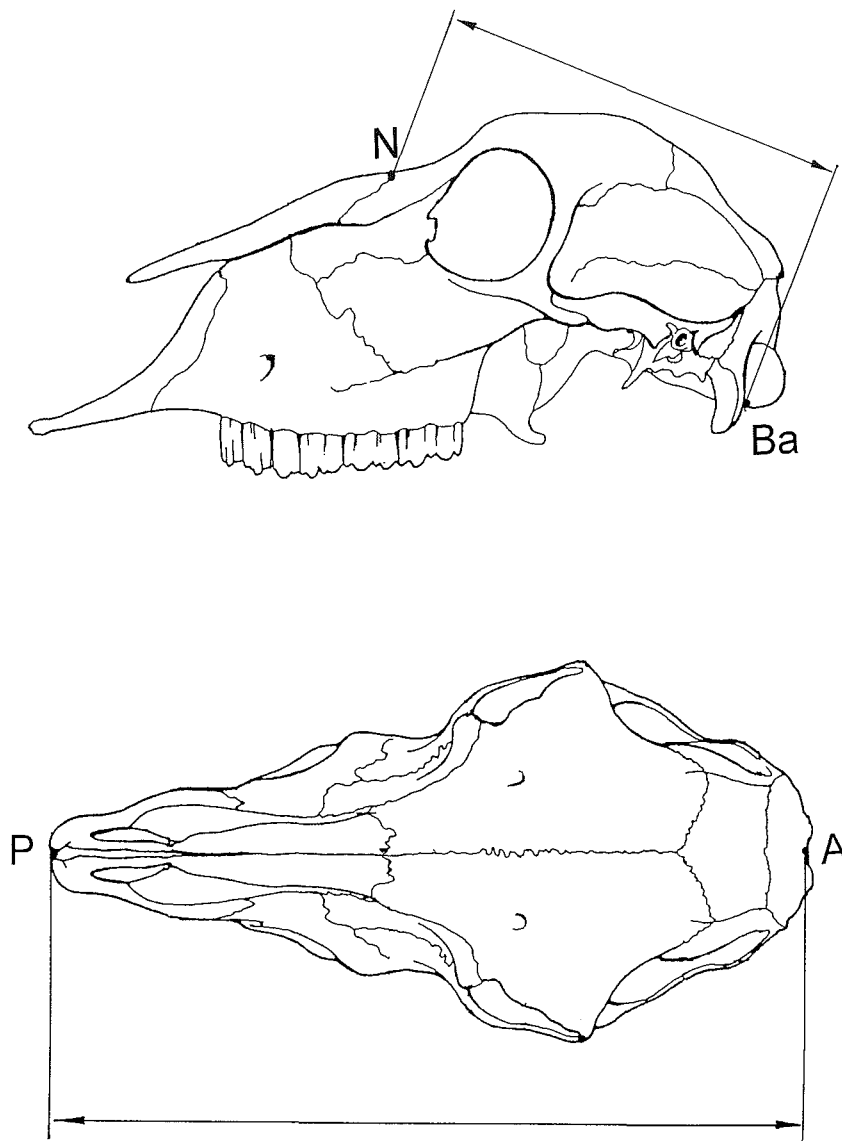


Abb. 2: Beispiel Schädel des Schafes. Oberes Bild: »Hirnschädellänge« [Nasion (N)-Basion (Ba)]; unteres Bild: »Profillänge« = »Scheitellänge« = »Totallänge« [Akrokranium (A)-Prosthion (P)] (in Anlehnung an von den Driesch 1976).

zweifellos zu Verwechslungen und Mißverständnissen führen. Außerdem sind die Heterogenität der Maße sowie das »Allometrieproblem« (Hirnschädel-Gesichtschädelrelation!) weitere Faktoren, welche die Interpretation der erhobenen Maße erschweren. Die genannten Fragen müssen daher gemeinsam Berücksichtigung finden, da ansonsten – bei nur statistischer Auswertung – Fehldeutungen vorprogrammiert sind.

Es erscheint mir weiterführend, in absehbarer Zukunft eine Arbeitsgruppe aus Archäozoologen und Anthropologen ins Leben zu rufen, welche die angesprochenen Fragen mit dem Ziel einer Vereinheitlichung der Methoden und Begriffe angeht und entsprechende Empfehlungen für alle Osteologen erarbeitet.

Für einige Schädelmaße ist eine einheitliche und verbindliche Orientierungsebene, vor allem in der Horizontalen, von zentraler Bedeutung. Die Problematik dieser

Ebene für vergleichende Untersuchungen wird bereits seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts diskutiert, worauf schon DUERST (1926) detailliert hinweist. Ich möchte dazu an dieser Stelle nur daran erinnern, daß sich diese wichtige Ebene bei den verschiedenen Säugerspezies heute an der »normalen Blickrichtung« orientiert, also einer »natürlichen Kopfhaltung«, nicht an morphologisch einheitlichen Strukturen. Meines Erachtens ist die sogenannte »Basilaraxis« (N-Ba) (WELKER 1862; LANDZERT 1867) in dieser Hinsicht für vergleichende Untersuchungen am besten geeignet. Das gilt auch innerartlich für den Vergleich unterschiedlich großer Schädel oder verschiedener Entwicklungsstadien. Die Ohr-Augen-Ebene (OAE) der Anthropologen bringt dagegen nur für Schädel erwachsener Individuen wirklich brauchbare Ergebnisse, nicht jedoch für den Vergleich verschiedener Entwicklungsstadien des Menschen (MAY in RIS-

CUTIA et al. 1973). Im Hinblick darauf erscheint mir eine erneute Diskussion dieser Frage – gemeinsam von Archäozoologen und Anthropologen durchgeführt – lohnend, vielleicht mit dem Ziel, alle Normae an die Horizontale der Norma lateralis zu koppeln.

Um einen bestimmten Typus eines Skelettindividuum (z.B. Geschlechts-, Alters-, Rasse-, Konstitutionstypus [bzw. Wuchsformtypus im Sinne von KLATT 1913]) hinreichend abgrenzen zu können, ist es notwendig, genetische Aberrationen von entwicklungsbedingten Variationen und funktionellen phänischen Prägungen zu unterscheiden. Die genannten Einflußgrößen können einander überlagern und summieren, so daß Interpretationen von Maßen und Proportionen zuweilen äußerst schwierig sind. Außerdem sind an kleineren, bis zur Spezies bestimmbar, Skelettfragmenten derartige typologische Entscheidungen meist nicht möglich. Anders verhält sich dies aber oft bei kompletten Skelettelementen, insbesondere vollständigen Skeletten. Hier lassen sich unter Umständen funktionelle Kausalbeziehungen zwischen Meßstrecken erkennen. Dies bedeutet, daß man wohl von »Schwerpunktmaßen« sprechen kann, welche eine Reihe anderer Maße zwangsläufig bedingen. Zwei Beispiele mögen dies näher erläutern. Betrachten wir zunächst wiederum den Schädel. Für viele seiner Maße ist eine große phänische Plastizität gut bekannt, deren Ursache Ausdruck ihrer mechanischen Beanspruchung ist. Eine zentrale Rolle spielt dabei das wohl durch einen hohen Erbanteil ausgebildete Gebiß, also sowohl Form und Größe der einzelnen Zähne als auch deren Anordnung (Zahnbogen) wegen der Kaudruckübertragung und -ableitung. Diese im Prinzip alte Erkenntnis wurde jedoch in der Regel nicht streng bei der Auswahl der Schädelmaße und deren Interpretation berücksichtigt. Weiterführende Ansätze findet man z.B. in der kieferorthopädischen Literatur (...»Der Oberschädel als Gebißturm«...), eine konsequente weitere und spezielle Ausarbeitung und Anwendung steht jedoch bis heute aus. Die folgenden Vorschläge mögen andeuten, wie funktionelle Komponenten von Meßstrecken hinreichend erfaßbar sind:

1. Will man z.B. die »orale Asthöhe« (DUERST 1926, 334) messen, empfiehlt es sich, auch die *Richtung* des Coronoidfortsatzes zu bestimmen, da er als Muskelhebelarm aufzufassen ist. Seine Größe, Ausrichtung und Massigkeit muß sich außerdem auf den Oberschädel kausal auswirken, weil der Massetermuskel am Unterand des Jochbogens inseriert, wobei der Jochbogen nicht nur Zugkräfte aufnimmt, sondern darüber hinaus der Kraftübertragung auf den Hirnschädel dient. So kann z.B. die Meßstrecke Zy-Zy deshalb nicht als Eigenmerkmal gewertet werden, weil sowohl Mächtigkeit als auch seitliche Ausladung des Jochbogens durch Kiefer- und Muskelverhältnisse wesentlich mitbestimmt werden, aber auch die Breite des Hirnschädels eine wichtige Einflußgröße ist. Die genannte Meßstrecke erhält ihren Sinn nur unter Berücksichtigung

der erwähnten zusätzlichen Parameter, die sich zumindest näherungsweise aus der Betrachtung des gesamten Gesichtsschädels ableiten lassen.

2. Als weiteres Beispiel für die Bedeutung der Einbeziehung funktioneller Überlegungen bei der Auswahl von Meßpunkten und -strecken in vergleichenden Untersuchungen seien die Dornfortsätze der Wirbel, die ebenfalls als reine Muskelhebelarme in der Literatur mehrfach beschrieben sind (STRASSER 1913; SLIJPER 1946; BÖHM 1970; MAY 1979), aufgeführt. Hier kann exemplarisch für das postcraniale Skelett belegt werden, daß überlieferte Meßstrecken nicht kritiklos benutzt werden sollten, nur weil vielleicht deren Meßpunkte gut definierbar sind. Vielmehr bestimmen oft Biomechanik und Statik weitgehend die äußere Form und Feinstruktur des Skelettelementes, was bei der Wahl der Meßstrecke zu berücksichtigen ist.

Für die Funktion der Bewegungssegmente kommt es letztlich nicht auf die üblicherweise gemessene Basislänge der Dornfortsätze, sondern auf die resultierenden Drehmomente, also die Produkte der agonistischen und antagonistischen Muskelhebelarme (meist virtuelle Hebelarme) und Muskelkräfte an. Die ermittelte Variabilität einer Basislänge kann theoretisch allein Ausdruck der Variabilität der Wirbelkörperhöhe oder des Durchmessers des Neuralbogens sein. Da also die Höhe und der Durchmesser des Wirbelkörpers sowie der Durchmesser des Neuralbogens den Drehpunkt (transversale Drehachse) des Wirbels bestimmen, werden die resultierenden virtuellen Hebelarme der Dornfortsatzmuskeln durch diese Größen entscheidend beeinflusst. Anstatt der kaum aussagefähigen Basislänge (Länge des Dornfortsatzes) sollte daher der Neigungswinkel des Dornfortsatzes (α) sowie der Abstand vom Zentrum der Wirbelkörperfläche bis zur Dornfortsatzspitze (r') gemessen werden. Man findet dann auf alle Fälle einen maximalen virtuellen Hebelarm für die nach hinten ziehenden Muskeln. Die folgende Abb. 3 veranschaulicht die wichtigsten biomechanischen Beziehungen für die Ausrichtung und Länge eines Dornfortsatzes am Beispiel des 8. Thorakalwirbels eines Hylobates. Sie zeigt eine »funktionelle Dornfortsatzlänge« – r – als Verlängerung der Dornfortsatzachse bis zur Longitudinalachse des Wirbelkörpers und daneben den caudalen »maximalen virtuellen Hebelarm« – r' –, also die Meßstrecke von der Dornfortsatzspitze zum caudalen (inferioren) Drehpunkt des Wirbelkörpers (A_1). Es läßt sich leicht ableiten, daß sich die Längen von r zu r' wie die Sinusse von deren Neigungswinkeln α und δ verhalten:

Da $r = l \times \sin\alpha$ und $r' = l \times \sin\delta$
ist, folgt $r / r' = \sin\alpha / \sin\delta$.

Damit die Resultierende aller hier wirksamen Muskelkräfte in Richtung der Dornfortsatzachse r verläuft und die resultierenden Drehmomente $D_1 \approx D_2$ sind, müssen die Produkte der agonistischen und antagonistischen

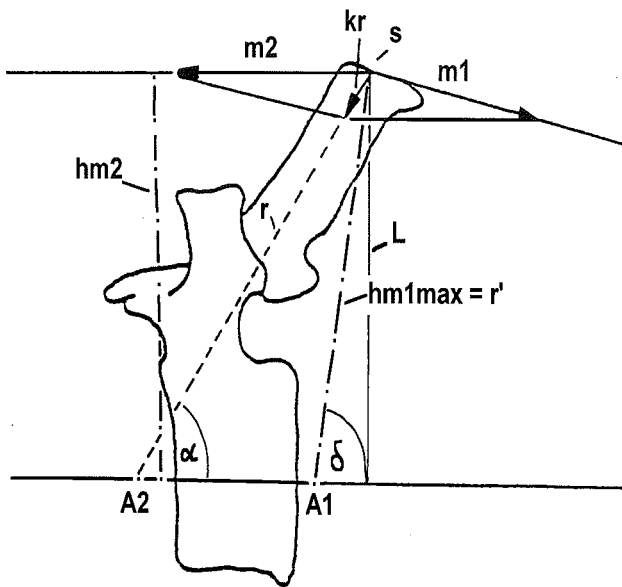


Abb. 3: Achter Thorakalwirbel eines *Hylobates* von der Seite gesehen. Weitere Erklärung im Text.

Muskelkräfte $m_{1,2}$ und ihrer virtuellen Hebelarme $hm_{1,2}$ als etwa gleich groß angenommen werden. Die hier dargestellten Muskel- und Hebelverhältnisse sind sehr wahrscheinlich realistisch und könnten in praxi für die Ruhehaltung zutreffen. Weil sie als mitbestimmende Größen der Drehmomente in die oben abgeleitete Formel eingehen, dürften die folgenden Maße gut für vergleichende Untersuchungen geeignet sein und für eine biomechanische Interpretation ausreichen:

»funktionelle Dorfortsatzlänge« r
 caudaler maximaler virtuellen Hebelarm- r'
 deren Neigungswinkel α und δ sowie
 die Wirbelkörperlänge(höhe) A_1 - A_2 .

Die Durchmesser des Wirbelkörpers und des Neuralbogens sind zwar in r und r' enthalten, liefern aber für weitergehende Fragestellungen zusätzliche Informationen. Die hier vorgetragenen exemplarischen Bemerkungen zu Maßdefinitionen sowie zu morphogenetischen und funktionellen Aspekten bei der Auswahl und Interpretation von Meßstrecken in Archäozoologie und Anthropologie dürften belegt haben, daß die Osteometrie ein weiterhin lebendiger Wissenschaftszweig ist, der allerdings ständiger Aktualisierung bedarf.

Zusammenfassung

Bestimmte Maße bzw. Meßstrecken werden in Archäozoologie und Anthropologie unterschiedlich definiert. Daher werden ausgewählte Beispiele zu notwendigen Vereinheitlichungen des metrischen Vorgehens und der Maßdefinitionen diskutiert. Ein allgemeines Meßstreckenproblem am Schädel besteht darin, daß viele Meßstrecken aus mehreren voneinander unabhängigen

Einheiten bestehen. Solche Maße werden hier als »heterogene Meßstrecken« einfachen, nicht zusammengesetzten Maßen (etwa Durchmesser von Röhrenknochen), »homogene Meßstrecken« genannt, gegenübergestellt. Die unterschiedlichen Orientierungsebenen am Schädel werden für menschliches sowie für Tierknochenmaterial erörtert. Schließlich wird postuliert, funktionelle Aspekte bei der Auswahl von Meßstrecken zukünftig möglichst zu berücksichtigen.

Summary

Certain measurements or distances are defined differently in archaeo-zoology and anthropology. Selected examples illustrating the necessity of the standardization of metric procedures and the definition of measuring units are discussed. A typical problem with measurements of the cranium arises from the fact, that many measurements consist of several independent units. Such measurements are called »heterogeneous measurements« in contrast to »homogeneous measurements« (e.g., diameter of tubular bones). The different levels of orientation of the cranium are discussed with regard to human, as well as animal bones. Finally, it is suggested to consider functional aspects in the choice of measuring distances.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. habil. Eberhard May
 Technische Universität Braunschweig
 Zoologisches Institut
 Lehrgebiet Anthropologie
 Postfach 3329
 D-38023 Braunschweig

Literatur

- BÖHM, P. (1970): Über die Länge und Ausrichtung von Dornfortsätzen bei quadrupeden Säugern. Med. Diss. Frankfurt.
 DRIESCH, A. von den (1976): Das Vermessen von Tierknochen aus vor- und frühgeschichtlichen Siedlungen. München.
 DUERST, J. U. (1926): Vergleichende Untersuchungsmethoden am Skelett bei Säugern. In: E. ABDERHALDEN (Hrsg.): Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Lief. 200, Abt. VII/1, Berlin und Wien, Verlag von Urban & Schwarzenberg, 125-530.
 KAROLYI, L. von (1971): Anthropometrie. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, 132-135.
 KLATT, B. (1913): Über den Einfluß der Gesamtgröße auf das Schädelbild nebst Bemerkungen über die Vorgeschichte der Haustiere. Arch. Ent.-Mech. 36, 387-471.
 LANDZERT (1867): Abhandlungen d. Senckenberg. naturf. Ges., zitiert nach DUERST 1926.
 MARTIN, R. & R. KNUSSMANN (1988): Anthropologie. Wesen und Methoden der Anthropologie Bd. 1, 1. Teil, Stuttgart-Jena-New York, 160-308.
 MAY, E. (1981): Zur Kenntnis der Primatenwirbelsäule. Beiträge zur Proportion und Biomechanik. Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, 47.

- RISCUTIA, C., G. KURTH & E. MAY (1973): Photostereotomie – ein neues Verfahren zur Ähnlichkeitsdiagnose an Schädeln wie Skeletteilen. *Z. Morph. Anthrop.* 65 (1), 55–69.
- SLIJPER, E. J. (1946): Comparative Biological-anatomical investigation on the vertebral column and spinal musculature of mammals. *Kon. ned. Akad. Wet. Verh. (Tweede Sec.)* 42, 1–128.
- STARCK, D. (1995): *Lehrbuch der Speziellen Zoologie*. Bd. 2, Teil 5/2, 1100–1103.
- STRASSER, H. (1913): *Lehrbuch der Muskel- und Gelenkmechanik*. 1. Allg. Teil, 1908, 2. Spezieller Teil, Berlin, Springer-Verlag.
- WELKER (1986): zitiert nach DUERST, 1926, 233.