

| | | | | |
|----------------------------|---------|------------|--------|--------------------|
| Hallesches Jahrb. Geowiss. | Reihe B | Beiheft 12 | 1 - 55 | Halle (Saale) 2000 |
|----------------------------|---------|------------|--------|--------------------|

Skelettrekonstruktion von *Propalaeotherium hassiacum* (Equidae, Perissodactyla, Mammalia) basierend auf Funden aus dem eozänen Geiseltal (Sachsen-Anhalt, Deutschland)

Reconstruction of the skeleton of Propalaeotherium hassiacum (Equidae, Perissodactyla, Mammalia) based on finds from the Eocene Geisel valley (Saxony-Anhalt, Germany)

Mit 5 Abbildungen, 8 Tabellen, 7 Tafeln und 14 Seiten Anhang

MEINOLF HELLMUND und CHRISTOPH KOEHN*

Wenn ich ein zerstreutes Gerippe finde,
so kann ich es zusammenlesen und aufstellen,
denn hier spricht die ewige Vernunft durch ein Analogon zu mir,
und wenn es das Riesenfaultier wäre.

Goethe: Über Naturwissenschaft IV

Zusammenfassung

Erstmals wird eine dreidimensionale Skelettrekonstruktion eines Perissodactylen, *Propalaeotherium hassiacum* HAUPT, erarbeitet und eingehend beschrieben. Dabei wird auch auf die Chronologie zur Erforschung des Genus *Propalaeotherium* GERVAIS eingegangen. Der außergewöhnliche, bisweilen dreidimensionale Erhaltungszustand des Fossilmaterials aus dem eozänen Geiseltal, insbesondere der Einzelknochen aus der reichhaltigen Wirbeltierfundstelle XIV (untere Unterkohle), ermöglichte dieses Projekt.

Die Einbeziehung artikulierter Funde aus Messel bot notwendige Ergänzungen und zusätzliche Detailvergleiche zu den isolierten Knochen aus der Geiseltalsammlung. Bei der Rekonstruktion standen die Identifizierung bzw. die Abgrenzung des Knochenmaterials von *Propalaeotherium* von ähnlichen, zeitgleich vorkommenden Säugern der Geiseltalfauna am Anfang, z. B. die Abgrenzung von *Hyrachyus* und *Hallensia*. Beim Zusammenfügen der Einzelknochen zum Skelettverband spielen deren Artikulation und die Passform untereinander, z. B. bei der Wirbelsäule, sowie die potentiell ausführbaren Bewegungen eine entscheidende Rolle.

Weitere Anhaltspunkte für den Aufbau des Skelettes von *Propalaeotherium hassiacum* ergaben sich aus der Körperhaltung fossiler Equiden-, „Wasserleichen“ und aus Analogien zur Körperform rezenter afrikanischer Ducker und deren Lebensweise. Der sich aus der Rekonstruktion des Skelettes abzeichnende Habitus weist nämlich typische Merkmale von vorwiegend im Urwald Dickicht lebenden Buschschlüpfern auf. Darauf deuten bei *Propalaeotherium* der bogenförmige, leicht überbaute Rücken (Kruppe), der kurze Hals und der keilförmige Brustkorb hin. Es bestehen morphologische Ähnlichkeiten im Bauplan zwischen dem primitiven Perissodactylen *Propalaeotherium* und dem rezenten Artiodactylen *Cephalophus zebra* (Zebra-Ducker).

Die präparatorisch-technische Seite der Rekonstruktion sowie die Montage des Skelettes werden eingehend dargestellt. Die erarbeitete Skelettmontage ist in der Dauerausstellung des Geiseltalmuseums aufgestellt; das Skelett ist in Schrittstellung montiert, d. h. die linke Vorderextremität ist angehoben, das „Tier“ setzt sich soeben in Bewegung. Die Skelettmontage wird zusammen mit dem bereits 1933 in Fundlage geborgenen artikulierten Skelett von *Propalaeotherium isselanum* (CUVIER) zu didaktischen Zwecken genutzt. Der Bau der Autopodien

von *Propalaeotherium*, die Vierzehigkeit vorn und die Dreizehigkeit hinten, ist charakteristisch für einen primitiven Vertreter der Equidae.

Die im Verlauf der letzten 70 Jahre publizierten, vorwiegend auf zeichnerischer Basis entstandenen Rekonstruktionen werden einander gegenübergestellt und diskutiert. Durch das reiche Vorkommen sowohl im Geiseltal als auch in Messel ist *Propalaeotherium hassiacum* zu einem wissenschaftlich besonders gut untersuchten fossilen Säugetier des terrestrischen unteren Miozäns (MP 11) in Europa geworden.

Abstract

Since the cessation of the brown coal production and the beginning of the recultivation of the open mines in the early 1990s, scientific activities had been focused on a complete faunal idea of the Middle Eocene Geisel valley. For the first time a three dimensional skeleton-reconstruction of a perissodactyl, *Propalaeotherium hassiacum* HAUPT, has been completed out and thoroughly described. The chronology and the scientific progress concerning the genus *Propalaeotherium* GERVAIS are explained. The exceptional, three-dimensional preservation of the Geisel valley fossils, especially of the isolated bones of the rich vertebrate site XIV = Lower Unterkohle, was the basis of the project.

Additional comparisons with articulated finds originating from the Messel pit were carried out and relevant associations made. At the beginning of the work one had to ensure that a distinguishment was made for the postcranial bones of other mammals like *Hyrachyus* and *Hallensia*, which are present in contemporaneous seams. When putting the bone-elements of the Shepard-dog sized animal together, ideas concerning its posture could be derived from articulated fossil equid carcasses and, additionally, from similarities of the recent African banded duiker, *Cephalophus zebra*, an artiodactyl bovid. The posture speaks for an animal living in the thicket-woody centre of the Geisel valley. Characteristics are: the outline of the dorsal side with its highest part near the pelvis (croup) not in the middle of the vertebral column; the typical structure of the autopodials, e. g. a four-hoofed forelimb and a three-hoofed hind limb; the short and upright oriented neck and wedge-shaped chest. The technical background and the assembly of the reconstruction are thoroughly described.

The reconstruction is displayed in the Geisel valley Museum exhibition together with the articulated skeleton from *Propalaeotherium isselanum* (CUVIER) for didactic purposes. The assembly shows the situation when the "animal" is ready to move, the left forelimb is already lifted for the first step. A synopsis of the hitherto published mainly drawn reconstructions is made and discussed. Because of the rich occurrence, both in the Geisel valley and in Messel, *Propalaeotherium hassiacum* is a very well and intensely studied fossil perissodactyl of the terrestrial Lower Middle Eocene (MP 11) in Europe.

1 Einleitung

Nachdem die Grabungsaktivitäten im Geiseltal durch die wirtschaftliche Erschöpfung der Braunkohlenlagerstätte und die angelaufenen Rekultivierungsmaßnahmen Anfang der 1990er Jahre zum Ende gekommen sind, richten sich die Forschungsaktivitäten nun auf die Vervollständigung des faunistischen Gesamtbildes während des Miozäns.

Artikulierte Skelette bzw. isoliertes osteologisches Material fossiler Equiden sind in alttertiären Wirbeltierfaunen Mitteleuropas nach wie vor Besonderheiten. In Deutschland haben insgesamt nur drei Lokalitäten derartige Funde geliefert, die Braunkohlenlagerstätte Geiseltal bei Halle (Saale), die Grube Messel bei Darmstadt und das fossile Eckfelder Maar bei Manderscheid in der Eifel. Während im Geiseltal die postcranialen Skelettelemente sowie die isolierten Oberschädel und Unterkiefer (> 200 Exemplare) überwiegen, sind es in Messel die artikulierten flach gedrückten Skelette. Aus Eckfeld liegen lediglich ein artikuliertes Skelett und zwar von einer trächtigen Stute von *Propalaeotherium voighti* und ein Oberschädel von *Propalaeotherium isselanum* vor (NEUFFER et al. 1996, LUTZ et al. 1998).

Die Besonderheit der Geiseltal-Propalaeotherien liegt einerseits darin, dass aufgrund der Superposition der einzelnen Kohlehorizonte ihre stratigraphische Relevanz für das Miozän erkannt werden konnte (FRANZEN & HAUBOLD 1986a) und andererseits in der einzigartigen, nahezu dreidimensionalen Erhaltung der Knochen. Das zuletzt genannte Phänomen ist eine der wesentlichen Grundlagen für die im folgenden beschriebene Rekonstruktion.

Abkürzungen:

| | |
|-----------------|---|
| SMF Me | Senckenbergmuseum Frankfurt/Main, Messel-Slg. |
| SMNS | Staatliches Museum f. Naturkunde Stuttgart |
| SMNK | Staatliches Museum f. Naturkunde Karlsruhe |
| HLMS | Hessisches Landesmuseum Darmstadt |
| IRSNB | Institut Royale de Sciences naturelles de Belgique, Bruxelles |
| XIV-.....-..... | Wirbeltierfundstelle XIV Neumark-West, Geiseltalmuseum |
| Ce IV- | Wirbeltierfundstelle Cecilie IV, Geiseltalmuseum |
| „.....,.....,* | relevantes Objekt für die Rekonstruktion |

Seit Beginn der Fossilgrabungen in der Mitte der 1920er Jahre wurde der jeweilige Forschungsstand in unterschiedlichen Zeitabständen in Form einer umfassenden Bilanzierung dargestellt. Hierzu seien einige Publikationen beispielhaft genannt (KRUMBIEGEL 1959a, 1959b, 1962, 1970, 1984, HAUBOLD & KRUMBIEGEL 1984, HAUBOLD & THOMAE 1990, HAUBOLD 1995, HAUBOLD & HELLMUND 1995). Diese Darstellungen zeichnen jeweils den damals aktuellen Verlauf der Grabungen sowie den geologisch-stratigraphischen Forschungsstand an den Braunkohlen nach. Dazu gehörte auch eine Auflistung der im Geiseltaleozän vorkommenden Taxa, die fortlaufend aktualisiert wurde.

Um Wiederholungen im Hinblick auf die chronologische Entwicklung der Geiseltalforschung zu vermeiden, wird auf die oben erwähnten Darstellungen verwiesen und im folgenden, entsprechend der Themenstellung dieser Arbeit, auf die Erforschungsgeschichte von *Propalaeotherium hassiacum* HAUPT fokussiert.

2 Chronologie zur Erforschung von *Propalaeotherium hassiacum* HAUPT 1925

Die Bezeichnung *Propalaeotherium hassiacum* führte HAUPT (1921: 177) in die Literatur ein, ohne eine nähere Charakterisierung bzw. Abbildung zu geben. Dieses erfolgte erst in einer späteren monographischen Darstellung der sogenannten „Palaeohippiden“ (HAUPT 1925). Seither hat die Forschung an den mitteleozänen Propalaeotherien gerade in den letzten 10 - 15 Jahren zu einem erheblichen Erkenntniszuwachs geführt. Dieser beruhte wesentlich auf odontologischen Untersuchungen, die schließlich in Art-Unterscheidungen, stratigraphischen sowie biogeographischen Aussagen mündeten (FRANZEN 1980, FRANZEN & HAUBOLD 1986a, FRANZEN 1995). Dabei war die wechselseitige Erhellung der beiden klassischen Fossilagerstätten Geiseltal und Messel hinsichtlich der Equidae von herausragender Bedeutung.

Eine dreidimensionale Rekonstruktion eines *Propalaeotherium*-Skelettes anhand von Originalknochen in natürlicher Größe stand jedoch bislang immer noch aus. Diese Lücke konnte nun durch das rekonstruierte Skelett eines adulten weiblichen *Propalaeotherium hassiacum* geschlossen werden.

Insbesondere in den 1950er und 1960er Jahren kam es in bestimmten Bereichen des Geiseltalflözes punktuell zu einem erheblichen Fundaufkommen an mehr oder weniger dreidimensional erhaltenen Knochen, die auf das Genus *Propalaeotherium* bezogen werden.

Allein die Wirbeltierfundstelle XIV (Neumark-West), die über einen Zeitraum von etwa vier Jahren von 1954 bis 1957 ausgegraben wurde, erbrachte über 5200 registrierte Funde. Von diesen entfallen etwa 16% auf die Equiden (KRUMBIEGEL 1962: 756-757). Damit ist die Wirbeltierfundstelle XIV die bei weitem individuen- und artenreichste Equidenfundstelle im gesamten Geiseltalrevier.

An der betreffenden Fundstelle wurde von KRUMBIEGEL (1962: Abb. 7, Abb. 9) erstmalig der sogenannte Fundstellentyp „Bachlauf“ aufgrund sedimentologischer Untersuchungen erkannt und beschrieben. Ähnlich wie bei den sogenannten „Einsturztrichtern“ sind die Tiere, die die sumpfigen bis anmoorigen Ufergebiete durchquerten, um zur Tränke zu gelangen, im Morast versunken und verendet. Außerdem dürften periodisch, starke Niederschläge zu erhöhter Strömungsgeschwindigkeit in den Gewässern geführt und bisweilen Tiere mitgerissen haben. Eine zusätzliche Akkumulation zumindest von Schädel-, Kiefer- oder Skeletteilen dürfte durch die dort nachgewiesene, reiche Krokodilfauna (ca. 12%) bedingt worden sein.

Die von KRUMBIEGEL (1962: Tab. 3 u. 5 b) mitgeteilte stratigraphische Einstufung der Wirbeltierfundstelle XIV in die untere Unterkohle wurde von HAUBOLD & THOMAE (1990: 8, Abb. 2, Tab. 2) anlässlich der stratigraphischen Revision der Wirbeltierfundstellen im Geiseltaleozän bestätigt.

Die Sichtung bzw. Identifikation von relevantem Knochenmaterial in der Magazinsammlung des Geiseltalmuseums ließ erkennen, dass die angestrebte Rekonstruktion eines Urpferdes der Gattung *Propalaeotherium* auf der vorhandenen Basis weitgehend realisierbar sein würde.

Die Entscheidung fiel auf die in der unteren Unterkohle vorkommende, größere Species *Propalaeotherium*

hassiacum, da deren Materialbasis die der kleineren Arten übertraf.

Eine Einbeziehung von artikulierten Skeletten sowohl aus dem Geiseltal wie *Propalaeotherium isselanum* (Ce IV-7011) (WEIGELT 1934: 578, Taf. III, Taf. X Fig. 6 und diese Arbeit: Taf. 1 Fig. 3, Abb. 5) und *Propalaeotherium voighti* (XXXVII-135) (MATTHES 1977: 22-23, Taf. XXI Fig. 3) als auch verschiedener Skelette von *Propalaeotherium hassiacum* aus Messel (z. B. SMF Me 1397 = FRANZEN 1988 in SCHAAL & ZIEGLER: Abb. 345); SMF Me 2429; SMF Me 1552 war aber notwendig. Letzteres Exemplar entspricht in etwa dimensionell der hier erarbeiteten Rekonstruktion. Einbezogen wurden auch SMF-Me-A-82 (Original wird in der Slg. des SMNK verwahrt) und schließlich *Propalaeotherium parvulum* (FRANZEN 1988 in SCHAAL & ZIEGLER, Abb. 344).

Die früheste monographische Bearbeitung der „Palaeohippiden“ (hier gemeint *Propalaeotherium* GERVAIS) geht auf HAUPT (1925) zurück. Diese befasst sich ausschließlich mit den damals neu aufgestellten Taxa *Propalaeotherium hassiacum* und *Lophiotherium messelense* (valide Bezeichnung: *Propalaeotherium parvulum* LAURILLARD 1849) aus der Grube Messel bei Darmstadt.

Entsprechendes Fossilmaterial aus dem Geiseltal lag damals noch nicht vor, da die systematische Fossilsuche erst in den späten 1920er Jahren begann (BARNES 1927). Es handelt sich bei der Abhandlung HAUPTS (l. c.) um eine sehr detaillierte Beschreibung und eine naturgetreue, zeichnerische Wiedergabe verschiedener Schädel und Unterkiefer, sowie der Gebisse und der Charakterisierung des Skelettes einschließlich deren osteologischer Beschreibung. Durch die hervorragenden Strichzeichnungen, die überwiegend in natürlicher Größe ausgeführt wurden, eigneten sich auch die deskriptiven Teile der Publikation besonders für die vorliegende Arbeit (z. B. für rekonstruierende Ergänzungen und die Herstellung „spiegelbildlicher Paarlinge“). Die Zeichnungen selbst und die beigegefügte Messwerte kamen uns als Basisinformation für das spätere Modellieren und Ergänzen der Einzelknochen sehr zu statten. Die Materialbasis, die HAUPT damals vorlag, setzte sich vorwiegend aus artikulierten Skeletten bzw. Teilskeletten zusammen. Die entsprechenden Fossilien waren leider bei unserer Materialrecherche zu Beginn des Jahres 1998 nur noch unvollständig im Hessischen Landesmuseum Darmstadt vorhanden.

Als Synthese seiner Arbeit präsentierte HAUPT (1925: Taf. XXI) auch eine erste zeichnerische Skelettrekonstruktion sowie den Versuch eines Körperumrisses (Taf. 4, Fig. 1 a-b). Seine Skelettrekonstruktion ist jedoch in einigen Details unzutreffend (vgl. Kap. 5).

Das erste zusammenhängende Skelett eines *Propalaeotherium* aus dem Geiseltal wurde 1933 entdeckt, jedoch nicht näher beschrieben (WEIGELT 1934: Taf. X Fig. 6). Spektakuläre Entdeckungen von überlieferten Weichteilen wie Muskelreste, hyaliner Knorpel und Behaarungsreste, die an diesem Urfpferdskelett erhalten waren, gelangen durch den Einsatz des Lichtmikroskopes (VOIGT 1936a: 309, Taf. 1 Fig. 6; VOIGT 1936b: 324-325, Taf. 2 Fig. 8; VOIGT 1938: 115, Abb. 6). Es wurde auch konservierter Mageninhalt nachgewiesen (VOIGT ca. 1930-1935: Präparate Nr. 1452, 1456, 1550, 1551 in der Geiseltalsammlung [unveröff.]).

Eine erste Bilanz der *Propalaeotherien*-Gebisse aus dem Geiseltal geht auf MATTHES (1972, 1977, 1979) zurück, die er auf zahlreichen Tafeln katalogartig zusammengestellt hat. Bei den von MATTHES (1977) beschriebenen *Lophiotherien* handelte es sich jedoch z. T. um Milch- bzw. Wechselgebisse juveniler *Propalaeotherien* (FRANZEN 1980: 91).

Zur Ernährungsbiologie der *Propalaeotherien* lieferten FRANZEN (1976, 1977), STURM (1978), HEIL et al. (1979), v. KOENIGSWALD & SCHAARSMIDT (1983) und RICHTER (1987) aufgrund von überlieferten Magen-Darminhalten aus Messel eindrucksvolle Beiträge.

Die neueste Gesamtrevision der Equoidea aus dem Geiseltal haben FRANZEN & HAUBOLD (1986a) vorgelegt, wobei neben *Lophiotherium pygmaeum* und *Plagiolophus cartieri* besonderes Gewicht auf den hier in Rede stehenden, stratigraphisch relevanten *Propalaeotherien* liegt, die zahlenmäßig gegenüber den ersteren weit überwiegen. In diese Revision wurden mehrere hundert Funde einbezogen. Bezüglich der *Propalaeotherien* sind derzeit folgende Arten valide: *Propalaeotherium parvulum*, *P. voighti*, *P. hassiacum*, *P. isselanum* (vgl. auch FRANZEN & HAUBOLD (1986a), FRANZEN & HAUBOLD 1987).

In der von FRANZEN (1995) publizierten Arbeit „Die Equoidea des europäischen Mitteleozäns (Geiseltalium)“ werden die Dominanz und hohe Diversität der Equoidea (Equidae und Palaeotheriidae) in den europäischen, eozänen Faunen herausgestellt. Dabei sind die Geiseltalfunde neben ihrer paläobiologischen Bedeutung vor allem taxonomisch und biostratigraphisch von Interesse. So stellte sich jüngst heraus, dass *Plagiolophus cartieri* bereits in der unteren Mittelkohle (MP 12) in Europa auftritt (HELLMUND 2000).

Der Individuenreichtum der *Propalaeotherien* aus dem Geiseltal ermöglicht insbesondere die Beurteilung der Variationsbreite einzelner Knochenelemente ein und derselben Art aus ein und derselben Fundschicht (vgl. Anhang). Dieser Tatsache wurde bei der Rekonstruktion Rechnung getragen, d. h. es wurde ein durchschnittlich großes Exemplar angestrebt. Im Ergebnis handelt es sich bei der erarbeiteten Montage um ein weibliches Individuum (vgl. die Morphologie der Ossa coxae und die geringe Dimension der Canini).

SCHÄFER in FRANZEN (1977) veröffentlichte eine zeichnerische Rekonstruktion von *Propalaeotherium „messelense“* (valide Bezeichnung = *Propalaeotherium parvulum*). Nach den neuen Befunden treffen z. B. der

lang nach vorn gestreckte Hals und der flache Rücken, die tiefe Nasenincisur, die Zahnzahl im postcaninen Gebiss und die Insertion der Canini so nicht zu. Die distale Seite des C inf. greift in der Okklusion mesial vor den C sup. (vgl. Abb. 4 a).

Eine weitere zeichnerische Skelettrekonstruktion eines *Propalaeotherium hassiacum* aus Messel mit kurzem Hals und (zu) stark bogenförmig gewölbtem Rücken legte FRANZEN (1986: Abb. 4 b bzw. Taf. 5 Fig. 2) vor. Der Vergleich mit einem langhalsigen Palaeotheriiden wie *Palaeotherium magnum magnum* zeigt die wesentlichen Unterschiede in den Skelettmerkmalen der beiden Familien auf (FRANZEN 1995: Abb. 6).

Einen vorläufigen Bericht zum Bearbeitungsstand der hier behandelten Skelettrekonstruktion gaben HELLMUND (1998) und HELLMUND et al. (1999).

3 Material und Methode

3.1 Unterscheidung von *Propalaeotherium hassiacum* HAUPT 1925, *Hyrachyus minimus* (FISCHER 1829) und *Hallensia matthesi* FRANZEN & HAUBOLD 1986

Am Anfang der Arbeiten stand naturgemäß die Sichtung, Abgrenzung und Unterscheidung sowie die Identifizierung des Knochenmaterials selbst, denn neben den drei *Propalaeotherium*-Arten *parvulum*, *voighti* und *hassiacum* kommen im Geiseltal weitere Perissodactylen-Taxa wie *Hyrachyus minimus* und *Hallensia matthesi* zeitgleich in der unteren Unterkohle (MP 11) vor. Hinsichtlich der Bezahnungen sind diese Taxa zweifelsfrei unterscheidbar. Dies trifft insbesondere auch für die Schädel und Unterkiefermorphologie von *Propalaeotherium* und *Hallensia* zu (Tab. 1). Osteologisch (postcranial) ist diese Abtrennung jedoch schwieriger und nicht immer mit Sicherheit möglich, da die Knochenelemente morphologisch einander entsprechen. In den Dimensionen fallen die Knochen von *Hyrachyus* durch ihre Größe auf, d. h. hinsichtlich der Größenvariabilität (L/B) liegen sie an der Obergrenze der Verteilung bzw. sie sind größer als diejenigen von *Propalaeotherium hassiacum*. Darüber hinaus sind sie insgesamt auch massiver.

Die Verwechslung sowie die Beschreibung des Erstfundes eines *Hyrachyus minimus* als ein *Propalaeotherium hassiacum* deutet bereits darauf, dass die osteologische Unterscheidung dieser Taxa bisweilen problematisch ist (STRÜBEL 1974, 1975, FRANZEN 1981). Die Morphologie der Skelette ist ausgesprochen ähnlich, was darin begründet ist, dass es sich bei beiden Arten um primitive Vertreter der Perissodactyla handelt (z. B. Gestalt der Autopodien, d. h. vorn je vier und hinten je drei Hufe). Die Längenmaße des postcranialen Skelettes von *Hyrachyus minimus* (J. B. FISCHER 1829) machen deutlich, dass dieses Exemplar jedenfalls größer ist als das rekonstruierte durchschnittliche *Propalaeotherium hassiacum* (vgl. FRANZEN 1981: 374, Tab. 3). Die Länge von *Hyrachyus minimus* beträgt ca. 125 cm, die Höhe 60 cm (WOLF 1991: 101). Die Gebisse sind jedoch morphologisch so verschieden, dass sie nicht verwechselt werden können.

Osteologisches Material von *Hyrachyus* ist im Geiseltal viel seltener als dasjenige des bearbeiteten *Propalaeotherium hassiacum*. Von ersterem liegen in der Hauptsache gut erhaltene Dentitionen vor. Eindeutigen Aufschluss über das Skelett liefert das einzige, oben erwähnte, zusammenhängende Exemplar von *Hyrachyus minimus* aus Messel (FRANZEN 1981).

Jüngst wurde ein zweites Skelett aus Messel bekannt und vom Forschungsinstitut Senckenberg erworben. Es wurde bereits zu Beginn der 1970er Jahre gefunden und ist derzeit noch unbearbeitet (mündl. Mittlg. Dr. J. L. FRANZEN, 18.11.1999).

Die Unterscheidung des postcranialen Skelettmaterials von *Hallensia matthesi* und *Propalaeotherium hassiacum* ist aufgrund der bislang vorliegenden Materialbasis nicht möglich. Es liegen nur zwei eindeutig identifizierte Skelette bzw. Skelettreste von *Hallensia matthesi* vor. Dabei ist das vollständigere Objekt aus Messel schlecht erhalten (s. FRANZEN 1990: Taf. 1). Die Knochen sind sowohl porös als auch deformiert (IRSNB M 1465). Insgesamt erscheint dieses Skelett plumper als die entsprechenden von *Propalaeotherium*. Das dislozierte Teilskelett von *Hallensia matthesi* aus der oberen Mittelkohle des Geiseltales (XXXVI-285-1962 = Holotypus) offeriert nur wenige, postcraniale Knochenelemente, die jeweils stark fragmentiert sind. Daher lassen sich auch keine zuverlässigen morphologischen Unterscheidungskriterien gewinnen. Der dimensionelle Vergleich der überlieferten Knochen mit denjenigen eines durchschnittlich großen *Propalaeotherium hassiacum* zeigt, dass *Hallensia* etwas kleiner als *Propalaeotherium hassiacum* war bzw. seine Größe an der Untergrenze der Variabilität von *Propalaeotherium hassiacum* lag (Tab. 2). Daraus folgt, dass isoliert gefundene Knochen von *Hallensia* morphologisch nicht anhand ihrer Größenparameter von denen der kleinwüchsigeren Species wie *Propalaeotherium parvulum* und *Propalaeotherium voighti* zu unterscheiden sind. Zweifelsfrei sind postcraniale Knochen von *Hallensia* nur dann identifizierbar, wenn sie zusammen mit Dentitionen oder dem Oberschädel oder Unterkiefer vorliegen (Tab. 1 - 2).

Tabelle 1: Merkmalsunterschiede von *Propalaeotherium hassiacum* und *Hallensia matthesi* im Bereich des Schädels und des Unterkiefers.

| Merkmal | <i>Propalaeotherium hassiacum</i> (Rekonstruktion) | <i>Hallensia matthesi</i> (XXII- o. Nr.) (teilweise deformierter Schädel mit Unterkiefer) |
|--------------------------|--|--|
| Bezahnung | adult | adult |
| Schädellänge | ca. 24,00 cm | ca. 17,50 cm |
| Seitl. Schädelprofil | vom Occiput bzw. von den Frontalia gleichmäßig mit 18° bis zum Apex der Nasalia einfallend | Im Bereich der Frontalia nahezu waagrecht, dann von den Nasalia mit ca. 23° zunehmend steil bis zum Apex der Nasalia einfallend |
| Crista parietalis | kurz hinter den Frontalia beginnend und bis zum Occiput reichend; prominent (Querschnitt „T“-förmig) | morphologisch kaum in Erscheinung tretend, weiter hinten im Parietalbereich beginnend (Querschnitt „zugeschärft“) |
| Occiput | Hinterrand des Occiputs <u>nicht</u> eingeschnitten, Sagittalkamm der Parietalia in Profilansicht bis zum Occiput leicht ansteigend | Hinterrand des Occiputs in der Sagittalen deutlich eingeschnitten, etwa ab Mitte der Parietalia nach hinten abfallend |
| Nasenincisur (Tiefe) | ca. 3,00 cm | ? cm |
| Morphologie der Mandibel | Hinterrand des Ramus ascendens (Angulus mandibulae) nach hinten vorragend und insgesamt deutlich gerundet, Vorderrand des Ramus ascendens gerade aufsteigend in schmal zugespitzten Proc. coronoideus endend. Letzterer den Proc. articularis an Höhe überragend | Hinterrand des Ramus ascendens (Angulus mandibulae) in Seitenansicht nahezu gerade, <u>nicht</u> nach hinten vorspringend. Vorderrand des Ramus ascendens leicht schräg nach hinten geneigt. Proc. coronoideus breiter als bei <i>Propalaeotherium</i> und stumpf endend. Proc. coronoideus den Proc. articularis an Höhe überragend |
| Postcanines Diastem inf. | lang, ca. 3,00 cm | sehr kurz, ca. 0,50 cm |

Zu den von FRANZEN & HAUBOLD (1986b: 42) gegebenen Beschreibungen zum postcranialen Skelett von *Hallensia matthesi* ist anzumerken, dass die Form der Crista ilica wegen der Fragmentierung nicht eindeutig festzustellen ist, es bleibt daher offen, ob diese tatsächlich konvex ist. An dem Exemplar aus Messel ist sie eindeutig konkav wie bei *Propalaeotherium*. Die Tatsache, dass der Trochanter major das Caput femoris nur leicht an Höhe überragt, dürfte erhaltungsbedingt und damit kein charakteristisches Merkmal sein.

Tabelle 2: Größenvergleich einiger Knochenelemente von *Propalaeotherium hassiacum* und *Hallensia matthesi*.

| Inv. Nr. | <i>Propalaeotherium hassiacum</i> Länge x Breite (mm) | Knochen- element | <i>Hallensia matthesi</i> Länge x Breite (mm) | Inv. Nr. |
|---------------|--|---------------------|--|----------------|
| XIV-4545-1956 | 160,70 x 90,95 | Scapula | ca. 140,00 x 65,00 | XXXVI-285-1962 |
| XIV-1772-1955 | 187,00 | Femur sin. | ca. 165,00 | XXXVI-285-1962 |
| XIV-4524-1956 | 52,00 x 23,30 | Calcaneus sin. | > 50,00 x 21,00 | XXXVI-285-1962 |
| XIV-1209-1954 | 145,00 | Tibia sin. | ca. 136,00 | XXXVI-285-1962 |
| XIV-3658-1956 | ca. 210,00 | Pelvishälfte sin. | > 180,00 | XXXVI-285-1962 |

Wie bereits ausgeführt, ist der Erhaltungszustand des Geiseltalmaterials z. T. so gut, dass es qualitativ vergleichbaren, rezenten Knochen kaum nachsteht. Durch diese Tatsache war der apparative Arbeitsaufwand bei der Wiederherstellung deformierter oder defizitärer Partien vergleichsweise gering. Er konnte mit traditionellen Werkzeugen wie z. B. Schieblehre und Profilschieblehre bewerkstelligt werden.

Die Revision der Equoidea hat eine Reihe valider Taxa ergeben (FRANZEN & HAUBOLD 1986a), so dass zunächst zu entscheiden war, welche Species rekonstruiert werden sollte. Dabei stand von Anfang an fest, dass es sich im Endergebnis in jedem Falle um eine „Chimäre“ handeln würde, an der eine größere Anzahl von Individuen Knochenelemente beigesteuert hatten. Die Entscheidung fiel schließlich auf die größte Art, *Propalaeotherium hassiacum* (MP 11), die sich im Sinne einer Chronokline mit *Propalaeotherium isselanum* in die Referenzniveaus MP 12-13 fortsetzt. *Propalaeotherium hassiacum* ist deutlich häufiger als die kleineren Species und geradezu ein dominierendes Fossil in der Wirbeltierfundstelle XIV (MP 11) des Geiseltals. Darüber hinaus

erscheint es uns besonders geeignet, die „Standardgröße“ eines typischen eozänen „Großsäugers“ am Beispiel von *Propalaeotherium hassiacum* wiederzugeben. Ein zusätzlicher, praktischer Vorzug liegt darin, dass sich fehlende Knochenpartien bei größeren Dimensionen auch leichter modellieren und ergänzen lassen. Die Auswahl der zu verwendenden Knochen erfolgte einerseits nach Ermittlung ihrer jeweiligen Variationsbreite (L/B), des Mittelwertes (\bar{x}), der Standardabweichung (δn) und andererseits nach dem Erhaltungszustand (vgl. Anhang).

3.2 Darstellung des postcranialen osteologischen Materials aus dem Geiseltal

Die im Text bzw. im Anhang mit einem (*) gekennzeichneten Exemplare wurden in die Rekonstruktion einbezogen. Eine eingehende Beschreibung der Knochenelemente ist hier nicht beabsichtigt, da HAUPT (1925) dies bereits detailliert und z. T. erschöpfend vorgenommen hat. Ergänzungen werden nur dann gegeben, wenn diese über die Darstellungen HAUPTS hinausgehen. Der Anhang gibt einerseits den Umfang des osteologischen Materials aus der Geiseltalsammlung wieder und macht andererseits das Spektrum der metrischen Variabilität der Einzelknochen deutlich.

Zu den im folgenden verwendeten osteologischen Begriffen wird auf KÄMPFE et al. (1955), NICKEL et al. (1992), NUSSHAG (1968), SCHMID (1972) und STEINER (1977) verwiesen.

Die Rekonstruktion wurde mit der Erarbeitung der Extremitäten begonnen: Stylo- und Zeugopodien wurden zunächst ausgewählt, bei Bedarf ergänzt und die Dimensionen bzw. Proportionen durch Vergleichsstudien an artikuliertem Material überprüft. Die zeitaufwendigere Identifizierung der Autopodien ant. und post. schloss sich daran an. Die Passformen, d. h. die Gelenkung und die Dimensionen der einzelnen Knochenelemente zueinander sowie Rekonstruktionen für die rechte und linke Körperseite, wurden jeweils zunächst in einem Sandbett komponiert, ehe die einzelnen Epoxidharzkopien hergestellt wurden (Taf. 1 Fig. 2).

Schultergürtel und Vorderextremität

Scapula (XIV-4545-1956 dext.*, XIV-3884-1956 sin.*, XIV-997-1955 dext.*, XIV-746-1955 sin.*)

Die Scapulae sind von allen isolierten Knochen am schlechtesten erhalten und meistens in viele Einzelscherben zerlegt, dies gilt auch für das artikulierte Skelett von *Propalaeotherium isselanum*. Die Fossa supraspinata und die Fossa infraspinata sind wegen der geringen Stärke des Knochens davon betroffen, die Spinae scapulae sind aber in der Regel zumindest im Hinblick auf ihren Verlauf kenntlich. Die Fossa articularis und der Tuber scapulae haben der Kompaktion besser widerstanden. Aus etwa 10 fragmentären Scapulae wurde deren originäre Form rekonstruiert und die Morphologie anhand eines Skelettes (SMF Me 1397) entsprechend überprüft. Die Spina ist in der idealen Ausprägung leicht nach hinten außen umgebogen (XIV-4545-1956*). Die notwendige Neigung bzw. Anlagerung der Scapulae an die vorderen Rippenbögen wurde bei der Montage durch Erwärmung der Epoxidharzkopien erzielt. Der Proc. coracoideus wurde ergänzt. Knorpelig ausgebildete Partien wie der Schulterblattknorpel sind hier generell nicht dargestellt, da sie fossil nicht überlieferungsfähig sind.

Länge Fossa – Margo (rekonstruiert) über die Spina gemessen: L = 156,00 mm bzw. 152,00 mm; B max. = 100,00 mm bzw. 93,00 mm; Vergleichsexemplar SMF ME 1397: L = 160,00 mm B max. = 90,00 mm.

Humerus (XIV-2652-1956 dext.*, XIV-535-1956 sin.*, XIV-3884-1956 dext., XIV-546-1954 sin., XIV-3141-1954 sin., XIV-4600-1956 sin.)

Die durchschnittliche Größe der Humeri (L = 142,00 mm) und deren stratigraphische Herkunft aus der unteren Unterkohle sprechen für eine Zugehörigkeit zu *Propalaeotherium hassiacum*. Die Trochlea ist bei sämtlichen Exemplaren wohl erhalten, während der proximale Teil der Diaphyse flachgedrückt und das Caput humeri (proximales Gelenk) deformiert bis fragmentär ist. Ausgewählt wurden zwei sich in den Dimensionen entsprechende Humeri (XIV-2652-1956 dext.* und XIV-535-1956 sin.*). Der proximale Diaphysenteil mit dem Tuberculum majus wurde mit Wachs ergänzt und am Paarling etwa 50 % der Diaphyse sowie spiegelsymmetrisch das distale Gelenk. Die Dimensionen der ausgewählten Humeri sind nur wenig geringer als bei dem von HAUPT (1925: Taf. XVI Fig. a, b) abgebildeten Exemplar.

Ulna-Radius (XIV-2648-1954* Radius und Ulna verwachsen, Ulna XIV-3350-1956 dext.* ; Radius XIV-1848-1955 dext.*)

In der Magazinsammlung liegen neun verschiedene Ulnae, z. T. ohne distales Gelenk) und 23 Radii vor, die aufgrund ihrer Dimensionen und aufgrund der stratigraphischen Einstufung der Wirbeltierfundstelle XIV auf *Propalaeotherium hassiacum* zu beziehen sind. Sie stammen von ganz unterschiedlichen Individuum. Unter diesen fällt ein linkes, abnormes „Paar“ auf, hier sind Radius und Ulna (XIV-2648-1954*) in der Längsachse über eine knöcherne „Brücke“ miteinander verwachsen (Abb. 1). Von diesem „Langknochenpaar“ wurde eine

Kopie aus Gips hergestellt, die beiden Knochen anschließend voneinander getrennt und nach der Herstellung eines Epoxidharzausgusses in die Rekonstruktion aufgenommen. Das Zeugopodium sin. setzt sich damit aus Knochen ein und desselben Individuums zusammen, dessen Proportionen untereinander unzweifelhaft sind. Die beschriebene Verwachsung von Radius und Ulna ist für *Propalaeotherium hassiacum* untypisch und als pathologisch zu bewerten. Ein derartiger Befund ist ein charakteristisches Merkmal evolvierterer Equidae (z. B. *Equus caballus*), bei denen dann auch der distale Teil der Ulna erheblich reduziert und damit kennzeichnend ist.

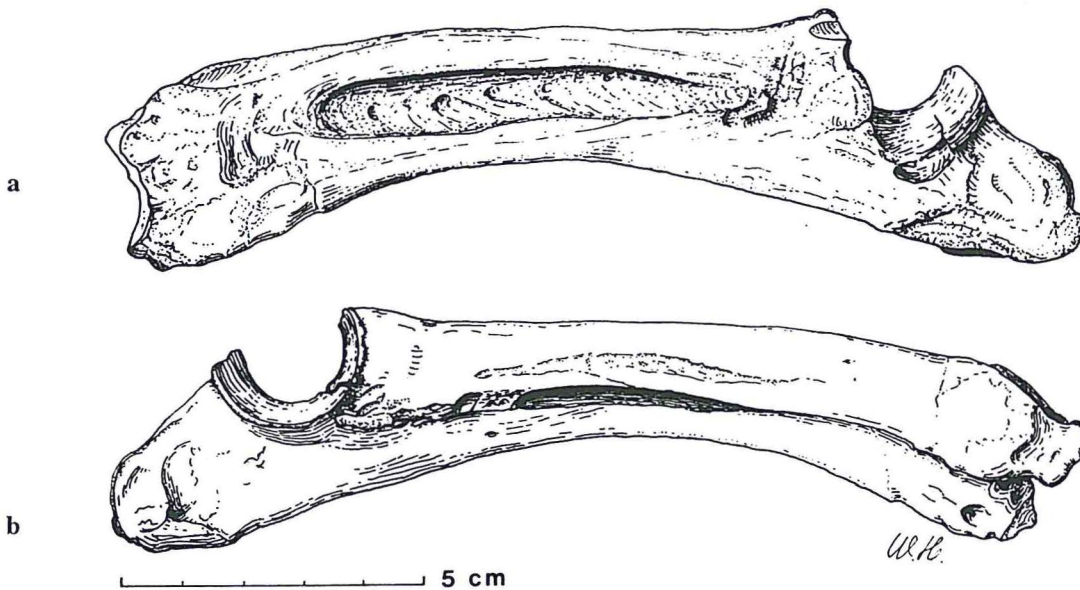


Abbildung 1:

Ulna sin. mit Radius sin. verwachsen (XIV-2648-1954), untypisch („pathologisch“).

a - von lateral links; b - von innen (Zeichnung: Winfried HELLMUND).

Autopodium anterior und posterior

Zur Rekonstruktion der Autopodien ant. wie post. von *Propalaeotherium hassiacum* konnte auf eine sehr reiche Materialbasis isolierter Einzelknochen zurückgegriffen werden, die mehrere hundert Objekte umfasst. Dieses dreidimensional erhaltene Material ist nicht zuletzt deswegen von außerordentlichem Wert, da man in stratifizierten Fundstellen, wie dies bei den Kohleflözen im Geiseltalrevier der Fall ist, eine derartige Konzentration von Einzelknochen nicht unbedingt erwartet. Die relevanten Stücke stammen fast ausnahmslos aus der für das Genus *Propalaeotherium* besonders hoffigen Wirbeltierfundstelle XIV. Von dem Equidenmaterial lassen sich die meisten dieser Knochen auf *Propalaeotherium hassiacum* beziehen, dieses ist wesentlich häufiger als die beiden kleineren Species, *Propalaeotherium parvulum* und *Propalaeotherium voighti*.

Hyrachyus minimus ist zwar hier auch nachgewiesen, zahlenmäßig jedoch nur untergeordnet repräsentiert. Diese Art fällt aufgrund der größeren Dimensionen und der plumper erscheinenden Knochen auf. Eine Verwechslung mit *Propalaeotherium hassiacum* ist wenig wahrscheinlich.

Die Wiederherstellung des **Basipodiums ant.** und **post.** gestaltete sich im Vergleich zu anderen Skelettpartien schwierig. Zunächst wurde die durchschnittliche Größe eines jeden im Basipodium vorkommenden Knochens für dext. und sin. ermittelt, ein entsprechendes Exemplar ausgewählt und eine vorläufige Komposition (Artikulation) sämtlicher Hand- und Fußwurzelknochen im Sandbett angelegt (Taf. 1 Fig. 2). Hierbei wurde auf eine möglichst exakte, „funktionsfähige“ Gelenkverbindung (Kontaktflächen) der Carpalia bzw. Tarsalia untereinander Wert gelegt. Gerade eine schlüssige Rekonstruktion des kompliziert gebauten Basipodiums steht beispielhaft für den angestrebten Wahrheitswert der Skelettrekonstruktion (Taf. 3 Fig. 3, 4).

Vergleichsmöglichkeiten bestimmter Details ergaben sich aus einigen artikulierten Skeletten von „Equiden-Wasserleichen“ aus Messel, deren Extremitäten sich aufgrund ihrer Disposition in Mittelstellung hierzu besonders eignen (SMF Me 1397, SMF Me 1285).

Das Skelett des *Propalaeotherium isselanum* (Ce IV-7011) aus der oberen Mittelkohle des Geiseltales hatte offenbar vor der definitiven Einbettung eine gewisse Zeit entblößt auf dem Substrat gelegen, so dass die Zersetzung gerade an den körperferneren (distalen) Partien, wie den Autopodien und dem Schwanz (s. Caudalwirbelsäule) bereits eingesetzt hatte. Die Basipodien, Metapodien und auch die Sesamoide sind hier schon

derart disloziert, dass Informationen über den originären Aufbau kaum noch zu erlangen sind. Die Hufphalangen sind z. T. bereits verloren gegangen. Die in der Monographie von HAUPT (1925: Taf. XX, Fig. 1-2) enthaltenen Zeichnungen der Hand und des Fußes von *Propalaeotherium hassiacum* sind wegen der zeichnerischen, detailgetreuen Qualität von besonderem Wert, so dass sich eine zusätzliche Beschreibung erübrigt.

Autopodium anterior (Taf. 3 Fig. 3)

Das Basipodium ant. besteht aus 8 Knochenelementen: Scaphoideum, Lunatum, Triquetrum, Pisiforme, Trapezium, Trapezoideum, Capitatum (Magnum) und Hamatum (Uncinatum).

Das Metapodium ant. setzt sich aus den Metacarpalia (Mc II, Mc III, Mc IV und Mc V) zusammen; das Acropodium ant. aus den entsprechenden Phalanges anteriores mit je einer Grund-, Mittel- und Hufphalange.

Eine ausführliche Aufstellung zur jeweiligen Anzahl der fossil überlieferten Knochen, zu den Größenparametern (L/B), zur Variationsbreite und zu den Mittelwerten etc. (\bar{x} , δn) findet sich im Anhang.

Rumpf

Wirbelsäule

Die Wirbelsäule von *Propalaeotherium hassiacum* setzt sich folgendermaßen zusammen: 7 Cervicalwirbel, 18 Thoracalwirbel, während HAUPT (1925: 69) von 19 Thoracalwirbeln ausgeht, 5 Lumbalwirbel, Sacrum (verwachsen aus 5 Elementen) und 19 Caudalwirbel. HAUPT (1925: 69) hielt dagegen 23 Caudalwirbel für wahrscheinlich.

Cervicalwirbelsäule (Hals)

Die Cervicalwirbelsäule setzt sich aus 7 Wirbeln zusammen (Gesamtlänge 15,50 cm), wobei die ersten beiden naturgemäß eine besondere Stellung und Funktion haben und sich morphologisch grundsätzlich von den übrigen unterscheiden.

Der schädeltragende **Atlas** liegt in der Sammlung nur in drei gut erhaltenen Exemplaren vor (XIV-1187-1954*, XIV-3202-1956* nur Corpus mit unterem Knochenring erhalten, XIV-240-1957*, XIV-2232-1955 zwei isolierte Alae). Das von seinen Dimensionen her für die Rekonstruktion geeignete Stück ist als Knochenring bestehend aus einem unteren und einem oberen Bogen und den Gelenken erhalten. Die lateralen Alae fehlen, sie wurden anhand von Zeichnungen (HAUPT 1925: Taf. XIII Fig. 3, 4) zunächst mit Wachs ergänzt.

Der **Epistropheus (Axis)** ist einer der raresten Knochentypen von *Propalaeotherium hassiacum* in der Geiseltalsammlung, er ist lediglich durch zwei Fragmente vom basalen Teil des Wirbelkörpers belegt. Ein von HAUPT (1925: 71, Taf. XV Fig. 2) publiziertes, wohl erhaltenes isoliertes Exemplar ließ sich trotz intensiver Nachsuche im Hessischen Landesmuseum Darmstadt, wo es aufbewahrt sein sollte, nicht auffinden, so dass die erwähnten Bruchstücke mit Hilfe der lateralen zeichnerischen Ansicht und den Maßangaben entsprechend ergänzt wurden (Taf. 1 Fig. 1). Abgesehen von der Gestalt des Kammes auf dem Wirbelbogen geben die untersuchten Skelette aus der Sammlung des SMF erhaltungsbedingt keinen detaillierten Aufschluss über die Morphologie des Epistropheus. Die Halswirbel sind zwar dort insgesamt weitgehend artikuliert geblieben, aber durch die Kompaktion morphologisch entstellt. Durch postmortale, sagittale Stauchung ist beim Skelett aus der oberen Mittelkohle, *Propalaeotherium isselanum* (Ce IV-7011), die Cervicalwirbelsäule gar nicht sichtbar (Taf. 1 Fig. 3, Abb. 5).

Die **folgenden fünf** Halswirbel sind untereinander, zumindest was die Wirbelkörper angeht, etwa gleich gestaltet, lediglich der Corpus des 7. Cervicalwirbels ist schräg nach caudad ausgezogen. Im wesentlichen bedurften nur die Zygapophysen unter dem Foramen transversus einer entsprechenden morphologischen Ergänzung. Zur Rekonstruktion des 3. und 4. Cervicalwirbels diente (XIV-4715-1955*) L = 26,00 mm; B = 42,00 mm und zur Wiederherstellung des 5. und 6. (XIV-901-1955*) L = 26,00 mm; B = 44,00 mm und zur Rekonstruktion des 7. (XIV-2674-1956*) L = 36,00 mm; 38,50 mm.

Im Unterschied zu den langgestreckten Halswirbeln von *Equus* sind die der Propalaeotherien im Verhältnis auffallend kurz. Die Gesamtlänge des Halses beträgt hier 15,50 cm. Dieser ist damit etwas kürzer als der Schädel, ein Merkmal, das die Propalaeotherien auszeichnet. Die aufrechte Stellung des Halses lässt sich einerseits aus der Passform der 3. bis 7. Wirbel untereinander zweifelsfrei herleiten, sowie an einigen „Equiden-Wasserleichen“ aus der Grube Messel verifizieren (z. B. SMF Me 1285). Die Dornfortsätze nehmen nach hinten an Länge zu. Der Proc. spinosus ist am dritten Wirbel kaum bemerkbar, am vierten ca. 15,00 mm, am fünften 20,00 mm, am sechsten 38,00 mm und am siebten 55,00 mm lang. Diese Dornfortsätze waren am Geiseltalmaterial fossil nicht erhalten, sie wurden jeweils nach Angaben von HAUPT (1925: 72) entsprechend anmodelliert.

Thorax (Costae) (XIV-1185-1956*, XIV-2664-1956*, XXXVI-229-1962*, XIV-365-1957, XIV-2660-1955, XIV-2579-1954*, XIV-2641-1954*, XXXVII-1969-(?)*)

Der Thorax von *Propalaeotherium* ist nach vorn deutlich keilförmig verschmälert (Taf. 3 Fig. 1) und entspricht damit morphologisch demjenigen eines rezenten Buschschlupfers wie *Cephalophus zebra* (Taf. 7 Fig. 1). In lateraler Richtung ist er jeweils nur mäßig ausladend, die maximale Breite ist auf der Höhe des 12. Thoracalwirbel erreicht, von da ab verschmälert er sich wiederum nach caudal. Der Brustkorb wird von je 18 Rippen pro Körperseite gebildet. Die beiden vordersten Rippen unterscheiden sich morphologisch voneinander und insbesondere von den darauffolgenden. Die 1. Rippe ist nach hinten konkav und im Querschnitt leicht oval. Diese artikuliert mit dem Manubrium in einer hierfür vorgesehenen Grube (Taf. 3 Fig. 1, Abb. 2 a - b). Eine perfekt erhaltene, isolierte 1. Rippe sin. (XIV-1185-1956*) liegt vor, ein entsprechendes, spiegelbildliches Exemplar wurde angefertigt. Die 2. Rippe dext. ist im Querschnitt schuhlöffelartig flach und nach hinten nur wenig konvex. Proximal ist sie fragmentarisch überliefert, d. h. ohne Tuberculum und Capitulum (XIV-2664-1956*). Eine Artikulationsstelle am Manubrium wie bei der 1. Rippe existiert nicht, offenbar bestand hier lediglich eine knorpelige Verbindung. Die 3. und 4. Rippe entsprechen morphologisch der 2., sie sind lediglich entsprechend länger.

Zur Rekonstruktion der 5. bis 9. Rippe, die sämtlich einen flachen Querschnitt aufweisen, wurde eine gut erhaltene Rippe (XXXVI-229-1962*) um das distale Drittel ihrer Länge ergänzt bzw. die Dimensionen entsprechend ihrer Position am Skelett variiert. Zur Herstellung der jeweils anderen Körperseite wurde der mittlere Rippenteil mit gut erhaltenen proximalen Gelenkenden (Tuberculum und Capitulum, XIV-2579-1954*) kombiniert. Die posterioren Rippen, d. h. von der 10. bis zur 14., mit rundlichem Querschnitt, basieren auf einem Exemplar sin. (XIV-2641-1954*). Die 15. bis 18. Rippen sind die kürzesten und schlanksten (XXXVII-1969- (?) *).

Tabelle 3: Größenparameter zu den Costae von *Propalaeotherium hassiacum* HAUPT.

| Inv. Nr. | Costa | L (mm) | B (mm) |
|-------------------|-----------------|-----------------|--------|
| XIV-1185-1956 * | 1. dext. | 90,00 | 15,00 |
| XIV-2664-1956* | 2. dext. | 120,50 | 15,00 |
| XXXVI-229-1962* | 5. - 9. sin. | 170,00 – 210,00 | 12,00 |
| XIV-2641-1954* | 10. - 14. sin. | 205,00 – 195,00 | 11,00 |
| XXXVII-1969- (?)* | 15. - 18. dext. | 180,50 – 140,00 | 11,00 |

Sternum (Abbildung 2)

Das Sternum von *Propalaeotherium hassiacum* setzt sich aus dem Manubrium, dem Mesosternum sowie dem Xiphisternum zusammen. Das Mesosternum besteht (wahrscheinlich) aus drei Elementen. In der Geiseltalsammlung ist keines der genannten Knochenelemente vertreten. Auch das Skelett von *Propalaeotherium isselanum* (Ce IV- 7011) gibt hierüber keinen näheren Aufschluss. Allerdings offeriert ein Skelettfund aus Messel (SMF Me 1397) das Sternum von lateral, im hinteren Teil ist es aber nur fragmentär. Von seinen Dimensionen ist das letztere für unsere Zwecke jedoch zu groß.

Manubrium

Nahezu ideal und dreidimensional erhalten, mit den beidseitigen Gelenkgruben für die 1. Rippe sowie in den Dimensionen passend, ist ein isoliertes Manubrium (HLMD Me 102 b) aus der Sammlung des Hessischen Landesmuseums Darmstadt. Wahrscheinlich ist es das Exemplar, von dem HAUPT (1925: 77) spricht. Eine entsprechende Epoxidharzkopie dieses Exemplars wurde bei der Rekonstruktion des Sternums benutzt. Mit einer Länge von 45,00 mm und einer max. Breite von ca. 12,00 mm ist es geringfügig kleiner als das in HAUPT (1925: Taf. XII Fig. 14 a, 15 a; Taf. XV Fig 3 a - b) abgebildete Exemplar.

Mesosternum

Der erste Knochen des Mesosternums ist gerundet rechteckig und sowohl vorn als auch hinten gegenüber der Mitte verbreitert. Die Länge beträgt 23,00 mm, die Höhe vorn 14,50 mm, hinten 12,50 mm, die Dicke in der Mitte 7,00 mm. Der darauffolgende Knochen dürfte dem vorhergehenden im Grundbauplan weitgehend entsprochen haben, wobei die Höhe von vorn nach hinten stärker abnimmt. Das dritte Element des Mesosternums ist hinsichtlich seiner Gestalt nicht zweifelsfrei durch Funde abgesichert. Es ist aber sehr wahrscheinlich in der Aufsicht flach trapezförmig und leitet damit morphologisch zum Xiphisternum über. Die Rekonstruktion wurde entsprechend vorgenommen.

Xiphisternum

Das Xiphisternum bildet den letzten Teil des Brustbeines. Es wurde in Anlehnung an die Abbildung von HAUPT (1925: Taf. XII Fig. 13 a - b) zunächst mit Modelliermasse nachgebildet. Es handelt sich um einen flachen, biskuitförmigen Knochen, der sowohl auf der Ober- wie auf der Unterseite der Länge nach seicht gefurcht ist. In

der proximalen Hälfte beträgt die Stärke 6,00 mm, das Hinterende ist stark verflacht, die Innenseite leicht konkav. Die Länge des Xiphisternums beträgt 44,00 mm, die Breite vorn 18,00 mm, die schmalste Stelle misst 13,00 mm.

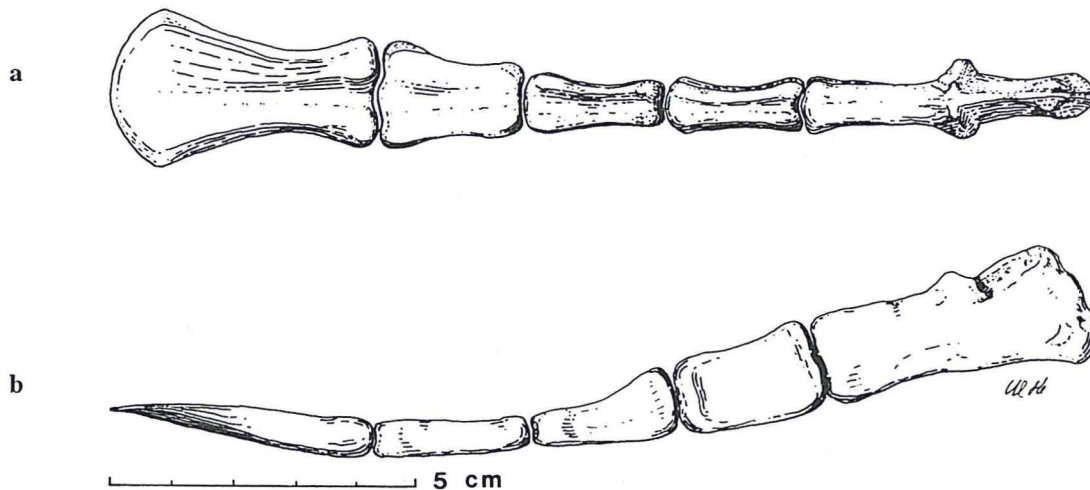


Abbildung 2:

Rekonstruiertes Sternum bestehend aus Manubrium, Mesosternum (3 Elemente) und Xiphisternum.
a - von oben; b - lateral von rechts (Zeichnungen: Winfried HELLMUND).

Thoracalwirbel (XIV-3142-1954*, XIV-209-1956*, XIV-3060-1954*, XV-1055-1957*, XIV-1370-1955*, XIV-2635-1956*, XIV-1699-1955*, XIV-1749-1955, XIV-2672-1954*)

Die Brustwirbelsäule setzt sich aus 18 Wirbeln zusammen, deren Gestalt sich von vorn nach hinten ändert. Bei dem nachfolgend erwähnten Material sind am jeweiligen Corpus insbesondere die Extremitas cranialis und die Extremitas dorsalis gut erhalten, die maßgeblich für die Passform untereinander sind, sowie für die sich daraus ergebende Rückenlinie (Rückenform).

Der **1. Thoracalwirbel** ist durch einen gerade gestreckten, schwertförmigen Processus spinosus von 45,00 mm Länge ausgezeichnet. Der Corpus ist leicht nach schräg hinten geneigt und 74,00 mm lang. Die größte Breite einschließlich der Gelenkfortsätze ist 50,00 mm. Ein ausgezeichnet und vollständig erhaltenes Exemplar (XIV-3142-1954*) stammt aus der Wirbeltierfundstelle XIV.

Die darauffolgenden **2. bis 12. Thoracalwirbel** sind in ihrem Grundbauplan, d. h. in der Gestalt des Corpus einander entsprechend gebaut. Lediglich die Länge und die Neigung des Processus spinosus variieren caudalwärts. Der Proc. spinosus ist bei den hinteren Wirbeln seitlich abgeflacht, das obere Ende verläuft gerade (waagrecht) und ist nicht wie bei den vorderen Wirbeln am oberen Ende verdickt (oval). Die oberen, abgeflachten Partien sind die Anheftungsstellen für das sogenannte Nackenband (NUSSHAG 1968: 62, Abb. 92). Bei einem perfekt erhaltenen Exemplar (XV-1055-1957*) handelt es sich aufgrund von Vergleichen mit artikulierten Stücken aus Messel um den **6. Thoracalwirbel** (L = 100,00 mm; B = 48,00 mm, Processus spinosus = 80 mm). Die Gelenkgruben für die Artikulation von Tuberculum und Capitulum sowie die Extremitas cranialis bzw. dorsalis sind wohl erhalten.

Von diesem Exemplar wurden mehrere Epoxidharzkopien hergestellt und morphologisch entsprechend ihrer Position am Skelett durch Zufuhr von Heißluft justiert, so dass Materialdefizite in einzelnen Positionen der Thoracalwirbel ausgeglichen werden konnten.

Darüber hinaus wurden noch weitere, allerdings unvollständige Exemplare (ohne Angaben von Messwerten) aus der Geiseltalsammlung herangezogen. Bei diesen ist allerdings der Dornfortsatz basal abgebrochen (XIV-1370-1955*, XIV-2635-1956*, XIV-1699-1955*, XIV-1749-1955*).

Die hinteren Thoracalwirbel, d. h. vom **13. bis 18.**, entsprechen den vorhergehenden und leiten morphologisch mit ihren niedriger und flacher werdenden Processus spinosi zu den Lumbalwirbeln über. Der antiklinale Wirbel ist der **18. Thoracalwirbel**. Zur Rekonstruktion dieses hinteren Wirbelsäulenteils diente ein Exemplar mit fragmentarischem Corpus (XIV-2672-1954*): L = 31,50 mm; B = 47,50 mm; Proc. spinosus (vollständig) = 24,00 mm. Die Höhe der Proc. spinosi (= 25,00 mm – 20,00 mm) wurde von artikulierten Exemplaren aus Messel übernommen.

Lumbalwirbelsäule

Die Lumbalwirbelsäule setzt sich aus fünf Wirbeln zusammen. Die Materialbasis für die Rekonstruktion derselben beschränkte sich auf drei Exemplare unterschiedlicher Erhaltung (XIV-2640-1956*, XIV-2260-1955*, XIV-3483-1956*). Dabei sind die Lateralfortsätze sowie die Proc. spinosi nur fragmentarisch erhalten bis gänzlich fehlend. Unter Einbeziehung der mehr oder weniger gut erhaltenen Lateralfortsätze sin. am Skelett von *Propalaeotherium isselanum* (Ce IV-7011) ist eine morphologische und dimensionelle Nachbildung leicht möglich (Taf. 1 Fig. 3, Abb. 5). Die Lateralfortsätze der drei vorderen Lumbalwirbel sind mehr oder weniger gerade und lateralwärts gerichtet, während die der beiden hinteren zusätzlich leicht in cranialer Richtung umgebogen sind. Die Länge dieser Fortsätze variiert zwischen 34,00 – 36,00 mm; dabei sind sie ausgesprochen dünn, so dass sie bei mechanischer Beanspruchung wie z. B. bei der Einbettung ins Substrat leicht brechen. Die dorsalen Proc. spinosi sind bereits vom 18. Wirbel (= letzter Thoracalwirbel) an ein wenig nach vorn geneigt. Die Wirbelkörper der Lumbalwirbel sind etwas größer als die der Thoracalwirbel (L = ca. 26,00 mm, B = ca. 20,00 mm). Dies dürfte auf die unterschiedliche Herkunft von verschiedenen Individuen zurückzuführen sein.

Sacrum

Es liegen drei Exemplare des Sacrum in unterschiedlicher Erhaltung vor, die eine Gesamtrekonstruktion ermöglichten (XIV-2249-1954*, XIV-164-1956*, XIV-3946-1956*). Von ihren Dimensionen und Proportionen her gehören sie zweifellos alle zu *Propalaeotherium hassiacum*. Ein morphologischer Vergleich mit dem Sacrum von *Propalaeotherium isselanum* (Ce IV-7011) stützt dieses. Beim Exemplar XIV-2249-1954* ist die Basis mit der Extremitas cranialis bis hin zur Artikulation mit dem 1. Caudalwirbel einschließlich der seitlichen Foramina sacralia (je vier pro Seite) erhalten. Die Basis ist ihrem Originalzustand entsprechend leicht konvex nach dorsal gebogen, die Ränder sind z. T. ein wenig ausgebrochen. Die Alae fehlen hier beidseitig, sämtliche Processus spinosi sind abgebrochen und nur noch jeweils in ihren basalen Teilen erhalten. Sie sind durch postmortale Deformation aus der Sagittallinie herausgerückt. Die Alae von XIV-164-1956*, die eine ausgezeichnete erhaltene grubig-rauhe Facies articularis zur Artikulation mit den Ilia aufweisen, wurden in Form von Epoxidharzkopien mit Heißkleber an die Kopie des Exemplares XIV-2249-1954* angeheftet. In Analogie zu einem wohl erhaltenen Exemplar eines *Propalaeotherium parvulum* (SMF Me 1285), das in Seitenlage überliefert ist, konnte die Zahl der Sacralwirbel, die gemeinsam das starre Os sacrum bilden, mit fünf bestimmt werden. Die jeweilige Höhe der Processus spinosi ließ sich für das größere *Propalaeotherium hassiacum* entsprechend berechnen und mit Wachs anmodellieren. Dazu wurde jeweils eine Strecke des Dornfortsatzes und die Länge des Sacrums aus dem Skelettverband miteinander in Beziehung gesetzt und so die Höhe des jeweiligen Dornfortsatzes ermittelt. Die Gesamtlänge des rekonstruierten Sacrums beträgt ca. 117,00 mm, die maximale Breite vorn 70,00 mm. Die Höhe der Processus spinosi nimmt caudad kontinuierlich ab: 28,00 mm; 24,00 mm; 22,00 mm; 19,00 mm; 17,00 mm.

Caudalwirbelsäule (Schwanz)

Zweifelsfreies Knochenmaterial zur Rekonstruktion der Caudalwirbelsäule von *Propalaeotherium hassiacum* war zunächst aus der Geiseltalsammlung nicht zu erlangen. Am Exemplar von *Propalaeotherium isselanum* (Ce IV-7011) aus dem Geiseltal ist die Schwanzwirbelsäule auch größtenteils nicht überliefert, da sie offenbar in einem frühen Stadium des Zerfalls der Tierleiche, d. h. noch vor der definitiven Einbettung, vom übrigen Körper, hinter dem 3. Caudalwirbel abgetrennt wurde. Die tatsächliche Ausprägung der Schwanzwirbelsäule, insbesondere die Anzahl der Wirbel, konnte mit Hilfe eines Skelettfundes aus Messel (SMF Me 1397) geklärt werden. Diese setzt sich aus 19 Wirbelkörpern zusammen, wobei die vier zum Sternum proximal gelegenen jeweils durch einen kleinen, flachen, dorsalen Spinalfortsatz bzw. zwei kleine laterale Fortsätze charakterisiert sind, während die übrigen 15 spindelförmig sind und sich untereinander, abgesehen von der nach hinten abnehmenden Größe, morphologisch nicht unterscheiden. Die rekonstruierte Gesamtlänge des Schwanzes von *Propalaeotherium hassiacum* beträgt 26,00 cm. In Kenntnis der Morphologie der Schwanzwirbel von Exemplar SMF Me 1397 ließen sich zwei proximale Caudalwirbel aus der Geiseltalsammlung (XIV-4751-1956*, XIV-4926-1956*) als zu *Propalaeotherium hassiacum* gehörig identifizieren und in die Rekonstruktion mit einbeziehen.

Beckengürtel und Hinterextremität

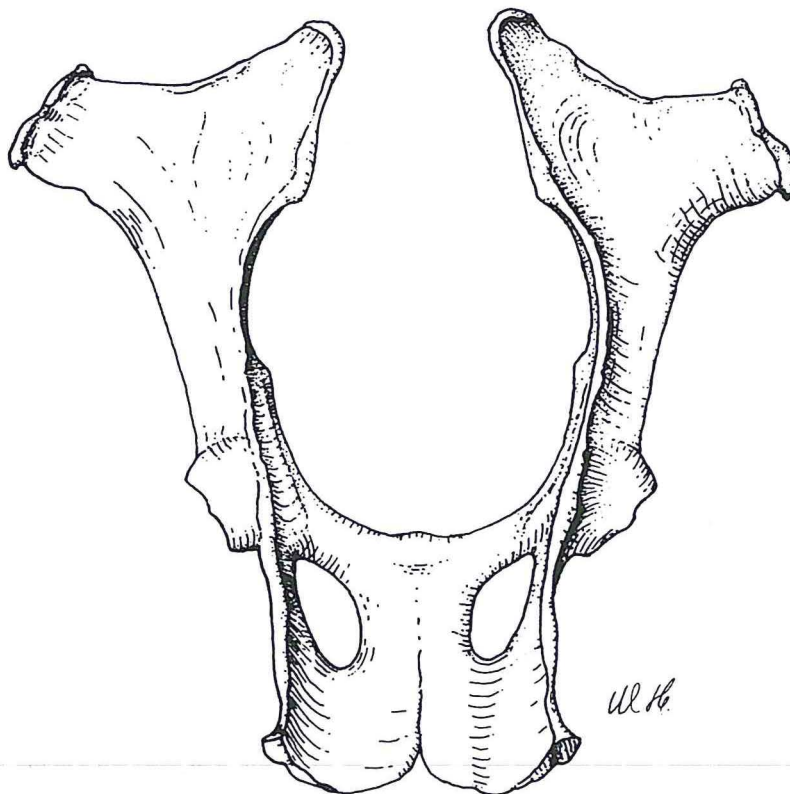
Pelvis (XIV-3658-1956 dext.*, XIV-421-1957 sin.*, XIV-2548-1955 dext.)

Eine für die Rekonstruktion geeignete rechte Pelvishälfte (XIV-3658-1956*) ist im Bereich der Iliumschaukel dext. leicht deformiert und sowohl am Pubis als auch am Foramen obturatum fragmentär. Die maximale Länge einer Pelvishälfte, d. h. vom Ilium bis zum Ischium, beträgt 23,00 cm.

Der linke Teil des Hüftbeines wurde aus einem Originalfragment mit gut erhaltenem Acetabulum aufgebaut, hierzu wurde das Foramen obturatum sowie der Bereich der Symphysis pelvina spiegelbildlich ergänzt. Da die

Symphysis pelvina erst im Alter knöchern verwächst, wurden die beiden Hüftbeine hier auch nur locker aneinander gefügt. Der apfelförmige Umriss des Geburtskanals (Taf. 3 Fig. 2, Abb. 3) deutet in Analogie zu den Verhältnissen bei *Equus* darauf hin, dass es sich bei dem rekonstruierten Becken um dasjenige einer Stute handelt (vgl. NICKEL et al. 1992: Abb. 162-163). Eine zuverlässige Geschlechtsbestimmung war bisher nur bei trächtigen Individuen von *Propalaeotherium* möglich (z. B. HEIL et al. 1987: 130 F 87, F 88, NEUFFER et al. 1996: 80, Abb. 119). Diese Exemplare liegen generell auf der Seite und die Beckenpartie ist dadurch derart flachgedrückt, dass ihre Morphologie diagnostisch meist nicht verwertbar ist. Was das Gebiss angeht, so gibt die Ausprägung der Canini sup. und inf. einen gewissen Hinweis auf das Geschlecht. Ein klassischer, also morphologischer Geschlechtsdimorphismus wie bei einigen Familien der Artiodactyla beispielsweise der Suidae (*Hyotherium meissneri*, HELLMUND 1991a) oder der Anthracotheriidae (*Elomeryx crispus*, *Elomeryx borbonicus*, HELLMUND 1991b) besteht hinsichtlich des Gebisses bei den *Propalaeotherien* nicht. Allerdings deuten die dimensionell schwächeren Canini sup. und inf. auch hier auf weibliche Individuen hin. Dieser Tatsache wurde bei der Rekonstruktion des Schädels und Unterkiefers Rechnung getragen (Abb. 4 a und Kap. 3.3).

Sowohl die prominenten Canini sup. wie inf. des *Propalaeotherium isselanum* (Ce IV-7011) und die Ossa coxae (birnenförmig) machen es wahrscheinlich, dass es sich bei diesem Exemplar um einen Hengst handelt (Abb. 5).



5 cm

Abbildung 3:

Pelvis von *Propalaeotherium hassiacum* (♀, Ossa coxae apfelförmig, gerundet und weiter offen als bei einem männlichen Individuum) von caudal (Zeichnung: Winfried HELLMUND).

Femur (XIV-1772-1955 sin.*, XIV-3143-1955 sin., XIV-2246-1955 dext.*)

Sämtliche Exemplare entsprechen einander nahezu in der Länge (Durchschnitt = 185,00 mm) und in den Proportionen. Sie stimmen damit auch mit den in HAUPT (1925:96 Taf. XVIII Fig. 1 a-b) mitgeteilten Größenverhältnissen und beispielweise mit der Länge (175,00 mm) des Femur dext. von SMF Me 1397 überein. Aufgrund des besseren Erhaltungszustandes wurden die Exemplare XIV-1772-1955* und XIV-2246-1955* zur Rekonstruktion ausgesucht. Das linke Femur ist dabei von allen am besten erhalten. Die notwendigen Ergänzungen betreffen an beiden Exemplaren den Trochanter majus und einige Partien des Schaftes (Diaphyse). Sowohl das Caput femoris mit der bis an den Gelenkrand reichenden Fovea capitis (Equidenmerkmal) als auch

die Trochlea femoris sind ausgezeichnet erhalten. Die beiden verwendeten Femora unterscheiden sich im wesentlichen durch die Ausbildung des Trochanter tertius, der bei dem linken Exemplar etwas stärker ausgebildet ist.

Patella

Von der Patella liegen 8 Exemplare vor, die wegen ihrer Dimensionen auf *Propalaeotherium hassiacum* zu beziehen sind. Diese Knochen sind robust und resistent gegenüber mechanischer Beanspruchung, sie wurden daher auch isoliert gefunden. Ihre Gestalt ist birnenförmig (vgl. HAUPT 1925: Taf. IX, Fig. 6 a - b), der spitze Teil ist nach unten gerichtet und apical verschmälert.

Tibia (XIV-1209-1954 dext.*, XIV-3144-1955 sin.*, XIV-2193-1956 sin.)

Die Tibiae sind nahezu alle ausgezeichnet erhalten, dies gilt sowohl für den Bereich der Diaphyse als auch für die jeweiligen Gelenkenden, die damit seitlich auch eine nahezu perfekte Artikulation mit den Fibulae erlauben. Am proximalen Teil der Tibia dext. war die Tuberositas anterior fragmentarisch und mit Wachs zu ergänzen (Anheftungsstelle für das Band der Patella). Die durchschnittliche Länge beträgt ca. 15,00 cm. Die in situ befindliche Tibia sin. am Exemplar SMF Me 1397 ist 16,00 cm lang. HAUPT (1925: 98, Taf. XIX a - d) bildet ein Exemplar aus Messel von 15,20 mm Länge ab.

Fibula (XIV-1011-1954 dext.*, XIV-2053-1956 sin.*, XIV-1012-1956 dext., XIV-2163-1956 sin., XIV-2676-1956 sin., XIV-1227-1955 dext.)

Die Fibula ist ein dünner, schlanker Knochen, der trotz seines filigranen, rundlichen Schaftes als isolierter Einzelknochen in unerwartet guter Erhaltung vorliegt. Dies trifft sowohl für das elliptische, proximale Gelenkende als auch für das „hochdreieckige“, distale Gelenkende zu. Die Längen variieren von 13,30 cm bis 15,00 cm. Als durchschnittliche Größe, die in Bezug zur Tibialänge steht, ergibt sich eine Länge von etwa 13,70 cm (vgl. Anhang). Die hergestellten Epoxidharzkopien wurden hierzu im Bereich der Schaftlänge entsprechend gekürzt, zusammengesetzt und angepasst. Die Fibula artikuliert latero-distal mit der Tibia und ist ein völlig separater und eigenständiger Knochen. Die Reduktion der Fibula beginnt in der Evolution der Equidae erst im Miozän. Bei *Equus* ist dann nur noch ein schmaler, proximal mit der Tibia verbundener Knochensporn erhalten, der von seiner Länge nur bis zur Hälfte der Tibia reicht und sich nach distal verjüngt.

Autopodium posterior (Taf. 3 Fig. 4)

Das Basipodium post. setzt sich aus 7 Knochenelementen zusammen: Calcaneus (Fibulare), Astragalus (Talus, Tibiale), Naviculare (Centrale), Cuboid, Cuneiforme I (= Entocuneiforme), Cuneiforme II (= Mesocuneiforme) und Cuneiforme III (= Ectocuneiforme).

Das Metapodium post. besteht aus den Metatarsalia (Mt II, Mt III, Mt IV); das Acropodium post. aus den entsprechenden Phalanges posteriores mit je einer Grund-, Mittel- und Hufphalange.

Sesamoide (Sesambeine) (XIV-2357-1956*, XIV-4955-1956*, XIV-1596-1956*, XIV-2612-1956*, XIV-1385-1956*, XIV-3129-1956*, XIV-3121-1956*, XIV-4184-1956*)

Die Patella (s. o.) ist das größte am Skelett vorkommende Sesambein. Die Wirbeltierfundstelle XIV hat ferner ca. 40 unterschiedlich große Exemplare kleiner Sesamoide (z. B. L = 8,00 mm, B = 5,00 mm) geliefert, die einerseits wegen ihrer Häufigkeit und andererseits aufgrund von Vergleichen mit in situ befindlichen Exemplaren (z. B. Ce IV-7011) zu *Propalaeotherium hassiacum* gestellt werden können. In der Seitenansicht sind sie halbmondförmig. Für die jeweiligen Positionen, d. h. die Beugeseiten der Digiti anteriores bzw. posteriores wurden die oben genannten Exemplare ausgewählt, entsprechend modifiziert und angepasst. Eine zeichnerische Darstellung der Sesambeine vom Metacarpale III gibt HAUPT (1925: Taf. XX, Fig. 4 a - b).

Tabelle 4: Die Größenparameter des montierten, rekonstruierten Skelettes von *Propalaeotherium hassiacum* HAUPT (♀) (Taf. 2).

| | |
|----------------------------------|--------------|
| Schädellänge | 22,00 cm |
| Gesamtlänge (Schnauze – Schwanz) | ca. 90,00 cm |
| Widerristhöhe | ca. 43,00 cm |
| Höchster „Punkt“ des Rückens | ca. 53,00 cm |
| Länge der Halswirbelsäule | 15,50 cm |
| Länge der Brustwirbelsäule | ca. 41,00 cm |
| Länge der Lendenwirbelsäule | 16,50 cm |
| Länge der Schwanzwirbelsäule | 26,00 cm |

3.2 Rekonstruktion des Schädels mit Unterkiefer von *Propalaeotherium hassiacum* HAUPT in Okklusionsstellung

3.3.1 Oberschädel (Abbildungen 4 a und 4 b)

Die Rekonstruktion des Schädels erwies sich als schwieriger und zeitintensiver als ursprünglich angenommen. Die vorliegenden Oberschädel aus der Geiseltalsammlung sind zwar zahlreich, jedoch durch die Kompaktion zum großen Teil erheblich deformiert (vgl. hierzu die Bildtafeln in MATTHES 1977). Dies betrifft vor allem den frontalen und parietalen Anteil des Gesichtsschädels sowie das Occiput. Daraus ergab sich, dass über das laterale Schädelprofil also den Einfallwinkel der Frontalia und Nasalia sowie die Gestalt des Hirnschädels zunächst kein näherer Aufschluss zu erlangen war. Die Gaumenseite, insbesondere der sekundäre Gaumen war bei den meisten Exemplaren u. a. durch Scherung während der Kompaktion sowohl flachgedrückt als auch verzerrt worden. Die Morphologie der Nasalia ist im apicalen Teil meist entstellt und vielfach gebrochen, die Tiefe der Nasenincisur unkenntlich. Große Partien des Gesichts- bzw. Hirnschädels sind in Knochenscherben zerlegt. Der Verlauf der Suturen lässt sich zwar zweifelsfrei von den Frakturen unterscheiden, überraschenderweise sind aber nur wenige tatsächliche Knochennähte verifizierbar (z. B. XIV-3238-1956*, XIV-4007-1956*, XIV-4174-1956*, XXXVI-62-1962*, XXXVI-69-1962*). Bei den erwähnten Oberschädeln handelt es sich demzufolge also um adulte Individuen, die bereits die definitive, leicht usierte Bezahnung zeigen. Die zunächst erwarteten Suturen sind offenbar schon bei diesem Lebensalter weitgehend obliteriert und nur noch ausnahmsweise erkennbar. Der unterschiedliche Erhaltungszustand einzelner Exemplare ermöglichte dennoch die Ermittlung der Proportionen bzw. Dimensionen der am Schädelaufbau beteiligten Knochen (Tab. 6). Dadurch konnten durchschnittliche Größenparameter festgestellt werden, die die Erarbeitung eines „Standardschädels“ von *Propalaeotherium hassiacum* erlaubten (Abb. 4 a - b). Von entscheidender Bedeutung war die Einbeziehung eines vergleichsweise nur mäßig deformierten Schädels mit Unterkiefer von *Propalaeotherium hassiacum* aus der Grube Messel (SMNS 44780). Hier sind die Frontalia in situ erhalten geblieben, so dass ein Einfallwinkel des Gesichtsschädels von ca. 18° mit einer Profilschieblehre ermittelt werden konnte. Die rechte Schädelseite dieses Exemplares gibt ferner Aufschluss über die Gestalt des Arcus zygomaticus, die rechte Orbita und über die Position des Foramen infraorbitale.

Der Oberschädel (XIV-2175-1955*), an dem zwar nahezu der gesamte Gesichtsschädel fehlt, d. h. die Nasalia, die Frontalia, die Parietalia, die Maxillaria und das Prämaxillare, eignet sich als Ausgangsbasis für die Rekonstruktion. Nach der Justierung (Einpassung) des originalen Occiputs wurde die hintere Schädelpartie fixiert und anschließend die Hirnkapsel schrittweise aus Papiermaché wiederaufgebaut. Die Proc. paroccipitales und die Bullae tympanicae wurden ebenfalls aus Papiermaché rekonstruiert. Abgesehen von den fehlenden P1 - P2 dext. ist die beidseitige postcanine Bezahnung sehr gut erhalten. Defizite wurden durch entsprechende Epoxidharzkopien von anderen Prämolaren ausgeglichen. Von dem so bearbeiteten Objekt wurde eine Kopie zur weiteren Bearbeitung der Rekonstruktion hergestellt. Es hat sich gezeigt, dass diese Epoxidharzkopie durch Zufuhr von Heißluft in gewissem Umfang wieder duktil bzw. deformierbar wird. Aufgrund dessen ließ sich der originäre Abstand zwischen den Maxillarzahnreihen, also die Gaumenbreite wiederherstellen. Dieses Prozedere wurde analog auch auf die innere Nasenöffnung angewendet. Der originäre Verlauf des Arcus zygomaticus war ebenfalls wiederherstellbar und die Fossa articularis dext. wurde entsprechend justiert.

Die ermittelten Durchschnittslängen der am Oberschädel beteiligten Knochen gestatteten es, zwei originale Knochenfragmente, ein Parietale (XIV-2908-1955*) und die apicalen Teile der Nasalia (XIV-2664-1955*, XIV-3238-1956*) aus der Geiseltalsammlung nahezu passgenau einzufügen. Die Partie der Frontalia ließ sich in einem Neigungswinkel von ca. 18° anmodellieren, die Orbitae ließen sich ausformen und die Maxillaria sich jeweils lateral ergänzen.

Die Form und die Tiefe der Nasenincisur sowie die Wiederherstellung des Prämaxillare wurden analog zu *Propalaeotherium parvulum* (SMF Me 1285) vorgenommen und die jeweiligen Größenparameter hierzu für *Propalaeotherium hassiacum* rechnerisch ermittelt.

Tabelle 5: Größenparameter einiger rekonstruierter Oberschädelpartien von *Propalaeotherium hassiacum* HAUPT (♀).

| | |
|--------------------------------|-------------|
| Tiefe (Länge) der Nasenincisur | ca. 3,00 cm |
| Breite (Höhe) der Nasenincisur | ca. 0,80 cm |
| Länge des Prämaxillare | ca. 2,50 cm |
| Diastem C – I3 sup. | ca. 1,20 cm |
| Diastem P1 – C sup. | ca. 2,50 cm |

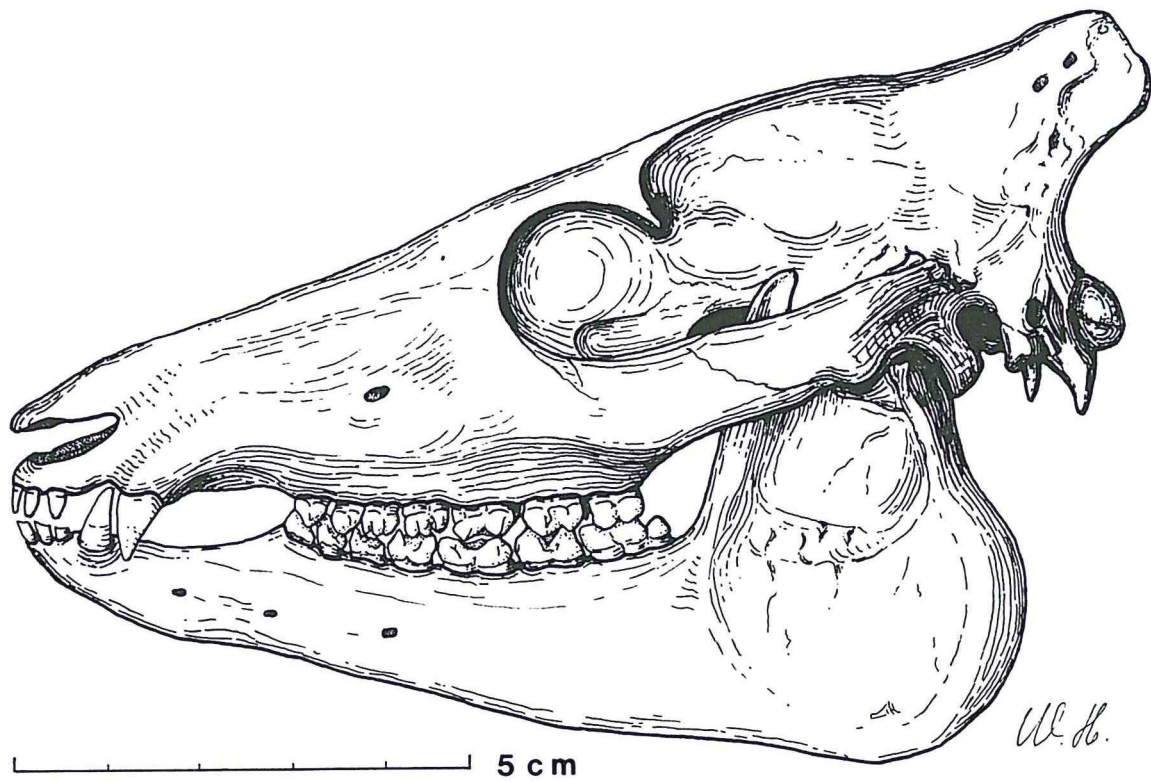


Abbildung 4 a:
Oberschädel- und Unterkieferrekonstruktion von *Propalaeotherium hassiacum* nach zahlreichen Oberschädeln und Unterkiefern sowie Fragmenten aus dem Geiseltal und einem Exemplar aus Messel (SMNS 44780) hergestellt, lateral von links (Zeichnung: Winfried HELLMUND).

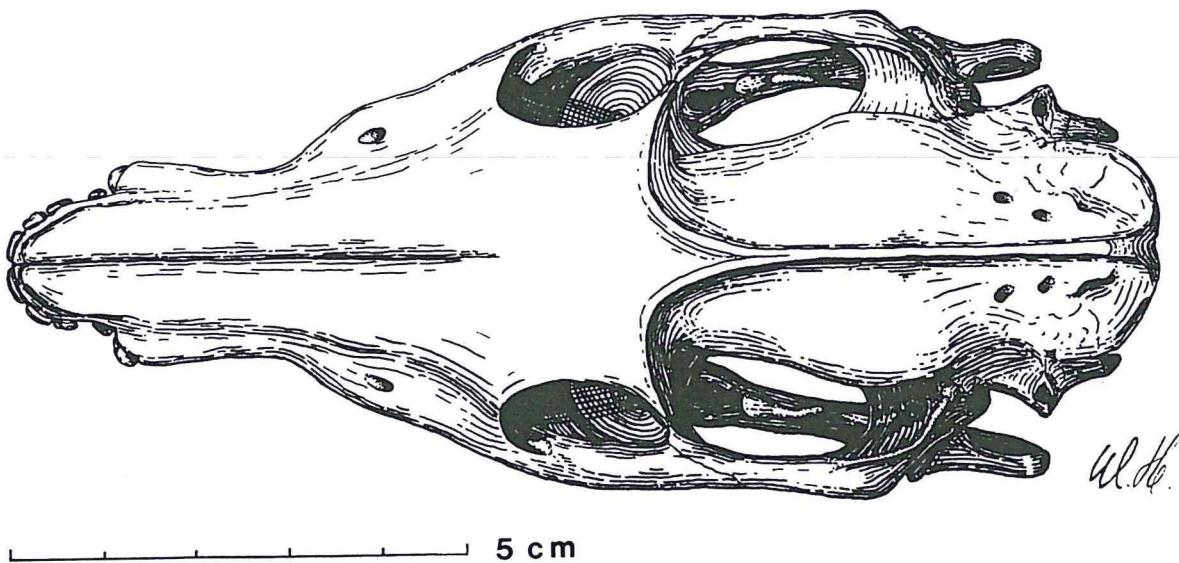


Abbildung 4 b:
Rekonstruierter Oberschädel von *Propalaeotherium hassiacum* - norma verticalis (Zeichnung: Winfried HELLMUND).

Entsprechende Schädelpartien liegen aus dem Geiseltal nicht vor. Die Morphologie der Caninen-Alveolen lässt sich an einem deformierten Calvarium feststellen (XIV-4007-1956*), das Foramen infraorbitale liegt im Maxillare etwa auf der Höhe zwischen dem P3 und P4. Die Lage des Meatus acusticus externus sin. ist an XIV-2175-1955* gut sichtbar und wurde entsprechend übertragen. Der Umriss des Foramen magnum konnte der mehr oder weniger querovalen Form des Foramen vertebrale des Atlaswirbels nachgebildet werden.

Tabelle 6: Größenparameter der paarigen Schädelknochen von *Propalaeotherium hassiacum* HAUPT (♀).

| Knochenelemente | Länge (cm) | Länge \bar{x} (cm) | Breite (cm) |
|-----------------|---------------------|----------------------|-------------|
| Nasalia | 10,70 10,70 | 10,70 | 2,20 |
| Frontalia | > 4,30 6,30 6,20 | 6,30 | 6,50 |
| Parietalia | 7,80 7,70 7,40 7,40 | 7,70 | ca. 6,00 |

3.3.2 Unterkiefer (Abbildung 4 a)

Es liegen zahlreiche Mandibelhälften vor, mit teilweise ausgezeichnet erhaltenen Caninen bzw. postcaniner Bezaehlung (vgl. Bildtafeln in MATTHES 1977). Defizite in der Erhaltung betreffen bisweilen den Ramus ascendens und besonders den Processus coronoideus sowie den Processus articularis (XIV-2849-1955*), die hier für die Rekonstruktion aus Papiermaché ergänzt wurden.

Ganz selten ist der Bereich der Symphyse zusammen mit einer Mandibel bzw. einem Unterkiefer erhalten. In situ befindliche Incisiven (I 2-3 inf.) wie bei (XIV-494-1956*) sind die Ausnahme, da diese im allgemeinen sehr locker in den Alveolen inseriert sind und rasch nach dem Tode, also noch vor der definitiven Einbettung, aus den Alveolen herausfallen. Die fehlenden Zahnpositionen wurden durch Epoxidharzkopien von isolierten Einzelzähnen entsprechend ergänzt.

Für die Schädelrekonstruktion wurden Mandibelhälften mit P1-M3 und P3-M3 (XIV-4619-1956 dext.*, XIV-3027-1955 sin.*) von zwei verschiedenen Individuen ausgewählt, die einerseits im Usurgrad einander entsprechen und andererseits von den Dimensionen zu dem Oberschädel passten. Auf jeder Mandibelhälfte befinden sich in der Regel drei Foramina mentalia, die in der Mitte des Diastems zwischen Caninus und P1 (8,70 mm senkrecht vom Oberrand), unterhalb der vorderen Wurzel des P1 (16,50 mm vom Oberrand) und etwa zwischen dem P3 und P4 (16,10 mm vom Oberrand) liegen (XIV-3027-1955*, XIV-3800-1956* dext./sin, XIV-4619-1956*, XIV-879-1956*). Defizite hinsichtlich der P1-P2 dext. wurden mit entsprechenden Kopien aus einem Mandibelfragment ausgeglichen (XIV-129-1956*). Die von unterschiedlichen Individuen stammenden Teile funktionieren derart miteinander, dass sich mit den jeweiligen Antipoden eine „normale“ Okklusionsstellung ergibt (Abb. 4 a), die beispielsweise derjenigen von *Elomeryx* MARSH, einem Anthracotheriiden mit analoger Zahnformel entspricht (HELLMUND 1991b). Die damit theoretisch ausführbare Kaubewegung ist ein Indiz für die realitätsgetreue Rekonstruktion des Schädels. Die „Fusion“ der Mandibelhälften wurde mittels einer isolierten und „implantierten“ Symphyse (XIV-2849-1955*) erreicht. Die untere Incisiven-Bezaehlung musste aus isolierten Einzelzähnen entsprechend zusammengestellt werden, denn in situ-Exemplare fehlen. Durch die Auswahl einer mittleren Caninen-Größe wird der Schädel eines weiblichen Individuums hergestellt (vgl. apfelförmiger Geburtskanal an den Ossa coxae, Abb. 3).

Tabelle 7: Ausgewähltes Fossilmaterial aus der Geiseltalsammlung zur Rekonstruktion des Schädels von *Propalaeotherium hassiacum* HAUPT (♀).

| Objekt | Inv. Nr. | Detail |
|-----------------|----------------|--|
| Cranium | XXXVI-69-1962* | Messwerte, Frontale |
| Cranium | XIV-285-1956* | Messwerte, Frontale |
| Cranium | XIV-4007-1956* | Alveolarcristae C sup., Suturen Nasalia-Frontalia sichtbar/messbar |
| Cranium | XIV-701-1957* | Sagittalcrista – Parietalia |
| Cranium | XIV-3238-1956* | Occiput, Länge Nasalia, Foramina parietalia |
| Cranium | XIV-4476-1956* | cf. Nasalia, cf. Frontalia |
| Cranium | XIV-1585-1956* | Länge d. Nasalia, Occiput |
| Cranium | XIV-3645-1956* | Squamosum, „Sagittalkamm“, Occiput |
| Cranium | XIV-3378-1956* | Foramina parietalia |
| Cranium | XIV-1311-1957* | Squamosum, C dext. sup. |
| Cranium | XIV-4174-1956* | Proportionen Schädelknochen, Form der Hirnkapsel |
| Cranium | XIV-3125-1956* | Proportionen Schädelknochen |
| Schädelfragment | XIV-292-1954* | Parietalia u. „Sagittalkamm“, Occiput |
| Frontale | XIV-2209-1956* | Frontale, Sagittalkamm am Parietale |

Tabelle 8: Ausgewähltes Fossilmaterial aus der Geiseltalsammlung zur Rekonstruktion des Unterkiefers von *Propalaeotherium hassiacum* HAUPT (♀).

| Objekt | Inv. Nr. | Detail |
|----------------------|----------------|--|
| Mandibel dext | XIV-4619-1956* | Vorbild für Unterkiefer Morphologie/ Dimensionen |
| Unterkiefer | XIV-483-1955* | Unterkiefer |
| Symphyse | XIV-879-1955* | Foramina mentalia |
| Mandibel sin. | XIV-5069-1956* | Details Mandibel sin. |
| Mandibelfragm. dext. | XIV-129-1956* | P1 - P2 abgeformt |
| Mandibel dext./sin. | XIV-3800-1956* | Ramus horizontalis, Angulus mandibulae |
| Mandibel sin. | XIV-341-1957* | Caninus (♀), Foramina mentalia (Position, Größe) |

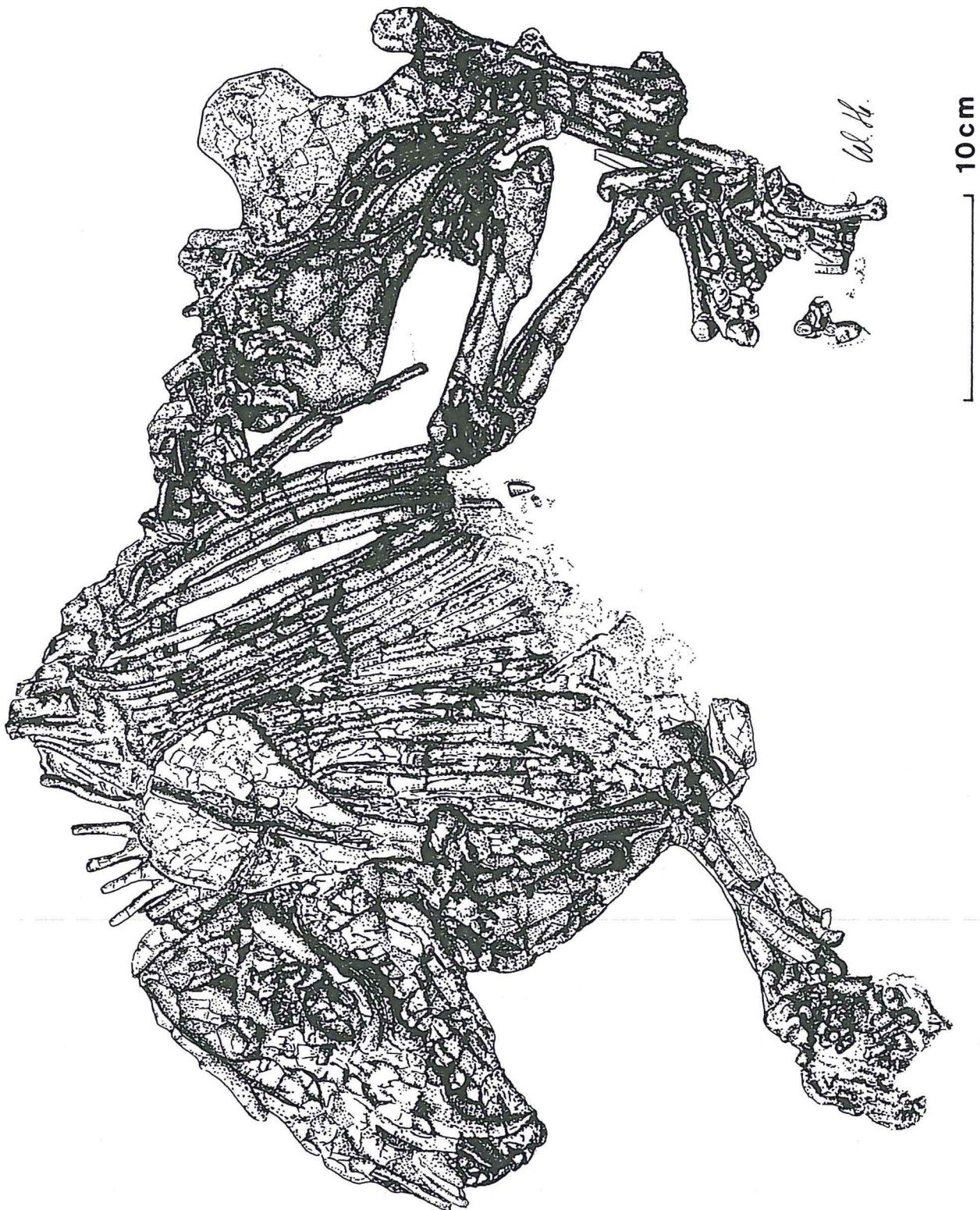


Abbildung 5:

Nahezu vollständiges Skelett von *Propalaeotherium isselanum* aus der oberen Mittelkohle des Geiseltales (Ce IV-7011), Grabung 1933. Es handelt sich um das bekannteste Objekt der Geiseltalsammlung. Es ist das „Wappentier“ des Geiseltalmuseums. Vor der Patella sin. ist ein isolierter, kegelförmiger Zahn eines *Diplocynodon* sp. sichtbar (Zeichnung: Winfried HELLMUND).

4 Reproduktion und Skelettmontage

4.1 Vorbereitung, Abformung und Reproduktion des Knochenmaterials sowie zu den Präparationsmitteln

Die technische Vorgabe zu dieser Arbeit war es, die Rekonstruktion eines Kunststoffskelettes durch Abformen von Fossilmaterial unter größtmöglicher Beibehaltung seiner Originaloberfläche und Struktur zu erreichen.

Optisch sollte die spätere Rekonstruktion aussehen wie die Skelettmontage eines gedachten dreidimensional erhaltenen Situsfundes von großer Vollständigkeit, der nach traditioneller Methode geborgen und präpariert worden wäre. Dass es sich dabei in Wirklichkeit um eine „Chimäre“, bestehend aus Einzelknochen zahlreicher Individuen handelt, sollte in den Hintergrund treten.

Nach der Auswahl des für die Rekonstruktion in Frage kommenden Knochenmaterials wurde dieses für die folgenden Arbeitsschritte vorbereitet. Zuerst erfolgten makro- bzw. mikroskopische Untersuchungen im Hinblick auf den Erhaltungszustand (Stabilität), die häufig konservatorische Arbeiten nach sich zogen, wie das Verfestigen von Knochensubstanz oder das Kleben mit unterschiedlichen Mitteln. Dies war oftmals bei abgebrochenen Processus oder Gelenkenden notwendig, wenn die freiliegende Spongiosa für die entsprechenden Ergänzungen mit Modelliermasse vorbehandelt werden musste.

Hierzu wurden folgende Materialien verwendet: Modelliermasse (Plastilin); Knetwachs-Paraffin-Wachsgemisch; Papiermaché - mit unterschiedlichen Ton- bzw. Zelluloseanteilen. Modelliermasse (Plastilin) wurde bei der Ergänzung kompakter Knochenteile verwendet, z. B. bei Langknochen oder bei den Beckenfragmenten. In kleineren Mengen lässt sich Modelliermasse allerdings aufgrund der Raum- und Umgebungstemperatur (Arbeitsplatzbeleuchtung und Handwärme) nicht zum Feinmodellieren z. B. bei Endphalangen oder Sesambeinen verwenden. In diesen Fällen wurde das zähere Knetwachs benutzt.

Papiermaché bzw. keramische Modelliermassen eignen sich dagegen besonders zur Ergänzung sowohl von dünnen Partien als auch von großvolumigen Teilen mit besonderer Oberflächengestalt, deren Querschnitte z. T. im Millimeterbereich liegen. Ansonsten wäre das Modellieren von Teilen aus Wachs- oder Plastilinmasse zu schwierig oder ein Abformen aufgrund des Eigengewichtes und des thermischen Verhaltens dieser Materialien unmöglich. Als Beispiele hierfür sind der Epistropheus (Taf. 1 Fig. 1), der Oberschädel sowie die Symphysenpartie vom Unterkiefer zu nennen. Vom Epistropheus waren nur wenige Fragmente vom basalen Teil des Corpus original erhalten, der größte Teil des Wirbelkörpers einschließlich des Dorsalkammes und des Dens epistrophei wurde daher mit lufthärtender keramischer Masse anmodelliert.

Der durch Kompaktion stark deformierte Oberschädel wurde ebenfalls mit keramischer Modelliermasse in seiner ursprünglichen Morphologie und der entsprechenden Dimension wiederhergestellt. Dazu wurde über einer formgebenden Schicht aus Schaumstoffstücken in mehreren Arbeitsgängen eine dünne provisorische „Schädeldecke“ modelliert, um eine Gewichtsreduzierung zu erreichen. Hierauf wurden dann die abgeformten Originalteile fixiert.

Solche auf Papiermachébasis beruhenden Modelliermassen werden im Gegensatz zu den erstgenannten durch Wasserzugabe pastös angerührt, so dass sie auch mit dem Pinsel verstreichbar sind. Nach mehrstündiger Trocknung bei Raumtemperatur lassen sich weitere Schichten aufbauen, die nach der Erhärtung geschliffen, gefeilt oder lackiert werden können. Sie dienen in dünnen Lagen als äußerst stabiles Grundgerüst für die darauf zu strukturierenden Oberflächen. Ein besonderer Vorteil liegt ferner in ihrer leichten Ablösbarkeit von empfindlichen Originalmaterialien, was durch Erweichen mit Wasser erreicht wird. Dadurch lässt sich eine mechanische Beschädigung der wasserresistenten Geiseltalfossilien gänzlich vermeiden.

Für das Abformen des Originalskelettmaterials einschließlich der modellierten Ergänzungen wurde ein bei Raumtemperatur vulkanisierender, kondensationsvernetzender Silikonkautschuk verwendet. Mit einem Pinsel wird die strukturgebende Feinschicht aufgetragen. Diese dünne, hochelastische, sogenannte Hautform wird nach ihrer Vulkanisation mit einer reißfesten Dickschicht verstärkt. Die Silikonkautschukform erhält schließlich eine stabilisierende Mantelform aus Epoxidharz oder Gips, je nach Größe und Kompliziertheit des abzuformenden Objektes.

Als Beispiel einer spiegelbildlichen Kopie ist hier die Herstellung einer Pelvishälfte (XIV-3658-1956* dext.) zu erwähnen. Hiervon lag nur eine deformierte rechte Hälfte vor. Aus der davon hergestellten Silikonkautschukform wurde die Epoxidharzkopie kurz vor ihrer Aushärtung entnommen, und mit dem noch verformbaren Material konnte die spiegelbildliche linke Struktur modelliert werden.

Von kompakten Skeletteilen, die weniger aufwendig abzuformen sind wie Extremitätenknochen (Stylo- und Zeugopodium), lassen sich zweiteilige Formen aus knetbarem Silikonkautschuk herstellen. Die Formhälften werden durch mehrschichtiges Auftragen von eingefärbtem Epoxidharz gefüllt. Nach zwischenzeitlichen Anhärtungsphasen presst man die beiden Formhälften nach der zuletzt aufgetragenen Epoxidharzschicht passgenau aufeinander. Die so entstandenen Kopien lassen sich nach mehrstündiger Aushärtungszeit entnehmen. Bei großen und voluminösen Abformungen von Skeletteilen wie Oberschädel, Humerus oder Femur, beträgt die

Stärke der eingebrachten Epoxidharzschichten nur wenige Millimeter. Diese sogenannten Hohlgüsse sind nicht nur materialsparend, sie zeichnen sich auch durch ein vergleichsweise geringes Gewicht gegenüber den Originalknochen aus, was besondere Vorteile bei der Montage des Skelettes mit sich bringt. Allerdings sind sie wärmetechnisch schwieriger zu verformen bzw. zu justieren als die stabileren Vollgüsse.

4.2 Montage der Skelettrekonstruktion von *Propalaeotherium hassiacum* HAUPT

Es wurde eine möglichst frei von sichtbaren Stützelementen getragene Skelettkonstruktion angestrebt, um ein ästhetisch abgerundetes Erscheinungsbild zu schaffen (vgl. v. WOLFF 1972). Die Epoxidharzkopien der Knochen werden untereinander zunächst mit Schmelzklebstoff zusammengefügt, der nach ein- bis zweiminütiger Abkühlungszeit ein Weiterarbeiten bzw. ein mechanisches Lösen der Klebestellen zu Korrekturzwecken ermöglicht. Morphologische Beeinträchtigungen wie beispielsweise Schmelzspuren oder Erweichungen an den Epoxidharzkopien durch den bis zu 200°C heißen Klebstoff wurden nicht beobachtet.

Nach der Fertigstellung der Hinterextremitäten wurde zunächst ein Laborstativ mit provisorischen Halteklemmen zum Anpassen und Zusammenfügen der Pelvishälften installiert. Dieses Stativ diente außerdem zur Fixierung eines fünf mm - starken Gewindestabes, der mit Hilfe einer dafür gefertigten Schablone entsprechend formatiert wurde. Diese zeigt die bogenförmige Rückenlinie eines sogenannten Buschschlüpfers (Fam. Bovidae) und dient zunächst zur Aufreihung der Thoracal- und Lumbalwirbelkörper. Die Verklebung des Sacrums mittels der Alae an die Innenseiten der Iliumschaufeln führt schließlich zur Verbindung von Rückgrat und Hinterextremitäten. Hierdurch erübrigt sich die provisorische hintere Halteinrichtung. Die definitive Rückenform von *Propalaeotherium hassiacum* (Taf. 2; Taf. 6) ergibt sich aus der Passform der Thoracal- und Lumbalwirbel sowie des Sacrums über die jeweilige Extremitas cranialis bzw. dorsalis. Weitere Anhaltspunkte über den gebogenen Verlauf der Rückenlinie von *Propalaeotherium hassiacum* lieferten die artikulierten „Equiden-Wasserleichen“ aus Messel. Um diese Rückenform zu erreichen, wurde der Gewindestab sukzessive den morphologischen Bedürfnissen angepasst. Ein auf diesen Gewindestab aufgezogener, flexibler Polyethylen-Schlauch ermöglichte ein exaktes Positionieren der einzelnen Wirbel, ließ aber ein etwaiges Korrigieren der erst später zu verklebenden Wirbel noch zu. Nach dem Zusammenfügen der vergleichsweise kurzen und aufrechten Cervicalwirbelsäule, deren Morphologie sich analog zu der oben dargestellten Weise ergibt, ist der Gewindestab aufgrund seines Verlaufes im Foramen vertebrale der Wirbelkörper bis hin zum Sacrum äußerlich nicht sichtbar. Dadurch erscheint die Konstruktion in diesem Teil freitragend.

Der die Wirbelsäule fixierende Eisendraht wird unter dem 8. Thoracalwirbel durch ein Leichtmetallrohr von zehn mm Durchmesser abgestützt, das die Last der Wirbelsäule samt Brustkorb, der Vorderextremitäten und des Schädels aufnimmt. Der in Okklusionsstellung montierte Schädel (Taf. 2; Abb. 4 a) wurde im Foramen magnum mit Schmelzklebstoff auf dem Ende des verstärkten Gewindestabes angebracht.

Die Stabilisierung der drei bodenberührenden Extremitäten (vorn rechts, links und rechts hinten) ließ sich durch einen Draht von drei mm Durchmesser erreichen, der den Extremitäten jeweils distal, morphologisch angepasst wurde. Die Verbindung erfolgte wiederum durch Schmelzkleber. An der rechten Vorderextremität beginnt der Stützdraht im 7. Thoracalwirbel, an der linken im 4. Thoracalwirbel. Diese Drähte enden im Postament und ergeben zusammen mit dem erwähnten Stützrohr die insgesamt notwendige Stabilität. Der auf den Betrachter seitwärts nach links orientierte Schädel und die angehobene linke Vorderextremität verleihen der Skelettmontage eine gewisse Dynamik.

Das postcraniale Skelett von *Propalaeotherium hassiacum* besteht aus 223 Einzelknochen. Das gesamte rekonstruierte Skelett wiegt ohne Stützrohr und Postament ca. 2300 Gramm.

5 Diskussion der zeichnerischen und plastischen Rekonstruktionen von *Propalaeotherium hassiacum* bzw. *parvulum* (Taf. 4 Fig. 1 a - b, Fig. 2; Taf. 5 Fig. 1 - 2; Taf. 6)

Bei den bislang publizierten Rekonstruktionen von *Propalaeotherium* handelte es sich vorwiegend um zeichnerische Darstellungen. Diejenige von HAUPT (Taf. 4 Fig 1 a) ist die älteste und in der Körperform von der Vorstellung eines massiven Säugetieres beherrscht. Die Defizite dieser Rekonstruktion liegen in dem zu langen, gerade nach vorn gestreckten Hals und damit auch in der Orientierung der Processus spinosi, sowie in der Form der Thoracal- bzw. Lumbalwirbelsäule. Die Rückenlinie verläuft mehr oder weniger gerade und nicht wie bei einem Buschschlüpfer bogenförmig. HAUPT hat hierbei vermutlich die Rückenform des rezenten *Equus* zugrunde gelegt. Radius und Ulna sind ebenfalls viel zu gerade gestreckt gezeichnet, so dass der Eindruck eines eher plumpen Tieres noch vermehrt wird. Der Aufbau der Hinterextremitäten vermittelt dagegen ein realitätsnahes Bild. Die Zahl der Rippen ist fälschlich um eine auf 19 vermehrt. Die Form des Iliums sin. ist besonders im Bereich der Crista ilica unzutreffend gezeichnet, in Wirklichkeit ist diese konkav. Am Schädel ist die Nasenincisur zu tief.

Die Rekonstruktion der Körperrumisse (Taf. 4 Fig. 1 b), die auf der Skelettrekonstruktion basiert, ist folglich viel zu plump ausgefallen.

Das plastische Tonmodell von HERRMANN in MATTHES (1963: Abb. 2) ist offensichtlich in direkter Anlehnung an HAUPTS Körperrumisszeichnung entstanden, denn die oben angeführten, äußerlichen Merkmale lassen sich hieran wiederfinden. HERRMANN hat lediglich noch die Canini sup. bzw. inf. hinzugefügt (Taf. 4 Fig. 2). Hergestellt wurde das Modell zu Beginn der 1930er Jahre. Es ist heute noch in der Geiseltalsammlung vorhanden.

Die graphische Rekonstruktion eines in Bewegung befindlichen *Propalaeotherium parvulum* (= „messelense“) ist nach SCHÄFER in FRANZEN (1977) dargestellt. Nicht zutreffend ist hier die verhältnismäßig lange und nur wenig aufgerichtete Halswirbelsäule. Dass der Rücken kaum gewölbt ist, ist auf die dargestellte momentane Bewegungsphase zurückzuführen, daher tritt dieses typische Merkmal nicht in Erscheinung. Unrichtig sind die Form und Tiefe der Nasenincisur, die Postorbitalspanne (ein Merkmal von *Equus*), die Gebissformel sowie die potentielle Okklusion der Canini (Taf. 5 Fig. 1).

Der von FRANZEN (1986: Abb. 4 b) publizierte Schattenriss eines *Propalaeotherium hassiacum* beruht auf Skelettfunden aus der Grube Messel. Er zeichnet sich durch den kurzen, aufrechten Hals aus, allerdings scheint der Rücken etwas zu stark gebogen, was zu einer Verkürzung des gesamten Körpers führt (Taf. 5 Fig. 2). Die für einen Buschschlüpfer charakteristische leicht überbaute Kruppe ist hingegen zu niedrig. Der Brustkorb lässt eine nach vorn keilförmige Verschmälerung vermissen, die sich aufgrund unserer Rekonstruktion (s. u.) ergeben hat. Die vordere Partie des Sternums ist zu stark gebogen, die hinteren Rippen erscheinen zu lang. Das seitliche Profil des Oberschädels ist in der Parietalregion leicht konkav dargestellt. Aufgrund eines Schädelfundes aus Messel (SMNS 44780) und zahlreicher Exemplare aus dem Geiseltal ließ sich ein von den Nasalia kontinuierlich bis zum Occiput ansteigendes Schädelprofil von insgesamt dreieckigem Umriss verifizieren (Abb. 4 a).

Die in dieser Arbeit vorgestellte Rekonstruktion eines Skelettes von *Propalaeotherium hassiacum* (Taf. 2; Taf. 6) beruht erstmalig auf dreidimensionalen, fossilen Einzelknochen unter Einbeziehung zweier artikulierter Skelette aus dem Geiseltal (*Propalaeotherium isselanum* und *Propalaeotherium voighti*) und solcher aus der Grube Messel. Letztere sind meist in Seitenlage eingebettet, wobei sich die Extremitäten vorwiegend in Mittelstellung befinden. Naturgemäß sind dadurch bestimmte Partien einer näheren, makroskopischen Untersuchung entzogen. Insbesondere die Messeler Exemplare zeigen eine entspannte, für „Equiden-Wasserleichen“ typische Körperhaltung (z. B. SMF Me 1285, SMF Me 1397, SMF Me 2429). Zusammen mit den untrüglichen Passformen der größtenteils exzellent erhaltenen Einzelknochen und Gelenke, sowie der damit potentiell ausführbaren Bewegungen, liefern die artikulierten „Equiden-Wasserleichen“ weitere Argumente für die erarbeitete Körperform. Im wesentlichen entsprechen sich diese Exemplare untereinander, so dass man folgern kann, dass die fossil konservierte Körperform und Körperhaltung derjenigen zu Lebzeiten weitgehend entsprochen haben dürfte.

Die Halswirbelsäule ist verhältnismäßig kurz und aufgerichtet, die Brust- und Lendenwirbelsäule leicht konvex mit einer etwas überbauten Kruppe. Daraus folgt ein in der Sagittalen etwas länglicherer Körper als bei FRANZEN (1986). Das Sternum ist in ventraler Richtung nur sehr wenig konkav, der Thorax ist keilförmig und nach vorn verschmälert, die hintersten Rippen nehmen an Länge deutlich ab (Tab. 3). Die Schwanzwirbelsäule setzt sich aus 19 Wirbeln zusammen.

Der Schädel ist in der Seitenansicht in etwa dreieckig umgrenzt, wobei der Oberschädel ein vom Occiput bis zu den Nasalia kontinuierlich abfallendes Profil aufweist, die Nasenincisur ist kurz, das Gebiss zeigt die Okklusionsstellung. Um dem rekonstruierten Skelett eine gewisse Dynamik zu verleihen, ist es in einer Art Schrittstellung dargestellt (BAMMES 1975). Die linke Vorderextremität ist dabei absichtlich stärker angehoben,

als es in der Realität der Fall wäre, wenn sich ein derartiges Tier in Bewegung setzte. Das Autopodium sin. ist zur Verdeutlichung mit abgespreizten, sich nicht gegenseitig verdeckenden Metapodien und Phalangen gezeichnet worden (Taf. 6).

In natürlicher Haltung wären die Metapodien und Phalangen dann eher parallel zueinander ausgerichtet und das gesamte Autopodium stärker nach hinten orientiert.

6 Schlussfolgerungen

Eines der prominentesten Merkmale des rekonstruierten *Propalaeotherium hassiacum* ist der hochgewölbte Rücken (Taf. 6) bzw. die leicht überbaute hintere Körperpartie (Kruppe). Eine derartige Konfiguration ist in der rezenten Säugerfauna eher selten. Sie lässt sich aber bei den rezenten Artiodactyla in der Fam. Bovidae, d. h. bei den sogenannten Buschschlüpfen (Duckern) Westafrikas, finden.

Am besten vergleichbar ist hier der mittelgroße *Cephalophus zebra*¹, der wegen seiner charakteristischen Morphologie und aufgrund seiner Proportionen (Widerristhöhe bis 50 cm) dem *Propalaeotherium hassiacum* (Widerristhöhe 43,00 cm) besonders nahe kommt (BELLANI et al. 1993: 90 Abb. oben; Taf. 7 Fig. 1). *Cephalophus zebra* ist auch durch den stark gewölbten Rücken, einen kurzen Hals, einen keilförmig zugespitzten Brustkorb und einen dreieckig umrissenen Schädel charakterisiert. Dieser Artiodactyle weist also eine Merkmalskombination auf, die analog bei dem primitiven Perissodactylen *Propalaeotherium hassiacum* im unteren Miozän bereits realisiert war. Ein solcher Habitus ermöglicht und begünstigt die Fortbewegung und Lebensweise in dichter Vegetation, also an waldartigen (trockeneren) Standorten. Die Propalaeotherien dürften sich demnach zumindest einen Teil ihres Lebens in derartigen Dickichtzonen aufgehalten haben.

Dies wird auch durch Analysen von Mageninhalten bestätigt und gestützt, die vorwiegend Lauraceen-Blätter und Früchte aufweisen, die an den oben erwähnten Standorten aufgenommen wurden (STURM 1978, v. KOENIGSWALD & SCHAARSCHMIDT 1983). Andererseits erlaubte der vielstrahlige Bau der Autopodien ant. bzw. post. auch die trittsichere Fortbewegung in einer offeneren Landschaft, auf anmoorigem bis sumpfigem, also weicherem Substrat (z. B. an Tränkestellen).

Die enge Beziehung zwischen Habitus und Lebensraum wird gerade innerhalb der rezenten Ducker noch dadurch deutlich, dass *Sylvicapra gramma* OGILBY (Taf. 7 Fig. 2) als einzige Species aus dieser Gruppe in offenem Gelände lebt und durch eine mehr oder weniger gerade verlaufende Rückenlinie sowie etwas größere Dimensionen (Widerristhöhe bis 64 cm) ausgezeichnet ist (NOWAK 1991: 1434-1436).

Die Aufstellung der Skelettmontage von *Propalaeotherium hassiacum* im Geiseltalmuseum vervollständigt die Kenntnis über das für die Geiseltalbraunkohlen so berühmt gewordene und für das untere Geiseltalium (= MP 11) so signifikante Mammaliertaxon. Diese trägt außerdem zu einem besseren Verständnis von Osteologie und Morphologie eines ursprünglichen Vertreters der Perissodactylen für die Museumsbesucher bei.

Das Skelett vermittelt einen Eindruck von der tatsächlichen Größe dieser Species, denn das ebenfalls ausgestellte artikuliert Skelett von *Propalaeotherium isselanum* ist postmortal in der Sagittalen gestaucht und gibt dadurch keine realistischen Dimensionen („Wasserleiche“) wider. Das mumifizierte Skelett eines subadulten Exemplars von *Propalaeotherium voighti* sowie die stark zerfallenen, dislozierten Skelette von *Propalaeotherium isselanum* (XXXVI-280-1962) und *Propalaeotherium parvulum* (XXXVII-33-1964) machen die unterschiedliche Taphonomie der fossilen Equiden aus dem Geiseltal deutlich.

Zur Abrundung dieses Themenkomplexes ist die Darstellung einer Lebenssituation „Urpferdgruppe an einer Tränkestelle im Paläoökosystem Geiseltal“ mit plastischen Modellen in Vorbereitung (vgl. PUCKA 1994).

¹ Anmerkung:

Hinsichtlich der Systematik des Genus *Cephalophus* HAMILTON-SMITH 1827 sind die Auffassungen z. T. kontrovers. In der Literatur wird *Cephalophus zebra* bisweilen auch dem Subgenus *Cephalophula* KNOTTNERUS-MEYER 1907 zugeordnet (NOWAK 1991: 1434).

7 Dank

Wenngleich der größte Teil, etwa 90%, des be- und verarbeiteten Knochenmaterials aus der Geiseltalsammlung stammte, so waren doch Ausleihen von bestimmten postcranialen Skelettelementen und eines wenig deformierten Schädels aus der Fossilagerstätte Messel für die Gesamtbearbeitung unerlässlich. Daher sprechen wir den Herren Dr. J. L. FRANZEN (Frankfurt/Main), Dr. E. P. J. HEIZMANN (Stuttgart) und Dr. N. MICKLICH (Darmstadt), die uns mit der Ausleihe und mit der Möglichkeit, Abgüsse von relevanten Objekten herzustellen, unterstützt haben, unseren besonderen Dank aus. Den Herren Dres. E. P. J. HEIZMANN und R. ZIEGLER (beide Stuttgart) danken wir für anregende und kritische Diskussionen, Herrn Prof. Dr. H. HAUBOLD (Halle/Saale) für die Durchsicht des Manuskriptes. Herr Prof. Dr. I. LERCHE (Columbia, South Carolina, USA) überprüfte dankenswerterweise die englische Zusammenfassung der Arbeit. Herrn Präparator P. RIEDERLE (Stuttgart) verdanken wir wertvolle Informationen und Hinweise zur Herstellung von komplizierten Abgussformen sowie zur Skelettmontage. Herr M. STACHE (Halle/Saale) hat sich im Verlaufe mehrerer Praktika an verschiedenartigen präparatorischen Arbeiten zur Rekonstruktion des Urpferdes beteiligt, für seine sorgfältige und kompetente Mitwirkung gebührt ihm unser verbindlichster Dank. Für photographische Arbeiten sind wir Frau E. SCHEINER (Halle/Saale) zu Dank verpflichtet. Die Zeichnungen des rekonstruierten Skelettes und des Schädels, sowie weitere Tuschestrichzeichnungen ausgewählter Knochenelemente von *Propalaeotherium hassiacum* fertigte dankenswerterweise Herr Studiendirektor i. R. W. HELLMUND (Troisdorf b. Bonn) mit großer Sorgfalt an. Schließlich ist all jenen Wissenschaftlern, Ausgräbern und Präparatoren Dank dafür zu sagen, dass sie in den zurückliegenden Jahrzehnten das reiche Fossilmaterial mit Engagement zum Teil unter schwierigen Bedingungen geborgen, sorgfältig konserviert und die jeweiligen Fundstellen detailliert dokumentiert haben. Nur durch deren Aktivitäten war es uns jetzt möglich, gleichsam als Synthese, die Skelettrekonstruktion von *Propalaeotherium hassiacum* zu erstellen.

Literatur

- BAMMES, G. (1975): Die Gestalt des Tieres.- 503 S., 399 Abb.; Leipzig.
- BARNES, B. (1927): Eine eozäne Wirbeltier-Fauna aus der Braunkohle des Geiseltales.- Jb. Hallescher Verb. Erforsch. mitteldt. Bodenschätze, N.F. 6: 5-24; Halle (Saale).
- BELLANI, G., CRESTI, M., PUSTORINO, F., GUERRA, M. & BERTINO, S. (1993): Land- und Meeressäugetiere.- 144 S.; Klagenfurt (Verlag Kaiser).
- BETTENSTAEDT, F. (1937): Tropenwelt im Geiseltal.- Veröff. Verein z. Förderung des Museums für mitteldeutsche Erdgeschichte zu Halle, 2, 56 S., 8 Abb.; Halle (Saale).
- FRANZEN, J. L. (1976): Senckenbergs Grabungskampagne 1975 in Messel: Erste Ergebnisse und Ausblick.- Natur und Museum, 106 (7): 217-223, 11 Abb.; Frankfurt/Main.
- FRANZEN, J. L. (1977): Urpferdchen und Krokodile - Messel vor 50 Millionen Jahren.- Kleine Senckenberg-Reihe Nr. 7, 36 S., 23 Abb.; Frankfurt/Main.
- FRANZEN, J. L. (1980): Das Skelett eines juvenilen *Propalaeotherium isselanum* (Mammalia, Equidae) aus dem mitteleozänen Ölschiefer der Grube Messel bei Darmstadt.- Dortmund. Beitr. Landeskunde, Naturwiss. Mitt., 14: 85-102, 1 Abb., 5 Taf., 2 Tab.; Dortmund.
- FRANZEN, J. L. (1981): *Hyrachyus minimus* (Mammalia, Perissodactyla, Heleatidae) aus den mitteleozänen Ölschiefern der „Grube Messel“ (Deutschland, S-Hessen).- Senckenbergiana lethaea, 61 (3/6): 371-376, 2 Abb., 3 Tab.; Frankfurt/Main.
- FRANZEN, J. L. (1986): Sektion Paläoanthropologie II (Fossile Großsäuger und deren Lagerstätten).- In: ZIEGLER, W. (ed.): Wissenschaftlicher Jahresbericht 1985 des Forschungsinstitutes Senckenberg, Frankfurt am Main.- Cour. Forsch.- Inst. Senckenberg, 85: 299-307, 5 Abb.; Frankfurt/Main.
- FRANZEN, J. L. (1988): Messeler Paradedpferde und andere Unpaarhufer.- In: SCHAAL, S. & ZIEGLER, W. (eds.): Messel - Ein Schaufenster in die Geschichte der Erde und des Lebens.- 241-247, 10 Abb.; Frankfurt/Main (Verlag W. Kramer).
- FRANZEN, J. L. (1990): *Hallensia* (Mammalia, Perissodactyla) aus Messel und dem Pariser Becken sowie Nachträge aus dem Geiseltal.- Bull. Inst. Roy. Sciences Nat. Belgique, Sciences de la Terre, 60: 175-201, 10 Abb.; Bruxelles.
- FRANZEN, J. L. (1995): Die Equoidea des europäischen Mitteleozäns (Geiseltalium).- Hallesches Jahrb. Geowiss., B 17: 31-45, 17 Abb.; Halle (Saale).
- FRANZEN, J. L. & HAUBOLD, H. (1986a): Revision der Equoidea aus den eozänen Braunkohlen des Geiseltales bei Halle (DDR).- Palaeovertebrata, 16 (1): 1-34, 7 Abb., 2 Taf.; Montpellier.

- FRANZEN, J. L. & HAUBOLD, H. (1986b): Ein neuer Condylarthre und ein Tillodontier (Mammalia) aus dem Mitteleozän des Geiseltales.- *Palaeovertebrata*, **16** (1): 35-53, 2 Abb., 3 Taf.; Montpellier.
- FRANZEN, J. L. & HAUBOLD, H. (1987): The biostratigraphic and palaeoecological significance of the Middle Eocene locality Geiseltal near Halle (German Democratic Republic).- *Münchner Geowiss. Abh.*, **A 10**: 93-100, 6 figs.; München.
- HAUBOLD, H. (1995): Wirbeltiergrabung und -forschung im Geiseltaleozän.- *Hallesches Jahrb. Geowiss.*, **B 17**: 1-18, 2 Abb.; Halle (Saale).
- HAUBOLD, H. & KRUMBIEGEL, G. (1984): Typenkatalog der Wirbeltiere aus dem Eozän des Geiseltals. 1934-1984. 50 Jahre Geiseltalmuseum an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.- 67 S.; Halle (Saale).
- HAUBOLD, H. & THOMAE, M. (1990): Stratigraphische Revision der Wirbeltierfundstellen des Geiseltaleozäns.- *Hallesches Jahrb. Geowiss.*, **15**: 3-20, 5 Abb., 3 Tab.; Gotha.
- HAUBOLD, H. & HELLMUND, M. (1995): 60 Jahre Geiseltalmuseum an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. - *Hallesches Jahrb. Geowiss.*, **B 17**: 19-25, 3 Abb.; Halle (Saale).
- HAUPT, O. (1921): Die eocänen Süßwasserablagerungen (Messeler Braunkohlenformation) in der Umgegend von Darmstadt und ihr paläontologischer Inhalt. - *Z. deutsch. Geol. Ges.*, **73**: 175-178; Berlin.
- HAUPT, O. (1925): Die Paläohippiden der eocänen Süßwasserablagerungen von Messel bei Darmstadt.- *Abh. hess. geol. Landesanstalt*, **6** (4): 1-159, 29 Taf.; Darmstadt.
- HEIL, R., KOENIGSWALD, W. v. & LIPPMANN, H. G. (1979): Fossilien der Messeler Schichten.- 88 S.; Darmstadt.
- HELLMUND, M. (1991a): Schweineartige (Suina, Artiodactyla, Mammalia) aus oligo-miozänen Fundstellen Deutschlands, der Schweiz und Frankreichs I. *Hyotherium meissneri* (Suidae) aus dem Untermiozän von Ulm-Westtangente (Baden-Württemberg).- *Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B*, **176**, 69 S., 12 Taf., 23 Abb.; Stuttgart.
- HELLMUND, M. (1991b): Revision der europäischen Species der Gattung *Elomeryx* MARSH 1894 (Anthracotheriidae, Artiodactyla, Mammalia) - *Odontologische Untersuchungen.- Palaeontographica Abt. A*, **220**, Lfg. 1-3, 101 S., 12 Taf., 36 Abb., 9 Tab.; Stuttgart.
- HELLMUND, M. (1998): Ein „Double“ für das „Wappentier“- Zur Habitus- und Skelettrekonstruktion des Urfferdes. - *Scientia halensis*, **4/98**: 19, 2 Abb.; Halle (Saale).
- HELLMUND, M. (2000): Erstnachweis von *Plagiolophus cartieri* STEHLIN (Palaeotheriidae, Perissodactyla) in der unteren Mittelkohle (uMK, MP12) des Geiseltales bei Halle (Sachsen-Anhalt, Deutschland).- *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **2000** (4): 205-216, 2 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- HELLMUND, M., ERFURT, J. & HAUBOLD, H. (1999): Skelett-Rekonstruktionen von Perissodactyla und Artiodactyla aus dem eozänen Geiseltal (Deutschland).- *Terra Nostra, Schriften der Alfred-Wegener-Stiftung 99/8*, Vorträge und Poster, 69. Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft, **99/8**: 33; Zürich.
- KÄMPFE, L., KITTEL, R. & KLAPPERSTÜCK, J. (1955): Leitfaden der Anatomie der Wirbeltiere.- 250 S., 157 Abb.; Berlin.
- KOENIGSWALD, W. v. & SCHAARSCHMIDT, F. (1983): Ein Urfperd aus Messel, das Weinbeeren fraß.- *Natur und Museum*, **113** (3): 79-84, 8 Abb.; Frankfurt/Main.
- KRUMBIEGEL, G. (1959a): Die tertiäre Pflanzen- und Tierwelt der Braunkohle des Geiseltales.- *Die neue Brehm-Bücherei*, **237**, 93 Abb., 29 Fig.; Lutherstadt Wittenberg (Verlag Ziemsen).
- KRUMBIEGEL, G. (1959b): 25 Jahre Geiseltalsammlung (1934-1959) des Geologisch-Paläontologischen Institutes der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.- *Wiss. Z. Univ. Halle Math.-Nat.*, **VIII/6**: 1041-1052, 15 Abb.; Halle (Saale).
- KRUMBIEGEL, G. (1962): Die Fossilfundstellen der mitteleozänen Braunkohle des Geiseltales.- *Wiss. Z. Univ. Halle Math.-Nat.*, **XI/6**: 745-762, 13 Abb., 6 Tab.; Halle (Saale).
- KRUMBIEGEL, G. (1970): Wissenschaftliche Bestände des Geiseltalmuseums in Halle.- *Geologie*, **19** (6): 706-736, 5 Abb., 2 Tab.; Berlin.
- KRUMBIEGEL, G. (1984): 50 Jahre Geiseltalmuseum Halle (Saale).- *Hercynia, N.F.*, **21**: 304-309, 1 Abb.; Leipzig.
- LUTZ, H., FRANKENHÄUSER, H. & NEUFFER, F. O. (1998): Fossilfundstätte Eckfelder Maar.- 51 S., 61 Abb.; Mainz.
- MATTHES, H. W. (1963): Neue Ausgrabungserfolge in der eozänen Braunkohle des Geiseltales.- *Biologie in der Schule*, **3**: 137-139, 3 Abb.; Berlin.
- MATTHES, H. W. (1972): *Propalaeotherium hassiacum* HAUPT, 1925 (Equidae) aus dem Mitteleozän (Lutet) des Geiseltales.- *Hallesches Jb. mitteldtsch. Erdgesch.*, **11**: 37-40, 2 Tab., 2 Taf.; Halle (Saale).
- MATTHES, H. W. (1977): Die Equiden aus dem Eozän des Geiseltal.- In: MATTHES, H. W. & THALER, B.: *Eozäne Wirbeltiere des Geiseltales.- Wiss. Beitr. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg*, **1977/2** (P5): 5-39, 2 Abb., Taf. 1-159 u. 176; Halle (Saale).
- MATTHES, H. W. (1979): Weitere Equiden aus dem Geiseltal.- *Z. Geol. Wiss.*, **7** (6): 783-805, 8 Taf., 6 Tab.; Berlin.

- NEUFFER, F. O., GRUBER, G., LUTZ, H. & FRANKENHÄUSER, H. (1996): Das Eckfelder Maar, Zeuge tropischen Lebens in der Eifel.- 102 S., 137 Abb.; Mainz.
- NICKEL, R., SCHUMMER, A. & SEIFERLE, E. (1992): Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Bewegungsapparat.- 626 S.; Berlin (Parey).
- NOWAK, R. M. (1991): Walker's Mammals of the World.- 5. ed., Vol. II: 643-1615; Baltimore-London (The Johns Hopkins University Press).
- NUSSHAG, W. (1968): Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Haustiere.- 8. Aufl., 356 S., 409 Abb.; Leipzig (Hirzel).
- PUCKA, G. (1994): Zur Entstehung eines Urfpferdchendioramas im Niedersächsischen Landesmuseum Hannover.- Der Präparator, **40** (4): 139-142, 3 Abb.; Bochum.
- RICHTER, G. (1987): Untersuchungen zur Ernährung eozäner Säuger aus der Fossilfundstelle Messel bei Darmstadt.- In: SCHAAL, S. (ed.): Forschungsergebnisse zu Grabungen in der Grube Messel bei Darmstadt.- Courier Forsch.-Inst. Senckenberg, **91**: 1-33; Frankfurt/Main.
- SCHMID, E. (1972): Atlas of Animal Bones – Knochenatlas.- 159 S.; Amsterdam (Elsevier).
- STEINER, G. (1977): Zoomorphologie in Umrissen.- 134 S., 65 Taf.; Stuttgart - New York (Fischer Verlag).
- STRÜBEL, G. (1974): Vollständig erhaltenes Urfpferd aus dem Miozän.- Umschau Wiss. Technik, **74** (14): 434, 1 Abb.; Frankfurt/Main.
- STRÜBEL, G. (1975): Über ein Urfpferd der Gattung *Propalaeotherium* aus der Fundstelle Messel, Hessen.- Oberhess. Naturwiss. Z., **42**: 5-12, 4 Abb., 2 Tab.; Giessen.
- STURM, M. (1978): Maw contents of an Eocene horse (*Propalaeotherium*) out of the oil shale of Messel near Darmstadt (Preliminary report).- Courier Forsch.-Inst. Senckenberg, **30**: 120-122; Frankfurt/Main.
- VOIGT, E. (1936a): Weichteile an Säugetieren aus der eozänen Braunkohle des Geiseltales.- Nova Acta Leopoldina, N.F., **4** (22): 301-310, 2 Taf.; Halle (Saale).
- VOIGT, E. (1936b): Über das Haarkleid einiger Säugetiere aus der miozänen Braunkohle des Geiseltales.- Nova Acta Leopoldina, N.F., **4** (22): 317-334, 3 Taf.; Halle (Saale).
- VOIGT, E. (1938): Tierische Weichteile aus der Braunkohle des Geiseltales bei Halle/S.- Natur und Volk, **68**: 111-117, 7 Abb.; Frankfurt/Main.
- WEIGELT, J. (1934): Die Geiseltalgrabungen des Jahres 1933 und die Biostratonomie der Fundschichten.- Nova Acta Leopoldina, N.F., **1** (4/5): 552-600, 13 Taf.; Halle (Saale).
- WOLF, H. W. (1991): Schätze im Schiefer – Faszinierende Fossilien aus der Grube Messel.- 114 S.; Braunschweig (Westermann).
- WOLFF, F. D. v. (1972): Kunstharz in der Skelettmontage.- Der Präparator, **18** (1/2): 28-30, 2 Abb.; Bochum.

Anschriften der Autoren:

Dr. Meinolf Hellmund
 Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
 Institut für Geologische Wissenschaften und Geiseltalmuseum
 Domstr. 5
 D-06108 Halle (Saale)
 e-mail: hellmund@geologie.uni-halle.de

Präparator Christoph Koehn
 Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
 Institut für Geologische Wissenschaften und Geiseltalmuseum
 Domstr. 5
 D-06108 Halle (Saale)

Tafeln 1 - 7

Tafel 1

Fig. 1:

Epistropheus (Axis), rekonstruiert aus zwei originalen Knochenfragmenten (braun) aus dem Geiseltal bzw. modelliert (weiß) nach Angaben und Zeichnung in HAUPT (1925: 71, Taf. XV Fig. 2), lateral von links.

Fig. 2:

Zusammenstellung der Autopodien post. (hier: Metapodien und Phalangen post.) von *Propalaeotherium hassiacum* im Sandbett; dreidimensionale Originalknochen aus der unteren Unterkohle des Geiseltales (braun), in Wachs nachgebildete Endphalangen (blau), Mt III – Endphalanx = ca. 12,00 cm.

Fig. 3:

Nahezu vollständiges Skelett von *Propalaeotherium isselanum* (CUVIER) aus der oberen Mittelkohle des Geiseltales (Ce IV-7011), Grabung 1933. Es handelt sich um das bekannteste Objekt der Geiseltalsammlung. Es ist das Wappentier des Geiseltalmuseums, Länge des sagittal gestauchten Skelettes ca. 60 cm, (Foto: Archiv Geiseltalmuseum).

Fotos Fig. 1-2: E. SCHEINER/M. HELLMUND, Halle (Saale).

Tafel 1



Fig. 1

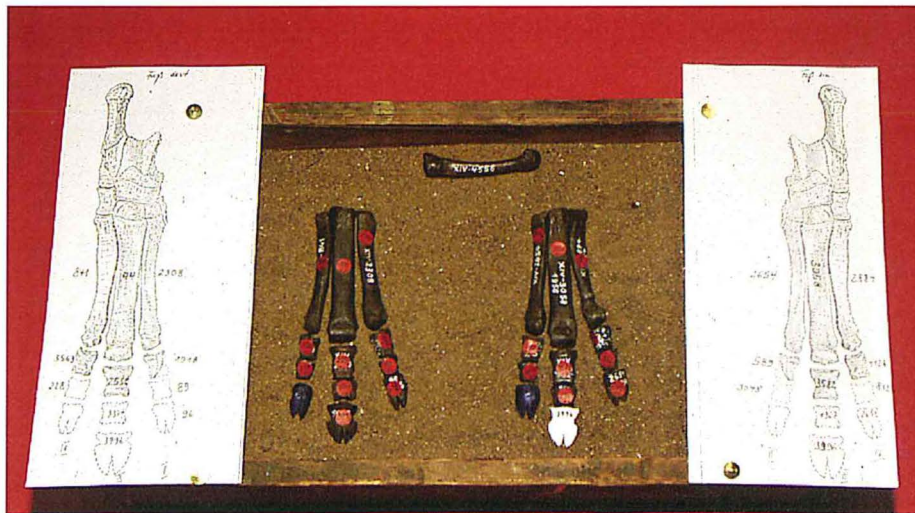


Fig. 2

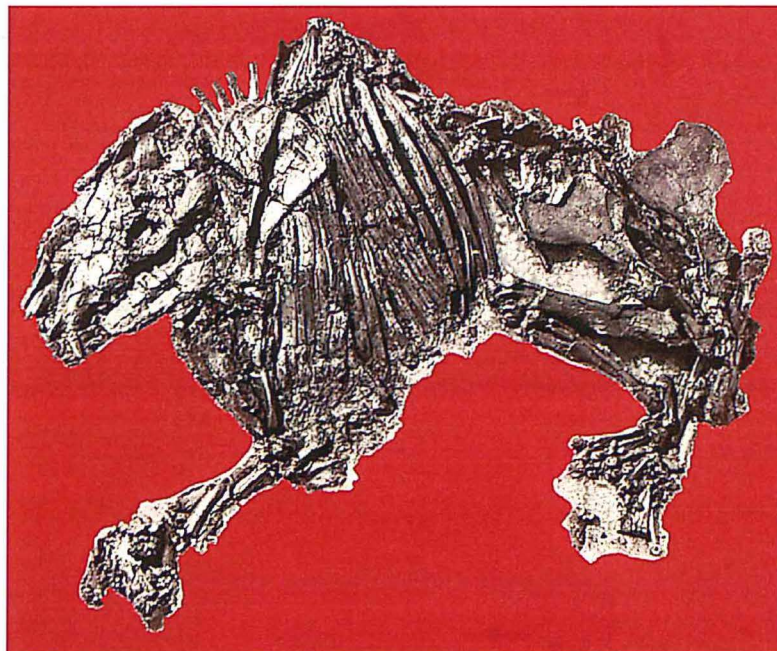


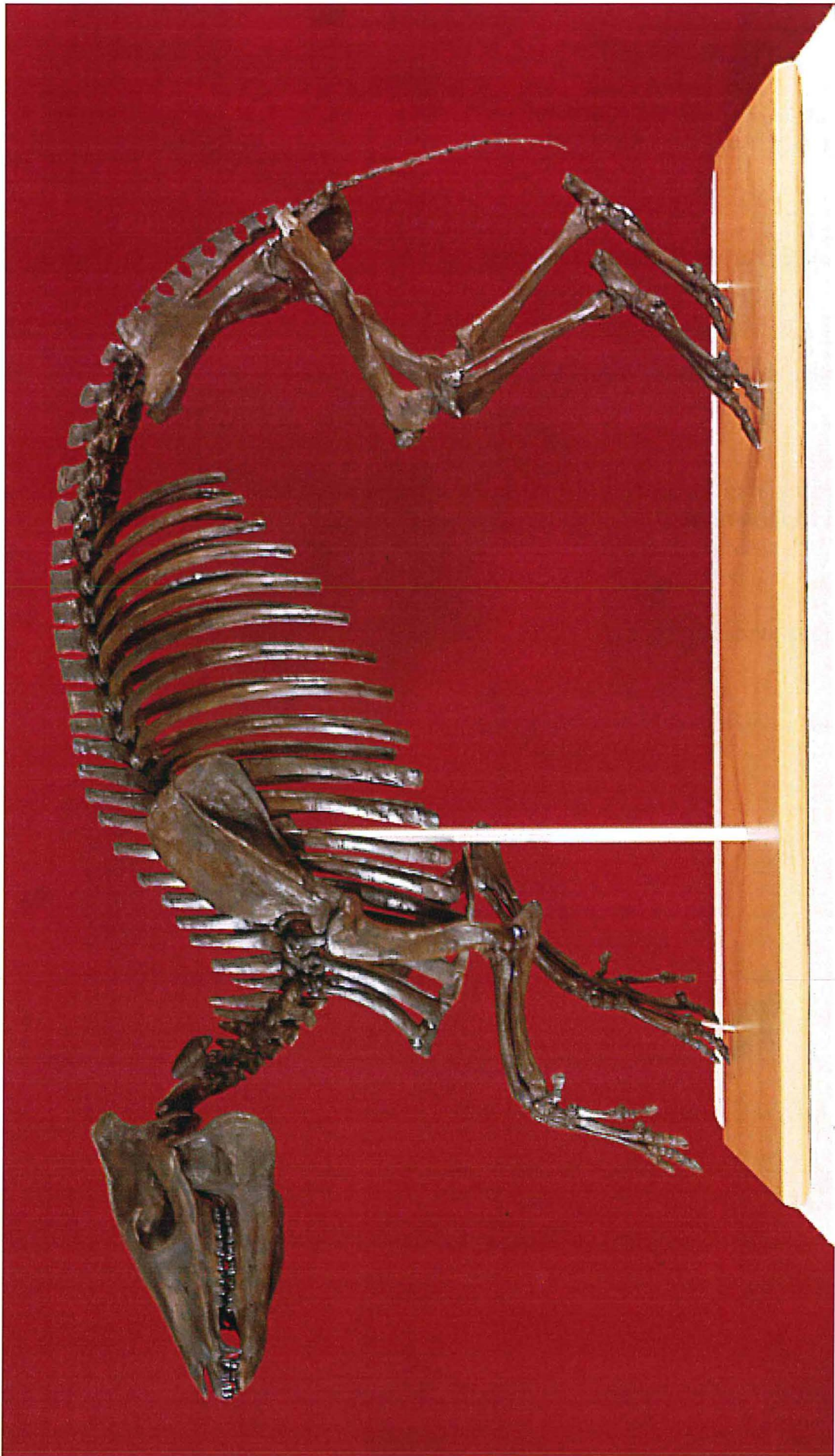
Fig. 3

Tafel 2

Dreidimensionale Skelettrekonstruktion von *Propalaeotherium hassiacum*, basierend auf entsprechendem Knochenmaterial aus der unteren Unterkohle des Geiseltales (HELLMUND & KOEHN, diese Arbeit), Länge des Skelettes ca. 90 cm.

Foto: E. SCHEINER/M. HELLMUND, Halle (Saale).

Tafel 2



Tafel 3

Detailansichten der Skelettrekonstruktion von *Propalaeotherium hassiacum* HAUPT
(vgl. Größenangaben Taf. 2).

Fig. 1:
Vorderer Teil des Thorax mit Sternum.

Fig. 2:
Hintere Skelettpartie mit Pelvis, Stylo-, Zeugo- und Autopodien.

Fig. 3:
Vierstrahliges Autopodium ant. dext. sowie Sternum bestehend aus Manubrium, Mesosternum
und Xiphisternum.

Fig. 4:
Zeugopodium aus Tibia und Fibula und dreistrahliges Autopodium post. sin.

Fotos: E. SCHEINER/M. HELLMUND, Halle (Saale).

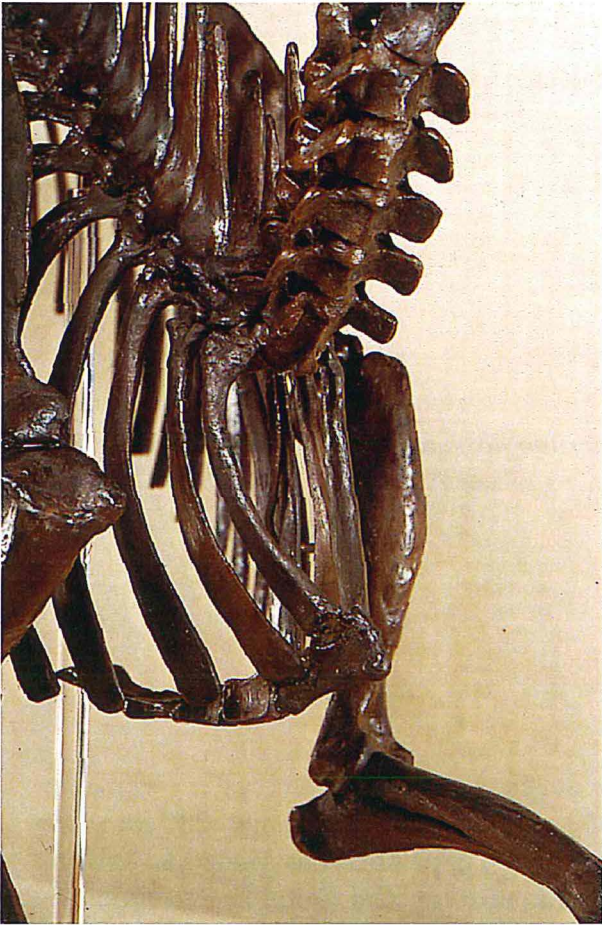


Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

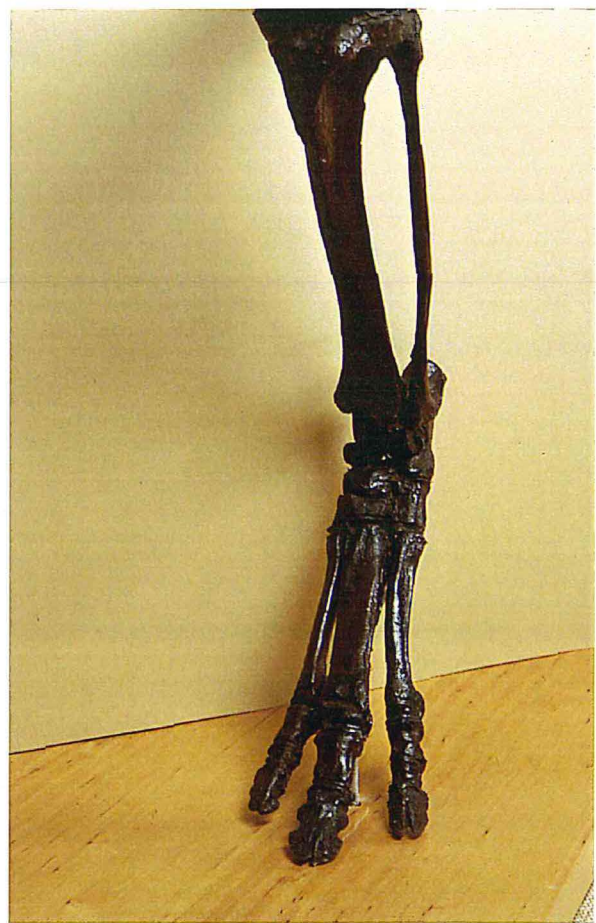


Fig. 4

Tafeln 4 - 6

Chronologische Darstellung der zeichnerischen/plastischen Urpferdrekonstruktionen aus den letzten 70 Jahren.

Tafel 4

Fig. 1 a:

Graphische Skelettrekonstruktion von *Propalaeotherium hassiacum* (HAUPT 1925: Taf. XXI) aufgrund von Funden aus Messel, Länge ca. 100 cm.

Fig. 1 b:

Körperumrisse – dito-

Fig. 2:

Rekonstruktionsversuch (Tonmodell) eines sogenannten „Altpferdes“, gemeint: *Propalaeotherium*, nach HERRMANN (s. MATTHES 1963: Abb. 2), Länge 23 cm. Die Charakteristika von *Propalaeotherium* sind nicht annähernd erkennbar, das Modell ist sowohl morphologisch als auch von den Proportionen her völlig unzutreffend (Foto: E. SCHEINER/M. HELLMUND, Halle (Saale)). Vergleiche hierzu BETTENSTAEDT (1937: Bild 6), „Urpferdchen am Rande des Urwaldes“, Gemälde von A. KIRCHNER. Das Tonmodell wird im Geiseltalmuseum verwahrt.

Tafel 4

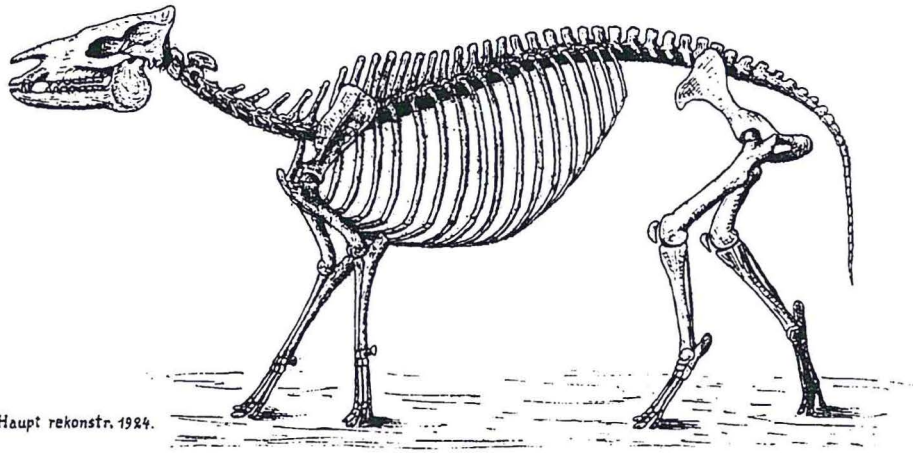


Fig. 1a

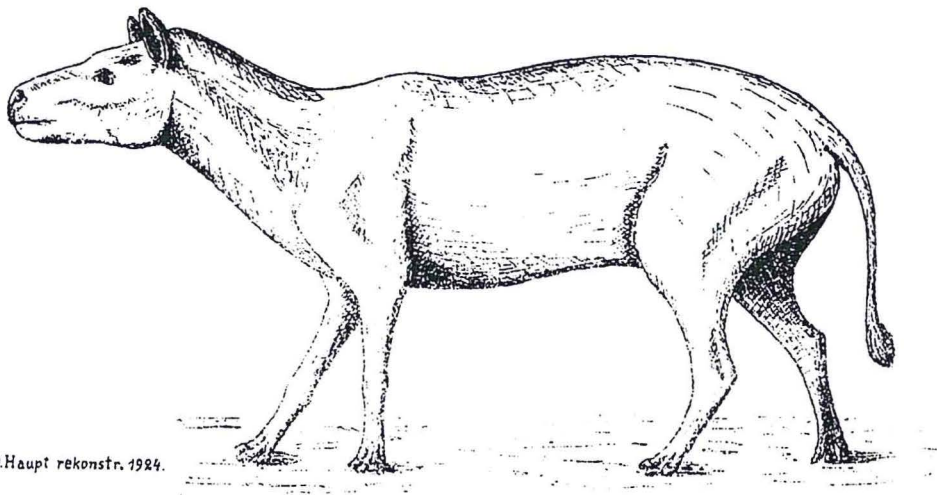


Fig. 1b

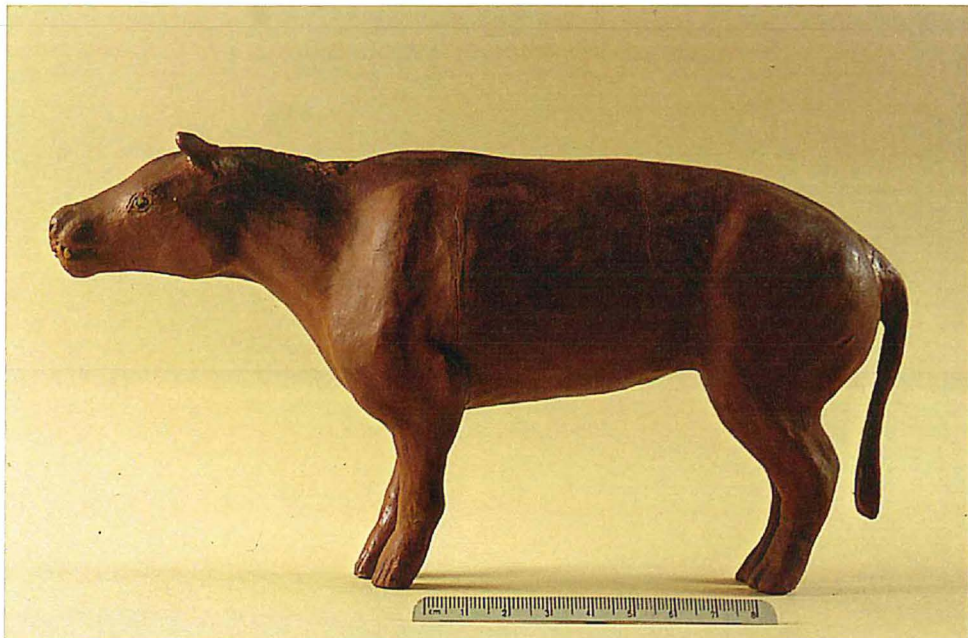


Fig. 2

Tafel 5

Fig. 1:

Graphische Skelettrekonstruktion des kleineren Urpferdes, *Propalaeotherium parvulum* (= „*messelense*“), Ausschnitt aus verschiedenen Bewegungsphasen (nach SCHÄFER in FRANZEN 1977) gezeichnet nach Titelblatt „Urpferdchen und Krokodile“, Zeichnung M. HELLMUND.

Fig. 2:

Graphische Skelettrekonstruktion von *Propalaeotherium hassiacum* aufgrund von Funden aus Messel (aus FRANZEN 1986: Abb. 4 b).

Tafel 5

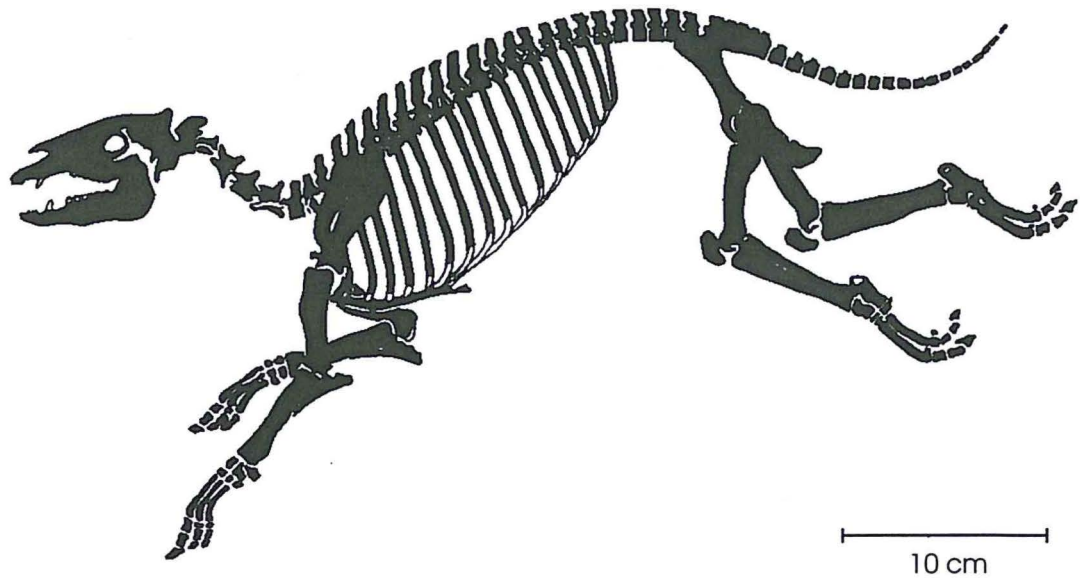


Fig. 1

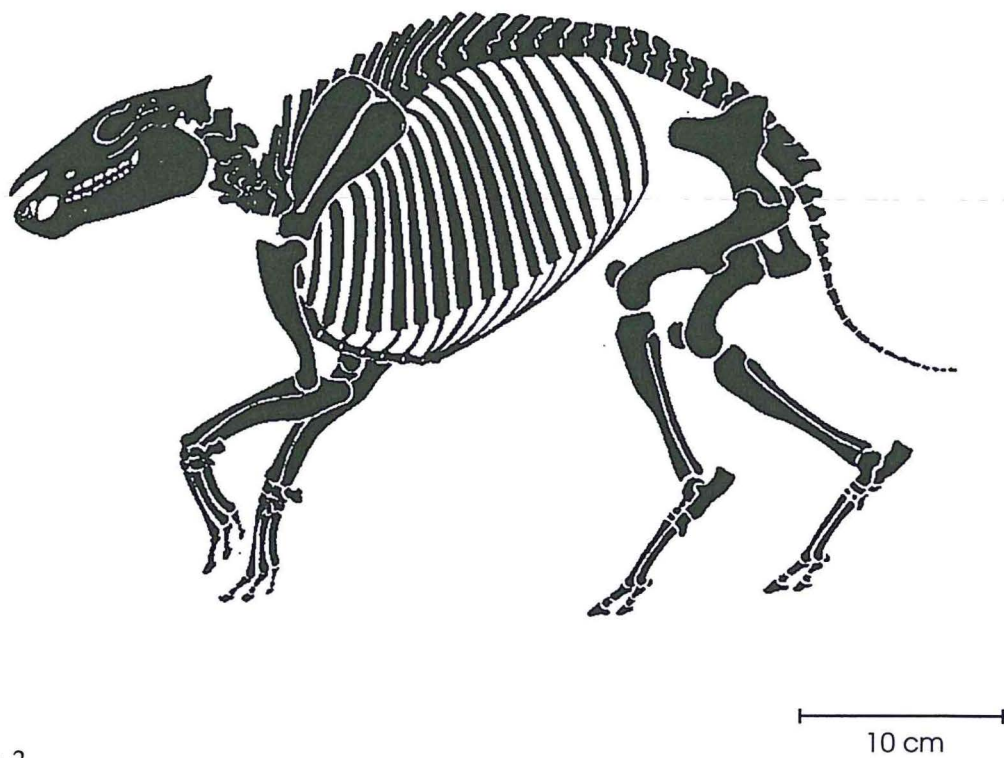
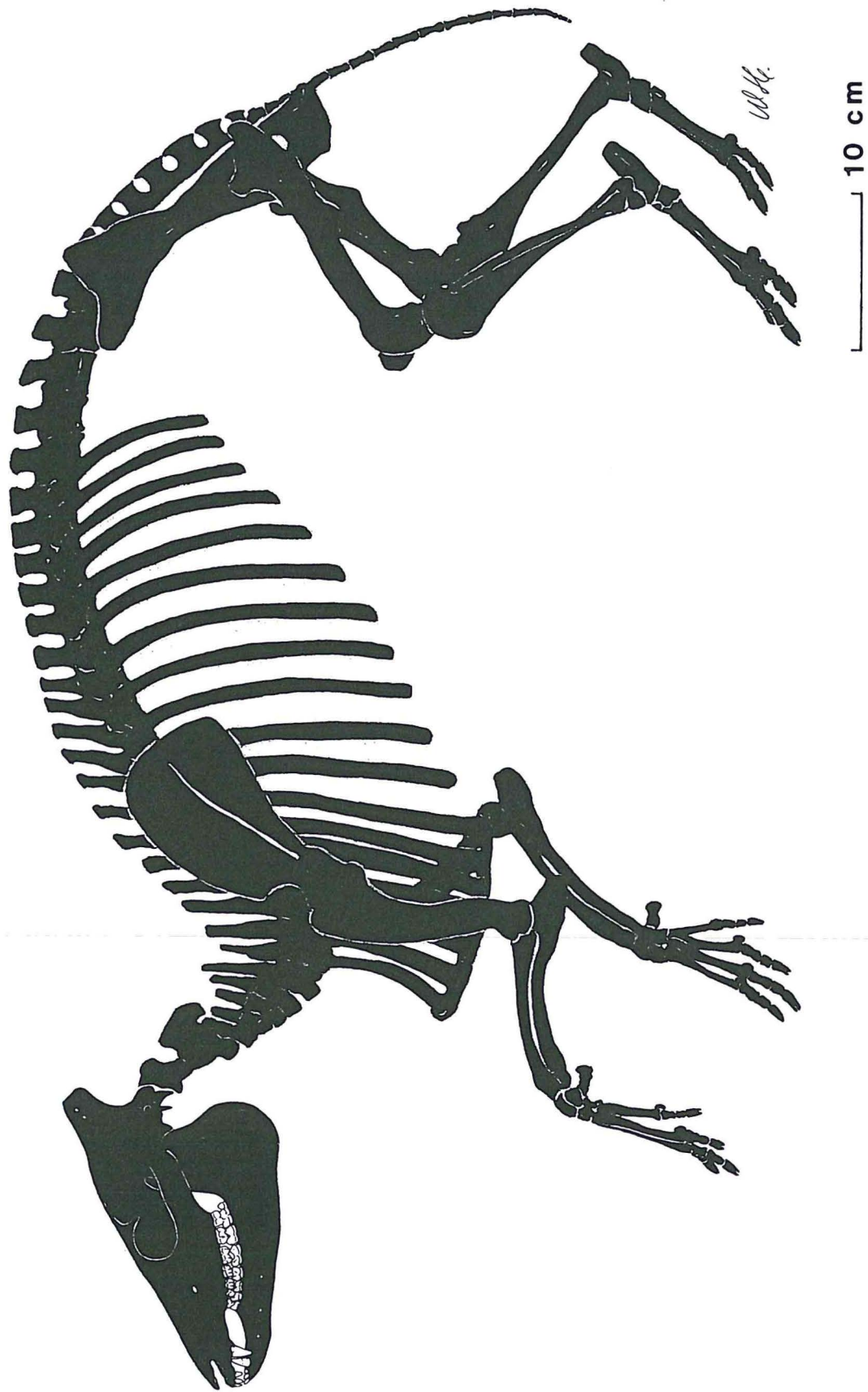


Fig. 2

Tafel 6

Graphische Skelettrekonstruktion von *Propalaeotherium hassiacum* basierend auf dreidimensionalem Knochenmaterial aus der unteren Unterkohle des Geiseltales (HELLMUND & KOEHN, diese Arbeit), Originallänge des Skelettes 90 cm, Zeichnung Winfried HELLMUND.

Tafel 6



Tafel 7

Fig. 1:

Cephalophus zebra, Fam. Bovidae (sog. Buschschlüpfer), Artiodactyla. Lebensraum: Urwalddickicht → hochgewölbte Rückenlinie, kurzer Hals, Kopf dreieckig, rezent, Westafrika (Liberia, Sierra Leone, Elfenbeinküste), aus BELLANI et al. (1993: 90).

Fig. 2:

Sylvicapra gramma, dito, Lebensraum: offenes Gelände, Savanne → gerade Rückenlinie, Kopf dreieckig, rezent, Afrika südlich der Sahara, aus BELLANI et al. (1993: 90).

Tafel 7

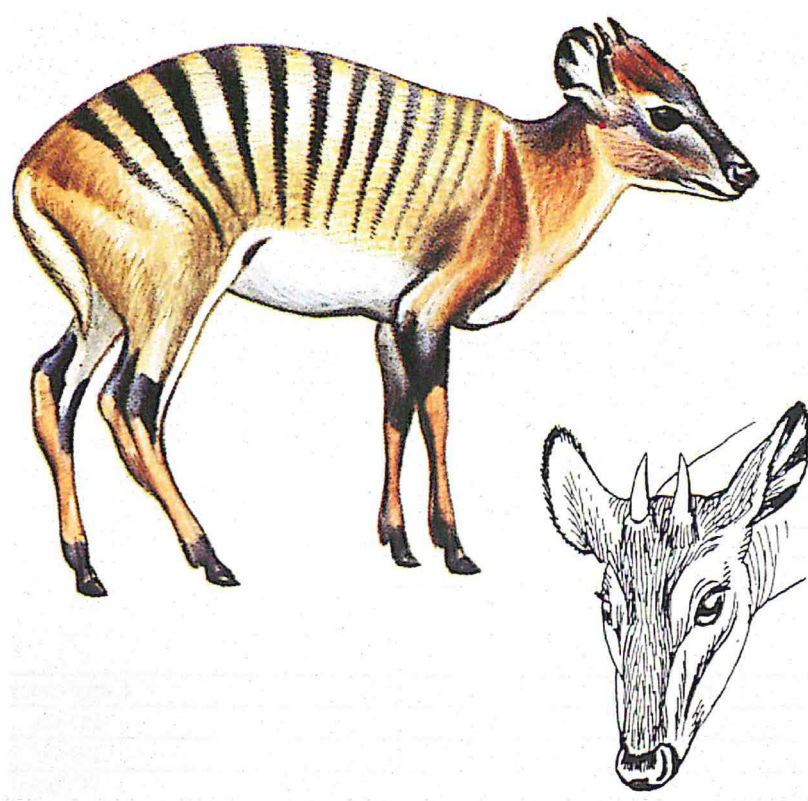


Fig. 1

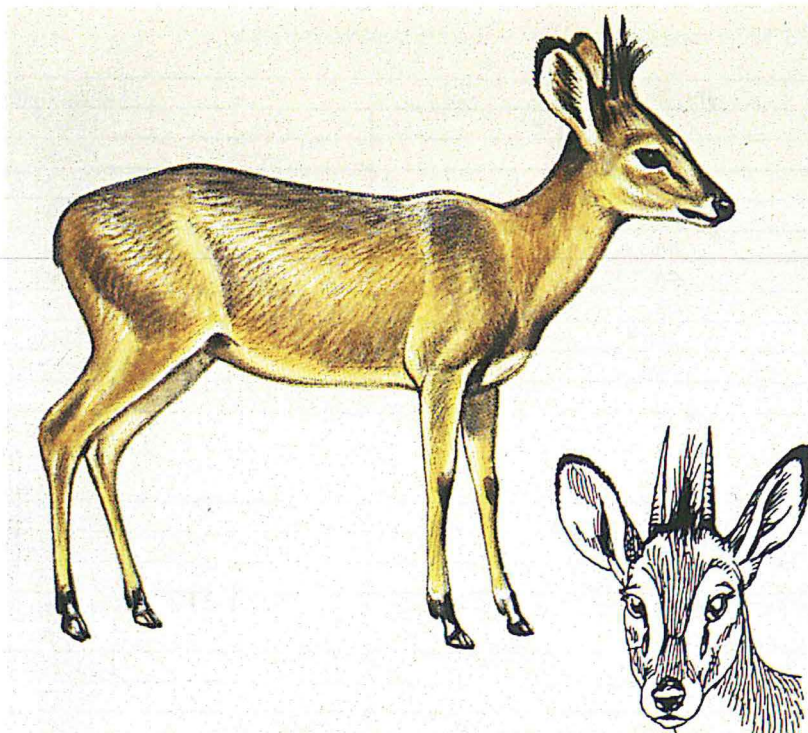


Fig. 2

Anhang

Materialbasis zur Skelettrekonstruktion von *Propalaeotherium hassiacum* HAUPT.

* - relevantes Objekt für die Rekonstruktion

Schultergürtel und Vorderextremität

Scapula (Erhaltungszustand in der Regel sehr fragmentär, daher keine Maßangaben)

| Inv. Nr. |
|----------------------|
| XIV-3884-1956 sin.* |
| XIV-4545-1956 dext.* |
| XIV-4992-1956 sin. |
| XIV-1956-1954 sin. |
| XIV-o.Nr.-1956 dext. |
| XIV-2922-1954 sin. |
| XIV-4903-1956 sin. |
| XIV-466-1957 sin. |
| XIV-997-1957 dext.* |
| XIV-746-1955 sin.* |
| n = 10 |

Humerus

| Inv. Nr. | Länge (mm) |
|----------------------|--------------------------------------|
| XIV-2652-1956 dext.* | 143,00 |
| XIV-535-1956 sin.* | 141,00 (rekonstr.) |
| XIV-3384-1956 dext. | 140,00 |
| XIV-546-1954 sin. | > 140,00 |
| XIV-3141-1954 sin. | 152,00 |
| XIV-4600-1956 sin. | 144,00 |
| n = 6 | $\bar{x} = 143,33$ $\delta n = 4,15$ |

Ulna (XIV-2648-1954 verwachsene Ulna – Radius > pathologisch)

| Inv. Nr. | Länge (mm) |
|----------------------|--|
| XIV-2648-1954 sin.* | 150,00 |
| XIV-152-1956 sin. | 164,00 |
| XIV-1629-1955 sin. | 149,00 |
| XIV-3013-1954 sin. | 155,00 |
| XIV-986-1956 sin. | > 150,00 |
| XIV-345-1957 sin. | Fragment |
| XIV-1370-1956 sin. | 173,00 |
| XIV-3350-1956 dext.* | 155,00 |
| XIV-2642-1956 dext. | Fragment |
| n = 9 | $\bar{x} (n=7) = 156,57$ $\delta n = 8,22$ |

Radius

| Inv. Nr. | Länge max. (mm) |
|----------------------|-----------------|
| XIV-1848-1955 dext.* | 120,00 |
| XIV-2648-1954 sin.* | 115,00 |
| XIV-544-1955 sin. | 117,00 |
| XIV-2811-1954 dext. | 117,00 |
| XIV-2939-1954 dext. | 140,00 |
| XIV-687-1957 dext. | 124,00 |
| XIV-2513-1956 dext. | 130,00 |
| XIV-2180-1956 dext. | 125,00 |
| XIV-2223-1954 dext. | 129,00 |
| XIV-o.Nr.-1956 dext. | 129,00 |

| | | |
|---------------|--------|--------------------------------------|
| XIV-2563-1956 | dext.* | 117,00 |
| XIV-456-1956 | sin.* | 128,00 |
| XIV-3140-1954 | sin. | 110,00 |
| XIV-1059-1956 | sin. | 120,00 |
| XIV-2328-1956 | sin.. | 111,00 |
| XIV-721-1955 | sin. | 115,00 |
| XIV-2564-1954 | sin. | 130,00 |
| XIV-3226-1954 | sin. | 130,00 |
| XIV-1994-1956 | sin. | 116,50 |
| XIV-1694-1955 | sin. | 138,00 |
| XIV-1055-1955 | sin. | 144,00 |
| XIV-2829-1956 | sin. | 142,00 |
| XIV-2173-1956 | sin. | 138,00 |
| n = 23 | | $\bar{x} = 125,45$ $\delta n = 9,91$ |

Autopodium anterior**Scaphoideum**

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite (mm) |
|---------------|--------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| XIV-3020-1956 | sin.* | 14,80 | 12,10 |
| XIV-876-1956 | dext.* | 15,25 | 16,75 |
| XIV-2608-1955 | sin. | 16,55 | 17,70 |
| XIV-1298-1954 | dext. | 14,00 | 17,70 |
| XIV-376-1956 | sin. | 15,30 | 16,80 |
| n = 5 | | $\bar{x} = 15,18$ $\delta n = 0,83$ | $\bar{x} = 16,21$ $\delta n = 2,10$ |

Lunatum (Intermedium)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite (mm) |
|-----------------|--------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| XIV-2544-1954 a | sin.* | 15,30 | 11,45 |
| XIV-2544-1954 b | dext.* | 15,50 | 10,65 |
| XIV-2986-1954 | sin. | 14,45 | 10,50 |
| XIV-2974-1954 | dext. | 13,55 | 10,50 |
| XIV-2611-1956 | sin. | 15,65 | 10,60 |
| XIV-541-1955 | sin. | 18,60 | 13,65 |
| XIV-2137-1955 | dext. | 16,50 | 12,45 |
| n = 7 | | $\bar{x} = 15,79$ $\delta n = 1,52$ | $\bar{x} = 11,40$ $\delta n = 1,13$ |

Triquetrum (Pyramidale, Ulnare, Cuneiforme)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite (mm) |
|---------------|--------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| XIV-719-1956 | dext.* | 12,00 | 15,30 |
| XIV-5078-1956 | sin.* | 12,25 | 15,50 |
| XIV-2533-1954 | dext. | 13,60 | 16,75 |
| XIV-3140-1955 | sin. | 15,00 | 13,75 |
| XIV-5302-1956 | dext. | 13,25 | 15,10 |
| XIV-2793-1956 | sin. | 12,75 | 15,10 |
| n = 6 | | $\bar{x} = 13,14$ $\delta n = 0,99$ | $\bar{x} = 15,25$ $\delta n = 0,88$ |

Pisiforme

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite anterior (mm) |
|---------------|--------|-------------------------------------|------------------------------------|
| XIV-1700-1956 | dext.* | 21,85 | 8,10 |
| XIV-1701-1954 | sin.* | 20,30 | 8,00 |
| XIV-1431-1956 | dext. | 20,15 | 7,00 |
| XIV-2396-1954 | sin. | 21,00 | 8,00 |
| XIV-3187-1954 | sin. | 21,50 | 8,25 |
| XIV-2805-1954 | dext. | 21,50 | 8,55 |
| XIV-2737-1955 | dext. | 22,20 | 7,40 |
| n = 7 | | $\bar{x} = 21,21$ $\delta n = 0,71$ | $\bar{x} = 7,90$ $\delta n = 0,49$ |

Trapezium

| Inv. Nr. | Länge (mm) | Breite (mm) |
|----------------|------------|-------------|
| XIV-536-1954 - | 9,50 | 5,00 |
| n = 1 | - | - |

Trapezoideum

| Inv. Nr. | Länge (mm) | Breite (mm) |
|----------------------|-------------------|-------------------|
| XIV-3139-1955 dext.* | 16,10 | 14,10 |
| XIV-467-1955 dext. | 15,00 | 14,60 |
| n = 2 | $\bar{x} = 15,55$ | $\delta n = 0,55$ |
| | | $\bar{x} = 14,35$ |
| | | $\delta n = 0,25$ |

Capitulum (Magnum)

| Inv. Nr. |
|----------------------|
| XIV-1500-1956 dext.* |
| XIV-284-1956 sin.* |
| XIV-1186-1956 dext. |
| XIV-3015-1954 dext. |
| XIV-2075-1955 dext. |
| n = 5 |

Hamatum (Uncinatum, Unciforme)

| Inv. Nr. | Länge (mm) | Breite (mm) |
|---------------------|-------------------|-------------------|
| XIV-352-1956 dext.* | 12,00 | 15,50 |
| XIV-134-1956 sin.* | 13,60 | 11,55 |
| XIV-1689-1954 dext. | 12,30 | 15,00 |
| XIV-2899-1954 dext. | 13,50 | 15,00 |
| XIV-3228-1954 sin. | 12,25 | 14,20 |
| n = 5 | $\bar{x} = 12,73$ | $\delta n = 0,68$ |
| | | $\bar{x} = 14,25$ |
| | | $\delta n = 1,41$ |

Metacarpale II (Mc II)

| Inv. Nr. | Länge (mm) | Breite i. d. Mitte (mm) |
|----------------------|------------|-------------------------|
| XIV-2751-1954 sin.* | 60,00 | 10,00 |
| XIV-3242-1956 dext.* | 60,00 | 8,80 |
| XIV-3279-1956 sin. | 61,00 | 9,40 |
| XIV-900-1955 sin. | 60,30 | 8,15 |
| XIV-265-1954 sin. | 67,90 | 8,50 |
| XIV-3078-1954 sin. | 61,35 | 9,25 |
| XIV-3043-1954 sin. | 64,25 | 8,05 |
| XIV-2950-1954 sin. | 59,15 | 9,70 |
| XIV-1052-1955 sin. | 69,25 | 10,00 |
| XIV-2837-1956 sin. | 66,10 | 8,30 |
| XIV-706-1954 sin. | 68,20 | 8,55 |
| XIV-192-1957 sin. | 54,25 | 9,00 |
| XIV-3349-1956 sin. | 58,20 | 8,65 |
| XIV-1050-1957 sin. | 70,55 | 9,30 |
| XIV-1490-1955 sin. | 68,20 | 10,20 |
| XIV-1828-1954 sin. | 57,55 | 9,00 |
| XIV-2160-1956 sin. | 58,45 | 9,75 |
| XIV-2028-1956 sin. | 65,65 | 9,80 |
| XIV-2235-1955 dext. | 53,40 | 7,40 |
| XIV-799-1956 dext. | 60,25 | 9,15 |
| XIV-4697-1956 dext. | 65,00 | 9,25 |
| XIV-4522-1956 dext. | 69,50 | 10,20 |
| XIV-2112-1954 dext. | 54,40 | 8,45 |
| XIV-607-1955 sin. | 54,50 | 9,00 |
| XIV-1016-1956 sin. | 64,75 | 9,80 |

| | | | |
|---------------|------|-------------------|-------------------|
| XIV-1234-1954 | sin. | > 55,50 | 9,10 |
| XIV-3371-1956 | sin. | 54,40 | 8,20 |
| XIV-2524-1956 | sin. | 53,00 | 8,00 |
| XIV-3377-1956 | sin. | 58,00 | 8,20 |
| n = 19 | | $\bar{x} = 61,14$ | $\delta n = 5,29$ |
| | | | $\bar{x} = 16,21$ |
| | | | $\delta n = 0,73$ |

Metacarpale III (Mc III)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite i. d. Mitte (mm) |
|-----------------|--------|-------------------|-------------------------|
| XIV-3990-1956 | sin.* | 69,80 | 11,00 |
| XIV-628-1956 | dext.* | 69,80 | 11,60 |
| XIV-2475-1956 | sin. | 67,00 | 12,15 |
| XIV-3044-1954 | sin. | 65,50 | 11,35 |
| XIV-3492-1956 | sin. | 69,40 | 12,70 |
| XIV-294-1954 | sin. | 71,10 | 11,55 |
| XIV-4994-1956 | sin. | 69,70 | 12,45 |
| XIV-2472-1954 | sin. | 68,10 | 11,80 |
| XIV-1551-1956 | sin. | 68,70 | 11,20 |
| XIV-2935-1954 | sin. | 57,15 | 10,00 |
| XIV-756-1956 | sin. | 68,20 | 12,75 |
| XIV-4527-1956 | sin. | 67,60 | 11,65 |
| XIV-1931-1955 | sin. | 65,70 | 11,25 |
| XIV-2018-1954 | dext. | 60,40 | 10,35 |
| XIV-476-1954 | dext. | 69,60 | 12,45 |
| XIV-2225-1956 | dext. | 72,75 | 10,60 |
| XIV-679-(?1955) | dext. | 72,00 | 11,15 |
| XIV-2450-1955 | dext. | 70,60 | 12,15 |
| XIV-4527-1956 | dext. | 76,15 | 11,40 |
| XIV-2070-1956 | dext. | 66,65 | 11,95 |
| XIV-4544-1956 | dext. | 67,00 | 11,30 |
| XIV-4166-1956 | dext. | 67,65 | 12,70 |
| XIV-2912-1956 | dext. | 68,75 | 11,85 |
| n = 23 | | $\bar{x} = 68,23$ | $\delta n = 13,38$ |
| | | | $\bar{x} = 11,62$ |
| | | | $\delta n = 0,73$ |

Metacarpale IV (Mc IV)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite i. d. Mitte (mm) |
|-----------------|--------|------------|-------------------------|
| XIV-391-(?) | sin.* | 57,65 | 7,75 |
| XIV-1875-1954 | dext.* | 57,50 | 8,50 |
| XIV-3288-1956 | sin. | 58,00 | 8,45 |
| XIV-1133-1956 | dext. | 58,65 | 8,15 |
| XIV-214-(?1954) | dext. | 61,55 | 8,70 |
| XIV-2907-1956 | dext. | 65,85 | 9,00 |
| XIV-1377-1956 | dext. | 60,85 | 8,90 |
| XIV-3093-1954 | dext. | 60,20 | 8,50 |
| XIV-550-1955 | dext. | 58,90 | 8,40 |
| XIV-2436-1956 | dext. | 56,25 | 7,65 |
| XIV-2170-1956 | dext. | 55,60 | 8,40 |
| XIV-633-1956 | dext. | 55,60 | 7,00 |
| XIV-2078-1956 | dext. | 55,00 | 8,25 |
| XIV-2272-1955 | dext. | 53,80 | 8,25 |
| XIV-207-1956 | sin. | 50,00 | 7,60 |
| XIV-2049-1955 | sin. | 55,90 | 8,50 |
| XIV-2347-1955 | sin. | 59,10 | 8,40 |
| XIV-1332-1955 | sin. | 67,60 | 8,90 |
| XIV-3600-1956 | sin. | 60,40 | 7,90 |
| XIV-3445-1956 | sin. | 67,60 | 8,65 |
| XIV-5106-1956 | sin. | 62,70 | 9,10 |
| XIV-127-1956 | sin. | 61,50 | 9,60 |
| XIV-583-1956 | sin. | 61,10 | 8,55 |
| XIV-289-1956 | sin. | 61,30 | 7,75 |
| XIV-3018-1954 | sin. | 60,20 | 8,90 |

| | | | | | |
|----------------|------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| XIV-2087-1954 | sin. | 59,80 | 8,55 | | |
| XXXVI-263-1962 | sin. | 59,80 | 8,40 | | |
| XIV-2969-1956 | sin. | 56,55 | 8,40 | | |
| XIV-3405-1956 | sin. | 54,10 | 8,00 | | |
| XIV-3121-1956 | sin. | 50,55 | 8,35 | | |
| XIV-2197-1956 | sin. | 63,65 | 8,40 | | |
| XIV-1805-1954 | sin. | 52,55 | 7,50 | | |
| n = 32 | | $\bar{x} = 58,74$ | $\delta n = 4,23$ | $\bar{x} = 8,35$ | $\delta n = 0,52$ |

Metacarpale V (Mc V)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite i. d. Mitte (mm) | | |
|----------------|--------|-------------------|-------------------------|------------------|-------------------|
| XXXVI-280-1962 | sin.* | 42,35 | 6,10 | | |
| XIV-2949-1956 | dext.* | 41,70 | 6,20 | | |
| XIV-2944-1956 | sin. | 44,30 | 6,75 | | |
| XIV-2851-1954 | sin. | 56,20 | 7,45 | | |
| XIV-2974-1956 | dext. | 54,20 | 7,70 | | |
| XIV-4701-1956 | dext. | 60,00 | 9,00 | | |
| XIV-4582-1956 | dext. | 52,65 | 7,40 | | |
| XIV-2980-(?) | dext. | 56,75 | 7,40 | | |
| XIV-2326-1955 | dext. | 48,00 | 7,15 | | |
| XIV-1560-1954 | dext. | 54,80 | 7,50 | | |
| XIV-3226-1956 | dext. | 43,70 | 7,00 | | |
| XIV-2307-1956 | dext. | 52,15 | 7,15 | | |
| XIV-384-1955 | sin. | 57,90 | 8,70 | | |
| XIV-201-1956 | sin. | 54,00 | 7,20 | | |
| XIV-3198-1954 | sin. | 46,00 | 5,65 | | |
| XIV-1926-1955 | sin. | 43,40 | 6,00 | | |
| n = 6 | | $\bar{x} = 50,44$ | $\delta n = 5,98$ | $\bar{x} = 7,15$ | $\delta n = 0,87$ |

Phalanx II/1 (anterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite (mm) | | |
|---------------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| XIV-1595-1956 | sin.* | 11,50 | 10,00 | | |
| XIV-3902-1956 | dext.* | 12,25 | 11,90 | | |
| XIV-116-1957 | | 12,75 | 11,50 | | |
| XIV-2181-1956 | | 12,75 | 10,80 | | |
| XIV-1601-1956 | | 13,65 | 10,55 | | |
| XIV-862-1957 | | 14,25 | 10,80 | | |
| XIV-3766-1956 | | 12,00 | 11,25 | | |
| XIV-1540-1956 | | 13,80 | 9,80 | | |
| XIV-1909-1955 | | 11,25 | 10,70 | | |
| XIV-3253-1956 | | 14,00 | 11,30 | | |
| n = 10 | | $\bar{x} = 12,82$ | $\delta n = 1,01$ | $\bar{x} = 10,86$ | $\delta n = 0,62$ |

Phalanx II/2 (anterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite (mm) | | |
|---------------|--------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| XIV-2337-1956 | sin.* | 10,50 | 9,85 | | |
| XIV-3165-1956 | dext.* | 10,25 | 10,30 | | |
| XIV-1036-1955 | | 9,25 | 9,10 | | |
| n = 3 | | $\bar{x} = 10,00$ | $\delta n = 0,54$ | $\bar{x} = 9,75$ | $\delta n = 0,49$ |

Phalanx II/3 (anterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite (mm) | | |
|---------------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| XIV-1593-1954 | dext.* | 13,60 | 10,30 | | |
| XIV-2417-1955 | sin.* | 15,40 | 11,25 | | |
| XIV-o. Nr. | dext. | 14,00 | 11,40 | | |
| n = 3 | | $\bar{x} = 14,33$ | $\delta n = 0,77$ | $\bar{x} = 10,98$ | $\delta n = 0,49$ |

Phalanx III/1 (anterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite (mm) |
|---------------|--------|-------------------|-------------------|
| XIV-590-1956 | sin.* | 14,90 | 15,65 |
| XIV-2306-1955 | dext.* | 14,50 | 15,80 |
| XIV-2754-1956 | | 16,00 | 15,50 |
| XIV-3063-1956 | | 16,30 | 16,50 |
| XIV-404-1957 | | 12,75 | 14,30 |
| XIV-1887-1955 | | 14,25 | 15,00 |
| XIV-23-1956 | | 12,00 | 14,15 |
| XIV-1360-1955 | | 13,30 | 13,50 |
| XIV-2-1955 | | 12,10 | 13,60 |
| XIV-184-1956 | | 13,40 | 14,10 |
| n = 10 | | $\bar{x} = 13,95$ | $\delta n = 1,43$ |
| | | | $\bar{x} = 14,81$ |
| | | | $\delta n = 0,97$ |

Phalanx III/2 (anterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite (mm) |
|---------------|--------|------------------|-------------------|
| XIV-3851-1956 | sin.* | 10,60 | 13,40 |
| XIV-1748-1955 | dext.* | 10,25 | 13,00 |
| XIV-195-1956 | | 9,10 | 13,70 |
| XIV-2711-1956 | | 9,65 | 12,50 |
| XIV-1197-1956 | | 10,25 | 12,30 |
| XIV-1032-1955 | | 9,45 | 11,05 |
| XIV-1810-1956 | | 9,50 | 12,75 |
| XIV-171-1957 | | 9,00 | 12,00 |
| XIV-3433-1956 | | 9,50 | 13,20 |
| n = 9 | | $\bar{x} = 9,70$ | $\delta n = 0,52$ |
| | | | $\bar{x} = 12,66$ |
| | | | $\delta n = 0,76$ |

Phalanx III/3 (anterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite (mm) |
|---------------|--------------|-------------------|-------------------|
| XIV-2930-1954 | sin.*/dext.* | 18,70 | 16,60 |
| XIV-2875-1954 | | 17,50 | 16,90 |
| XIV-3852-1956 | | 15,80 | 16,10 |
| 3996 | | 17,60 | 16,40 |
| n = 4 | | $\bar{x} = 17,40$ | $\delta n = 1,04$ |
| | | | $\bar{x} = 16,50$ |
| | | | $\delta n = 0,29$ |

Phalanx IV/1 (anterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite (mm) |
|---------------|--------|-------------------|-------------------|
| XIV-419-1954 | sin.* | 12,10 | 10,75 |
| XIV-2587-1956 | dext.* | 12,40 | 12,60 |
| n = 2 | | $\bar{x} = 12,25$ | $\delta n = 0,15$ |
| | | | $\bar{x} = 11,68$ |
| | | | $\delta n = 0,93$ |

Phalanx IV/2 (anterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite (mm) |
|---------------|--------|-------------------|-------------------|
| XIV-3425-1956 | sin.* | 10,50 | 9,75 |
| XIV-3457-1956 | dext.* | 12,00 | 10,40 |
| XIV-2974-1954 | | 11,30 | 9,00 |
| n = 3 | | $\bar{x} = 11,27$ | $\delta n = 0,61$ |
| | | | $\bar{x} = 9,72$ |
| | | | $\delta n = 0,57$ |

Phalanx IV/3 (anterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite (mm) |
|---------------|--------|-------------------|-------------------|
| XIV-2670-1956 | dext.* | 15,70 | 11,60 |
| XIV-1593-1954 | sin.* | 13,60 | 10,30 |
| XIV-2877-1956 | | 12,50 | 13,05 |
| n = 3 | | $\bar{x} = 13,93$ | $\delta n = 1,33$ |
| | | | $\bar{x} = 11,65$ |
| | | | $\delta n = 1,12$ |

Phalanx V/1 (anterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite (mm) |
|---------------|--------|------------|-------------|
| XIV-2817-1956 | dext.* | 10,00 | 8,25 |
| n = 1 | | - | - |

Phalanx V/2 (anterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite (mm) |
|----------|--|------------|-------------|
| - | | - | - |

Phalanx V/3 (anterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite (mm) |
|--------------|--------|------------|-------------|
| XLI-238-1966 | dext.* | 10,70 | 8,10 |
| n = 1 | | - | - |

Rumpf**Atlas**

| Inv. Nr. | Länge max. (mm) | Breite max. (mm) |
|----------------|-----------------|------------------|
| XIV-1187-1954* | 30,00 | 85,00 |
| XIV-3202-1956* | ca. 30,00 | - |
| XIV-240-1957* | 36,00 | 70,00 |
| n = 3 | - | - |

Sacrum (Maßangaben für das rekonstruierte Sacrum)

| Inv. Nr. | Länge (mm) 117,00 | Breite (mm) 70,00 |
|----------------|-------------------|-------------------|
| XIV-2249-1954* | - | - |
| XIV-164-1956* | - | - |
| XIV-3964-1956* | - | - |

Beckengürtel und Hinterextremität**Pelvis (diverse Fragmente, meistens Acetabulum und Iliumfragmente, daher keine entsprechenden Maßangaben)**

| Inv. Nr. | |
|---------------|--------|
| XIV-3658-1956 | dext.* |
| XIV-421-1957 | sin.* |
| XIV-2548-1955 | dext. |
| XIV-3628-1956 | dext. |
| XIV-6-1956 | dext. |
| XIV-4617-1956 | dext. |
| XIV-1204-1956 | dext. |
| XIV-2868-1956 | dext. |
| XIV-762-1954 | sin. |
| XIV-4617-1956 | sin. |
| XIV-2378-1956 | sin. |
| n = 11 | |

Femur

| Inv. Nr. | Länge (mm) |
|----------------------|--------------------------------------|
| XIV-2246-1955 dext.* | 182,00 |
| XIV-1772-1955 sin.* | 185,00 |
| XIV-3143-1955 sin. | 180,00 |
| XIV-2687-1956 sin. | 180,00 |
| n = 4 | $\bar{x} = 181,75$ $\delta n = 2,04$ |

Tibia

| Inv. Nr. | Länge (mm) |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| XIV-3144-1955 sin.* | 150,00 |
| XIV-1209-1955 dext.* | 148,00 |
| XIV-2193-1956 sin. | 157,00 |
| XIV-2000-1954 sin. (aus Situsfund) | 147,50 |
| XIV-1110-1955 dext. | 155,00 |
| XIV-907-1956 dext. | 152,00 |
| XIV-1557-1955 dext. | 152,00 |
| XIV-2159-1956 dext. | 142,00 |
| XIV-771-1956 sin. | 150,00 |
| XIV-1829-1955 sin. | 160,00 |
| n = 10 | $\bar{x} = 151,35$ $\delta n = 4,87$ |

Fibula

| Inv. Nr. | Länge (mm) |
|------------------------|--------------------------------------|
| XIV-1011-1956 dext.* | 148,00 |
| XIV-2053-1956 sin.* | 136,00 |
| XIV-2163-1956 dext. | 127,00 |
| XIV-2484-1956 sin. | 148,00 |
| XIV-1012-1956 dext. | 144,00 |
| XIV-2676-1956 sin. | 129,00 |
| XIV-1729-1954 Fragment | - |
| XIV-1227-1955 dext. | 129,00 |
| n = 8 | $\bar{x} = 137,28$ $\delta n = 8,61$ |

Patella

| Inv. Nr. | Länge (mm) | Breite (mm) | Dicke (mm) |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| XIV-305-1956 sin.. | > 28,00 | 20,50 | 15,50 |
| XXXVI-115-? (<i>P. isselanum</i>) | >24,00 | 19,50 | 14,00 |
| XIV-395-1956 dext. | > 27,00 | 20,00 | 14,00 |
| XIV-2628-1955 sin. | 28,00 | 19,50 | 14,00 |
| XIV-1662-1956 dext. | > 27,00 | 20,00 | 14,50 |
| XIV-1209-1954 sin. | >> 22,00 | 20,00 | 13,00 |
| XIV-2042-1955 sin. | 25,00 | 18,50 | 13,00 |
| XIV-3119-1955 dext. | > 23,00 | 21,00 | 14,00 |
| n = 8 | $\bar{x} = 25,50$ $\delta n = 2,17$ | $\bar{x} = 19,87$ $\delta n = 0,69$ | $\bar{x} = 14,00$ $\delta n = 0,75$ |

Autopodium posterior**Calcaneus (Fibulare)**

| Inv. Nr. | Länge (mm) | Breite max. (mm) |
|----------------------|------------|------------------|
| XIV-2579-1955 dext.* | 53,00 | 21,00 |
| XIV-4524-1956 sin.* | 51,00 | 22,80 |
| XIV-3736-1956 dext. | 57,70 | 24,00 |
| XXXVI-190-1963 sin. | 58,90 | 24,25 |
| XIV-2000-1954 | 52,85 | 21,25 |

| | | | | | |
|---------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| XIV-961-1956 | sin. | 57,75 | 23,00 | | |
| XIV-2653-1954 | sin. | 53,00 | 21,60 | | |
| XIV-3196-1954 | sin. | 59,20 | 23,00 | | |
| XIV-4532-1956 | sin. | 57,25 | 21,75 | | |
| XIV-2097-1956 | sin. | 56,70 | 23,25 | | |
| XIV-218-1957 | sin. | 58,30 | 21,80 | | |
| XIV-534-1956 | sin. | 56,80 | 23,90 | | |
| XIV-335-1954 | sin. | 58,20 | 21,25 | | |
| XIV-4270-1956 | sin. | 61,80 | 24,40 | | |
| XIV-2022-1954 | sin. | 53,40 | 27,50 | | |
| XIV-3476-1956 | dext. | 61,40 | - | | |
| XIV-1423-1955 | dext. | 54,40 | - | | |
| XIV-3011-1956 | dext. | 62,30 | 24,10 | | |
| XIV-2252-1956 | dext. | 54,20 | 21,75 | | |
| XIV-2781-1954 | dext. | 59,60 | 22,50 | | |
| XIV-4038-1956 | dext. | 52,60 | - | | |
| XIV-2619-1954 | dext. | 50,00 | 21,55 | | |
| XIV-4497-1956 | dext. | 61,20 | - | | |
| XIV-2010-1954 | dext. | 52,45 | 21,00 | | |
| XIV-1952-1955 | dext. | 50,15 | 21,65 | | |
| XIV-1790-1954 | dext. | 52,00 | - | | |
| XIV-2918-1956 | dext. | 57,00 | 23,70 | | |
| XIV-3522-1956 | dext. | - | 20,55 | | |
| XIV-2634-1955 | dext. | 49,25 | 19,80 | | |
| XIV-4772-1956 | dext. | 50,00 | - | | |
| XIV-3604-1956 | dext. | 52,55 | 21,50 | | |
| XIV-188-1954 | dext. | ca. 51,00 | 21,00 | | |
| XIV-2406-1954 | dext. | 58,25 | 23,00 | | |
| XIV-1502-1956 | dext. | 54,50 | 21,60 | | |
| XIV-1949-1956 | dext. | 47,50 | 20,05 | | |
| XIV-1521-1956 | dext. | 55,60 | 22,40 | | |
| XIV-1788-1954 | dext. | 60,30 | - | | |
| XIV-2690-1954 | dext. | 51,00 | 19,95 | | |
| XIV-2431-1955 | dext. | 59,00 | 21,00 | | |
| XIV-4399-1956 | dext. | 55,65 | 21,30 | | |
| XIV-3811-1956 | dext. | 55,55 | - | | |
| XIV-3512-1956 | dext. | 60,85 | - | | |
| n = 42 | | $\bar{x} = 22,23$ | $\delta n = 1,58$ | $\bar{x} = 55,45$ | $\delta n = 3,87$ |

Astragalus (Talus, Tibiale)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite d. Rolle (mm) |
|-----------------|--------|------------|----------------------|
| XIV-1772-1956 | dext.* | 28,75 | 20,35 |
| XIV-1255-1955 | sin.* | 27,00 | 20,25 |
| XIV-3977-1956 | sin. | 31,00 | 21,70 |
| XIV-2332-1956 | dext. | 29,00 | 22,35 |
| XIV-5100-1956 | dext. | 30,00 | 22,55 |
| XIV-3560-1956 | dext. | 27,75 | 21,70 |
| XIV-215-1956 | dext. | 28,30 | 22,35 |
| XIV-219-1954 | dext. | 28,40 | 21,20 |
| XIV-3336-1956 | dext. | 30,00 | 23,60 |
| XIV-1470-1955 | dext. | 30,00 | 22,70 |
| XIV-2951-1951 | dext. | 29,00 | 20,00 |
| XIV-870-1955 | dext. | 30,00 | 23,70 |
| XIV-369-(?1957) | dext. | 30,00 | 19,50 |
| XIV-242-1955 | dext. | 28,00 | 22,00 |
| XIV-2257-1955 | dext. | 28,40 | 22,10 |
| XIV-3865-1956 | dext. | 28,30 | 22,00 |
| XIV-2722-1954 | dext. | 28,80 | 22,25 |
| XIV-212-1954 | dext. | 29,00 | 22,30 |
| XIV-2938-1956 | dext. | 28,50 | 22,30 |
| XIV-1111-1956 | dext. | 27,10 | >20,00 |
| XIV-3073-1955 | dext. | > 27,20 | 21,50 |

| | | | | | |
|---------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| XIV-3130-1956 | dext. | 30,90 | 23,50 | | |
| XIV-2109-1954 | dext. | 28,75 | 22,70 | | |
| XIV-600-1955 | dext. | 28,90 | 21,20 | | |
| XIV-2517-1954 | dext. | 29,00 | 22,00 | | |
| XIV-2330-1956 | sin. | 29,25 | 22,00 | | |
| XIV-4935-1956 | sin. | 30,00 | 24,00 | | |
| XIV-738-1954 | sin. | 27,20 | >20,00 | | |
| XIV-478-1954 | sin. | 29,30 | 22,65 | | |
| XIV-252-1954 | sin. | 29,25 | 22,75 | | |
| XIV-1932-1954 | sin. | 28,25 | 21,20 | | |
| XIV-2041-1955 | sin. | 29,50 | 22,50 | | |
| XIV-2023-1954 | sin. | 29,00 | 23,60 | | |
| XIV-76-1955 | sin. | 30,60 | 24,25 | | |
| XIV-4043-1956 | sin. | 29,30 | 23,75 | | |
| XIV-145-1956 | sin. | 32,40 | 23,80 | | |
| XIV-3172-1956 | sin. | 28,75 | 22,35 | | |
| XIV-4511-1956 | sin. | 29,25 | 22,10 | | |
| XIV-2398-1954 | sin. | 28,00 | 22,50 | | |
| XIV-5311-1956 | sin. | >26,65 | >21,00 | | |
| XIV-2619-1955 | sin. | 28,25 | 23,10 | | |
| XIV-3308-1956 | sin. | 29,50 | 22,00 | | |
| XIV-578-1956 | sin. | 29,50 | 23,40 | | |
| n = 43 | | $\bar{x} = 28,98$ | $\delta n = 1,11$ | $\bar{x} = 22,15$ | $\delta n = 1,16$ |

Cuboid

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite max. (mm) | | |
|----------------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| XIV-3643-1956 | dext.* | 20,65 | 13,10 | | |
| XIV-4183-1956 | sin.* | 18,25 | 13,75 | | |
| XIV-2696-1956 | sin. | 18,65 | 16,80 | | |
| XIV-1499-1956 | dext. | 17,30 | 15,35 | | |
| XIV-2253-1955 | dext. | 20,20 | 19,75 | | |
| XIV-1756-1954 | dext. | 20,30 | 20,20 | | |
| XIV-3036-1955 | sin. | 17,20 | 15,25 | | |
| XIV-672-1955 | dext. | 20,00 | 17,20 | | |
| XIV-4397-1956 | dext. | 18,75 | 17,75 | | |
| XXXVI-141-1962 | sin. | 18,35 | 20,10 | | |
| XIV-2166-1954 | dext. | 16,00 | 16,20 | | |
| XIV-371-1954 | sin. | 16,00 | 16,20 | | |
| n = 12 | | $\bar{x} = 18,47$ | $\delta n = 1,55$ | $\bar{x} = 16,80$ | $\delta n = 2,24$ |

Naviculare (Centrale)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite (mm) | | |
|---------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| XIV-2086-1956 | sin.* | 11,00 | 20,15 | | |
| XIV-2022-1954 | sin. | 11,20 | 19,00 | | |
| XIV-2248-1955 | sin. | 11,75 | 21,70 | | |
| XIV-2649-1954 | dext. | 10,50 | 20,50 | | |
| XIV-29-1956 | dext. | 10,80 | 19,55 | | |
| XIV-530-1956 | sin. | 12,40 | 23,00 | | |
| XIV-1530-1954 | dext. | 10,60 | 19,20 | | |
| XIV-2975-1954 | dext. | 11,00 | 19,50 | | |
| XIV-5218-1956 | dext. | 12,10 | 19,35 | | |
| XIV-2457-1954 | dext. | 12,00 | 19,25 | | |
| XIV-2935-1955 | sin. | 10,00 | 17,20 | | |
| XIV-5056-1956 | sin. | 11,50 | 20,75 | | |
| XIV-2319-1956 | sin. | 11,60 | 20,20 | | |
| XIV-2358-1954 | dext. | 11,10 | 19,20 | | |
| n = 14 | | $\bar{x} = 11,25$ | $\delta n = 0,65$ | $\bar{x} = 19,90$ | $\delta n = 1,31$ |

Cuneiforme II (Mesocuneiforme)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite (mm) |
|---------------|--------|------------------|-------------------|
| XIV-1004-1956 | sin.* | 7,00 | 6,40 |
| XIV-2793-1954 | dext.* | 6,60 | 7,30 |
| XIV-42-1956 | dext. | 7,00 | 8,40 |
| XIV-2787-1954 | sin. | 8,00 | 8,70 |
| XIV-2059-1956 | sin. | 7,50 | 6,40 |
| n = 5 | | $\bar{x} = 7,22$ | $\delta n = 0,48$ |
| | | | $\bar{x} = 7,44$ |
| | | | $\delta n = 0,96$ |

Cuneiforme III (Ectocunifforme)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite (mm) |
|---------------|-------|------------------|-------------------|
| XIV-4112-1956 | sin.* | 9,50 | 12,00 |
| XIV-505-1956 | sin. | 10,00 | 12,50 |
| XIV-1997-1955 | dext | 11,00 | 14,50 |
| XIV-780-1957 | sin. | 9,40 | 13,50 |
| XIV-3164-1954 | dext. | 9,35 | 14,00 |
| XIV-2461-1954 | dext. | 9,10 | 12,80 |
| n = 6 | | $\bar{x} = 9,72$ | $\delta n = 0,63$ |
| | | | $\bar{x} = 13,22$ |
| | | | $\delta n = 0,86$ |

Metatarsale II (Mt II)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite i. d. Mitte (mm) |
|------------------|--------|-------------------|-------------------------|
| XIV-2308-1956 | dext.* | 66,00 | 8,30 |
| XIV-2654-1956 | sin.* | 65,00 | 8,30 |
| XIV-5105-1956 | sin. | 70,70 | 9,70 |
| XIV-2000-1954 | dext. | 63,50 | 9,00 |
| XIV-4535-(?1956) | sin. | 66,60 | 9,20 |
| XIV-2678-1954 | sin. | 65,55 | 8,75 |
| XIV-1991-1955 | sin. | 62,10 | 9,35 |
| XIV-4480-1956 | sin. | 76,20 | 9,50 |
| XIV-748-1956 | sin. | 57,80 | 7,85 |
| XIV-1101-1955 | sin. | 58,75 | 9,60 |
| XIV-3830-1956 | sin. | 63,90 | 9,05 |
| XIV-130-1956 | dext. | 73,50 | 9,75 |
| XIV-1318-1956 | dext. | 72,80 | 8,65 |
| XIV-671-1955 | dext. | 75,50 | 10,50 |
| XIV-3833-1956 | dext. | 73,25 | 9,75 |
| XIV-3906-1956 | dext. | 56,20 | 8,15 |
| XIV-168-1956 | dext. | 61,70 | 8,75 |
| XIV-1722-1954 | dext. | 58,50 | 8,25 |
| XIV-2776-1954 | dext. | 57,00 | 9,00 |
| XIV-3624-1956 | sin. | 64,00 | 9,00 |
| XIV-2080-1955 | sin. | 63,85 | 9,10 |
| XIV-4036-1956 | sin. | 70,15 | 9,70 |
| XIV-1894-1955 | sin. | 74,60 | 9,80 |
| XIV-46-(?) | dext. | 65,10 | 9,40 |
| XIV-139-1956 | dext. | 77,80 | 9,45 |
| XIV-1018-1955 | dext. | 60,30 | 8,00 |
| XIV-2017-1954 | dext. | 59,10 | 8,75 |
| XIV-1626-1955 | dext. | 58,40 | 8,35 |
| XIV-2509-1954 | dext. | 80,00 | 10,65 |
| XIV-2753-1956 | dext. | 74,25 | 9,25 |
| n = 30 | | $\bar{x} = 66,40$ | $\delta n = 6,82$ |
| | | | $\bar{x} = 9,10$ |
| | | | $\delta n = 0,68$ |

Metatarsale III (Mt III)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite i. d. Mitte (mm) | | |
|---------------|--------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|
| XIV-44-1956 | dext.* | 73,00 | 11,80 | | |
| XIV-3058-1956 | sin.* | 73,75 | 12,10 | | |
| XIV-2348-1955 | sin. | 76,60 | 11,60 | | |
| XIV-1607-1954 | sin. | 79,00 | 11,40 | | |
| XIV-2384-1956 | sin. | 70,00 | 12,10 | | |
| XIV-2161-1954 | sin. | 80,00 | 11,90 | | |
| XIV-3204-1954 | sin. | - | 12,30 | | |
| XIV-3138-1954 | sin. | 65,80 | 12,00 | | |
| XIV-2293-1954 | sin. | 65,75 | 12,40 | | |
| XIV-274-1956 | dext. | 81,00 | 12,80 | | |
| XIV-1872-1956 | dext. | 68,25 | 12,50 | | |
| XIV-100-1956 | dext. | 79,35 | 11,50 | | |
| XIV-3725-1956 | dext. | 71,10 | 12,55 | | |
| XIV-1829-1954 | dext. | >73,80 | 12,30 | | |
| XIV-4484-1956 | dext. | 69,40 | 12,55 | | |
| XIV-368-1956 | dext. | 64,75 | 11,90 | | |
| XIV-3138-1954 | dext. | 64,60 | 10,75 | | |
| XIV-4725-1956 | dext. | 76,40 | - | | |
| XIV-4983-(?) | dext. | 71,75 | 12,15 | | |
| XIV-487-1955 | dext. | 63,25 | 11,20 | | |
| XIV-1176-1956 | dext. | 70,10 | 11,80 | | |
| XIV-148-1956 | dext. | 59,10 | 11,15 | | |
| n = 22 | | $\bar{x} = 71,30$ | $\delta n = 5,94$ | $\bar{x} = 11,95$ | $\delta n = 0,51$ |

Metatarsale IV (Mt IV)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite i. d. Mitte (mm) | | |
|---------------|--------|-------------------|-------------------------|------------------|-------------------|
| XIV-841-1956 | dext.* | 68,50 | 8,25 | | |
| XIV-2284-1954 | sin.* | 65,65 | 9,10 | | |
| XIV-4556-1956 | sin.* | 63,90 | 8,15 | | |
| XIV-4535-(?) | sin. | 66,75 | - | | |
| XIV-5105-1956 | sin. | 70,30 | 9,10 | | |
| XIV-3775-1956 | sin. | 77,00 | 10,75 | | |
| XIV-1597-1954 | sin. | 76,10 | 10,40 | | |
| XIV-3903-1956 | sin. | 73,90 | 9,80 | | |
| XIV-3094-1954 | sin. | 74,50 | 10,00 | | |
| XIV-3129-1955 | sin. | 75,50 | 10,00 | | |
| XIV-1962-1954 | sin. | 74,50 | 9,50 | | |
| XIV-2116-1956 | dext. | 74,00 | 9,80 | | |
| XIV-1996-1955 | dext. | 76,20 | 9,35 | | |
| XIV-211-1956 | dext. | 72,40 | 10,00 | | |
| XIV-2169-1956 | dext. | 63,00 | 9,55 | | |
| XIV-2876-1954 | dext. | 65,65 | 9,40 | | |
| XIV-51-1956 | dext. | 63,20 | 7,65 | | |
| XIV-2278-1955 | dext. | 63,90 | 8,50 | | |
| n = 18 | | $\bar{x} = 70,27$ | $\delta n = 5,00$ | $\bar{x} = 9,37$ | $\delta n = 0,81$ |

Phalangen II / IV 1 (posterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | Breite (mm) |
|---------------|--------|------------|-------------|
| XIV-1918-1955 | dext.* | 15,50 | 11,40 |
| XIV-589-1956 | sin.* | 13,25 | 11,75 |
| XIV-4112-1956 | | 13,80 | 11,90 |
| XIV-397-1953 | | 16,40 | 12,65 |
| XIV-532-1955 | | 15,75 | 11,20 |
| XIV-3015-1956 | | 17,00 | 11,30 |
| XIV-3368-1956 | | 17,30 | 13,00 |
| XIV-1455-1956 | | 12,10 | 13,00 |

| | | | | |
|---------------|--|-------------------|-------------------|-------------------------------------|
| XIV-2956-1956 | | 16,45 | | 10,75 |
| XIV-591-1956 | | 16,55 | | 11,60 |
| XIV-3480-1956 | | 16,40 | | 12,00 |
| XIV-1049-1954 | | 16,15 | | 14,65 |
| XIV-3979-1956 | | 16,50 | | 12,20 |
| n = 13 | | $\bar{x} = 15,62$ | $\delta n = 1,51$ | $\bar{x} = 12,10$ $\delta n = 0,98$ |

Phalangen II / IV 2 (posterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | | Breite (mm) |
|---------------|--------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|
| XIV-89-1956 | dext.* | 10,00 | | 10,00 |
| XIV-3048-1956 | sin. | 10,40 | | 10,65 |
| XIV-3647-1956 | | 11,00 | | 9,65 |
| XIV-3784-1956 | | 11,50 | | 10,40 |
| XIV-902-1956 | | 11,20 | | 10,35 |
| XIV-1244-1954 | | 10,65 | | 10,45 |
| XIV-835-1956 | | 11,60 | | 11,15 |
| XIV-2836-1956 | | 11,55 | | 10,60 |
| XIV-1913-1955 | | 11,10 | | 10,00 |
| XIV-1173-1956 | | 10,75 | | 10,25 |
| XIV-2515-1955 | | 11,75 | | 10,20 |
| n = 11 | | $\bar{x} = 11,04$ | $\delta n = 0,52$ | $\bar{x} = 10,33$ $\delta n = 0,37$ |

Phalangen II / IV 3 (posterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | | Breite (mm) |
|---------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|
| XIV-96-1956 | dext. | 18,00 | | 11,00 |
| XIV-2826-1954 | dext. | 17,65 | | 10,75 |
| n = 2 | | $\bar{x} = 17,82$ | $\delta n = 0,17$ | $\bar{x} = 10,87$ $\delta n = 0,12$ |

Phalangen III / 1 (posterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | | Breite (mm) |
|---------------|--------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|
| XIV-2550-1955 | dext.* | 17,10 | | 14,90 |
| XIV-3582-1956 | sin.* | 17,55 | | 14,80 |
| XIV-3730-1956 | | 19,25 | | 16,15 |
| XIV-958-1956 | | 15,65 | | 13,40 |
| XIV-2691-1956 | | 15,55 | | 14,75 |
| XIV-359-1956 | | 15,65 | | 13,10 |
| XIV-3463-1956 | | 18,80 | | 14,90 |
| XIV-3355-1956 | | 16,10 | | 14,75 |
| XIV-3792-1956 | | 18,30 | | 16,65 |
| XIV-1391-1955 | | 19,30 | | 17,80 |
| XIV-596-1954 | | 14,90 | | 14,10 |
| n = 11 | | $\bar{x} = 17,10$ | $\delta n = 1,55$ | $\bar{x} = 15,02$ $\delta n = 1,32$ |

Phalangen III / 2 (posterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | | Breite (mm) |
|---------------|--------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|
| XIV-3374-1956 | dext.* | 11,75 | | 13,25 |
| XIV-1367-1955 | sin.* | 11,50 | | 13,60 |
| XIV-3925-1956 | | 13,10 | | 13,20 |
| XIV-292-1956 | | 11,00 | | 13,75 |
| XIV-88-1956 | | 9,85 | | 14,35 |
| XIV-818-1957 | | 10,60 | | 11,00 |
| XIV-229-1956 | | 11,70 | | 12,95 |
| n = 7 | | $\bar{x} = 11,35$ | $\delta n = 0,94$ | $\bar{x} = 13,15$ $\delta n = 0,97$ |

Phalangen III / 3 (posterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | | Breite (mm) | |
|---------------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| XIV-3996-(?) | dext.* | 21,20 | | 16,05 | |
| XIV-3996-(?) | sin.* | 21,20 | | 16,05 | |
| XIV-2769-1954 | | 19,25 | | 15,10 | |
| XIV-4865-1956 | | 19,00 | | 17,15 | |
| XIV-2604-1955 | | 19,50 | | 16,40 | |
| n = 5 | | $\bar{x} = 20,03$ | $\delta n = 0,96$ | $\bar{x} = 16,15$ | $\delta n = 0,66$ |

Phalangen IV / 1 (posterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | | Breite (mm) | |
|---------------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| XIV-3563-1956 | dext.* | 11,60 | | 11,00 | |
| XIV-4126-1956 | sin.* | 13,40 | | 11,35 | |
| n = 2 | | $\bar{x} = 12,50$ | $\delta n = 0,90$ | $\bar{x} = 11,17$ | $\delta n = 0,17$ |

Phalangen IV / 2 (posterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | | Breite (mm) | |
|--------------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| XIV-228-1956 | dext.* | 10,60 | | 10,00 | |
| XIV-832-1956 | sin.* | 11,10 | | 10,50 | |
| n = 2 | | $\bar{x} = 10,85$ | $\delta n = 0,25$ | $\bar{x} = 10,25$ | $\delta n = 0,25$ |

Phalangen IV / 3 (posterior)

| Inv. Nr. | | Länge (mm) | | Breite (mm) | |
|---------------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| XIV-2651-1954 | sin.* | 17,75 | | 12,50 | |
| XIV-3971-1956 | dext.* | 19,10 | | 13,30 | |
| XIV-2030-1956 | sin. | 16,80 | | 11,50 | |
| n = 3 | | $\bar{x} = 17,88$ | $\delta n = 0,94$ | $\bar{x} = 12,43$ | $\delta n = 0,73$ |

