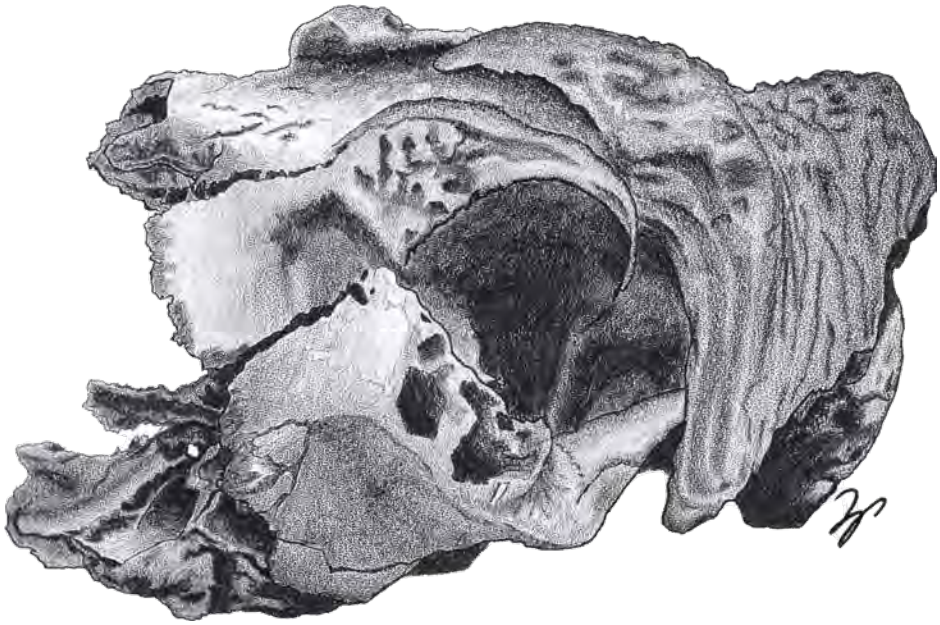
Moschusochsenschädel *(Ovibos moschatus)* aus dem Landesmuseum Hannover und dem Dinopark Münchehagen – Vergleich und Interpretation

Jannik Weidtke



Zusammenfassung

In dieser Arbeit werden ein rezenter und vier fossile Schädel der Art *Ovibos moschatus* beschrieben und anschließend anhand ihrer ontogenetischen Entwicklung, Alter und Geschlecht der Tiere bestimmt.

Eine kurze Einführung in die Biologie des rezenten Moschusochsen geht auf den Stammbaum und die Anpassung von *O. moschatus* an arktische Klimate ein.

Die Bestimmung von Geschlecht und Alter wird anhand osteologischer Kenntnisse über die Morphologie des Schädels, der ontogenetischen Entwicklung rezenter Tiere und ihrer nahen Verwandtschaft zu dem eiszeitlichen Vertreter dieser Art unter Anwendung des Aktualismusprinzips und unter der Zuhilfenahme weiterer, bisher veröffentlichter Arbeiten durchgeführt. Anschließend wird mit den aus dieser und den weiteren Arbeiten gewonnenen Erkenntnissen das Thema der Artunterscheidung in eine rezente und eine eiszeitliche Form anhand der phylogenetischen Entwicklung der Gattungsgruppe der Ovibovini und morphologischer sowie DNA-Analyse technischer Unterschiede und Gemeinsamkeiten diskutiert.

Schlüsselwörter: Artikulierte Moschusochsenschädel, rezent, fossil, *Ovibos moschatus,* Säugetiere, Artiodactyla, Morphologie, Sammlungen Landesmuseum Hannover, Dinosaurier-Park Münchehagen, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen, Eiszeiten

Einleitung

Material

Zwei der hier besprochenen Schädel stammen aus dem Niedersächsischen Landesmuseum Hannover (NLMH). Ein rezenter Schädel eines weiblichen Moschusochsens aus Grönland aus dem Jahr 1903, der 1904 mit der Nummer 198 im Museum einging und die Inventar-Nr. 7249 trägt, befindet sich im osteologischen Magazin des Museums. Dazu kommt ein eiszeitlicher Schädel, der im Quartärmagazin des Museums lagert und die Nummer V3105 trägt. Diese Sammlungsnummer ist als vorläufig zu betrachten, da eine Nummernrevision in den geowissenschaftlichen Sammlungen ansteht und für dieses spezielle Objekt noch keine feste Vergabe vorgenommen wurde bzw. werden konnte: Es handelt sich bei diesem Schädel um eine Dauerleihgabe des ehemaligen Landesamtes für Bodenforschung, das heute das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen (LBEG) ist. Zum Fundort dieses Schädels werden zwei unterschiedliche Angaben gemacht. Es existiert sowohl ein Leihschein von 1969, in dem der Schädel aus weichseleiszeitlichen Ablagerungen der Innerste stammen soll, als auch ein früherer Aktenvermerk vom 30.10.1968, in dem der Schädel in den Leinekiesen der Weichseleiszeit bei Heisede gefunden worden sein soll. Beide Schädel sind ohne postcraniales Skelettmaterial.

Aus dem Dinosaurier-Freilichtmuseum Münchehagen (hier nachfolgend kurz Dinopark genannt) stammen vier weitere eiszeitliche Schädel, die allesamt aus der Sammlung des verstorbenen Privatsammlers Konrad Wiebking kommen, die ihrerseits im Jahre 2014 dem Dinopark gestiftet wurde. Es handelt sich hierbei um drei nicht mehr vollständige Crania unterschiedlicher Größen, ebenfalls ohne postcraniales Skelett, sowie ein einzelnes Parietale. Der Fundort der vier Schädelreste kann jedoch aufgrund fehlender Dokumentation nicht mehr genau bestimmt werden. Sicher ist allerdings, dass diese aus dem Gebiet südlich der Weser um Rehburg-Loccum stammen.

Zusätzlich zu den zwei oben genannten Schädeln existiert im Großpräparatemagazin des Landesmuseums Hannover das Standpräparat eines rezenten Moschusochsens (Inventarnummer 150). Es ist in dieser Arbeit mit zwei Abbildungen (Abb. 1 und 2) vertreten, soll jedoch nicht weiter behandelt werden.

Methoden

Die Fotos des Standpräparats wurden mit einer Canon EOS 5D Mark II Digitalkamera aufgenommen, die Fotos der Schädel mit einer Canon EOS 1100D Spiegelreflexkamera. Die Zeichnung erfolgte mit Hilfe von Schwan Stabilo All-Stabilo Fettstift und Pelikan Tusche Opak (Schwarz) auf Runzelkornpapier (Bilddruckpapier Igepa). Die Fotos der Schädel und die Zeichnung wurden im Anschluss mit Adobe Photoshop CS6 freigestellt. Die Fotos

zur Erstellung der 3D-Modelle sind mit derselben Canon EOS 1100D Spiegelreflexkamera auf einem Cullmann Magnesit 522 Stativ aufgenommen worden. Die Fertigstellung der Modelle geschah mit der Agisoft PhotoScan Professional Version 1.2.6 build 2834(64Bit), Lizenz des Niedersächsischen Landesmuseums Hannover.

Geologischer Rahmen

Als Eiszeiten werden die Abschnitte der Erdgeschichte bezeichnet, in denen große Teile der Nord- und Südhalbkugel vergletschert waren. Im Laufe der Geschichte hat die Erde bereits mehrere Eiszeiten erfahren, die sich durch starke Temperatur- und Klimaschwankungen von anderen Erdzeitaltern unterscheiden. Unterteilt werden sie in Stadiale oder auch Glaziale (Kaltzeiten) und Interstadiale bzw. Interglaziale (Warmzeiten). Als Hauptantriebskraft für diese geologisch gesehen relativ kurzen Zeitabschnitte werden die Milanković-Zyklen angesehen, die sich aus den drei Parametern der Exzentrizität (Stärke der elliptischen Form der Erdumlaufbahn), Obliquität (Neigungswinkel der Erdachse) und Präzession (Position der Erdachse im Raum) zusammensetzen. Diese allein sind jedoch nicht ausreichend, um eine Eiszeit einzuläuten. Die Position von Landmassen in Pol-Nähe, aber auch deren Isolation, spielen dabei eine wichtige Rolle. Durch Kontinentaldrift kommt es zur Öffnung oder auch Schließung von Meeresstraßen und damit zu gravierenden Änderungen in den Meeresströmungen. Auch die Intensität kosmischer Strahlung und Schwankungen in der Atmosphäre sind mitverantwortlich für Eiszeiten. Der CO_2-Gehalt in der Atmosphäre, der unter anderem auch durch Änderungen von Meeresströmungen und dem geologischen Relief (Gebirgsbildungsphasen) gesteuert wird, ist zusammen mit dem Rückstrahlungsvermögen der Erdoberfläche von Sonnenlicht (Albedo-Effekt) entscheidend.

Tab. 1 Die drei Eiszeiten des Quartär und ihre Dauer

Zeitabschnitt	Zeitraum (Jahre vor heute)
Elster-Glazial	400 000 – 320 000
Holstein-Interglazial	320 000 – 305 000
Saale-Glazial	305 000 – 130 000
Eem-Interglazial	130 000 – 115 000
Weichsel-Glazial	115 000 – 12 000

Das Quartär, das vor ca. 2,58 Millionen Jahren begann, wird unterteilt in das Pleistozän (2,58 Millionen bis 11 700 Jahre vor heute) und das Holozän (von 11 700 bis heute) und erfuhr bislang drei größere Eiszeiten. Diese werden in Norddeutschland nach Flüssen benannt, die deren weitesten Vorstoß in das Landesinnere anzeigen. Die maximale Ausdehnung der Gletscher wird mit Hilfe von proglazialen Sedimentablagerungen und Moränen rekonstruiert. In den relativ kurzen Warmzeiten zwischen den Gletschervorstößen war das Landschaftsbild Europas geprägt von Linden-, Eichen- und Eichenmischwäldern. Zum Ende der Warmzeiten kam es vermehrt zum Auftreten von Nadelhölzern, darunter Kiefern, Fichten und Tannen. Während der Kaltzeiten dominierten Tundren mit Zwergsträuchern und Lössteppen, die als Mammutsteppen bezeichnet werden. Der mehrmals auftretende Wechsel zwischen Glazialen und Interglazialen zwang einen Großteil der Lebewesen zur Abwanderung und führte, wenn diese nicht möglich war, zum Aussterben der Arten (Kahlke 1994). Typische Vertreter der Mammutsteppen

waren das namengebende Mammut *(Mammuthus primigenius)* sowie Wollnashorn *(Coelodonta antiquitatis)*, Bison *(Bison priscus)*, Rentier *(Rangifer tarandus)*, Steppenpferd *(Equus przewalskii)*, Höhlenbär *(Ursus spelaeus)*, Wolf *(Canis Lupus)* und Moschusochse *(Ovibos moschatus)*.

Die Mammutsteppen entstanden durch die ausgedehnten Eisschilde, die über den Gletschern gelegene Luftmassen stark abkühlten und somit Hochdruckgebiete bildeten, die kalte, trockene Luft in das Gletschervorland beförderten. Diese Luftströme transportierten feinen Sand und anderes leichtes Material und führten so zu bis zu 30 m mächtigen Lössablagerungen (Kahlke 1994).

Während der Elster-Kaltzeit reichte die Endmoräne des Gletschers im Nordwesten Niedersachsens bis an die Weser heran. Durch die Schmelzwässer wurden Sande, Kiese und Moränen-Material abgelagert, die heutzutage oft in den örtlichen Kiesgruben als Weserkiese aufgeschlossen sind. Durch den zweiten und dritten Gletschervorstoß des Saaleglazials, dem Drenthe-Stadium, wurde die Rehburger Staffel als Endmoräne gebildet. Diese Vorstöße sind oft durch hohe Ton- und Kalkgehalte zu erkennen und durch Schmelzwasserablagerungen gekennzeichnet. In den Rückschmelzphasen entstanden hier unter anderem auch Bändertone. Während der Weichsel-Kaltzeit, deren Gletscher nicht mehr so weit in das Landesinnere vorstießen, bildeten sich entlang der Weser hauptsächlich Schmelzwasserablagerungen aus Kiesen und Sanden, die ihren Ursprung in den Sandern der Eisränder hatten. Durch den Wechsel von Frieren und Auftauen in dem zu dieser Zeit vorherrschenden Tundrengebiet entstand hier das heute ca. 30 km^2 große Steinhuder Meer.

Nach Raufuss & von Königswald (1999) sind keine Funde von Moschusochsen *(Ovibos moschatus)* aus der Elster-Kaltzeit bekannt, sondern erst ab der frühen Saale-Eiszeit dokumentiert, obwohl *Ovibos* zu dieser Zeit bereits in Europa aufgetreten sein soll, und die Elster-Kaltzeit oft in den Kiesgruben entlang der Weser aufgeschlossen ist. Es ist aber wahrscheinlicher, dass das gefundene Material aufgrund eines höheren Vorkommens von fossilen Moschusochsen, aus dem späteren Weichselglazial stammt. Abzüglich des gut erhaltenen Landesmuseum-Exemplars müssen die Schädel aufgrund ihres unvollständigen Zustandes auf jeden Fall einen längeren Transportweg erfahren haben und könnten durch die auf- und abtauenden Tundragebiete, mit den in den Schmelzwassern transportierten Kiesen, verfrachtet und dabei zerstört worden sein. Es ist aber nicht zuletzt durch die vertikale Abbauweise in den Kiesgruben durchaus denkbar, dass diese Schädel auch aus früheren Glazialen stammen könnten.

Der Schädel aus dem Landesmuseum wird mit den beiden weichseleiszeitlichen Fundorten „Leinekiese (bei Heisede)“ und „Innerste Ablagerungen“ dokumentiert. Der im Vergleich gute Zustand des Schädels lässt darauf schließen, dass er nur einen sehr geringfügigen Transport erfahren hat und somit in feinkörnigerem Sediment eingebettet wurde. Raufuss & von Königswald (1999) erwähnen Funde von *Ovibos* in Kiesgruben bei Heisede und Sarstedt, in deren Nähe die Innerste fließt. Eingedenk des guten Erhaltungszustands, lassen sich die Leinekiese beinahe ausschließen. Da Kiese durch langen Transport von Gestein und Geröll entstehen, ist es unwahrscheinlich, dass der Schädel einen Transport unter diesen destruktiven Bedingungen erfahren hat, eine kurzphasige Einlagerung in „reifen“ Kiesen erscheint allerdings möglich.

Insgesamt erscheint die zweite Loka-

litätsnennung der Innerste-Ablagerungen wahrscheinlicher. In dieser Region wurden während der Weichsel-Eiszeit meist Schluffe und selten Sande abgelagert. Der Schädel dürfte also viel eher in einem solchen Milieu abgelagert worden sein, da das Erhaltungspotential hier deutlich höher ist und dem des Schädels dess Landesmuseumes gerechter wird. Damit würde der Ablagerungsort den Angaben des Dauerleihscheins von 1969 entsprechen.

Biologie des rezenten Moschusochsens

Der Moschusochse (*Ovibos moschatus* Zimmermann 1780) ist ein rinderähnlich aussehendes Tier, das heutzutage hauptsächlich in den Tundren Alaskas und Kanadas beheimatet ist. Tatsächlich wird der Moschusochse aber zu den Ziegenartigen (Caprinae) gerechnet. Blutuntersuchungen zeigen eine wesentlich nähere Verwandtschaft zu Schafen und Ziegen als zu den Rindern. Durch seine äußerlich starke Unterscheidung von den übrigen Caprinae bildet *Ovibos moschatus* jedoch eine eigene Gattungsgruppe/Unterfamilie, die der Schafsochsen (Ovibovini).

In älterer Literatur, z. B. Allen (1913), werden drei Unterarten der heute lebenden Moschusochsen aufgeführt: *O. moschatus moschatus* (Alaska-Moschusochse), *O. moschatus niphoecus* (Wager-Moschusochse) und *O. moschatus wardi* (Grönland-Moschusochse). Diese Unterteilung wird laut Gray & Grzimek (1988) nicht mehr vorgenommen. Alle Individuen werden, trotz leichter Unterschiede in Fellfärbung und in bestimmten Zahnmerkmalen, zu einer Art *(Ovibos moschatus)* zusammengefasst.

Typisches Habitat sind Tundren und sturmausgesetzte Weidegebiete mit geringem Schneefall, aber auch subarktische Küstengebiete.

Seinen Namen verdankt der Moschusochse einem stark nach Moschus duftenden Sekret, das bei Rangkämpfen und zur Reviermarkierung von den männlichen Tieren abgegeben wird.

Ausgewachsen werden diese Tiere 180–245 cm lang, bei einer Schulterhöhe von 110–145 cm. Dabei erreichen sie ein Gewicht von 200–400 kg. Die Weibchen sind etwa um ein Viertel kleiner. In der Wildnis werden die Tiere 20–25 Jahre alt, Männchen beginnen bereits mit 15 Jahren zu vergreisen. Die ausgewachsenen Tiere besitzen kräftig ausgebildete Hörner,

Abb. 1 Standpräparat eines Moschusochsens im Niedersächsischen Landesmuseum Hannover (NLMH), Foto: K. Schmidt





Abb. 2 Seitenansicht des Standpräparats, Foto: K. Schmidt

deren Basisteil plattenartig verbreitert und verdickt ist. Bei älteren Männchen bedecken diese Hörner helmartig den ganzen Scheitel (Abb. 1). Die Hörner biegen dicht an den Kopfseiten abwärts und zur Spitze hin aufwärts (Abb. 2, Grzimek 1968). Die Stirnplatte selbst ist bis zu 10 cm dick. Trotz ihrer stämmig-plumpen Erscheinung, handelt es sich um gewandte Tiere, die ziegen- und steinbockähnlich Felsen erklettern und sich auch überraschend schnell in der Ebene bewegen können.

Der Moschusochse besitzt das längste Haarkleid aller Säugetiere. Mit 16 cm Länge am Rücken und bis zu 90 cm an Hals und Brust, reicht es bis an die Hufe hinunter. Diese Grannenhaare und eine dichte Unterwolle schützen das Tier vor den arktischen Witterungsverhältnissen seines Lebensraums. Mithilfe eines solchen Fells durchstehen die Tiere auch Kälteperioden von bis zu –80° Celsius (Mittermeier & Wilson 2011). Das Sommerkleid wird nur von Ende Juni bis Ende Juli getragen. Während des Fellwechsels finden sich oft dicke, mit Grannenhaar durchsetzte Wollbüschel an Felsen und Sträuchern, die abgerieben wurden.

Um im Winter an ihre Nahrung aus Moosen, Flechten und Zwergsträuchern zu gelangen, scharren die Tiere Schneedecken von 20 bis 40 cm dicke frei. Bei hohen Schneedecken kann es zu Problemen bei der Nahrungsbeschaffung kommen. Liegt eine dicke Harschkruste auf dem Schnee, wird diese mithilfe der Schädelplatten durchbrochen.

Die Größe einer Herde variiert je nach Futterangebot zwischen 10 und 30 Tieren. Im Sommer ruhen die Tiere auf den

verbliebenen Schneefeldern oder stehen in flachen Teichen, um sich abzukühlen (Gray & Grzimek 1988).

Zu den natürlichen Feinden zählen nur Wolf und Bär. Nähert sich ein Beutegreifer, so bilden die Moschusochsen eine häufig sogar kreisförmige Phalanx, bei der die Kälber hinter den ausgewachsenen Tieren stehen. Traut sich der Angreifer zu nahe heran, starten die Bullen plötzliche Ausfälle. Nach einer Attacke galoppiert das Tier zurück und schiebt sich rückwärts wieder in die Frontlinie ein.

Nach Starck (1995) sind mehrere Genera der Schafsochsen (Ovibovini) seit dem jüngeren Miozän (vor ca. 5,3 Millionen Jahren) als nicht kälteadaptierte Steppenformen bekannt.

Laut Gray & Grzimek (1988) wird angenommen, dass sich die Vorfahren von *Ovibos moschatus* vor ungefähr einer Million Jahren in der Tundra des nördlichen Zentralasiens entwickelt haben. Die Gattung *Ovibos* tritt in Europa erstmals während des Elster(Mindel-)Glazials (ca. 400 000 Jahre vor heute) auf und bleibt bis zum Ende des Würm-Glazials bzw. Weichsel-Glazials in Norddeutschland (ca. bis 12 000 Jahre vor heute) hier nachweisbar. Zu dieser Zeit hat der Moschusochse sein am weitesten nach Süden ausgedehntes Verbreitungsgebiet. Nach Gray & Grzimek (1988) gelangte der Moschusochse während des Saale-Glazials nach Nordamerika, wo er sich im Süden nach Ohio und Nebraska ausbreitete. Während der Kaltzeit bildete die Beringstraße, die heute Alaska und Sibirien trennt, eine Landbrücke, die es den Vorfahren ermöglichte, auf den anderen Kontinent zu gelangen. Fossilfunde auf beiden Seiten der Meerenge untermauern diese Theorie.

Vom Günz-Glazial (allgemein als Cromer-Complex bezeichnet) bis zum Elster-Glazial lebte in Europa neben *Ovibos moschatus* die weniger spezialisierte Riesenform *Praeovibos priscus,* die nach Kurtén & Anderson (1980) ebenfalls in Alaska nachgewiesen worden ist. Eine weitere, an Wald und Steppen mit wärmerem Klima angepasste Moschusochsenart des Pleistozän in Nordamerika war *Symbos cavifrons,* auch Helm-Moschusochse genannt. Diese Art hebt sich durch am Scheitel völlig verwachsene Hörner von der arktischen Art ab.

Klimaveränderungen und der Mensch führten letztendlich zum Aussterben des Moschusochsens in Europa und Asien.

„*Ovibos moschatus* ist demnach die extrem an kalte Klimate angepasste, einzig überlebende Art einer ehemals holarktischen, mehrere Gattungen und Arten umfassenden Boviden-Linie." (Niethammer 1986)

In historischer Zeit verbreitete sich *Ovibos moschatus* von Point Barrow in Alaska über die Arktis von Kanada bis nach Grönland. Mitte des 19. Jahrhunderts starb der Moschusochse in Folge übermäßiger Bejagung aus. Die Zoos der westlichen Zivilisation trugen zunächst ebenfalls ihren Teil dazu bei, boykottierten den Import später jedoch. Nach dem Erlass eines strikten Jagdverbots wurden 1936 grönländische Tiere auf Nunivak Island, Alaska, wieder ausgesetzt. Von dort verbreitete sich der Moschusochse wieder nach Nordost- und Nordwest-Alaska. Zwischen 1967 und 1981 migrierte er auf die Seward-Halbinsel in Alaska. Bis nach Nordwest-Yukon gewandert, ist *Ovibos moschatus* mittlerweile auch westlich von Hudson Bay vorzufinden und hat sich auch über die Nordwest-Territorien fast bis zum Mackenzie River ausgebreitet. Mittlerweile ist er auf den meisten größeren Inseln des Arktischen Archipels anzutreffen.

Nachdem *Ovibos moschatus* mehr als 2000 Jahre in Russland ausgestorben war,

wurde er auch hier auf der Taimyrhalbinsel, Wrangel Island und Sacha in Sibirien wieder ausgewildert.

Laut Mammals of the World (Stand: 2011) leben heute ca. 121 000 Tiere in Kanada (75 400 in den NW Territorien und 45 300 in Nunavat), 3700 in Alaska, 9500 – 12 500 in Grönland und ca. 2000 Moschusochsen in Russland.

Schädelbeschreibung

Rezenter Schädel aus dem NLMH

Der rezente Schädel stammt aus dem Niedersächsischen Landesmuseum Hannover. Er hat eine weißlich-blaue bis gelbbraune Färbung und ist nahezu vollständig erhalten. In seinen Abmessungen ist er 45 cm lang und misst an der breitesten Stelle 25 cm. Das Maxillare misst an seiner breitesten Stelle 13,5 cm (Abb. 3 – 5)

Das Praemaxillare ist zahnlos und weiß gefärbt. Es handelt sich um einen in der Mitte geteilten Knochen, der links und rechts in zwei Knochenäste, deren beide Hälften exakt spiegelbildlich ausgeprägt sind, ausläuft. Nach vorn oben geöffnet, grenzen die Äste caudal an das Maxillare und verlaufen dabei in einem Winkel von ungefähr 25° nach oben. Die Sutur zwischen Maxillare und Praemaxillare verläuft von der Seite betrachtet konkav. Im Inneren des Schädels läuft sie leicht gewellt ebenfalls in einem Winkel von ca. 25° nach oben. Die Knochenäste verlaufen leicht konkav mit einer gut zu erkennenden Erhebung auf der Mitte. Von dorsal betrachtet beginnt der Knochen in einer abgerundeten Spitze, die an die Schneidezähne des Unterkiefers angrenzt und in der Mitte geteilt ist. Nach caudal verlaufen die Knochenäste deutlich zu erkennen auseinander, knicken im letzten Viertel aber wieder nach medial leicht ein. Die Teilung setzt sich an zwei Fortsätzen im Inneren des Praemaxillare fort, die am Ende ebenfalls mit dem Maxillare verwachsen (Abb. 3 und 4).

Das Nasale ist ein flacher, länglicher, plattenartiger Knochen, der zu den Seiten hin in seiner Form leicht abfällt. Spitz beginnend, wird er auf den ersten Zentimetern etwas breiter. Seitlich betrachtet verläuft der Knochen leicht wellig. Er beginnt mit einer leicht abfallenden Spitze und wird konvex. Anschließend konkav, biegt er sich kurz vor Ende wieder nach oben. Der Knochen ist wie das Praemaxillare in der Mitte geteilt und nahezu spiegelbildlich. Die dorsale Sutur ist sehr glatt und rostral sehr breit. Sie verjüngt sich ein wenig in caudaler Richtung, bleibt dabei aber markant ausgeprägt. Bei der Betrachtung von vorn fällt auf, dass das Maxillare sich vor allem im vorderen Bereich unter das Nasale schiebt und das Nasale auf diese Weise dem Maxillare „aufliegt“. In caudaler Richtung, ab dem Lacrimale, schließen die Knochen bündig ab. Die Sutur zwischen Maxillare und Nasale fällt anfangs noch recht breit aus und verläuft horizontal ohne große Zackenbildung in einer leichten Wellenform. Ab dem Lacrimale steigt die Sutur, stärker gezackt, in einem Winkel von ca. 45° nach oben. An der Grenze zum Frontale hin knickt sie nach medial ein und verläuft in einem Bogen, um anschließend die dorsale Sutur (Abb. 4 A, a) zu treffen. Rostral ragt das Nasale einige Zentimeter über das Maxillare hinaus (Abb. 3 und 4).

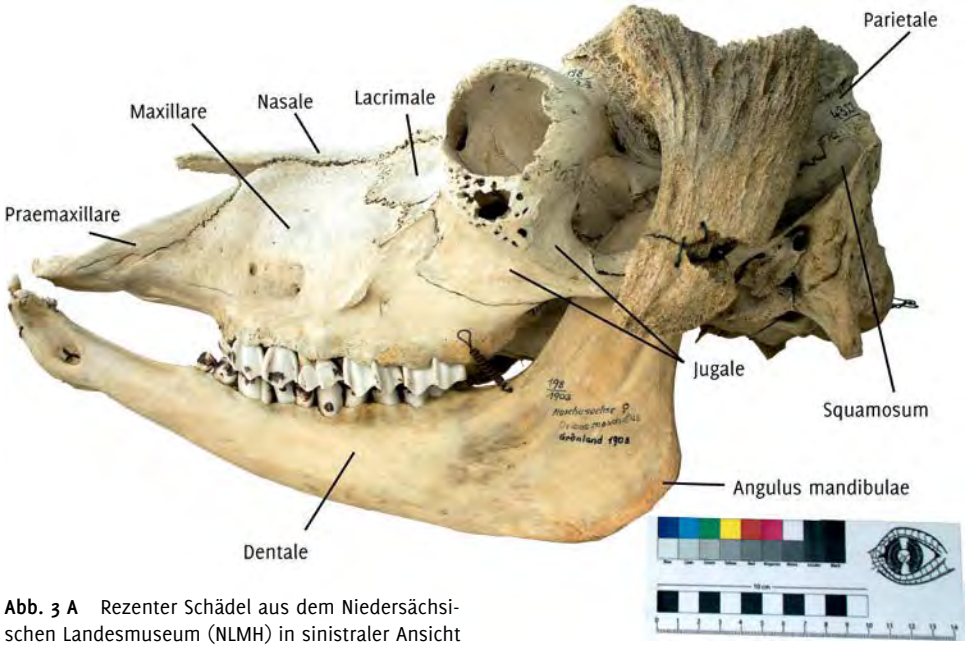


Abb. 3 A Rezenter Schädel aus dem Niedersächsischen Landesmuseum (NLMH) in sinistraler Ansicht mit Kennzeichnung der Knochen

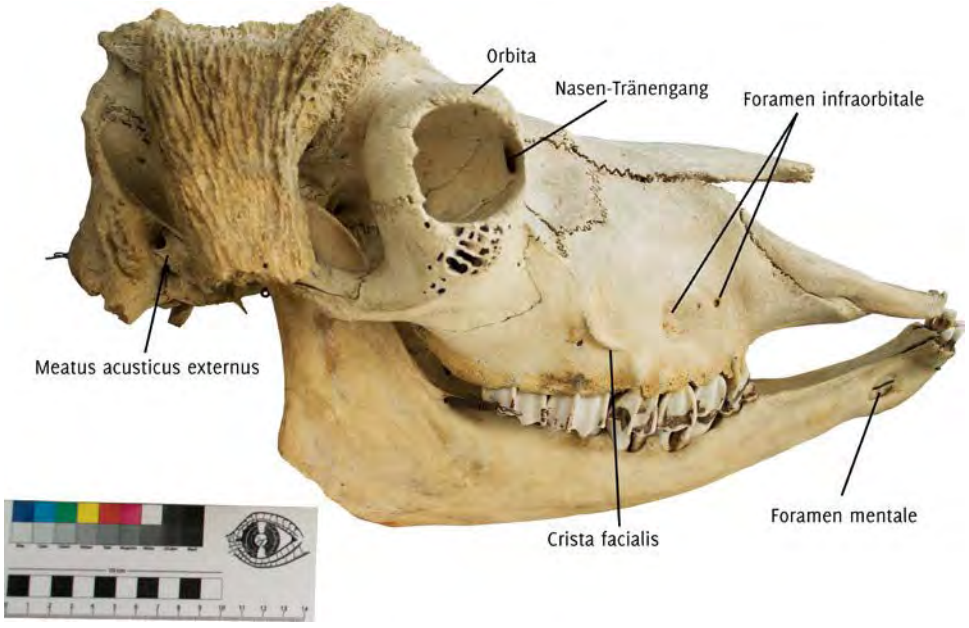


Abb. 3 B Rezenter Schädel aus dem NLMH in dextraler Ansicht mit Kennzeichnung der Knochen und Foramina

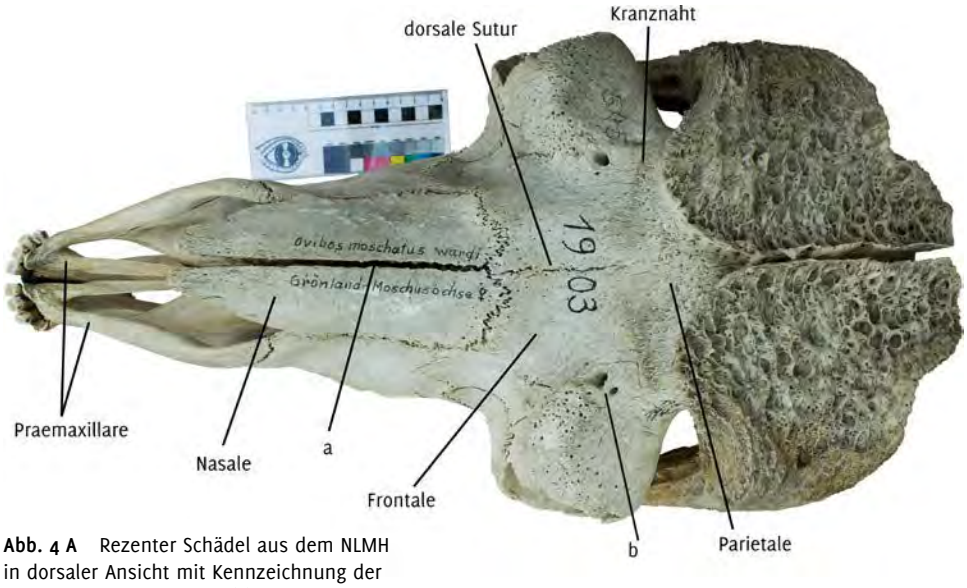


Abb. 4 A Rezenter Schädel aus dem NLMH in dorsaler Ansicht mit Kennzeichnung der Knochen, dorsaler Sutur (a) und Foramina auf dem Frontale (b)

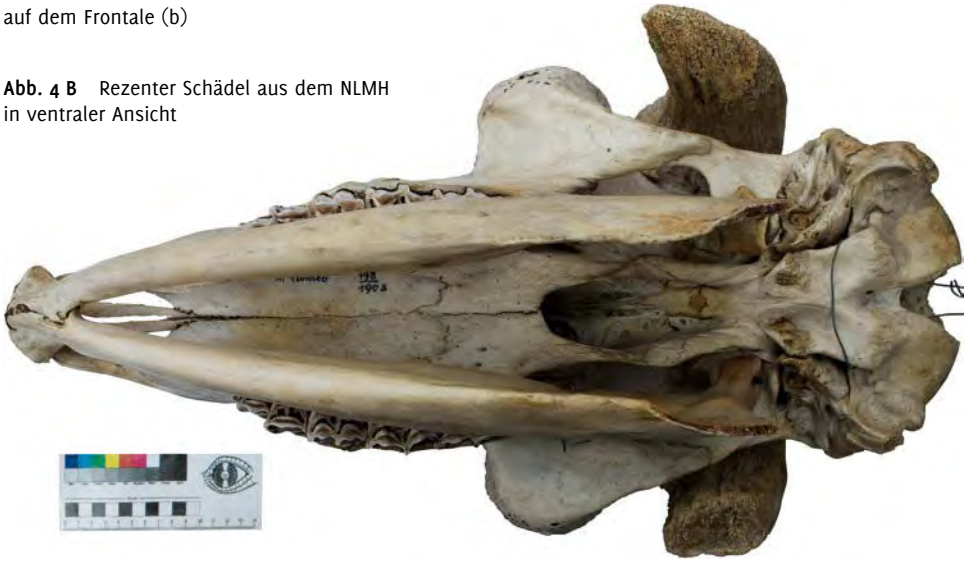


Abb. 4 B Rezenter Schädel aus dem NLMH in ventraler Ansicht

Das Frontale bildet den oberen, hinteren Teil der herausstehenden Augenhöhle. Somit ist das Frontale in den äußeren Bereichen deutlich runder ausgeprägt und wird im Verlauf nach hinten breiter. Medial ist der Knochen eher plan, steht aber in einem Winkel von ca. 20° zum davor liegenden Nasale. Es befinden sich auf sinistraler Seite vor dem Ansatz der Orbita zwei Foramina (Abb. 4 A, b), ein unteres, großes mit einem kleineren darüber. Auf dextraler Seite existieren diese Foramina ebenfalls. Hier liegen sie jedoch etwas weiter lateral und höher. Dabei befindet sich das größere über dem kleineren Foramen, d.h. die Foramina sind nicht exakt bilateralsymmetrisch

ausgebildet. Auf der dextralen Seite existiert noch ein weiteres größeres Foramen, das direkt unter der Sutur zwischen Frontale und Parietale sitzt (Abb. 4).

Der vom Frontale gebildete vorderste Bereich der Orbita ist auf beiden Seiten mit sehr kleinen Foramen übersät. Hier bildet sich auf beiden Seiten auch eine Erhebung aus. Die Anzahl der Foramina nimmt in caudaler Richtung allerdings schnell ab. Auch das Frontale hat eine dorsale Sutur. Diese ist jedoch viel weniger ausgeprägt als beim Nasale und stellenweise sogar unterbrochen. Sie kann aber dennoch über das ganze Frontale verfolgt werden. Im Hinblick auf die dorsale Sutur des Nasale ist sie etwas nach links verschoben. Entlang dieser Naht finden sich ebenfalls auf beiden Seiten verteilt einige sehr kleine Foramen wieder. Die Sutur zwischen Frontale und Lacrimale wandert zuerst ein kurzes Stück gerade in caudaler Richtung, verläuft aber dann in einer starken/deutlichen Kurve nach außen, bis sie fast parallel zur Orbita läuft. An dieser Stelle macht sie eine 90°-Kurve und verläuft in einer Flucht mit den bereits erwähnten Foramina in caudaler Richtung. Ab der Vorwölbung der Orbita beginnt die Sutur undeutlicher zu werden. Sie ist über den gesamten erkennbaren Verlauf leicht gezackt (Abb. 4 A, B und 5).

Frontale und Parietale sind miteinander stark verschmolzen/verwachsen. Die Kranznaht ist nur noch anhand von Farbunterschieden und einer raueren Oberflächenbeschaffenheit zu vermuten. Auch ein gezacktes Muster der Sutur lässt sich nur noch erahnen. Sie verläuft leicht unterhalb des Hornansatzes und verbindet sich medial mit der dorsalen Sutur. In lateraler Richtung ist kein eindeutiger Verlauf auszumachen. Einige Zentimeter unter dem Hornansatz ist die Sutur nur für einige Millimeter deutlich zu erkennen. Hier geht sie in die Sutur zwischen Parietale und Squamosum über und verläuft von schräg oben in caudaler Richtung. Die Kontaktstelle zwischen Jugale und Frontale liegt am hinteren unteren Rand der Orbita. Sie weist eine stark gezahnte Form auf und verläuft horizontal (Abb. 4 und 5).

Das Parietale bildet die hauptsächliche Ansatzfläche für die Hörner und Hornplatten. Die Hornplatten setzen kurz oberhalb der Sutur zwischen Parietale und Frontale an. Hinter der Orbita verlaufen sie nach unten und etwas oberhalb ihrer Mitte nach hinten. Dabei steigt der Hornansatz wieder an. Am hinteren Ende des Parietale laufen sie medial zusammen, ohne sich zu berühren. Sie laufen dann Richtung Frontale zusammen und touchieren sich (Abb. 6), direkt bevor sie in einer Kurve auf Höhe der Orbita wieder lateral auseinanderdriften (Abb. 4).

Der Hornplattenansatz erhebt sich leicht über den Knochen und es fehlt ein Großteil der Hornsubstanz, sodass nur noch eine ca. 1 cm dicke Schicht übrigbleibt. Das noch vorhandene Gewebe der Hornsubstanz ist von großen und kleinen Hohlräumen durchzogen. Lateral bilden sich über den ersten 2/3 der Hornplatten die Hornzapfen aus. Sie verlaufen seitlich betrachtet leicht nach vorn gebogen und hinter der Orbita. An der Hornplatte noch breit ausgebildet, verjüngen sich die Zapfen in distaler Richtung erst sehr, in ihrem weiteren Verlauf geschieht dies deutlich gleichmäßiger. Von hinten betrachtet biegen sich die Hörner stark nach unten. Von vorn betrachtet stehen die Hörner allerdings nicht seitlich über die Augenhöhlen hinaus, sondern werden von ihnen verdeckt. Nur der linke Zapfen kommt unter der Augenhöhle wieder zum Vorschein.

Der linke Hornzapfen ist abgebrochen, ragt aber dennoch gut 3,5 cm nach unten über den Jochbogen hinaus. Der

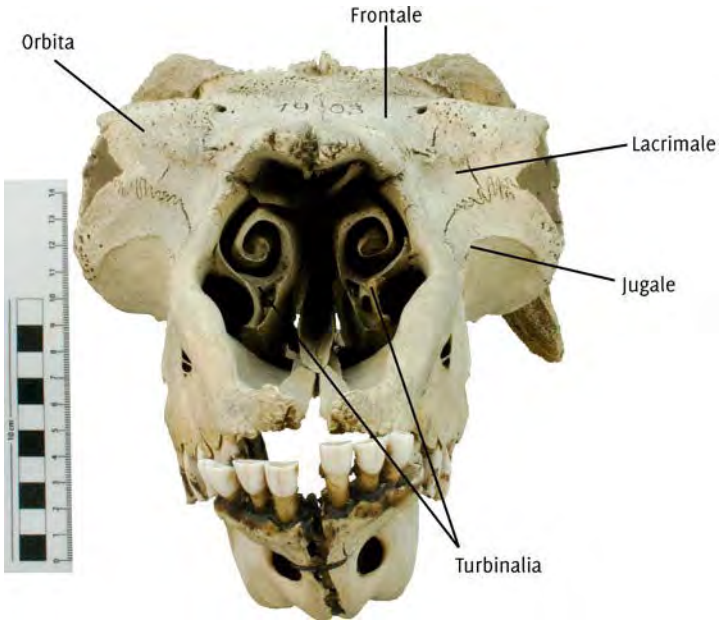
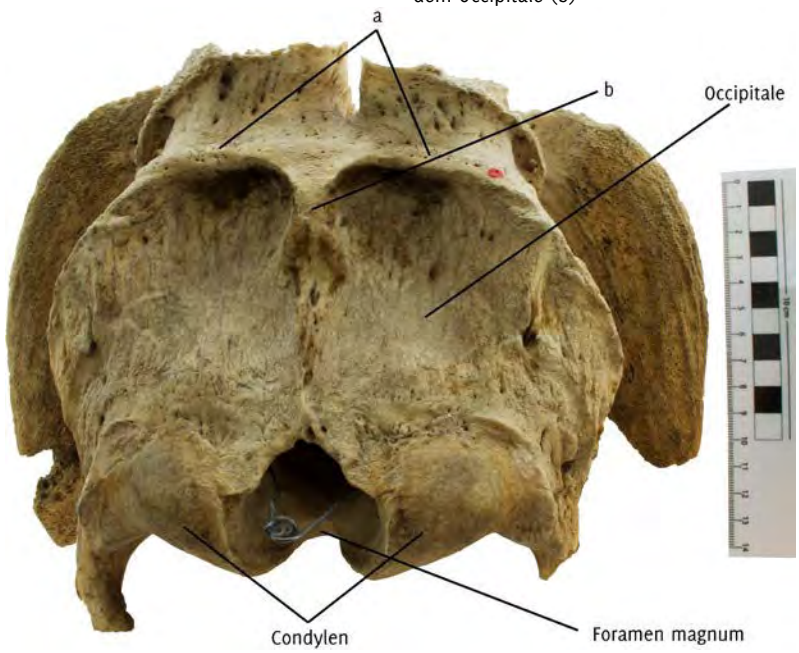


Abb. 5 A Rezenter Schädel aus dem NLMH in anteriorer Ansicht mit Kennzeichnung der Knochen

Abb. 5 B Rezenter Schädel aus dem NLMH in posteriorer Ansicht mit Kennzeichnung der Knochen inkl. Gelenkköpfen, Foramina (a) und „Kamm" auf dem Occipitale (b)



unterste noch vorhandene Teil des Zapfens ist ebenfalls abgebrochen, wurde jedoch neu fixiert. Dieses Fragment ist ungefähr 4,5 cm lang. Dennoch fehlt im hinteren Bereich, entlang der Fraktur, ein großes Fragment. Der neu fixierte Teil des Hornzapfens verjüngt sich noch einmal stärker auf der caudalen Seite. Der rechte Hornzapfen ist bereits auf Höhe des Jochbogens abgebrochen. Beide Hornzapfen sind proximal geriffelt. Im distalen Verlauf wird die Riffelung schwächer. Die einzelnen Riefen verlaufen dabei fast parallel zueinander. Auch die Hörner sind von unzähligen kleinen Hohlräumen durchsetzt. Das Parietale steht seitlich unter dem Ansatz der Hornplatten fast senkrecht. Entlang des vom Hornansatz gebildeten Kranzes sind viele einzelne kleine Risse mit horizontaler Orientierung zu erkennen, die die Form der Hornplatten nachzeichnen.

Rostral flacht das Parietale mittig leicht ab und bildet auf beiden Seiten unter dem Hornplattenansatz leichte Wölbungen. Die Sutur zwischen Parietale und Squamosum folgt in geringem Abstand ungefähr dem Verlauf der Hornplatten. Im caudalen Bereich, verdeckt von den Hornzapfen, wird sie in ihrem Verlauf etwas konkaver. So trifft sie die Sutur zwischen Occipitale und Squamosum und trennt von da an das Parietale vom Occipitale. Nach diesem Überschneidungspunkt geht sie in die Lambdanaht über und ist nur noch wenige Millimeter zu verfolgen. Zu erkennen sind ab diesem Punkt viele kleine Foramen, die in einer horizontalen Linie medial leicht nach oben zulaufen (Abb. 5 A). Ansonsten zeigt die Sutur einen unregelmäßig gezahnten Verlauf (Abb. 5 A)

Das Occipitale steht – von caudal betrachtet – ungefähr im rechten Winkel zum Parietale. Von der Seite ist zu erkennen, dass der Knochen in einem leichten Winkel verläuft und unten caudal weiter heraussteht als oben. Von seiner Form nähert sich das Occiptale einem horizontal liegenden Oval an. Der an sich eher plane Knochen ist an den Seiten wieder leicht zur Schnauzenspitze hin gebogen. An der Unterkante befindet sich mittig des Occipitale das Foramen Magnum. Seitlich dazu liegen die beiden Condylen des Atlaswirbels. Ihre Oberfläche ist glatter als der Rest des Occipitale, und sie umfassen die untere Kante des Knochens. Sie schließen auf einer Höhe mit dem Foramen magnum ab. Dabei entwickeln sie an ihren äußeren Rändern selbst je eine kleine Kante (Abb. 5 B).

Im oberen Drittel des Hinterhauptbeins entsteht mittig ein Dorn, der steil gut 1 cm aus der Oberfläche des Knochens herauswächst und in dorsaler Richtung orientiert ist. Der Auswuchs beginnt sich lateral auf beiden Seiten stark auszubreiten, nimmt dabei einen konvexen Verlauf und erstreckt sich dann horizontal komplett über das ganze Occipitale (Abb. 5). Dieser „Kamm" läuft direkt unterhalb der aus Foramina gebildeten Linie entlang und an den äußeren Rändern des Knochens aus.

Das Maxillare beherbergt auf beiden Seiten die Praemolaren (P2, P3, P4) und Molaren (M1, M2, M3). Damit sind alle Zähne des Oberkiefers noch vorhanden. Stellenweise weisen die sonst weißen Zähne auf beiden Seiten einen dunkelbraunen Belag auf, bei dem es sich vermutlich um Zahnstein handelt. Der Knochen an sich ist im oberen Bereich weißlich-grau gefärbt und wird in Richtung der Zähne leicht bräunlich. Er ist knapp unter dem Nasale leicht eingedrückt. Nach unten hin nimmt er eine konvexe Form an und wird deutlich breiter.

In Richtung des Praemaxillare läuft der Knochen in einer konkaven Form im unteren Bereich nach vorn spitz zu. Er wird dabei, direkt von vorn betrachtet, schmaler



Abb. 6 Rezenter Schädel aus dem NLMH. Detailansicht der sich touchierenden Hornplatten.

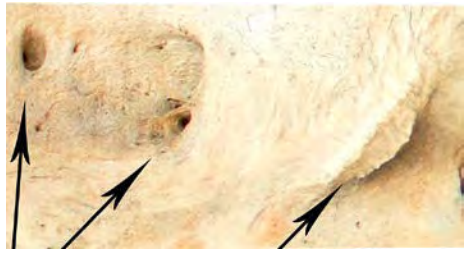


Abb. 7 Eiszeitlicher Schädel aus dem NMLH. Die Crista facialis (rechter Pfeil) und Foramen infraorbitale (mittlerer und linker Pfeil) in sinistraler Seitenansicht

und wirkt unterstützend für das davor liegende Praemaxillare. Der Zahnansatz liegt ca. 7 cm hinter der Spitze zum Praemaxillare und deutlich tiefer. Gut ausgeprägt und konvex läuft dieser nach hinten. Hinter dem M3 steigt der Knochen, erneut in konkavem Verlauf, stark an und läuft am Jugale spitz aus. Die Naht ist hier sehr glatt und läuft mit leichtem Anstieg in rostrale Richtung zurück. Nach einer engen Kurve steigt sie annähernd horizontal an und knickt nach ca. 2 cm im 90°-Winkel zurück in Richtung Schnauzenspitze. Verzahnt knickt sie nach kurzem Verlauf erneut um 90° nach oben und trifft auf das Lacrimale (Abb. 3).

Beim Maxillare sind auf jeder Seite drei Foramina infraorbitale deutlich zu erkennen. Zwei davon sitzen etwas unterhalb der Mitte auf der Höhe zwischen P4 und M1. Übereinanderliegend sind sie nur durch eine dünne Knochenwand getrennt. Das obere Foramen infraorbitale ist auf beiden Seiten deutlich größer ausgebildet. Auf dextraler Seite ist dieser Bereich mit weiteren winzigen Foramen übersät. Hier zeichnet sich unter dem kleineren der beiden Foramen, durch eine Knochenwand getrennt, noch ein weiteres Foramen ab. In Richtung des Praemaxillare, ebenfalls unterhalb der Mitte, liegt das dritte große Foramen infraorbitale, ungefähr auf gleicher Höhe mit dem P3. Dextral besitzt das Maxillare noch ein weiteres Foramen, das dem vorderen in Größe und Form sehr ähnelt. Positioniert ist es zwischen den anderen drei, ebenfalls knapp unter der Mitte des Maxillare.

Hinter den seitlich angesetzten Foramen befindet sich auf Höhe des M2 ein kleiner, länglicher, knöcherner Auswuchs, die Crista facialis (Abb. 7). In einem Winkel von ca. 45° zeigt sie in Richtung der Orbita. Seitlich betrachtet zeichnet sie sich in einer Bogenform zu den Molaren hin ab. Von vorn betrachtet wirken diese Auswüchse wie „Flügelchen". Am oberen Ende geht die Crista facialis in einen scharfen Grat über, der in einer „S-Form" verläuft und Richtung Jochbogen weiterverfolgt werden kann.

Das Lacrimale ist in seiner Form eher länglich und weißgrau gefärbt. Es beginnt vor der Augenhöhle und bildet den oberen, vorderen Teil davon. Da es einen Teil der hervorstehenden Orbita bildet, wirkt es „eingedrückt". Dieser tiefliegende Bereich bildet die Lacrimalgrube, die bei diesem Schädel jedoch kaum ausgebildet ist. Um die Orbita herum sind viele kleine Foramen zu erkennen. Etwas zur Schädelmitte hin bildet sich auf dem Lacrimale und zum Teil auch noch auf dem Frontale auf jeder Augenhöhle eine ausgeprägte Wölbung.

Die Naht zum Maxillare setzt unter der zum Nasale an und verläuft mit Ausbildung einer Spitze in der Mitte leicht nach hinten unten. Dabei hat sie eine typisch gezackte Form. Sie trifft dann das Jugale und wandert in caudaler Richtung leicht nach oben. Anfangs glatt verläuft sie hier ab der Orbita verzahnt. Auf der Innenseite der Orbita befindet sich im rostralen Bereich beidseitig der Nasen-Tränengang, der in den endocranialen Teil des Schädels hineinläuft (Abb. 3).

Die Orbita bzw. die Orbitae stehen teleskopartig aus dem Schädel heraus und sind eines der markantesten Merkmale des Moschusochsens. Sie setzen direkt hinter der Mitte des Schädels an und befinden sich auf Höhe des Frontale. Dabei sind sie leicht nach vorne gebogen. Im Querschnitt ist die Orbita nahezu kreisrund. Anfangs dünnwandig, werden die Komponenten von Frontale, Lacrimale und Jugale zur Schädelmitte hin dicker.

Das Jugale allein bildet die untere Hälfte der hervorstehenden Orbita. Von der Seite betrachtet läuft der Knochen unterhalb der Augenhöhle tropfenförmig zusammen, wobei die Spitze in caudaler Richtung und leicht zur Schädelmitte hin eingedrückt zum Jochbogen zusammenläuft. Hier verwächst das Jugale mit dem Squamosum. Dabei wird das Jugale an der unteren Seite schmaler und läuft am Squamosum aus. Es wirkt unterstützend, so dass das Squamosum in der Verschmelzungszone auf dem Jugale aufliegt. Die Sutur zwischen beiden Knochen setzt ungefähr auf der Mitte des Jochbogens an und läuft dabei horizontal Richtung Schnauzenspitze in den Knochen hinein. Sie ist glatt und schmal. Nach ca. 4 cm knickt sie im 90°-Winkel in dorsaler Richtung ab und läuft medial über den Jochbogen und bildet eine leichte Verzahnung aus. In rostraler Richtung verläuft der beim Maxillare bereits erwähnte Grat, unterhalb dessen das Jugale ebenfalls zur Schädelmitte hin abfällt und auf das Maxillare trifft. Unterhalb der Orbita, im noch ausgestellten Bereich des Jugale, sind einige, teils sehr große Öffnungen zu erkennen.

Das Squamosum befindet sich unterhalb des Parietale. Hinter dem Squamosum sitzt das Occipitale, wobei die Sutur zwischen diesen beiden Knochen nicht mehr zu erkennen ist.

Das Squamosum bildet zum Occipitale hin eine deutliche Kante, die in einer Kurve in rostraler Richtung nach unten verläuft. Zusätzlich lädt die Kante lateral aus und differenziert das Squamosum immer weiter in eine vertikale und eine beinahe horizontal liegende Ebene, die beide am Ende fast im 90°-Winkel aufeinander stehen. Das obere Ende der vertikalen Fläche wird durch die Sutur zwischen Squamosum und Parietale markiert. Die horizontale Fläche endet vor dem Kiefergelenk des Dentale.

Das äußere Ende dieser Fläche ist vor das Kiefergelenk gewachsen und bildet den hinteren Teil des Jochbogens. Ventral abgeflacht liegt dieser Fortsatz wie schon beim Jugale erwähnt auf dem vom Jochbein gebildeten Abschnitt auf und ist dorsal abgerundet. Mittig auf dem Squamosum befinden sich zwei große Foramina. Das erste kleinere befindet sich in der Biegung zwischen dem horizontalen und vertikalen Abschnitt, während das zweite größere weiter vorn auf der vertikalen Fläche sitzt. Im unteren Bereich des Squamosums befindet sich der kleine runde Meatus acusticus externus (der äußere Gehörgang). Er verbindet das Trommelfell mit der Umgebung und bildet zusammen mit der Ohrmuschel das äußere Ohr (Abb. 3).

Das Dentale ist vollständig und weist eine gelblich-braune Färbung auf. Es sind alle Schneidezähne bzw. Incisivi (I1, I2

und I3) vorhanden. Nach einem langgezogenen zahnfreien Bereich, dem Diastema, folgen auf beiden Seiten die vollständigen Serien der Praemolaren (P2, P3 und P4) und Molaren (M1, M2 und M3). Die Schneidezähne stehen leicht über das Praemaxillare hinaus. In diesem Bereich ist das Dentale zusammengewachsen und von vorn betrachtet fächerförmig verbreitert. Auf diesem „Fächer" sitzen die Schneidezähne. Unterhalb dieser Verbreiterung verschlankt der Knochen und teilt sich in einen linken und einen rechten Ast auf. Kurz hinter der Verschlankung bildet sich auf jeder Seite ein fast halbkreisförmiges, sehr großes Foramen mentale aus. Mit der konvexen Seite nach außen gerichtet, wird der Knochen wieder breiter und verdickt im caudalen Verlauf zunehmend.

Von der Seite betrachtet, ist das Dentale im Bereich der Incisors und des Foramen mentale relativ breit. Kurz hinter dem Foramen wird der Knochen deutlich schlanker. In einem leicht konkaven Verlauf verbreitert sich das Dentale in caudaler Richtung erneut und geht in den Angulus mandibulae, den Unterkieferwinkel, über. Auf dextraler Seite ist die Rundung des Unterkieferwinkels abgebrochen, wodurch es zu einem nicht natürlichen, winkeligen Anstieg von ca. 45° kommt. Der vertikale Ast ist größtenteils hinter dem Hornzapfen und dem Jochbogen versteckt und schlecht einzusehen. Ersichtlich ist aber, dass sich die Innenkante nach oben deutlich verjüngt. Mittig auf dem vertikalen Ast ist auf beiden Seiten eine leichte, aber dennoch großflächige Vertiefung zu erkennen. Auch auf dem horizontalen Ast ist am caudalen Ende eine Vertiefung zu sehen. Diese steht schräg in einem 45° Winkel nach hinten oben und liegt über der Mittellinie. Sinistral hat diese Vertiefung am unteren Ende eine gut erkennbare Wölbung, die auf der dextralen Seite nicht vorzufinden ist.

Von vorn betrachtet befinden sich auf dem Schädel zwischen den beiden Seiten des Maxillare, unten durch das Gaumendach und oben durch das Nasale begrenzt, in der Riechhöhle die Turbinalia. Spiegelbildlich wachsen die knöchernen Lamellen links und rechts ungefähr auf mittlerer Höhe des Maxillare in die Riechhöhle hinein und wickeln sich nach oben in entgegengesetzter Richtung auf. Nach unten bilden sie Fortsätze, die sich aber nur leicht in Richtung des Maxillare zurück krümmen (Abb. 5).

Eiszeitlicher Schädel aus dem NLMH

Der erste fossile Schädel wird ebenfalls im Niedersächsischen Landesmuseum Hannover verwahrt, stammt aber aus dem ehemaligen NLfB (s. o.). Er weist eine hauptsächlich gelbbraune Färbung auf. Bei diesem Schädel sind das Praemaxillare und das Dentale nicht mehr vorhanden und auch das Maxillare ist nicht komplett, sondern kurz vor dem ersten Praemolaren abgebrochen. Damit ist eine Aussage über eine veränderte Form oder Sutur zwischen Maxillare und Praemaxillare nicht möglich. Der Schädel hat eine Länge von ca. 38,5 cm und eine maximale Breite von 23,5 cm. Das Maxillare hat dabei eine Breite von 14,5 cm (Abb. 8–10).

Die Spitze des Nasale läuft am fossilen Schädel deutlich spitzer zu. Die dorsale Naht läuft geschlossener als bei dem rezenten Schädel und die Seiten stehen weniger weit voneinander ab. Der Verlauf der Naht ist aber ähnlich glatt. In seiner Gesamtform wirkt das Nasale deutlich gerader als bei dem rezenten Tier. Das Nasale steht waagerecht zur Oberfläche, und seine Flanken fallen deutlich stärker ab. Das Maxillare schiebt sich stärker noch, als beim rezenten Schädel unter das Nasale

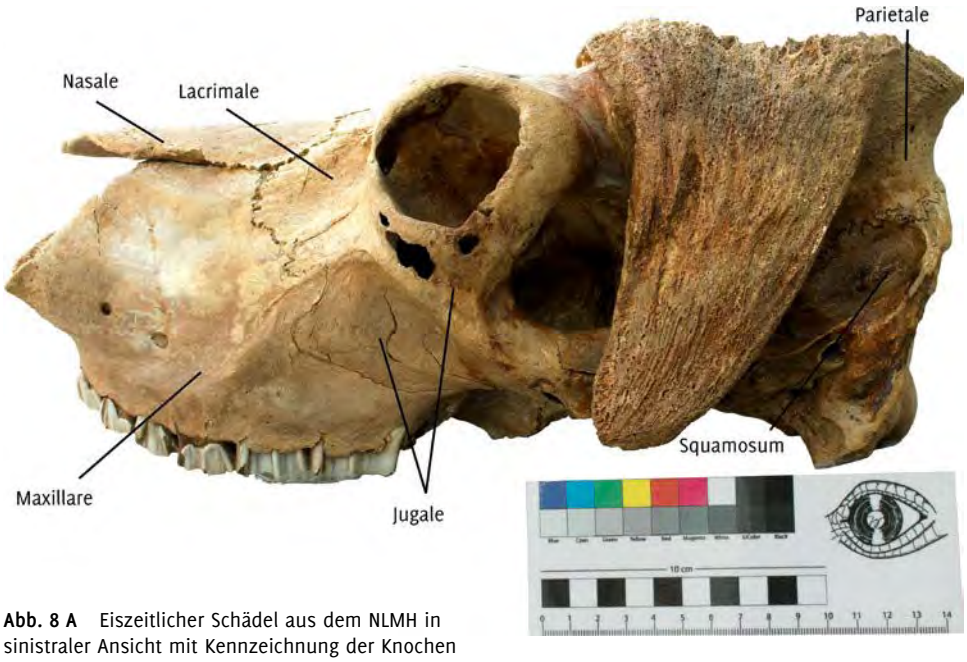


Abb. 8 A Eiszeitlicher Schädel aus dem NLMH in sinistraler Ansicht mit Kennzeichnung der Knochen

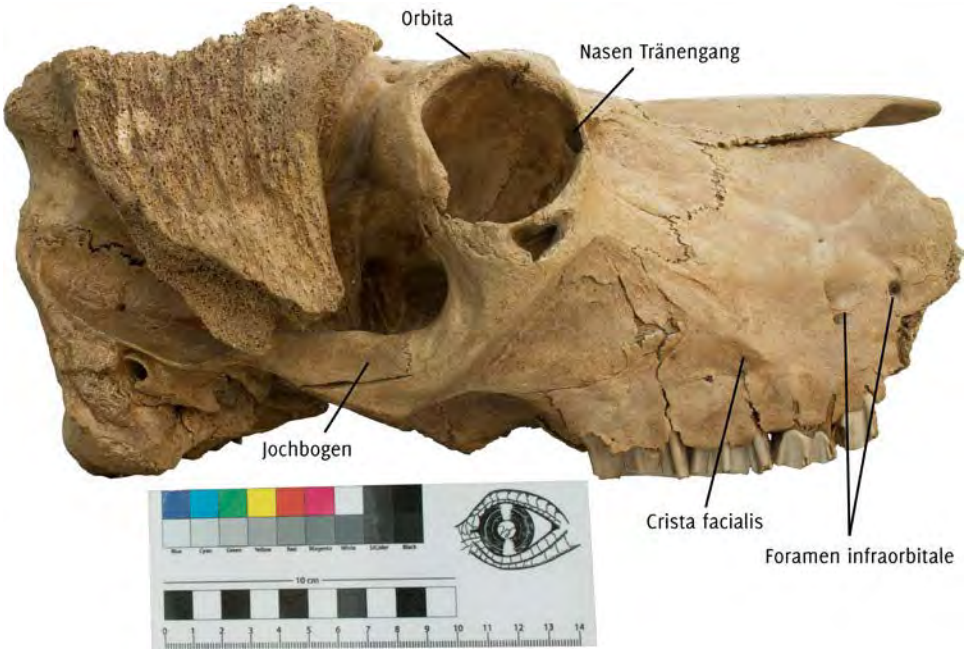


Abb. 8 B Eiszeitlicher Schädel aus dem NLMH in dextraler Ansicht mit Kennzeichnung der Knochen, Foramina und der Crista facialis, einem knöchernen Auswuchs auf dem Maxillare

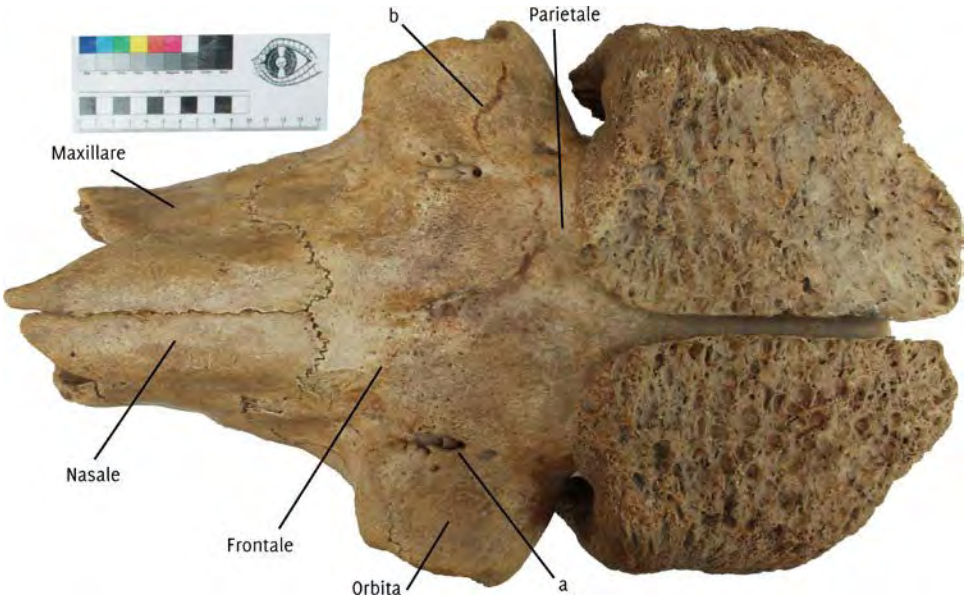


Abb. 9 A Eiszeitlicher Schädel aus dem NLMH in dorsaler Ansicht mit Kennzeichnung der Knochen, Foramina auf dem Frontale (a), dorsale Sutur (b)



Abb. 9 B Eiszeitlicher Schädel aus dem NLMH in ventraler Ansicht

und die Knochen liegen nicht bündig aneinander. Erst ab dem Lacrimale liegen die Knochen wieder passgenau.

Die Naht zum Maxillare ist gerade und fällt nach hinten leicht ab. Dabei ist sie nur geringfügig verzahnt. Durch diesen Verlauf ist der Knochen nach hinten heraus deutlich ausgestellt. Die Naht zum Frontale ist in ihrem Verlauf etwas abgerundeter, und es wird nur eine leichte Verzahnung ausgebildet. Zwischen Nasale und Lacrimale ist die Naht ebenfalls weniger verzahnt und glatter, hat aber keinen veränderten bzw. abweichenden Verlauf (Abb. 9).

Das Frontale des fossilen Schädels steht in einem deutlich flacheren Winkel von ca. 10° zum Nasale als beim rezenten Exemplar. Es finden sich mehrere Foramina, die sich in ihrer Größe von den restlichen absetzen. Im oberen Bereich der Orbita an ihrer Wurzel befinden sie sich in vergleichbarer Position zu denen, die schon bei dem rezenten Schädel beschrieben wurden, weisen jedoch keine unterschiedlichen Größen auf. Sinistral und dextral liegen die Foramen untereinander. Auffällig ist, dass sich die Foramen alle in einer Art „Rinne" befinden (Abb. 9 A, a; Abb. 11), die links und rechts an der Wurzel der Orbita entlangläuft. Die Rinne schneidet tief ein und verläuft in der Vorderansicht ca. 2,5 cm horizontal nach hinten in Richtung der Hörner. Lateral vor den Rinnen befindet sich, wie auch beim rezenten Schädel, auf jeder Seite eine ausgeprägte Protuberanz, die bereits auf der ausgestellten Augenhöhle liegt und auch noch auf das Lacrimale übergreift. Protuberanz und Rinne sind auf beiden Seiten von vielen kleinen Foramen überzogen.

Die dorsale Sutur ist am Frontale nur noch als feine Haarlinie zu erkennen. Leicht wellig läuft sie 4,5 cm nach hinten. Ab dem Punkt, an dem die Haarlinie nicht mehr zu erkennen ist, beginnt eine Farbvariation (Abb. 9 A, b), sie ist dunkelbraun und setzt sich als schmale Linie weiter in horizontaler Richtung fort. Anschließend wandert sie in einer Kurve nach außen auf die Orbita. Auf der linken Seite ist dieser Farbverlauf nicht vorhanden. Die Naht zwischen Frontale und Lacrimale verläuft ähnlich wie am rezenten Schädel, dabei sind die Kurven und Richtungsänderungen nicht so markant ausgeprägt. Es könnte also gesagt werden, dass die Naht konservativer und mehr in einer Welle angelegt ist, anstatt eindeutige Richtungsänderungen vorzunehmen. Kurz unterhalb der Protuberanz verliert sich die Naht auf der rechten Seite und ist nicht zu verfolgen. Erst am Rande der Orbita zeichnet sie sich noch einmal leicht ab. Links ist sie als dünne Linie besser zu erkennen. Während der rezente Schädel am Frontale von vielen feinen Rissen gezeichnet ist, sind bei dem fossilen Schädel keine Risse zu erkennen.

Das Parietale ist vom Frontale nicht deutlich abzugrenzen, da der Verlauf der Kranznaht im vorderen Bereich wie auch beim rezenten Tier, nicht deutlich zu erkennen ist. Auch hinter der Orbita fehlt, anders als beim rezenten Schädel, jeglicher Anhaltspunkt dafür, wo die Sutur zwischen Frontale und Parietale auf diejenige zwischen Parietale und Squamosum trifft. An letzterem Knochen ist der Nahtverlauf beider Schädel nahezu identisch. Leichte Unterschiede bestehen in dem Abstand zwischen Naht und Hornansatz, der bei dem fossilen Schädel größer ausfällt und die Tatsache, dass sich die Lambdanaht zwischen Parietale und Occipitale deutlicher abzeichnet, als bei dem rezenten Schädel (Abb. 10).

Bei diesem Schädel liegt das Parietale kaum höher als das Frontale, wohingegen sich das Parietale des rezenten Schädels noch einmal deutlich über das Frontale erhebt. Die Pfeilnaht, die die sinistrale

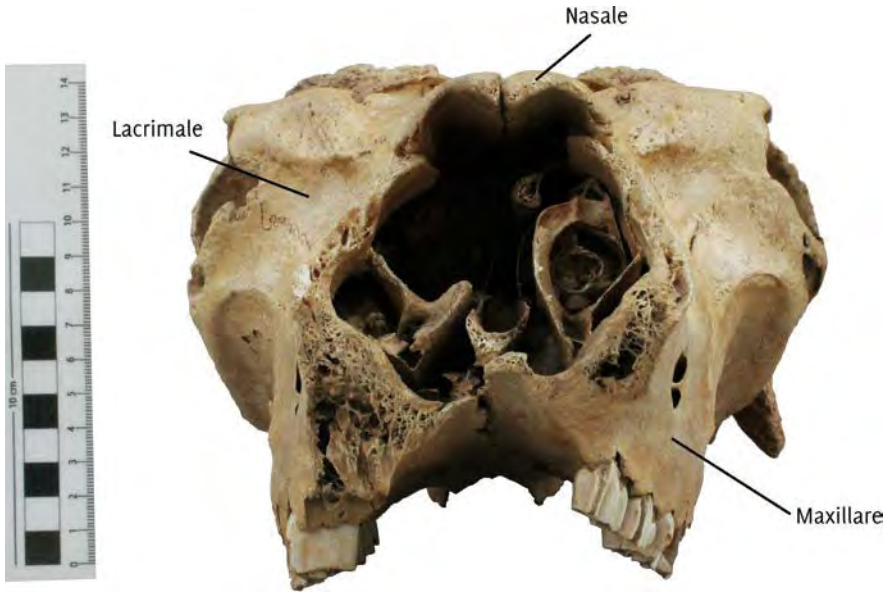


Abb. 10 A Eiszeitlicher Schädel aus dem NLMH in antreriorer Ansicht mit Kennzeichnung der Knochen

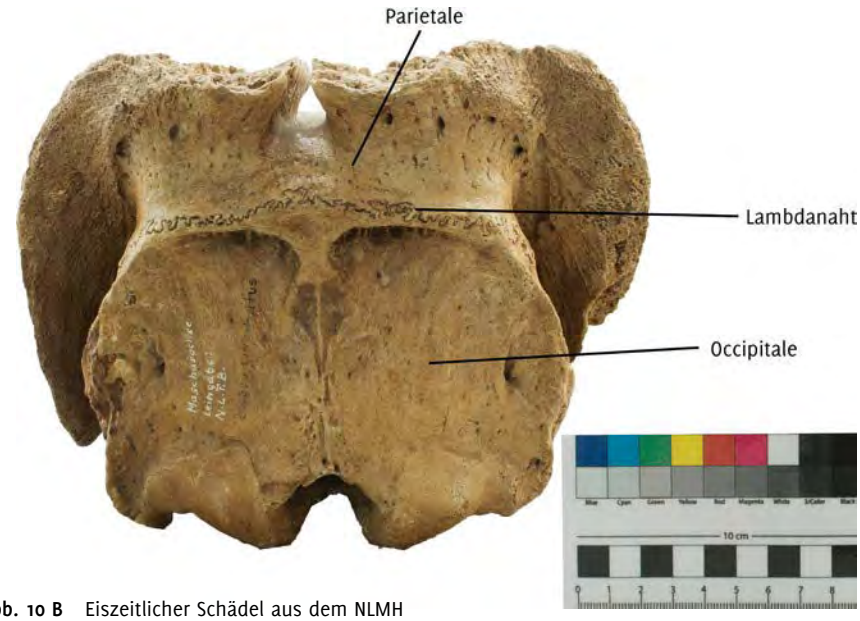


Abb. 10 B Eiszeitlicher Schädel aus dem NLMH in posteriorer Ansicht mit Kennzeichnung der Knochen und der Lambdanaht

und dextrale Hälfte des Parietale trennt, ist nicht zu erkennen. Die Hornplatten unterscheiden sich in ihren Umrissen ebenfalls etwas von denen des rezenten Tieres. Der Hornansatz zeichnet hier eine abgerundete 90°-Kurve und endet kurz vor dem Frontale. Am Scheitel laufen die hornbildenden Knochenplatten des fossilen Schädels parallel nebeneinander und weisen, im Gegensatz zu denen des rezenten Schädels, keine Anzeichen einer Verwachsung auf (Abb. 9).

Der restliche Verlauf der Hornplatten ist bei beiden Tieren sehr ähnlich. Die Hornzapfen sind auch bei dem fossilen Schädel auf beiden Seiten abgebrochen. Sinistral endet das Horn knapp unter dem Jochbogen. Dextral endet der Hornzapfen bereits kurz davor. Die Abbruchkante verläuft hierbei auf der äußeren Seite des Horns von vorn nach hinten in einem steilen Winkel aufwärts. Dabei bleibt auf der schädelzugewandten Seite ein Teil des Zapfens bestehen. Die stabilste Zone ist ganz offensichtlich der proximale Bereich. Der Verlauf der Hörner ist dem des rezenten Schädels ähnlich. Allerdings stehen beim eiszeitlichen Tier die Hörner dichter (2,5 cm) am Schädel, sie knicken somit stärker nach unten ab.

Die Hörner weisen über ihre ganze Oberfläche eine einigermaßen gleichmäßige Riffelung und Kerbenbildung auf. Die Riefen laufen parallel zu den Hörnern. Allgemein sind die Hörner eine Nuance dunkler als der Rest des Schädels gefärbt. Die Hornplatten ähneln in ihrer Farbe eher der des restlichen Schädels. Wie auch beim rezenten Schädel ist ein Teil der Hornsubstanz abgetragen. Der vorderste Teil der knöchernen Hornplatten erhebt sich deutlich über den Rest der noch vorhandenen Hornsubstanz. Dieser vorderste Bereich läuft in einer gleichmäßigen Rundung aus und erstreckt sich über eine Breite von ca. 1,5 cm. Das Gewebe ist durchzogen von größeren und kleineren Hohlräumen.

An diesem Schädel steht das Occipitale anders als bei dem rezenten Tier nicht nach hinten, sondern verläuft gerade nach unten. Grundsätzlich ist die Form aber mit der des rezenten Tieres identisch. Allerdings sind an den Seiten die konvexen Ränder abgebrochen. Die Fortsätze im unteren Bereich fehlen ebenfalls auf beiden Seiten, und es sind nur noch ihre Wurzeln zu erkennen. Der knöcherne Dorn ist bei diesem Schädel ebenfalls vorzufinden und steht ca. 1 cm heraus. Auch hier verbreitert er sich lateral stark, weist aber eine nicht so starke Krümmung auf. Lateral ist auf dem Hinterhauptsbein jeweils ein Foramen ungefähr auf Höhe der Mitte vorhanden. Links etwas höher als rechts, sind sie leicht in den Knochen versenkt.

Das Maxillare ist wie bereits erwähnt am vordersten Bereich direkt unter dem Nasale abgebrochen. Auf der linken Seite läuft die Bruchkante in einem Winkel von ca. 50° nach vorn unten, bis sie die untere Seite des Maxillare ca. 3,5 cm vor dem Zahnansatz trifft. Rechts verläuft der Bruch ähnlich. Die untere Stufe liegt dabei mehr in rostraler Richtung und endet kurz vor dem Zahnansatz. Auf sinistraler Seite sind alle Praemolaren (P2, P3, P4) und alle Molaren (M1, M2, M3) vorhanden. Dextral fehlen die Praemolaren P2 und P3.

In seinem Verlauf nach unten nimmt das Maxillare ausgeprägt konvexe Züge an, wodurch es von vorn betrachtet deutlich ausgebeult wirkt. Aufgrund der Abmessung lässt sich erkennen, dass das Maxillare des fossilen Schädels (14,5 cm) breiter ist als das des rezenten Moschusochsens (13,5 cm). Die unterstützende Spitze zum Praemaxillare ist abgebrochen. Rechts ist der vorderste Teil des Zahnansatzes abgebrochen. Der Verlauf des Maxillare hinter dem letzten Molaren ist identisch mit dem



Abb. 11 Eiszeitlicher Schädel aus dem NLMH. Rinnenstruktur über der rechten Orbita.



Abb. 12 Eiszeitlicher Schädel aus dem NLMH. Sicht auf das Lacrimale mit deutlicher Vertiefung der „Lacrimalgrube".

des rezenten Schädels.

Auf beiden Seiten des fossilen Schädels sind die drei Foramina infraorbitale wieder zu finden. Auf der Höhe zwischen P2 und P3 liegt das erste Foramen etwas unterhalb der Mitte. Die zwei verbleibenden Foramina sitzen wie schon bei dem rezenten Schädel seitlich übereinander am Maxillare an und öffnen sich Richtung Schnauzenspitze. Auf beiden Seiten des Schädels liegen sie auf Höhe des P4. Sie werden wieder nur durch eine dünne Knochenwand voneinander getrennt. Sinistral sind beide Foramen ungefähr gleich groß. Dextral ist das obere Foramen deutlich größer als das darunterliegende. Über dem doppelten Foramen befindet sich auf gleicher Höhe etwas oberhalb der Mittellinie ein weiteres, kleineres Foramen (Abb. 10).

Die Crista facialis zeichnet sich am fossilen Schädel deutlich schwächer ab. Auch die flügelähnliche Form ist nicht vorhanden. Sie bleibt nicht viel mehr als eine Kante innerhalb des Maxillare. Der nach oben wandernde Grat ist dennoch vorhanden und nimmt einen ähnlichen Verlauf wie der des rezenten Schädels. Auf der rechten Seite sind im Bereich der Molaren große Risse zu erkennen. Auffällig ist noch, dass im Gegensatz zu dem rezenten Schädel dieser Bereich nicht von winzig kleinen Foramen übersät ist, sondern eine eher glatte Oberflächenstruktur aufweist.

Das Lacrimale ist bei dem fossilen Schädel ebenfalls länglich, und an der Wurzel der Augenhöhle ist die Lacrimalgrube deutlicher ausgebildet als bei dem des rezenten Schädels (Abb. 12). Sinistral ist der Verlauf der Sutur zwischen Frontale und Lacrimale bis auf die Orbita zu verfolgen. Dextral ist die Sutur zwischen Lacrimale und Frontale stärker mit dem Frontale verschmolzen und auf dem Orbita-Rand selbst nicht zu erkennen. Deutlich ist, dass die Nähte des fossilen Schädels hier weniger verzahnt sind als bei dem rezenten Vertreter, dafür aber geringere Abstände aufweisen. Zusätzlich weist die Sutur zwischen Lacrimale und Frontale keine eindeutigen Richtungswechsel auf wie beim rezenten Tier. Sie verläuft eher in Wellen, behält aber ihre grundsätzliche Orientierung bei. Entlang der Orbita bildet das

Tränenbein beiderseits deutlich Wölbungen aus, die medial mit Foramen versehen sind. Im Inneren der Augenhöhle ist der Nasen-Tränengang auf beiden Seiten zu erkennen.

Die Orbitae weisen an ihrem äußeren Rand Abbruchkanten auf. Dennoch behalten sie ihren grundsätzlich runden Querschnitt bei. Auch hier sind die Augenhöhlen leicht in Richtung Schnauzenspitze angewinkelt. Vergleicht man die Orbitae des fossilen mit denen des rezenten Schädels, fällt auf, dass die Orbitae des fossilen Schädels kürzer sind. Noch einmal verdeutlicht wird dies durch die Abmessung der maximalen Breite, die hier durch die Orbitae bestimmt wird (fossil: 23,5 cm; rezent: 25,0 cm).

Das Jugale lässt auf der linken Seite an der Sutur zum Maxillare, bevor der Knochen die Krümmung der Orbita annimmt, deutliche Risse erkennen. Rechts ist das Jugale an der Sutur zum Maxillare abgesplittert. Direkt unter der Augenhöhle befinden sich beiderseits wiederum große Öffnungen. Der Jochbogen ist am fossilen Schädel kräftiger als bei dem rezenten Moschusochsen. Zudem bildet das Jugale im ventralen Bereich eine massiver wirkende dreieckige Form aus, anstatt unter dem Squamosum einfach auszulaufen. Der Verlauf der Naht bleibt dabei jedoch identisch (Abb. 8).

Am Squamosum ist die Sutur zum Occipitale nicht zu erkennen. Von der Form her ist der Knochen vergleichbar mit dem des rezenten Moschusochsen. Unterschiedlich ist jedoch der Verlauf der Außenkante, die am Ende nicht horizontal liegt, sondern sich wieder leicht nach oben biegt bevor sie im Jochbogen endet. Das Jochbein ist bei dem eiszeitlichen Exemplar anterior zwar etwas schlanker gehalten, verbreitert sich dann aber doch deutlich und stärker als bei dem rezenten Schädel. Die Anzahl der Foramina weicht ebenfalls etwas ab. Das Squamosum besitzt hier ein großes Foramen, das relativ mittig positioniert ist und zwei kleine Foramina weiter caudal, die ebenfalls mittig liegen und hintereinander angeordnet sind. Der äußere Gehörgang (Meatus acusticus externus) ist vollständig erhalten.

Von vorn betrachtet lassen sich auch bei dem fossilen Schädel gut die Turbinalia erkennen. Das sich bietende Bild ist jedoch etwas unterschiedlich zu dem des rezenten Schädels. Nicht so gut erhalten, lässt sich die Wickelung der dünnen knöchernen Lamellen nur noch erahnen. Teilweise stark disartikuliert und auf der dextralen Seite gar nicht mehr vorhanden, erwecken die Relikte der Lamellen den Eindruck, dass diese nicht so wie bei dem rezenten Exemplar, das einen entsprechenden Grundbauplan vermuten lässt, aufgerollt waren. Im Gegenteil scheinen die Knochenlamellen besonders im unteren Bereich in einem abweichenden Muster gewachsen zu sein, was sich jedoch nicht abschließend beurteilen lässt. Nach Abmessung der Breite ist jedoch eindeutig, dass die Riechhöhle des fossilen Moschusochsen ca. 1 cm breiter ist als die des rezenten Tieres (Abb. 10).

Großer Schädel aus dem Dinopark Münchehagen

Der erste Schädel aus dem Dinopark Münchehagen hat eine wesentlich dunklere Farbe als die vorher beschriebenen Schädel. An diesem Schädel fehlen das Praemaxillare, Nasale, Maxillare und auf der rechten Seite das Lacrimale und Jugale. Trotz fehlendem Maxillare und Praemaxillare ist er 31,6 cm lang und misst an seiner breitesten Stelle 26 cm (Abb. 13–15). Obwohl an den Hörnern und nicht an der Augenhöhle gemessen werden musste, da die Augenhöhlen

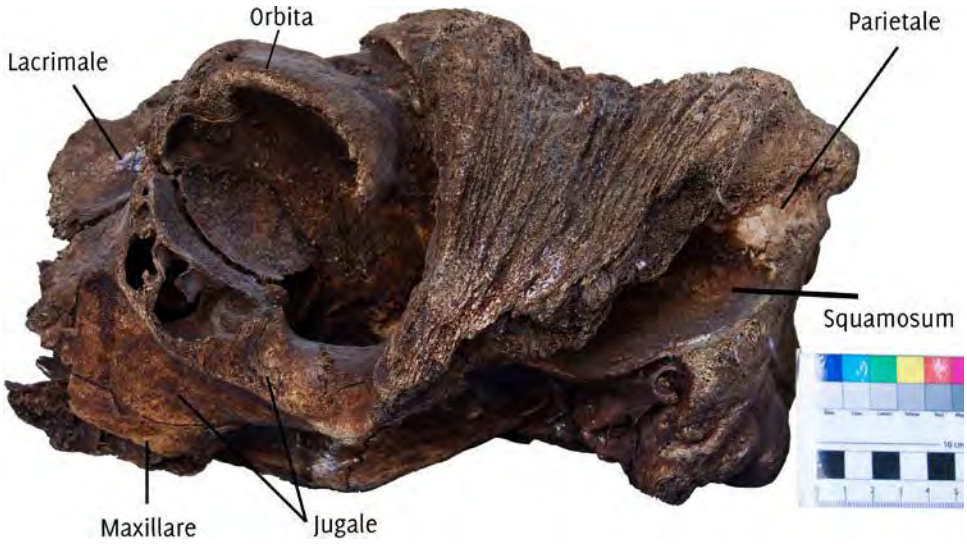


Abb. 13 A Großer Schädel aus dem Dinopark Münchehagen in sinistraler Ansicht mit Kennzeichnung der Knochen



Abb. 13 B Großer Schädel aus dem Dinopark Münchehagen in dextraler Ansicht mit Kennzeichnung der Knochen und dem Meatus acusticus externus, dem äußeren Gehörgang

nicht mehr vollständig erhalten sind, ist er der breiteste der hier besprochenen Schädel.

Das Frontale ist gut erhalten und lässt eine dorsale Sutur erkennen, die zu Beginn leicht verbreitert ist, in ihrem Verlauf zum Parietale hin schmaler wird und sich zu einer feinen Linie reduziert (Abb. 16). Sie läuft jedoch nicht senkrecht über den

Schädel, sondern wandert leicht auf seine rechte Seite. Dabei bilden sich keine Verzahnungen aus. Das Frontale steht ähnlich dem des fossilen Schädels aus dem Landesmuseum nur in einem sehr geringen Winkel von ca. 10° zur Oberfläche an. Auf dem Frontale sind fast keine Foramina vorhanden, nur auf der rechten Seite findet sich, gut zu erkennen, eines an der Wurzel der Orbita. Sinistral sind vereinzelt sehr kleine Foramen auf der Orbita zu erkennen. Auf der Orbita bildet sich eine Erhebung aus, die sich großflächiger als bei den bisherigen Schädeln über selbige erstreckt und auch auf das Lacrimale übergreift.

An der Naht zum Nasale läuft das Frontale mittig sehr waagerecht und an jeder Seite in einem fast dreieckigen Fortsatz mit abgerundeten Spitzen aus. An der Spitze dieses Fortsatzes beginnt die Naht zum Lacrimale, das nur noch links vorhanden ist. Von vorn betrachtet ist sie zu Beginn leicht verzahnt und läuft im 45° Winkel nach hinten. Hinter der Erhebung auf der Orbita läuft sie nahezu waagerecht nach außen.

Zwischen Frontale und Parietale lässt sich keine Verschmelzungszone mehr ausmachen. Die Knochen gehen ohne erkennbare Sutur ineinander über. Zu erwähnen ist eine ausgeprägte Rinnenstruktur im oberen hinteren Bereich am Ansatz der Augenhöhlen (Abb. 14 A, a).

Hinter den Hornzapfen ist die Naht zwischen Parietale und Squamosum nachvollziehbar. Noch von den Hörnern verdeckt ist die Sutur fast parallel zur Oberfläche. Kurz bevor sie hinter den Hörnern zum Vorschein kommt, läuft sie in einer konvexen Kurve in dorsale Richtung. Nachdem sie etwa 1 cm an Höhe überbrückt hat, verläuft sie noch ca. 4 cm mit einem minimalen Anstieg weiter. Sie trifft die Naht zwischen Occipitale und Squamosum und geht in die Sutur zwischen Parietale und Occipitale über. Hier läuft sie in einem ebenfalls nur leichten Anstieg von ca. 10° nach oben und anschließend medial unterhalb des Hornansatzes zusammen. Die Naht liegt in einem gleichbleibenden Abstand von ca. 1,5 cm unter dem Hornansatz und bildet über den gesamten Verlauf eine Verzahnung aus. Von der Seite betrachtet fällt das Parietale dorsal leicht nach hinten ab.

Der Plattenansatz für die Hörner ist von der Seite gesehen in seinem Verlauf dem der ersten beiden Schädel sehr ähnlich. Er steigt jedoch am vorderen und hinteren Ende nicht so stark an, sondern wächst besonders rostral deutlich weiter auf den Knochen. Daraus resultiert in der Ansicht von oben eine deutlich symmetrischere Ausbildung an beiden Enden. Die Form der Hornplatten lässt sich mit Trapezen, deren Ecken abgerundet sind, vergleichen. Am Scheitel sind die Hornplatten nicht zusammengewachsen und es bleibt ein Spalt, der zwischen 1 cm und 1,5 cm variiert. Zu einem gewissen Teil ist er mit Sediment gefüllt. Die Pfeilnaht ist über das gesamte Parietale nicht zu erkennen. Am rostralen Ende der Gehörnplatten steht eine hohe Wölbung an, die ca. 3,5 cm breit ist und an den Hornzapfen herunter ausläuft. Der Ansatz des Hornzapfens ist nicht über die ersten ⅔ ausgebildet, sondern setzt mittig an und erstreckt sich gleichmäßig nach vorn und hinten. Die Hörner selber sind auf beiden Seiten jedoch abgebrochen. Sinistral endet der Hornzapfen auf Höhe des Jochbogens, dextral ist er noch besser erhalten und hat seine Bruchstruktur erst direkt unterhalb vom Jochbogen. Die Verjüngung der Hornzapfen im distalen Bereich ist gering. Gut zu erkennen ist die starke Kerbenbildung der Hörner, wobei die einzelnen Riefen dem Längsverlauf der Zapfen folgen. Die Hörner sind leicht nach vorn gebogen

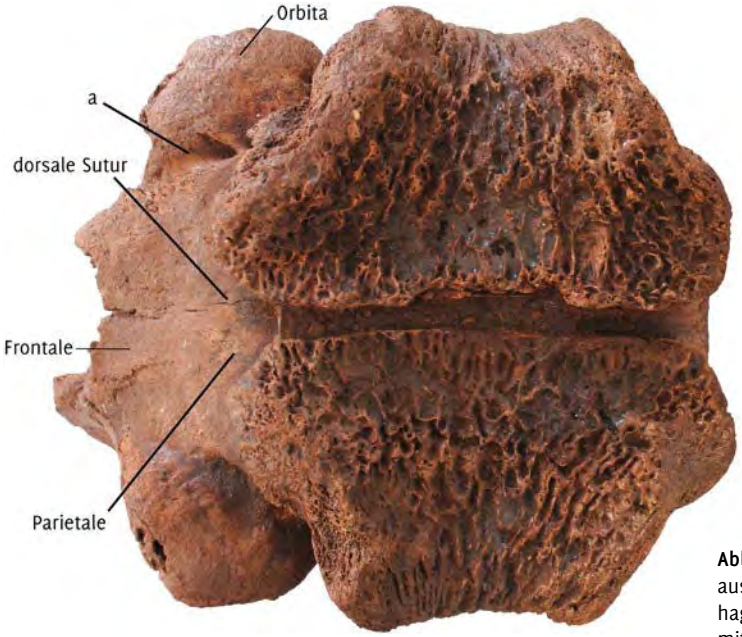


Abb. 14 A Großer Schädel aus dem Dinopark Münchehagen in dorsaler Ansicht mit Kennzeichnung der Knochen, der dorsalen Sutur und einer Rinne (a)



Abb. 14 B Großer Schädel aus dem Dinopark Münchehagen in ventraler Ansicht

und innen von Hohlräumen durchzogen. Die Hörner stehen mit 3,5 cm etwas weiter vom Schädel ab, als bei dem fossilen Schädel aus dem Landesmuseum.

Das Occipitale dieses Schädels steht erneut mit der Unterkante in Richtung Schnauzenspitze (Abb. 13). Der Knochen wirkt an diesem Schädel leicht gestaucht

und breiter. Die grundsätzliche Form bleibt aber erhalten. So sind die äußeren Kanten konvex geformt und die Lambdanaht verläuft leicht konvex und horizontal über die gesamte Breite (Abb. 15). An diesem Schädel lässt sich auch die Sutur zwischen Occipitale und Squamosum verfolgen. Sie beginnt im oberen Bereich an der nach vorn laufenden Kante, die das seitlich stehende Squamosum vom orthogonal dazu befindlichen Occipitale trennt. Auf der rechten Seite ist die Sutur noch einige Zentimeter zu verfolgen. Sie folgt dabei dem Kantenlauf in rostraler Richtung und läuft dann aus. Dabei weist sie eine nur schwache Verzahnung auf. Auf der linken Seite ist sie nur an wenigen kleinen Rissen zu erkennen. Der sich lateral ausbreitende Kamm im oberen Bereich des Knochens ist vorhanden. Hier ähnelt er eher dem des ersten fossilen Schädels und bildet keine nennenswerte Krümmung aus.

Das Lacrimale ist auf der rechten Seite nicht mehr vorhanden, dafür links noch annähernd vollständig. Sofort zu erkennen ist, dass die Lacrimalgrube an diesem Schädel viel stärker eingedrückt ist, als bei den bisher beschriebenen Exemplaren (Abb. 15). Die eigentlichen Suturen zu Nasale und Maxillare sind angewittert. Die Naht zwischen Lacrimale und Jugale ist in ihrem Verlauf der des rezenten Tieres sehr ähnlich, fällt jedoch etwas breiter aus. Zuerst glatt in ihrer Form verzahnt die Sutur nur leicht sobald sie die Wölbung der Orbita trifft. Am oberen Ende des Lacrimale findet sich die bereits beim Frontale erwähnte Wölbung wieder. Unterhalb der Wölbung sind deutliche Rinnenstrukturen zu erkennen, die sich lateral auf den noch vorhandenen Teil der von dem Lacrimale gebildeten Augenhöhle ausbreiten (Abb. 15 A, a).

Von der dextralen Augenhöhle ist noch der hintere, obere Teil vorhanden, der vom Frontale gebildet wird. Sinistral ist die Orbita besser erhalten. Nur der hintere untere Bereich, der vom Frontale und Jugale gebildet wird, ist nicht mehr vorhanden. Beide Orbitae-Ränder sind distal abgebrochen und ihre ursprüngliche Länge in lateraler Richtung ist nicht mehr zu bestimmen. Die Augenhöhlen sind leicht in die rostrale Richtung gekrümmt und annähernd rund im Querschnitt. An der Sutur zwischen Lacrimale und Jugale ist die sinistrale Augenhöhle dreieckig ausgebrochen, und die Naht schließt im Inneren der Orbita nicht mehr bündig ab. Der vom Lacrimale gebildete Teil steht etwas erhöht. Im Innenbereich ist die Oberfläche mit einer dünnen Schicht aus Sedimenten verklebt. Der Nasen-Tränengang ist nicht mehr zu erkennen (Abb. 17).

Das Jugale ist links nicht mehr komplett vorhanden, da der hintere die Orbita bildende Teil, fehlt. Rechts ist das Jochbein vollständig weggebrochen und vom Jochbogen ist auf dieser Seite nur noch der vom Squamosum gebildete Teil vorhanden. Sinistral befinden sich zur Schnauzenspitze hin noch Reste des Maxillare. Im oberen Bereich des Jugale ist der Grat, der eigentlich von der Crista facialis ausgeht, wieder zu erkennen. Im ausgestellten Bereich des Jochbeins unterhalb der Orbita ist beinahe keine Knochensubstanz mehr vorhanden. Eine sehr große Öffnung gibt den Blick auf einen Hohlraum innerhalb dieses Bereiches frei. Die Öffnung ist nur noch von Resten des Knochens durchwachsen. Das Jugale bildet auch hier am Jochbogen eine dreieckige Struktur aus. Der Nahtverlauf beginnt allerdings nicht horizontal, sondern verläuft in einer konvexen Kurve, um anschließend im 90°-Winkel wieder medial abzubiegen. Von unten betrachtet ist links und rechts die ehemalige Position des fehlenden M3 auszumachen.

Das Squamosum verläuft ähnlich wie



Abb. 15 A Großer Schädel aus dem Dinopark Münchehagen in anteriorer Ansicht mit Kennzeichnung der Knochen und Foramina (a)

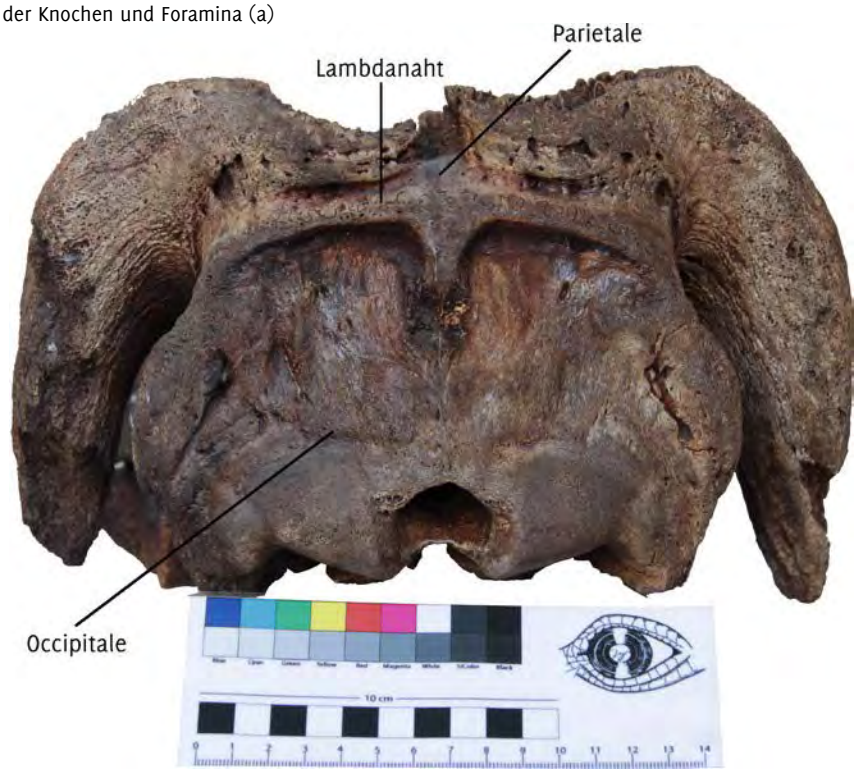


Abb. 15 B Großer Schädel aus dem Dinopark Münchehagen in posteriorer Ansicht mit Kennzeichnung der Knochen und der Lambdanaht



Abb. 16 Großer Schädel aus dem Dinopark Münchehagen. Sicht auf die dorsale Sutur des Frontale.



Abb. 17 Großer Schädel aus dem Dinopark Münchehagen. Sinistrale Orbita. Gut zu erkennen sind der Bruch und die Sedimentablagerungen innerhalb der Augenhöhle.

bei dem ersten eiszeitlichen Schädel. Erwähnenswert ist hier, dass die Anzahl der Foramina sich leicht unterscheidet. Auf der dextralen Seite befinden sich, vertikal angeordnet, zwei größere Foramina. Nach caudal sind zwei weitere kleinere zu erkennen, die hintereinander liegen. Sinistral ist die Oberfläche mit einer Sedimentschicht bedeckt. Der vom Squamosum gebildete Teil des Jochbogens ist ähnlich dem des ersten fossilen Schädels, verbreitert sich jedoch stärker als beim rezenten Vertreter. Beiderseits ist der Meatus acusticus externus noch vollständig vorhanden.

Von vorn betrachtet ist das hintere Ende der linken Turbinalia noch erhalten. Die Wicklung der Knochenlamellen ist noch zu erkennen und wirkt wie die des ersten fossilen Schädels ähnlich abweichend dem vermuteten Grundbauplan des rezenten Exemplars.

Mittelgroßer Schädel aus dem Dinopark Münchehagen

Der zweite Schädel, der aus dem Dinopark stammt, ist kleiner als die bisher angesprochenen. Seine Länge bemisst sich auf 17,7 cm, seine maximale Breite auf 21,8 cm. Der Schädel hat eine graue Farbe und die meisten Knochen des Schädels fehlen. Das Occipitale und ein Großteil des Parietale sowie Elemente des Squamosums sind erhalten (Abbildung 18–20).

Linksseitig fehlt der gesamte rostrale Bereich des Schädels und ist erst auf Höhe der hinteren Hälfte des Squamosums erhalten. Der Bruch läuft annähernd vertikal und von den Hornplatten an in einer konkaven Kurve, sodass der obere Teil dieser ebenfalls erhalten geblieben ist. Die Naht zwischen Parietale und Squamosum ist über dem noch bestehenden Teil beider



Abb. 18 A Mittelgroßer Schädel aus dem Dinopark in sinistraler Ansicht mit Kennzeichnung der Knochen und der Foramina auf dem Squamosum (a)



Abb. 19 A Mittelgroßer Schädel aus dem Dinopark Münchehagen in dorsaler Ansicht



Abb. 18 B Mittelgroßer Schädel aus dem Dinopark Münchehagen in dextraler Ansicht mit Kennzeichnung der Foramina (b)



Abb. 19 B Mittelgroßer Schädel aus dem Dinopark Münchehagen in ventraler Ansicht

Knochen gut zu erkennen. Sie ist gezahnt ausgebildet und folgt dem Verlauf des Hornplattenansatzes. Auf der rechten Seite ist der Knochen etwas besser erhalten. Das Parietale ist auf der rechten Seite in einer konvexen Rundung abgebrochen, die in dorsaler Richtung auslädt, sodass vor der Hornplatte noch ein kleiner Bereich des Parietale überliefert ist direkt bevor es in das Frontale übergehen würde. Die Naht zwischen Parietale und Squamosum endet auf der rechten Seite nicht abrupt, sondern verliert sich in einer Zone mit splittrigem Bruch. Auf beiden Seiten behält die Sutur einen in etwa gleichbleibenden Abstand zum Hornansatz von ca. 1,5 cm. Es fehlt beiderseits der vom Squamosum gebildete Teil des Jochbogens (Abb. 18).

Die hornbildenden Knochenplatten des Schädels sind farblich und von ihrer



Abb. 20 A Mittelgroßer Schädel aus dem Dinopark Münchehagen in anteriorer Ansicht



Abb. 20 B Mittelgroßer Schädel aus dem Dinopark Münchehagen in posteriorer Ansicht mit Kennzeichnung des Occipitale und des Foramen magnum

Oberflächenbeschaffenheit her kaum vom restlichen Schädel zu unterscheiden. Der Ansatz der Hornplatten ist in seinem Verlauf vergleichbar mit dem der größeren Schädel. Die Oberfläche der Hornplatten dagegen ist, anders als bisher, nicht von Hohlräumen geprägt, sondern besteht im Verhältnis dazu aus deutlich mehr Knochenmaterial, das nur sporadisch von einzelnen kleinen bis mittelgroßen Löchern durchsetzt ist. Erst lateral weist die Oberfläche beiderseits unzählige kleine Hohlräume auf, und am Scheitel sind die Hornplatten geprägt von größeren Löchern und Riefen. Sie sind nicht zusammengewachsen und haben zudem einen unregelmäßigen Abstand zueinander (Abb. 19).

Dextral ist ein Rest des Hornzapfens erhalten, dessen Ansatz sich mittig abzeichnet. Im vorderen Bereich des Ansatzes sind große Löcher zu erkennen. Der vorhandene Teil des Hornzapfens biegt sich nicht herunter, sondern steht seitlich nur leicht nach unten orientiert ungefähr 7 cm aus dem Schädel heraus. Die Oberfläche des Hornzapfens ist wie die äußere Seite der Hornplatte von vielen kleinen Hohlräumen mit einer locker-maschigen Erscheinung übersät. Der Blick von vorn auf den Schädel lässt dorsal, im Bereich des Parietale, ebenfalls große Hohlräume mit dem oben bereits genannten spongiösen Erscheinungsbild erkennen. Der Bruch gibt auch die Sicht auf die nicht ganz faustgroße Hirnkapsel frei.

Das Occipitale steht seitlich betrachtet beinahe lotrecht. Lateral zu beiden Seiten weggebrochen, ist kein konvexer Verlauf mehr zu erkennen. Die Lambdanaht ist auf der linken Seite nur anhand einiger weniger Risse zu ermitteln. Sie hat dabei einen vergleichbaren Verlauf wie die der bisherigen Schädel. Die Condylen des Atlaswirbels sind nicht mehr vorhanden. An ihrer Position befinden sich statt glatter Oberflächen viele kleine Hohlräume, die auch an den abgebrochenen Seitenkanten des Occipitale entlang vorzufinden sind. Der Dorn im oberen Drittel des Knochens ist vorhanden und der daraus entstehende

Kamm ist nur leicht konvex gekrümmt. Insgesamt ist das Occipitale vergleichsweise flach und eben (Abb. 20).

Auf beiden Seiten des Squamosums befindet sich auf der schräg liegenden, konkaven Fläche jeweils ein Foramen sehr weit caudal auf mittlerer Höhe. Dextral sind weiter vorne noch zwei weitere Foramina vorhanden. Alle sind sie relativ klein und rundlich im Querschnitt (Abb. 18 A, a und 18 B, b).



Abb. 21 A Kleiner Schädel aus dem Dinopark Münchehagen in sinistraler Ansicht mit Kennzeichnung der Knochen

Kleiner Schädel aus dem Dinopark Münchehagen

Der dritte und kleinste Schädel, der aus dem Dinopark stammt, ist gelbbraun bis dunkelbraun gefärbt. Er ist ca. 19,5 cm lang und 21 cm breit. An dem Schädel sind Teile des Frontale, das Parietale und Occipitale sowie Elemente des Squamosums erhalten geblieben. Die breiteste Stelle des Schädels markieren erneut die Hörner, da der Großteil der Augenhöhlen fehlt (Abb. 21–23).



Abb. 21 B Kleiner Schädel aus dem Dinopark Münchehagen in dextraler Ansicht

Das Frontale ist zur Schnauzenspitze hin abgebrochen, so dass die Sutur zum Nasale und Lacrimale nicht mehr zu erkennen ist. Dextral ist noch ein Teilabschnitt der Orbita erhalten geblieben. Von oben betrachtet, verläuft die Bruchkante ab der Mitte der rechten Augenhöhle in medialer Richtung nach vorn. Noch vor der dorsalen Sutur wandert die Bruchkante in einer konkaven Kurve in caudaler Richtung. Sinistral endet der Bruch in einer schmalen Spitze. Danach läuft die Bruchkante fast vertikal nach hinten. Sinistral endet sie am caudalen Ende der Augenhöhlenwurzel.

Auf der dextralen Seite ist am oberen Ende der Orbita eine Rinnenstruktur zu erkennen, die in einem Foramen endet (Abb. 22 A). Sinistral ist am Rand der Bruchkante noch das Foramen dieser Struktur vorhanden. Mittig des Frontale ist die dorsale Sutur gut zu erkennen, die leicht gezahnt, vertikal über das Frontale läuft. Die Kranznaht ist nicht zu erkennen, und da das Parietale bei diesem Schädel nicht gewinkelt an das Frontale ansetzt, bilden beide Knochen eine durchgehende, horizontal verlaufende Fläche. Die dorsale Sutur, die auf dem Scheitelbein in die Pfeilnaht übergeht, ist noch zu erkennen. Sie verläuft weiterhin sehr gerade und verzahnt. Stellenweise unterbrochen, ist sie ab der Mitte des Scheitelbeins nur noch als breite grauschwarze Linie vom restlichen Knochen zu trennen (Abb. 22 A).

Am Parietale bildet sich auf jeder Seite ein Hornzapfen aus, der sich in einem Abstand von ca. 3,5 cm zum Schädel herunter biegt und auf Höhe des Jochbogens

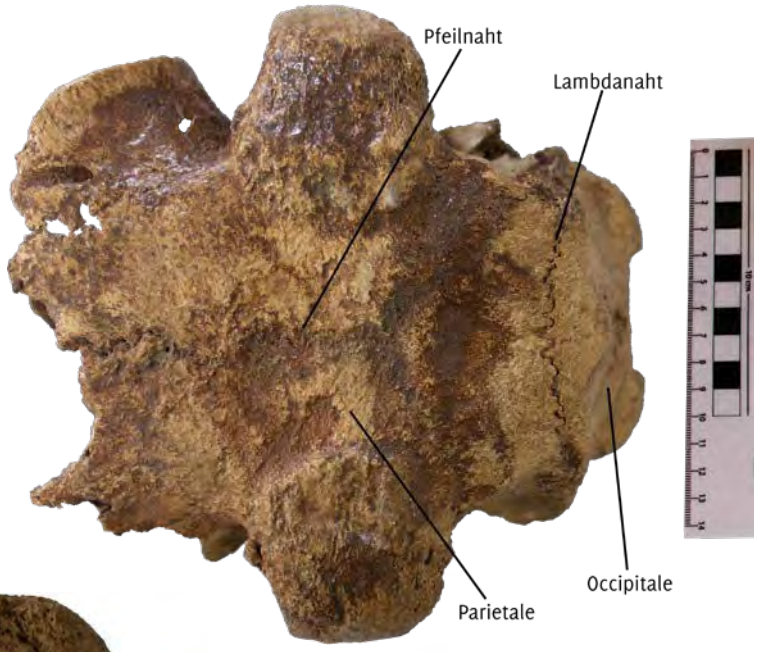


Abb. 22 A Kleiner Schädel aus dem Dinopark Münchehagen in dorsaler Ansicht mit Kennzeichnung der Knochen, der Pfeilnaht und der Lambdanaht



Abb. 22 B Kleiner Schädel aus dem Dinopark Münchehagen in ventraler Ansicht

abgebrochen ist. Es sind fast keine Hornplatten ausgebildet und die Hörner stehen weit auseinander. Ihre Wurzeln greifen nur gering in medialer Richtung auf den Knochen über. Die Oberfläche der Hörner weist eine leichte, vertikale Riefung auf. Auf Höhe des hinteren Endes der Hornwurzel teilt sich die Pfeilnaht nach links und rechts auf. Sie verläuft ab da in einem Winkel von 65° nach außen und streift dabei beinahe die Hornwurzeln. Seitlich betrachtet wandert die Naht wieder deutlich



Abb. 23 A Kleiner Schädel aus dem Dinopark Münchehagen in anteriorer Ansicht

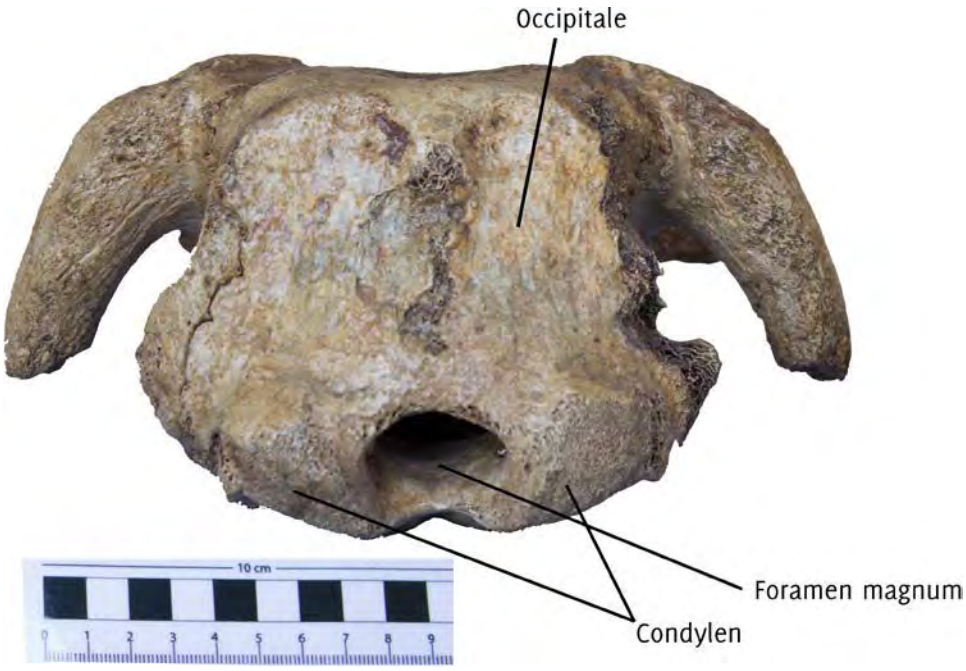


Abb. 23 B Kleiner Schädel aus dem Dinopark Münchehagen in posteriorer Ansicht mit Kennzeichnung des Occipitale, des Foramen magnum und der Gelenkköpfe

als verzahnte Sutur kenntlich, direkt unter den Hornzapfen in rostraler Richtung zurück. Erreicht die Sutur den Mittelpunkt der Wurzel, knickt sie nach unten ab und läuft glatt ausgebildet leicht in caudaler Richtung nach unten, um die Sutur zwischen Parietale und Squamosum zu treffen.

Der Nahtverlauf zwischen Parietale und Squamosum ist vergleichbar mit dem des rezenten Schädels. Der Übergang zur Lambdanaht ist nicht genau ersichtlich. Die Lambdanaht selbst ist jedoch über den Großteil ihres Verlaufs zu erkennen. Nur leicht konvex ausgebildet, setzt sie sehr weit caudal am Parietale an. Dabei ist sie so flächig positioniert, dass sie nur in der Dorsalsicht zu erkennen ist (Abb. 24). Der Blick von hinten auf das Occipitale lässt die Lambdanaht nicht erkennen (Abb. 23 A).

Beim Occipitale ist die rechte Außenkante des Knochens abgebrochen, und die Sutur zwischen Occipitale und Squamosum nicht mehr zu erkennen. Der Bruch zieht sich an der Seite des Schädels herunter. Dabei wandert er nach unten leicht in Richtung Schnauzenspitze über das Parietale, Teile vom Occipitale und über den hintersten Teil des Squamosums knapp am äußeren Gehörgang vorbei.

Auf der linken Seite ist der Knochen besser erhalten, die Sutur zwischen Occipitale und Squamosum ist aber dennoch nicht zu erkennen. Insgesamt ist die linke Seite aber nahezu vollständig. Der Knochen läuft unter der Mitte in einer konvexen Kurve in die Breite. Auf der Oberfläche des Occipitale ist sinistral ein großer vertikaler Riss ausgebildet. Die Condylen des Atlas sind verwittert. An ihrer Position lassen sich unzählige kleine Hohlräume erkennen und der Knochen ist an diesen Stellen nach hinten deutlich ausgestellt. Betrachtet man das Occipitale von der Seite, läuft es dorsal erst sehr gerade nach unten. Zu Beginn des zweiten Drittels läuft der Knochen in caudaler Richtung aus und nimmt dabei eine konkave Form an. Der Verlauf im untersten Bereich wird von den konvexen Condylen bestimmt.



Abb. 24 Kleiner Schädel aus dem Dinopark Münchehagen. Dorsale Sicht auf die Lambdanaht.

Das Squamosum dieses Schädels ist hinter dem Jochbogen abgebrochen. Der Bruch läuft von unten nach oben in Richtung der Schnauzenspitze medial zusammen. Die Form des Squamosums ist mit dem der anderen Schädel vergleichbar. Dextral ist die Oberfläche im unteren Bereich von Sediment bedeckt. Auf beiden Seiten ist im hinteren Bereich der Oberfläche je ein kleines Foramen auszumachen. Der Meatus acusticus externus ist beiderseits annähernd vollständig vorhanden.

Bei Betrachtung des Schädels von vorn sind wie beim zuvor beschriebenen Schädel große Hohlräume auf Höhe des Frontale und Parietale zu erkennen.



Abb. 25 Einzelnes Parietale aus dem Dinopark Münchehagen in A sinistrale, B dextraler, C dorsaler, D ventraler, E anteriorer und F posteriorer Ansicht

Einzelnes Parietale aus dem Dinopark Münchehagen

Das einzelne Parietale ist 14,5 cm lang, 16,5 cm breit (Abbildung 25 A–F). Die Oberfläche des Knochens ist glatt. In der Mitte der Fläche befindet sich ein kleineres Foramen. Suturen sind fast keine zu erkennen und die Hornzapfen sind ebenfalls nicht vorhanden. Seitlich betrachtet, zeichnen sich die Ansatzstellen der Hörner ab. Leicht oval im Querschnitt ist die Oberfläche hier vermehrt von Hohlräumen geprägt und lässt sich so gut vom Rest des Knochens abgrenzen. Unterhalb dieser Flächen läuft das Parietale noch ca. 1,5 cm weiter. Von vorn betrachtet, sind große

Hohlräume innerhalb des Parietale zu erkennen. Von hinten betrachtet sind Reste der Lambdanaht auszumachen. Ventral betrachtet, gibt der Knochen die Sicht auf die hier etwa faustgroße Hirnkapsel frei.

Zu den Beschreibungen der Schädel wurde mithilfe des Agisoft Photoscan Programms des Niedersächsischen Landesmuseums Hannover von den drei am besten erhaltenen Schädeln jeweils ein 3D-Modell zur Visualisierung erstellt (Abb. 26).



Abb. 26 Photogrammetrisches 3D-Modell des großen Schädels aus dem Dinopark Münchehagen

Diskussion

Der beschriebene rezente Schädel wird in den Unterlagen des Niedersächsischen Landesmuseums als *Ovibos moschatus wardi,* also als ein Moschusochse aus Grönland geführt. Dabei soll es sich um ein weibliches Tier handeln, das bereits 1903 gefunden bzw. „beschafft" wurde. Hätten die alten Unterteilungen des Moschusochsens in die drei Unterarten *O. moschatus moschatus, O. moschatus wardi,* und *O. moschatus niphoecus* noch ihre Gültigkeit, würden die anatomischen Merkmale des Grönländischen Moschusochsens, die schon Kowarzik (1904) beschrieben hat, dies bestätigen. Dazu zählen z. B. eine stärkere konvexe Biegung des Nackenkamms oder das Fehlen einer Lacrimalgrube. Die relativ kurze Basis der Hornplatten (162 mm) ist ein weiteres Indiz dafür, da *O. moschatus wardi* laut Kowarzik (1904) auch die kleinste Basis der drei Arten besitzt.

Bei der Bestimmung des Geschlechts kommt es jedoch zu einigen Ungereimtheiten. Die sichtbaren Suturen des Schädels sind breit und sehr gut zu erkennen, das spricht für die Annahme des weiblichen Geschlechts: „The sutures in the skull of the female remain open, or at least distinctly traceable, throughout life" (Allen 1913). Allerdings sind einige Suturen wie die zwischen den beiden Frontalia und die Pfeilnaht nicht mehr zu erkennen und komplett verschmolzen, obwohl diese bei weiblichen Tieren auch im hohen Alter noch deutlich zu erkennen sind. Das aussagekräftigste Merkmal, das für ein männliches Tier spricht, sind die Hornplattenbasen. Diese können zwar bei einem weiblichen Tier im höheren Alter am Scheitel dicht zusammenwachsen, bilden dann aber eine nicht annähernd so große Verbreiterung über dem Parietale aus wie es an diesem Schädel der Fall ist. Aufgrund dieser Merkmale kann davon ausgegangen werden, dass das Geschlecht damals falsch zu den Akten genommen wurde, und es sich hier nicht um ein weibliches, sondern ein männliches Tier handelt.

Im Hinblick auf die Größe des Schädels ist davon auszugehen, dass hier ein ausgewachsenes Tier vorliegt. Raufuss & von Königswald (1999) erstellten eine Tabelle, in der die geringste Breite des Occipitale und die Länge des Basioccipitale ihrer bearbeiteten Schädel gegeneinander aufgetragen sind. Beim Vergleich der Daten des hier angesprochenen Schädels mit denen in der Tabelle, kommt man zu dem Schluss, dass dieser mit 126 mm Breite und 72 mm Länge zu einem adulten

Männchen gehört haben muss. Aufgrund der beginnenden Fusion beider Hornbasen und unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Männchen oft nicht so alt werden wie die Weibchen, kann das Alter des Tieres auf 12–13 Jahre geschätzt werden.

Der fossile Schädel aus dem Landesmuseum bzw. aus dem LBEG kann aufgrund seines recht guten Zustands nur wenig Transport erfahren haben. Da jedoch das Praemaxillare und das Dentale fehlen, dürfte das Tier nicht direkt an seinem Fundort verendet sein. Hebt man den Schädel an, fällt als erstes das enorme Gewicht auf. Obwohl nicht ganz vollständig, ist er doch merklich schwerer als der rezente Schädel. Vergleicht man seine Schädellänge mit der des rezenten Tieres, ist der fossile Schädel bis zum rostralen Ende des Maxillare zwar mit 38,5 cm um 0,5 cm länger, jedoch an seiner breitesten Stelle, an an der Orbita, mit 23,5 cm um 1,5 cm schmaler als der des grönländischen Tieres. Da das Alter und die Breite an den Augenhöhlen in gewissem Maße korrelieren, ist anzunehmen, dass dieses eiszeitliche Exemplar zum Zeitpunkt seines Todes deutlich jünger war als das rezente. Die Tatsache, dass die Hornbasen sich zwar schon über das gesamte Parietale ausgebreitet haben, aber am Scheitel keine Anhaltspunkte für ein Zusammenwachsen geben, bekräftigt diese Vermutung. Unter Verwendung der von Raufuss & von Königswald (1999) angewendeten Messstrecken hat das Occipitale 131 mm Breite und 78 mm Länge am Basioccipitale. Damit liegt der Schädel im mittleren Bereich der fossilen männlichen Schädel, die insgesamt etwas höher in der Tabelle angesiedelt sind und auch über dem des rezenten Tieres liegen (s. o.). Mit diesen Erkenntnissen muss das Alter niedriger angesetzt werden als bei dem ersten Exemplar. Da es sich hier erneut um ein Männchen handelt, könnte sich das Alter mit hoher Wahrscheinlichkeit auf ca. 9 Jahre belaufen.

Da der große Schädel aus dem Dinopark unvollständiger ist, muss er einen deutlich weiteren Transportweg gehabt haben, als der Schädel aus dem Landesmuseum. Aufgrund der Sedimentablagerungen an den noch vorhandenen Knochen ist es durchaus möglich, dass der Schädel über ein Flusssystem mit anfangs hoher Fließgeschwindigkeit in Gebiete mit langsamerer Strömung transportiert wurde und sich anschließend im Flussbett oder einem stehenden Gewässer ablagerte. Denkbar wäre jedoch auch ein Verbleiben an einer Stelle mit höheren Fließgeschwindigkeiten (z. B. im Sedimentationsbereich hinter größeren Geröllen oder Findlingen) und ein allmähliches „Abwittern" einzelner Elemente.

Der Schädel ist gemessen an Occipitale (140 mm) und Basioccipitale (84 mm) noch einmal größer als die aus dem Landesmuseum. Bei diesen Werten handelt es sich definitiv wieder um ein adultes Männchen.

Die beachtliche Hornplattenbasis und die Größe des Schädels könnten zunächst ein recht hohes Alter erwarten lassen. Beim Vergleich der Suturen jedoch fällt auf, dass die Naht zwischen beiden Seiten des Frontale noch zuerkennen und die zwischen Frontale und Lacrimale breiter als bei dem fossilen Schädel aus dem Landesmuseum ist. Aus Allens Untersuchungen (1913) geht hervor, dass die Naht der Frontalia erst bei 7- bis 8-jährigen Tieren fusioniert und die zwischen Frontale und Lacrimale sich ab dem 10. Lebensjahr zu schließen beginnt. Zudem betont er, dass eine hohe Variabilität in der Größe seiner zur Verfügung stehenden Schädel besteht, unabhängig von ihrem Geschlecht. „The oldest skulls, whether male or female, are not always the largest of the series, there being a wide range of individual variation

independent of sex and age. Some obviously very old skulls are below the normal or average size of the series“ (Allen 1913). Aufgrund dieser Fakten dürfte dieses Tier jünger gewesen sein, als das aus dem Landesmuseum. Die Hornplatten sind in dieser Situation nicht dienlich für genauere Altersangaben, da diese sich bereits bei fünfjährigen Tieren über das gesamte Parietale erstrecken und lediglich am Scheitel noch nicht zusammengewachsen sind. Weil aber die Sutur zwischen den Frontalia bereits sehr schmal ist und das Lacrimale erst in höherem Alter beginnt mit dem Frontale zu fusionieren, dürfte das Alter dieses Tieres zwischen 6 und 7 Jahren liegen.

An dem mittelgroßen Schädel aus dem Dinopark sind einige der oben genannten Anhaltspunkte, z. B. die Sutur zwischen beiden Frontalia, nicht mehr vorhanden, sodass das Alter des Tieres nicht genau eingeschätzt werden kann. Mit den Werten von Occipitale (116 mm) und Basioccipitale (70 mm) liegt der Schädel nach der Tabelle von Raufuss und von Königswald (1999) im Bereich rezenter adulter Weibchen. Da die Hornplatten aber doch deutlich zu erkennen und größer sind, kann es sich hier nur um ein juveniles, männliches Tier handeln.

Die Hornplatten sind bereits über das gesamte Parietale gewachsen. Verwunderlich ist dabei, dass sich auf den Überresten der Hornplatten keine Hohlräume finden wie bei den Vergleichsstücken. Es könnte angenommen werden, dass sich diese aufgrund einer geringeren Dicke der Platten noch nicht gebildet haben und erst ab einer bestimmten Größe auftreten. Lönnberg (1900) schreibt dazu, dass die Horn-Knochenplatten erst ab dem vierten Sommer beginnen, sich über die Basis der Hörner hinaus auf das Parietale auszubreiten und im Anschluss ein Mantel aus Hornsubstanz darüber wächst. Der Verdacht liegt nahe, dass dieses Tier sich zum Zeitpunkt des Todes im Zwischenstadium dieser beiden Wachstumsperioden befand und die Hohlräume erst mit dem Mantel entstehen, da dieser den Großteil der Hornsubstanz auf dem Parietale bildet. Bei Betrachtung des größeren Schädels aus der Dinopark-Sammlung, sind deutlich flachere Stellen an den Hornplatten zu erkennen, als an diesem Schädel, bei denen mehr Substanz fehlt und dennoch Hohlräume vorhanden sind. Unwahrscheinlich wäre es auch, wenn die Hohlräume erst entstehen nachdem die Hornplatten von dem Mantel aus Hornsubstanz überwachsen wurden und an Masse zugelegt haben.

Aufgrund der etwas geringeren Größe von Occipitale und Basioccipitale dürfte das Alter des mittelgroßen Exemplars zwischen 4 und 5 Jahren liegen. Es zeigt sich hier erneut, wie unterschiedlich sich diese Tiere entwickeln. Beim Vergleich der Länge der Hörnerbasis dieses Schädels mit der des eiszeitlichen Schädels aus dem Landesmuseum kann festgestellt werden, dass sie an diesem Exemplar bereits 6 cm länger ist, als an dem des ausgewachsenen, älteren Tieres.

Der letzte Schädel, der aus dem Dinopark stammt, ist noch etwas kleiner als die anderen Schädel. Mit seiner Größe liegt er im Bereich rezenter, adulter Weibchen. Die Orientierung der Hörner weist jedoch bereits nach unten, was laut Allen (1913) erst ab dem 3. bis 4. Lebensjahr beginnt. Das Alter dürfte auch um einige Jahre höher liegen, denn die Kranznaht ist bereits komplett fusioniert, und auch die Pfeilnaht weist bereits deutlich Anzeichen eines Zusammenwachsens auf. Obwohl die Sutur zwischen Frontale und Parietale bereits verschwunden ist, sind keine Hornplatten ausgebildet, was unweigerlich zu dem Schluss führt, dass es sich hier um

ein weibliches Tier handelt, das sechs oder mehr Jahre alt ist. Ganz genau lässt sich das Alter nicht bestimmen, da bei weiblichen Tieren auch im höheren Alter einige Nähte, wie z. B. die Pfeilnaht, nicht vollständig verschwinden. Jedoch breiten sich auch bei weiblichen Tieren später die Hörner in Richtung vom Parietale aus. Diese entwickeln sich zwar nicht annähernd so exzessiv wie es bei den Männchen schon mit 5–6 Jahren der Fall ist, doch dient es als Anhaltspunkt, um eine Obergrenze für das Alter auf nicht mehr als 12 Jahre festzulegen. Für eine bessere Eingrenzung fehlt es bei diesem Exemplar leider an anatomischen Merkmalen wie beispielsweise der Orbita-Ausbildung. Stand während der Mitte des 19. Jahrhunderts die Frage nach den näheren Verwandtschaftsverhältnissen von *Ovibos moschatus* zu Rindern *(Bos)* oder Schafen *(Ovis)* im Mittelpunkt, begannen sich Wissenschaftler Anfang des 20. Jahrhunderts besonders damit auseinander zu setzen, in wie viele Unterarten der rezente Moschusochse zu unterteilen ist und welche anatomischen Charakteristika sich für diese Unterteilung eignen. Die ontogenetische Entwicklung der Hörner sowie Fellfärbung und das Vorhandensein der Lacrimalgrube gerieten dabei oft in den Fokus. Ein Vergleich der in der Literatur beschriebenen Merkmale der einzelnen Unterarten miteinander macht deutlich wie häufig sich diese ähneln bzw. überschneiden. Die Gliederung in die Unterarten *Ovibos moschatus moschatus, O. moschatus wardi* und *O. moschatus niphoecus* wird heute nicht mehr vorgenommen, und die Unterschiede in Knochenbau und Fellfärbung werden als eine erhöhte anatomischen Diversität innerhalb der Art *Ovibos moschatus* aufgefasst. Die Diskussion über eine Artenunterteilung ist jedoch nicht erloschen, sondern hat sich auf die Frage verlagert, ob die Differenzierung in eine eiszeitliche *(O. pallantis)* und eine rezente Art *(O. moschatus)* gerechtfertigt ist oder, ob auch in diesem Fall die anatomischen Unterschiede nicht ausreichen, um diese Unterteilung zu rechtfertigen.

Die große Bandbreite an unterschiedlichen Merkmalen des Moschusochsens führt dabei zu einigen Schwierigkeiten. Der Vergleich der vorliegenden eiszeitlichen Schädel mit dem rezenten Schädel aus dem Landesmuseum und mit in der Literatur beschriebenen ebenfalls rezenten Schädeln, zeigt das gleiche Problem wie schon bei der Artunterteilung der heutigen Tiere. An den eiszeitlichen Schädeln lassen sich ähnlich viele Unterschiede und Gemeinsamkeiten zu rezenten Tieren feststellen wie schon bei den rezenten Tieren als in sich geschlossener Gruppe. Um das Problem zu verdeutlichen, lassen sich einige Beispiele (unter Verwendung der ehemaligen Einteilung des rezenten Moschusochsens in die drei genannten Arten) anbringen. Der Occipitalkamm der aus Alaska stammenden Moschusochsen verläuft meist flach nach außen, ähnlich wie bei den beschriebenen eiszeitlichen Schädeln. Bei dem grönländischen Tier bildet er jedoch eine deutliche Krümmung aus. Die Form des Basioccipitale stimmt jedoch bei dem eiszeitlichen Tier mit der des *O. wardi* und *O. moschatus* überein. Nur der ebenfalls in Alaska beheimatete *O. niphoecus* bildet eine leicht abgeänderte Form aus. Die Form des Lacrimale birgt erneut Widersprüchliches. In der Literatur wird den rezenten Arten eine Lacrimalgrube oft abgesprochen, sie sei nur bei *O. pallantis* vorzufinden. Allen (1913) schreibt jedoch über eine eindeutig zu identifizierende Lacrimalgrube bei den meisten seiner vor allem aus Grönland *(O. moschatus wardi)* stammenden Exemplare.

Dass die Anatomie des eiszeitlichen Moschusochsens eine ähnlich hohe Diversität

aufweist, zeigt sich bereits an einigen Beispielen der drei hier beschriebenen Schädel männlicher Exemplare. Der aus dem Dinopark stammende mittelgroße Schädel besitzt bereits eine Hornbasis, die um einige Zentimeter länger ist, als die des vermutlich ältesten Tieres aus dem Landesmuseum, während der große Schädel aus dem Dinopark die breiteste Basis ausgebildet hat, obwohl er mit 6–7 Jahren Alter doch deutlich jünger einzuschätzen ist als der älteste Schädel mit 9 Jahren. In der Form ihres Occipitalkamms gleichen sich jedoch alle drei Schädel. Der Schädel aus dem Landesmuseum und der große Schädel des Dinoparks weisen beide eine Lacrimalgrube auf, diese ist jedoch bei letzterem deutlicher ausgeprägt.

Der einzige Punkt, in dem sich die Moschusochsen der Eiszeit von den rezenten Tieren abheben, ist ihre Größe. *Ovibos* unterliegt zwar auch hier Schwankungen, doch die eiszeitlichen Exemplare weisen höhere Werte auf und gelten allgemein um bis zu 25 % größer als die heutigen Vertreter. Dieser Unterschied der Größe könnte sich auch auf den Knochenbau ausgewirkt und zugelassen haben, dass bei pleistozänen Tieren in Bereichen wie z. B. dem Jochbogen kräftigere Knochen ausgebildet wurden. Raufuss & von Königswald (1999) bewerten den Größenunterschied jedoch als ein nicht ausreichendes Kriterium für eine Abgrenzung und suggerieren, dass er durch günstigere Lebensbedingungen zustande kam: „We regard size difference alone to be an insufficient basis for the distinction of subspecies." (Raufuss & von Königswald 1999: 4) The large size of European Weichselian muskoxen suggests favourable ecological conditions with optimal feeding." (Raufuss & von Königswald 1999: 5) Eine hohe anatomische Diversität ist bei verwandten Arten des Moschusochsens ebenfalls zu finden. *Symbos cavifrons* und *Bootherium bombifrons* wurden lange Zeit in zwei eigenständige Taxa aufgeteilt, da nicht genau zwischen individuellen Unterschieden und Geschlechtsdimorphismen unterschieden werden konnte. Die Überreste dieser Arten wurden jedoch meistens zusammen gefunden und auch in der Schädelgröße beider Arten bestehen Überschneidungen. Heute werden *Symbos* als männliche und *Bootherium* als weibliche Vertreter desselben Taxons geführt. „All the preceding reasons led […] to consider them male (Symbos) and female (Bootherium) of the same genus (Bootherium)." (Campos et al. 2010)

In neuen Arbeiten wird mittlerweile versucht, diese Fragestellung unter Zuhilfenahme von Protein- und DNA-Analysemethoden endgültig zu klären. Campos et al. (2010) stellten Untersuchungen zur genetischen Vielfalt des Moschusochsens an und kamen zu dem Ergebnis, dass diese in den letzten 60 000 Jahren deutlich zu erkennenden Schwankungen unterlag und primär auf wechselnde klimatische Bedingungen und damit einhergehende Veränderungen des Lebensraums zurückzuführen sind. Grundsätzlich steigt die genetische Diversität dieser Art bei globaler Abkühlung und war während des Pleistozän insgesamt höher als heute. Mithilfe der DNA-Analytik konnten bereits die ausgestorbenen, nearktischen Verwandten des Moschusochsens *Bootherium* und *Euceratherium* phylogenetisch klar abgegrenzt werden. Wohingegen *Praeovibos* als ein sehr nahestehender Verwandter von *Ovibos* identifiziert wurde. Obwohl zu Lebzeiten weiter südlich angesiedelt, fällt *Praeovibos* in die genetische Reichweite des Moschusochsens und zusammen mit seiner Herkunft aus Beringia, aus der auch die ältesten bekannten Fossilien von Moschusochsen stammen, liegt die Theorie nahe, dass es sich hierbei um einen kosmopolitischeren

Vorfahren des Moschusochsens handelt (Campos et al. 2010).

Weitere Untersuchungen von Campos et al. (2010) zeigten, dass *Ovibos* Grönland als letztes Gebiet kolonisierte und dass Nordamerika der Ursprung dieser Population war. Interessanterweise deckt sich dieses Ergebnis mit einer bereits von Kowarzik im Jahre 1904 aufgestellten Theorie überraschend gut: In dieser wird von ihm vermutet, dass sich *Ovibos* nach seiner Besiedlung des amerikanischen Kontinents weiter nach Osten ausbreitete und sich im Laufe dieser Zeit die anatomische Vielfalt der früher umstrittenen Unterarten entwickelte. Besonders bestätigt sah er sich in seiner Theorie dadurch, dass er keine Lacrimalgrube an den von ihm untersuchten Exemplaren vorfand, die aus östlichen Regionen stammten. Diese Beobachtung deutete er als ein Zeichen der Weiterentwicklung von *Ovibos*. Die Theorie, dass grönländische Exemplare keine Lacrimalgrube ausbilden, wurde von Allen nur wenig später widerlegt, als dieser an seinen aus Grönland stammenden Schädeln durchaus Lacrimalgruben zu finden vermochte. Dabei ist zu beachten, dass der Begriff „Grube" immer einer subjektiven Einschätzung unterliegt und daher bei den stark hervorstehenden Orbitae des Moschusochsen eine Lacrimalgrube durchaus auch fehlinterpretiert oder zumindest abweichend bewertet werden kann. Kowarzik (1904) hatte somit zwar eine mittlerweile sogar bestätigte Theorie, konnte diese jedoch nicht auf der Basis anatomischer Merkmale gründen.

Eine Unterteilung nur anhand osteologischer Merkmale ist schwierig. Bedenkt man wie sehr die rezenten Tiere in ihren Merkmalen (Skelett, Fellfärbung etc.) variieren, ist die Unterteilung in eine rezente *(O. moschatus)* und eine eiszeitliche *(O. pallantis)* Art nur anhand solcher Anhaltspunkte nahezu unmöglich. Auch die eiszeitlichen Tiere weisen ein vergleichbares Maß an Unterschieden und Gemeinsamkeiten auf. Es scheint also notwendig die DNA-Analytik zu nutzen. Wie zielführend diese Untersuchungen im Falle von *Ovibos moschatus* sind, bleibt abzuwarten. Weitere Forschungsarbeiten, die sich speziell mit dieser Thematik befassen werden zeigen, ob die Artenunterteilung unter Anwendung von Anatomie und Analytik endgültig geklärt werden kann oder, ob es dabei zu weiteren Diskussionsthemen kommt.

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt Frau Dr. Annette Richter, die mich durch ihre Wirbeltierpaläontologie-Vorlesung an der Leibniz Universität Hannover für dieses Fach begeistert hat, diese Arbeit anregte und mich sowohl bei der Erstellung der Fakultätsversion als auch der vorliegenden Publikationsversion inhaltlich stets umfänglich unterstützte, beriet und motivierte. Zudem wies sie mich in das druckreife naturwissenschaftliche Zeichnen ein und übernahm ein gründliches Vor-Lektorat für die vorliegende Version. Im Vorfeld der Arbeit hatte sie die Verknüpfung mit dem Dinopark-Material eingeleitet und die Arbeitsmöglichkeiten und den Umgang mit dem Originalmaterial ausgehandelt.

Daher gebührt der weitere besondere Dank Herrn Nils Knötschke aus dem Dinopark Münchehagen für die Bereitstellung der Exponate, ohne die diese Arbeit nicht annähernd so umfangreich geworden wäre, für das Vertrauen, das mir entgegen gebracht wurde, die Exponate aus logistischen Gründen in die Magazine des Landesmuseums zu überführen und dort zu bearbeiten und letztendlich für die Kooperation des Dinoparks, die ohne ihn nicht in diesem Maße möglich gewesen wäre.

Außerdem möchte ich mich noch einmal herzlich für Kost und Logis während meiner Tage im Dinopark Münchehagen bedanken.

Zudem gebührt der Leiterin der geowissenschaftlichen Sammlungen des LBEG, Frau Dr. Carmen Heunisch großer Dank, dass sie langfristige Leihgaben ihres Hauses vertrauensvoll am Landesmuseum beließ und mit der Bearbeitung durch studentische Dritte einverstanden war, wie sie der vollständigste der Schädel erfahren hat.

Danken möchte ich auch von ganzem Herzen Herrn Prof. Dr. Carsten Brauckmann für die schnelle und wohlwollende Korrektur und akademische Begutachtung dieser Arbeit.

Auch bei einer weiteren Mitarbeiterin des Landesmuseums Hannover möchte ich mich bedanken, nämlich bei Frau Annina Böhme, die mir unter anderem bei der Aufnahme der Fotos zur Erstellung der 3D-Modelle eine große Hilfe war.

Frau Christine Abitz vom Niedersächsischen Landesamt für Denkmalpflege möchte ich dafür danken, dass sie sich die Zeit genommen hat, mich mit dem Agisoft Programm zur Photogrammetrie vertraut zu machen, was zu einem erheblichen Mehrwert der Arbeit führte.

Ich danke der Leibniz Universität Hannover und dem Institut für Geologie sowie dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses, Prof. Dr. Jürgen Böttcher, für die Ermöglichung dieses interdisziplinären und interinstitutionellen Bachelor-Forschungsprojekts.

Ganz besonders herzlich danke ich den Herren Dr. Franz-Jürgen Harms und Dr. Dieter Schulz von der NGH für das akribische Endlektorat dieses Manuskripts, das zu seiner endgültigen Veröffentlichungsreife führte.

Meinen Eltern und meinem Bruder möchte ich dafür danken, dass sie mich in meiner Entscheidung, die Hochschulreife nachzuholen und zu studieren, stets bestärkt haben, und meinen Eltern danke ich dafür, dass sie mir mit ihrer finanziellen Unterstützung dieses Studium überhaupt erst ermöglicht haben.

Zuletzt danke ich meiner Lebensgefährtin, die mich vor allem moralisch unterstützt, mit mir zusammen alle Hürden während des Studiums überwunden hat und durch alle Schwierigkeiten und Tiefpunkte stets an meiner Seite geblieben ist.

Literaturverzeichnis

Allen, Joel A. (1913): Memoirs of the American Museum of natural history. Ontogenetic and other variations in Muskoxen, with a systematic review of the muskox group, recent an extinct. – New Series, Vol. I, Part IV; New York

Benda, Leopold (1995): Das Quartär Deutschlands: 29 f; Stuttgart.

Campos, Paula F.; Sher, Andrei; Mead, Jim I.; Tikhonov, Alexei; Buckley, Michael; Collins, Matthew; Willerslev, Eske; Gilbert, M. Thomas P. (2010): Clarification of the taxonomic relationship of the extant and extinct ovibovids, Ovibos, Praeovibos, Euceratherium and Bootherium. – Quaternary Science Reviews, 29: 2123–2130; Amsterdam.

Campos, Paula F.; Willerslev, Eske; Sher, Andrei; Orlando, Ludovic; Axelsson, Erik; Tikhonov, Alexei; Aaris-Sørensen, Kim; Greenwood, Alex D.; Kahlke, Ralf-Dietrich; Kosintsev, Pavel; Krakhmalnaya, Tatiana; Kuznetsova, Tatyana; Lemey, Phillipe; MacPhee, Ross; Norris, Christopher A.; Shepherd, Kieran; Suchard, Marc A.; Zazula, Grant D.; Shapiro, Beth; Gilbert, M. Thomas P. (2010): Ancient DNA analyses exclude humans as the driving force behind late Pleistocene musk ox (Ovibos moschatus)

population dynamics. – Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America, Vol. 107 No.12: 5675 – 5680; Washington DC.
Ehlers, Jürgen (2011): Das Eiszeitalter: 12 f. 210 f; Heidelberg.
Gray, David R.; Grzimek, Bernhard (1988): Grzimeks Enzyklopädie, Säugetiere: 560 f; München:
Grzimek, Bernhard (1968): Grzimeks Enzyklopädie, Säugetiere: 556 f; München.

Glossar

Aktualismusprinzip wissenschaftliche Methode in den Geowissenschaften, bei der davon ausgegangen wird, dass geologische Prozesse die heutzutage stattfinden auch früher schon so abglaufen sein müssen. Hier: Übertragen von Verhalten lebender Tiere auf bereits ausgestorbene Verwandte oder ähnliche Tiere.
Albedo-Effekt Rückstrahlungsvermögen von nicht selbst leuchtenden Oberflächen
Beringia Region zwischen Ostsibirien und Alaska
caudal zur Schwanzspitze hin
Condylus Gelenkkopf
Crista facialis Knochenleiste am Oberkiefer die als Ansatz für den Kaumuskel dient
Cromer-Komplex Zeitspanne von vor ca. 850 000 Jahren – ca. 475 000 Jahren vor heute bestehend aus mehreren Kalt- und Warmzeiten in Mitteleuropa
dextral: rechtsseitig
Diastema zahnloser Bereich zwischen Schneidezähnen und Backenzähnen
disarticuliert in einzelne Bestandteile zerfallen
distal von der Körpermitte weg
dorsal rückseitig
endocranial im inneren des Schädels
Foramen (Foramina) mentale Knochenöffnung im Unterkiefer
Foramen infraorbitale Knochenöffnung im Oberkiefer
Foramen magnum Knochenöffnung an der Schädelbasis an der Gehirn und Rückenmark ineinander übergehen
Frontale Stirnbein
Jochbogen knöcherne Leiste unter der Orbita
Jugale Jochbein
Kranznaht Verschmelzungszone zwischen Frontale (Stirnbein) und Parietale (Scheitelbein)
Lacrimale Tränenbein
Lamdanaht Verschmelzungszone zwischen Occipitale (Hinterhauptbein) und Parietale (Scheitelbein)
lateral außenliegend
Maxillare Oberkiefer
medial mittig liegend
Milanković-Zyklen zeitvariante Muster, in denen die auf die Erde auftreffende Sonnenstrahlung über die jährliche Schwankung hinaus variiert (3 verschiedene Parameter in Zeiträumen von 19 000-jährigen bis ca. 100 000-jährigen Zyklen)
Nasale Nasenbein
Occipitale Hinterhauptbein
Orbita Augenhöhle
orthogonal rechtwinklig aufeinander stehend
Parietale Scheitelbein
Pfeilnaht Verschmelzungszone beider Seiten des Frontale (Stirnbein)
Protuberanz Wölbung, Wulst
proximal zur Körpermitte hin
reife Kiese grobkörnige Steine (Durchmesser: 2 mm – 63 mm) die durch Transport (meist durch Fließgewässer) glatt und rund geschliffen wurden.
rostral zur Nasenspitze hin
sinistral linksseitig
Squamosum Schuppenbein
Sutur Verschmelzungszone zweier oder mehrerer Knochen
Turbinalia aufgerollte, knöcherne oder knorpelige Lamellen, überzogen von Riechschleimhaut
ventral bauchseitig

Hennigsen, Dierk; Katzung, Gerhard (2006): Einführung in die Geologie Deutschlands: 176 f.; München.

Kowarzik, Rudolf (1904): Der Moschusochs und seine Rassen. Mit einem Anhang: Moschusochsen in Gefangenschaft. Mit einer Tafel und 16 Figuren im Text: 87–126, Fauna arctica: 95 f.; Prag.

Lönnberg, Einar (1900): On the Structure and Anatomy of the Musk-Ox *(Ovibos moschatus)*. – Proceedings of the Zoological Society of London, For the Year 1900: 686–708; London.

Markova, A. K.; Puzachenko, A.Yu.; van Kolfschoten, T.; Kosintsev, P. A.; Kuznetsova, T. V.; Tikhonov, A. N.; Bachura, O. P.; Ponomarev, D. V.; van der Plicht, J.; Kuitems, M. (2015): Changes in the Eurasian distribution of the musk ox (Ovibos moschatus) and the extinct bison (Bison priscus) during the last 50 ka BP – Quaternary International, 378: 99–110; Amsterdam.

Mittermeier, Russel A.; Wilson, Don E. (2011): Handbook of the Mammals of the World: 749; Barcelona.

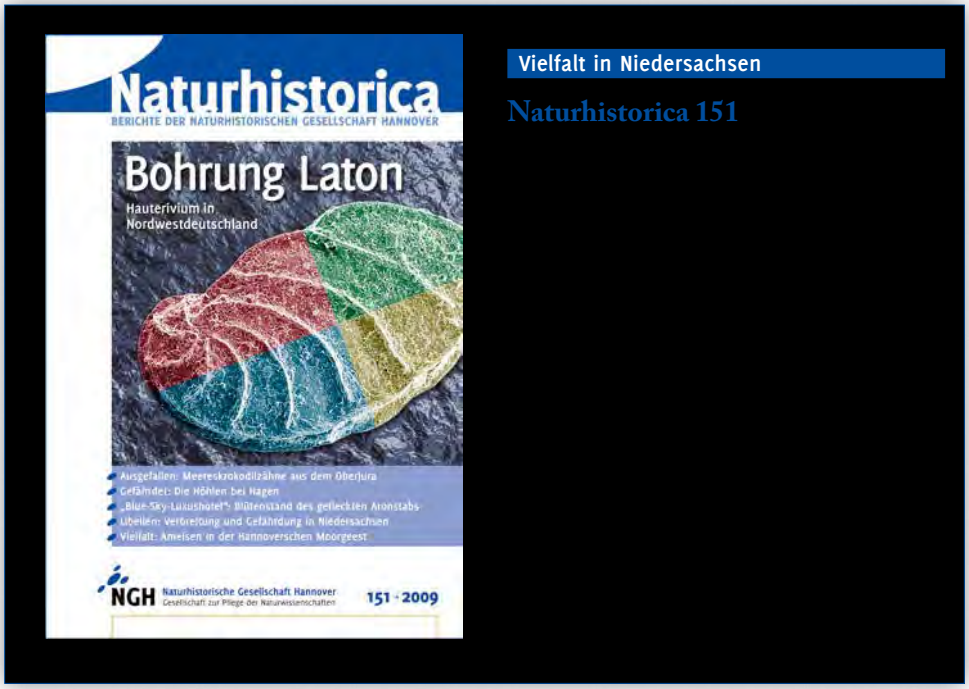
Niethammer, Jochen; Krapp, Franz (1986): Handbuch der Säugetiere Europas: 355 f.; Wiesbaden.

Raufuss, Ingo; von Königswald, Wighart (1999): New remains of Pleistocene Ovibos moschatus from Germany and its geographic and stratigraphic occurrence in Europe. – Geologie en Mijnbouw, 78: 383–394, Dordrecht.

Starck, Dietrich (1995): Lehrbuch der Speziellen Zoologie, II/5: 1067; Jena.

Arbeit eingereicht: 26.09.2018
Arbeit angenommen: 21.01.2019

Anschrift des Verfassers:
Jannik Weidtke
Kestnerstraße 7
30159 Hannover
jannikweidtke@aol.de



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Naturhistorica - Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover

Jahr/Year: 2018

Band/Volume: 160

Autor(en)/Author(s): Weidtke Jannik

Artikel/Article: Moschusochsenschädel (Ovibos moschatus) aus dem Landesmuseum Hannover und dem Dinopark Münchehagen – Vergleich und Interpretation 69-113