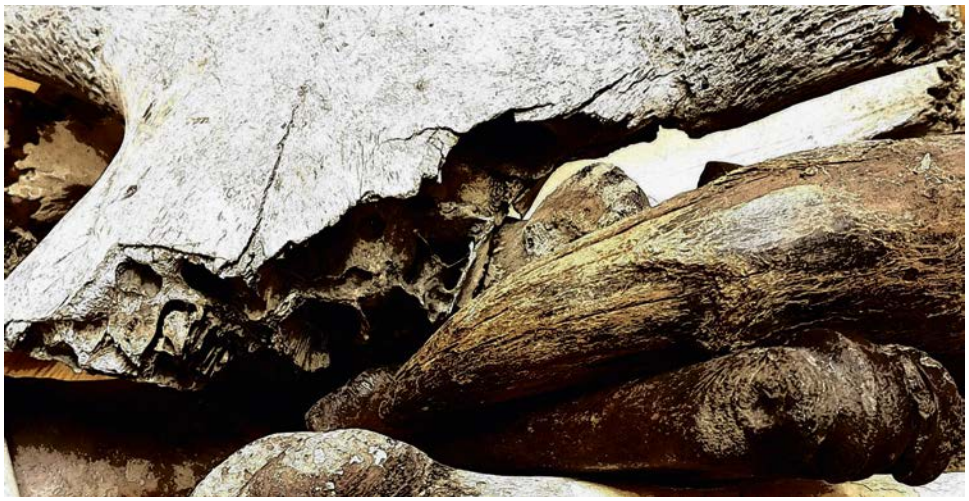
Osteologische Auswertung von Langknochen der Ungulata aus dem Leinetal südlich von Hannover

Marvin Applegate



Zusammenfassung

Für die vorliegende Arbeit wurde eine Sammlung von Langknochen der Huftiere aus vier ehemaligen Kiesabbaugebieten des Leinetals südlich von Hannover einer intensiven Analyse unterzogen. Mittels osteometrischer Bestimmungsmethoden konnte ein Artenspektrum erstellt und in einen biogeografischen Kontext gebracht werden. Es ergab sich, dass trotz der glazialen Kiessedimente eine warmzeitliche Fauna vorzufinden war. Das Leinetal eröffnete nach der letzten Eiszeit einen speziellen Lebensraum im zunehmend bewaldeten Mitteleuropa. Die ausgeprägten Flussauen ermöglichten das Fortbestehen offener Flächen für grasende Großsäuger wie Auerochsen und Wildpferde. Korridore aus Feuchtmarschen boten einen optimalen Lebensraum, in dem diese Arten große Populationen ausbilden konnten. Knochenfunde von Ziegenartigen, die keine wilden Vorfahren in dieser Region haben, lassen Vermutungen auf Domestikation und die Anwesenheit des Menschen zu. Hohe Anteile juveniler Individuen unter potenziell domestizierbaren Arten könnten Hinweise auf eine Tierhaltung zu Ernährungszwecken sein. Das massive Vorkommen von Arten, die auf ausgeprägte Offenflächen angewiesen waren, deutet darauf hin, dass das Leinetal womöglich einen der letzten Rückzugsorte für große Herbivoren im mit Wald bedeckten Niedersachsen des Holozän darstellte. Die wenigen Vertreter

kaltzeitlicher Arten könnten ihren Ursprung in einem Intermediärzeitraum zwischen dem Ende der letzten Kaltzeit und dem beginnenden Holozän haben.

Schlüsselwörter: Ungulata, Huftiere, Langknochen, osteologische Auswertung, Osteometrie, Paläontologie, Leinetal, Kiesabbau, Pleistozän, Holozän, Pleistozän-Sammlung des Landesmuseums Hannover

Einleitung

Fundorte

Bei den im Leinetal gelegenen Fundorten Hemmingen, Koldingen, Jeinsen und Gleidingen wurde in den neunziger Jahren bis zu Beginn des neuen Jahrtausends industriell Kies abgebaut. Einem zeitgenössischen Artikel zufolge sollten allein in Hemmingen von 1997 bis 2005 Mengen gewonnen werden, die einen Zug füllen könnten, der eine Länge vom hannoverschen Hauptbahnhof bis zum Stadtrand von Nürnberg gehabt hätte (Knopf 1997). Beim Abbau von Kies werden zunächst die oberen Lehmschichten abgetragen. Wenn der Kies unterhalb des Grundwasserspiegels liegt, kommen Saugbagger zum Einsatz (Martin 1987). Mithilfe der Aussagen des Sammlers und Stifters der untersuchten Knochen, Wolfgang Weidehaus, konnte der Gewinnungsprozess an den Fundorten wie folgt rekonstruiert werden (Abb. 1 A–D).

Saugbagger transportieren Sediment (Abb. 1 A) über eine Rohrleitung zu einer Rüttelmaschine (Abb. 1 B). Das Sediment wird dort durch immer feiner werdende Gitterroste befördert (Abb. 1 C) und so mittels Förderbänder nach Korngröße auf unterschiedlichen Halden sortiert. Von hier wird der Kies verfrachtet und gelangt letztendlich in den Vertrieb. Nicht verkäufliches Material, sogenanntes Überkorn (Abb. 1 D), landet auf einer separaten Halde. Hier finden sich andere Materialien wie große Steine, Holz und auch Knochen. Letztere können dann begutachtet und eingesammelt werden. Die Zusammensetzung und der Zustand des geborgenen Materials wird somit maßgeblich durch den Gewinnungsprozess beeinflusst. Durch vorherige Ablagerungs- und Umlagerungsprozesse, sowie die starke mechanische Einwirkung beim Abbau liegen viele Knochen deutlich fragmentiert vor. Kleinere Knochen und Knochenfragmente gehen dabei häufig verloren. Die Abbaumethode machte somit auch die stratigrafische Einordnung des fossilen Materials unmöglich. Heute sind die Abbaugebiete stillgelegt, werden weitgehend der Natur überlassen und fördern den Schutz der Biodiversität (Abb. 2).

Geologischer Kontext

Seit Beginn des Pleistozäns kam es zu drei großen Kaltzeiten. Die Elster-Kaltzeit wird auf den Zeitraum von 385 000 bis 335 000 Jahren vor heute (J. v. h.) datiert, die Saale-Kaltzeit von 300 000 bis 128 000 J. v. h. und die Weichsel-Kaltzeit von 117 000 bis 11 560 J. v. h. (Pott 2005).

Sowohl die Gletscher der Elster-, als auch die der Saale-Kaltzeit wurden durch das Niedersächsische Bergland begrenzt. Von dort aus fließt heute die Leine in nördlicher Richtung in die Norddeutsche Tiefebene. Durch den Temperaturanstieg der späten Saale-Kaltzeit und den Beginn der Eem-Warmzeit um 128 000 J. v. h. führte das entstandene Schmelzwasser

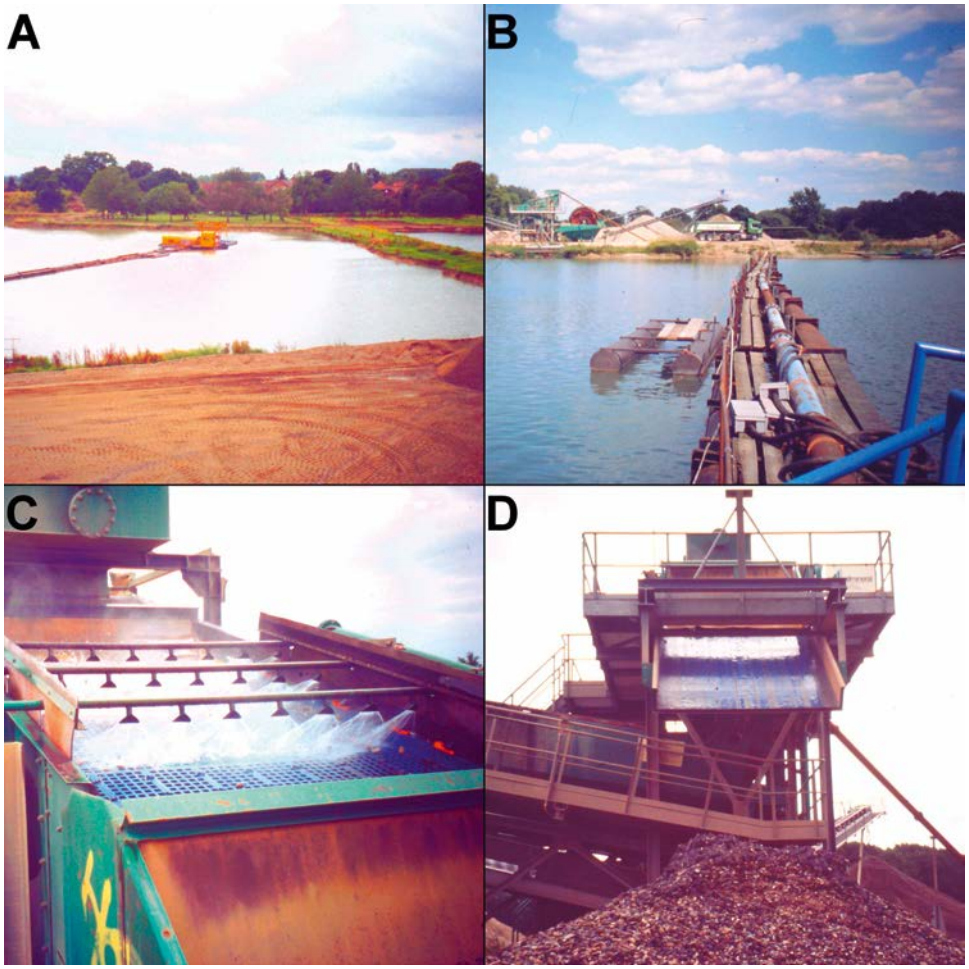


Abb. 1 Bilder des Fundortes Hemmingen (Juli 1999). A: Ein Saugbagger trägt Sediment vom Grund ab. B: Das Sediment wird über eine Rohrleitung zur Rüttelmaschine transportiert. C: In der Rüttelmaschine wird das Sediment durch immer feiner werdende Gitterroste hindurchbefördert und so nach Korngröße sortiert. Wasserdüsen helfen bei der Auftrennung. D: Für den Vertrieb ungeeignetes Material (Überkorn) fällt nicht durch die Gitterroste und landet auf einer separaten Halde. Hier kann das Knochenmaterial abgesammelt werden. Fotos: Wolfgang Weidehaus.



Abb. 2 Ehemaliges Kiesabbaugebiet bei Hemmingen (April 2019). Der renaturierte Bereich bietet heute Lebensraum für viele Tier- und Pflanzenarten. Foto: Marvin Applegate.

zur Bildung von Eisstauseen. Diese waren nördlich von der Gletscherfront und südlich vom Niedersächsischen Bergland eingegrenzt. Der fortschreitende Rückgang der Gletscher führte zum Einbrechen der Wassermassen. Während sich das Wasser aus dem Bergland seinen Weg über das Münsterland Richtung Rheintal und Nordsee suchte, wurde das Leinetal zunehmend vom Wasserabfluss des Halle-Saale-Gebiets gespeist. Die heute vorhandenen Kiese im Leinetal südlich von Hannover setzen sich somit zum einen aus dem Geschiebemergel, der durch den Eisvorstoß der Gletscher aus Skandinavien herantransportiert wurde und zum anderen aus den durch Abschmelzen der höher gelegenen Gletscher eingetragenen fluviatilen Sedimenten zusammen. Mit Eintreten der letzten Eiszeit, der Weichsel-Kaltzeit, deren Gletscher die Elbe nicht überschritten (Abb. 3) blieb somit ein Lebensraum

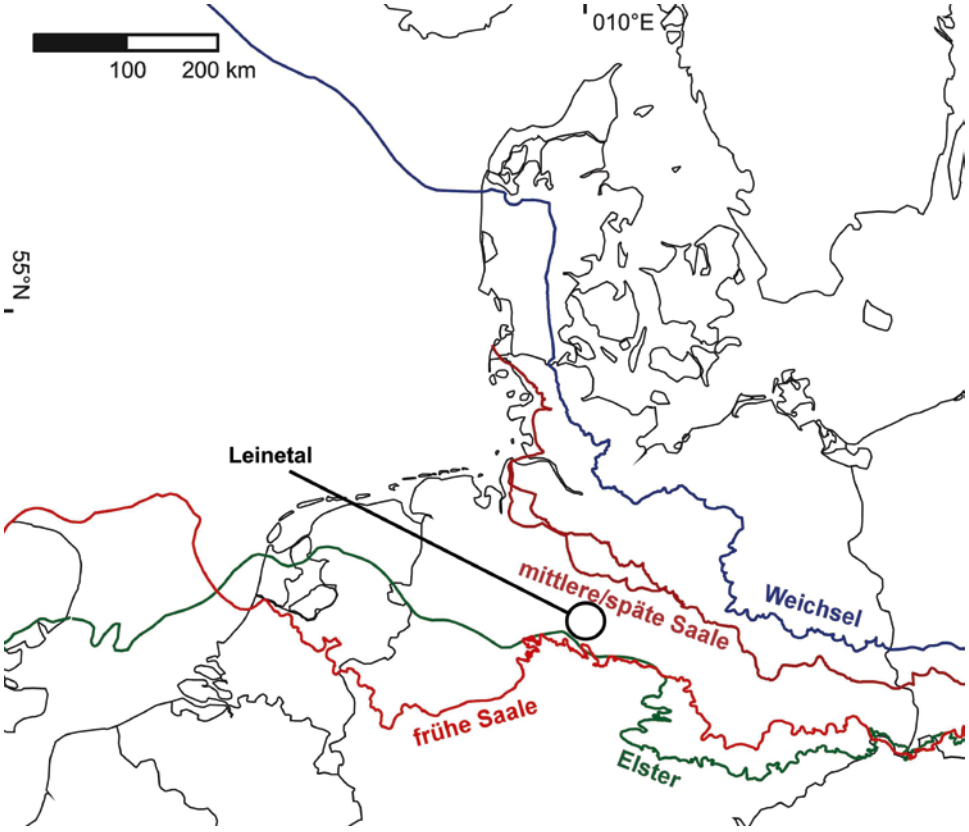


Abb. 3 Karte Norddeutschlands, die das Untersuchungsgebiet des Leinetals und die südlichen Gletscherausdehnungen der letzten drei Kaltzeiten zeigt. Grün: Elster, hellrot: frühe Saale, dunkelrot: mittlere/späte Saale, blau: Weichsel.
Abb. verändert nach Lang et al. (2018).

Deutlich zu erkennen ist das Ausbleiben des Eisvorstoßes der Weichsel-Kaltzeit bis in das Leinetal, während die Eisvorstöße der Elster- und Saale-Kaltzeit bis zum Niedersächsischen Bergland (Überschneidungsstelle der Elster- und Saale-Kaltzeit in Niedersachsen) reichen.

erhalten, der durch mäandrierende Flüsse und durchgehende Wechsel von Kalt- und Warmzeiten, auch innerhalb der Weichsel-Kaltzeit, geprägt war.

Das letzte glaziale Maximum, eine Phase extremer Abkühlung, belief sich auf den Zeitraum von 22 000 bis 18 000 J. v. h. Es stellt einen wichtigen Marker biogeografischer Veränderungen in Europa dar. Durch Niederschlag, Abschmelzen der Gletscher und Veränderungen des Grundwasserspiegels kam es zu regelmäßigen Überflutungen in der Niedersächsischen Tiefebene. Zusätzlich sorgte andauernder Eintrag aus den Flussgebieten des Berglands für eine charakteristische Sedimentation mit Schichtungslagen unterschiedlicher Korngrößen. Die heute 281 km lange Leine verfügt über ein Einzugsgebiet von 6512 km^2. Die Ablagerungen beinhalten fluviatiles/glaziales Geröll, Granulat, sandige Schotter, bis hin zu mesozoischen Felsbruchstücken (Winsemann et al. 2015; Lang et al. 2018).

Im Untersuchungsgebiet dürften die Gletschermassen des letzten Saale-Kaltzeitvorstoßes zur Dominanz jüngerer Fossilvorkommen beigetragen haben. Daher wird hier von einer Datierung der Funde auf höchstens 128 000 J. v. h. ausgegangen. Seitdem hat sich dort kein Eisschild mehr gebildet.

Ökologischer Kontext

Die Weichsel-Kaltzeit (117 000 bis 11 560 J. v. h.), deren Gletscher nicht mehr bis in das Leinegebiet reichten, hatte ein erneutes Absinken der Temperatur zur Folge. Zwar wurde die Landschaft nicht wieder mit einem massiven Eisschild bedeckt, aber sie verwandelte sich in eine tundraähnliche Kaltsteppe, phasenweise sogar in eine vegetationslose Steinwüste. Die Laubwälder wurden wieder verdrängt, und es verblieben ausschließlich kleine Sträucher und Kräuter (Staesche 1991).

Das Letzte Glaziale Maximum (= LGM) und glaziale Refugien

Während der Kaltzeiten verlagerten sich die äußeren Grenzen des arktischen Lebensraums nach Süden und zwangen Arten temperierten Klimas in glaziale Refugien (Abb. 4), wo sie stabile Populationen aufrechterhalten konnten. An Kälte angepasste Arten breiteten sich aus ihren Kerngebieten in Osteuropa und Sibirien wieder in Zentraleuropa mit der arktischen Expansion entsprechend aus (von Koenigswald 2010).

Um die Umstände glazialer Refugien zu untersuchen, erfassten Sommer & Nadachowski (2006) Arten von archäologischen und paläontologischen Fundstellen, die auf das LGM datiert waren. Das LGM wurde dabei auf den Zeitraum von 23 000 bis 16 000 J. v. h. datiert (Sommer & Nadachowski 2006). Charakteristisch warmzeitliche Arten, die während des LGM ausreichend nachgewiesen sind, konnten als Indikatoren für glaziale Refugien genutzt werden, da sie offenbar im kältesten Zeitraum der letzten Kaltzeit trotzdem stabile Populationen auf dem europäischen Kontinent aufrechterhalten konnten. Dabei wurde deutlich, dass die Iberische Halbinsel, der Südwesten Frankreichs, die italienische Halbinsel und der Balkan, einschließlich Gebieten in Slowenien, Kroatien, Tschechien, Ungarn, im südlichen Polen und Griechenland, ein Überleben von Arten temperierter Klimate wie dem sehr dominant vertretenen Rothirsch *(Cervus elaphus),* dem Reh *(Capreolus capreolus),* dem Elch *(Alces alces),* dem Auerochsen *(Bos primigenius)* und dem Wildschwein *(Sus scrofa)* ermöglichten (van Vuure 2001, Sommer & Nadachowski 2006, Briedermann 2009, Sommer et al.

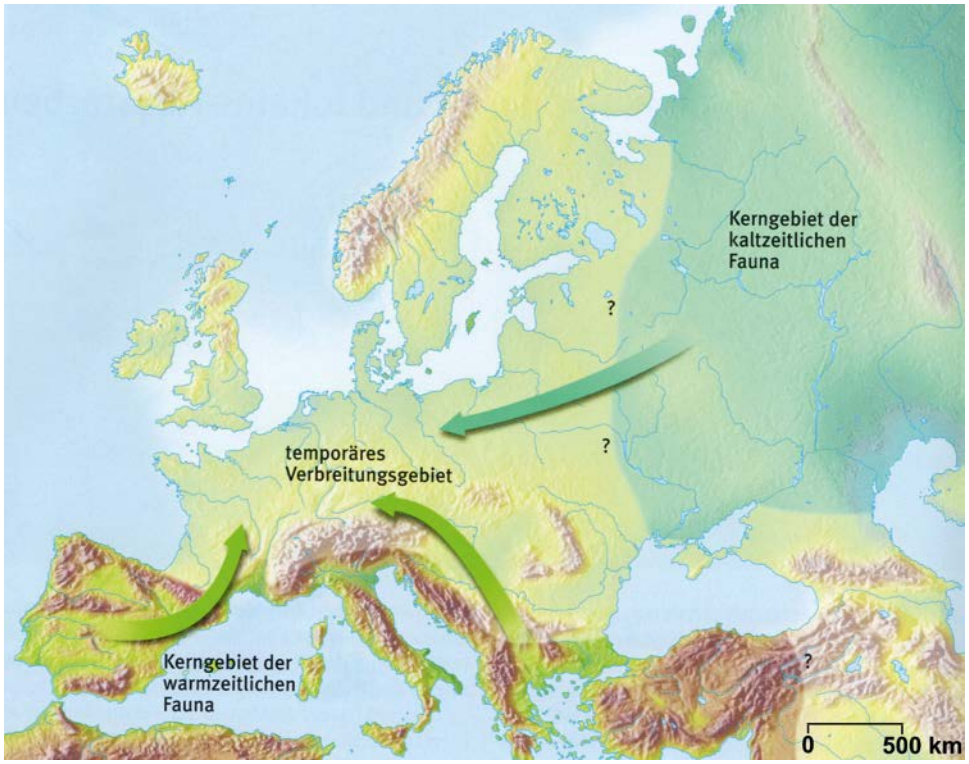


Abb. 4 Mitteleuropa stellte sowohl für warmzeitliche als auch für kaltzeitliche Arten ein temporäres Verbreitungsgebiet dar. Warmzeitliche Arten zogen sich zeitweise in mediterrane glaziale Refugien zurück, während kaltzeitliche Arten in Osteuropa und Sibirien weiterbestanden. Verändert nach von Koenigswald (2010).

2009, Queirós et al. 2019). Natürliche Barrieren, beispielsweise ausgeprägte Gebirgszüge wie die Pyrenäen, die Alpen oder die Karpaten und umliegende Meeresgebiete bildeten hierbei Grenzstrukturen. Während die Iberische Halbinsel scheinbar nahezu gänzlich isoliert war, ermöglichte die südlich der Alpen gelegene offene Verbindung zwischen der italienischen Halbinsel und dem Balkan einen regen genetischen Austausch verschiedener Populationen. Auch könnte eine erweiterte Landbrücke zwischen Italien und den westlichen Balkanstaaten aufgrund eines niedrigeren Wasserspiegels diesen Effekt verstärkt haben. Genomische Untersuchungen in denen endemische Haplotypen von Wildschweinen aus der italienischen Halbinsel in 11 000 Jahre alten Proben aus Kroatien gefunden wurden, unterstützen diesen Ansatz (Alexandri et al. 2012).

Neben typisch warmzeitlichen Arten kam es auch vereinzelt zu einer Koexistenz mit kaltzeitlichen Arten wie dem Mammut *(Mammuthus primigenius)* und dem Rentier (Rangifer tarandus) in Nordspanien, Südwestfrankreich, Südpolen und im Westen der Karpaten (Sommer & Nadachowski 2006). Eine Untersuchung, die in ihrem Vorkommen miteinander assoziierte Arten, sogenannte „paleo-communities" analysierte, ergab, dass insbesondere das

Mammut, das Rentier und auch das Wollnashorn *(Coelodonta antiquitatis)* sowohl während der Eem-Warmzeit als auch um das LGM häufig zusammen auftraten. Im Gegensatz dazu stehen Arten wie der Rothirsch, der Auerochse und beispielsweise der Wolf *(Canis lupus),* die generalistischer vorkamen und weniger mit wiederholt gleichen Arten assoziiert auftreten (Carotenuto et al. 2016). Diese Gemeinschaften von kaltzeitlichen und temperierten Arten sind insbesondere aus dem Intermediärzeitraum von 14 000 bis 10 000 J.v.h. bekannt (Sommer & Nadachowski 2006). Nachweislich koexistierte das Rentier beispielsweise mit dem Reh und dem Rothirsch über einen Zeitraum von ca. 3000 Jahren (Sommer et al. 2014). Mit der klimabedingten Unterteilung des europäischen Lebensraums in zwei unterschiedliche Habitate, deren Grenzen sich je nach Zeitraum entsprechend verlagert und ebenfalls einen intermediären Lebensraum gebildet hatten, können Rückschlüsse auf den zeitlichen Ursprung paläontologischer Funde gezogen werden. Eine Untersuchung (Sommer et al. 2011b) vergleicht die Verbreitung des Rentiers und der Europäischen Sumpfschildkröte *(Emys orbicularis)* zur Weichsel-Kaltzeit/Holozän-Transition. Es zeigte sich, dass das Rentier noch bis 12 900 J.v.h. in Zentraleuropa verbreitet war, sich dann durch steigende Temperaturen zurückzog und schließlich vor 10 600 J.v.h. auch im südlichen Schweden verschwunden war. Dabei wanderte es mit dem verschwindenden Eisschild immer weiter Richtung Norden. Bereits 450 Jahre später konnten sich Populationen der wechselwarmen Europäischen Sumpfschildkröte mithilfe bestehender Landbrücken zwischen Skandinavien und Zentraleuropa im südlichen Schweden etablieren, was auf eine verhältnismäßig schnelle Veränderung des Klimas hindeutet. Das Rentier hingegen ist heute auf eine kalt-gemäßigte Tundra mit einem Nahrungsangebot bestehend aus Flechten, Kräutern, Riedgräsern, Moosen und auch Zweigen und Laubblättern in Gebieten nördlicher Laubwälder angewiesen (Sommer et al. 2011b). Gemäß des Aktualitätsprinzips lässt sich das Ernährungsverhalten rezenter Rentiere prinzipiell auf pleistozäne Artgenossen übertragen, wobei es je nach Breitengrad auch abweichende Nahrungsspektren geben kann (Rivals & Semprebon 2017). Die genannten Punkte bestätigen eine sich rapide verändernde Umwelt am Ende der letzten Kaltzeit und eine Vielzahl möglicher ökologischer Zwischenstadien, in denen kälte- und wärmeangepasste Arten zeitweise koexistierten oder zumindest die Faunenwechsel in einem relativ engen zeitlichen Zusammenhang standen.

Systematik

Die Artbenennung orientiert sich hier an der Veröffentlichung „Ungulate Taxonomy“ (Groves & Grubb 2011), wonach sich eine sexuell reproduzierende Art wie folgt definiert: „Eine Art ist die kleinste Population oder Aggregation von Populationen, welche über festgesetzte, vererbbare Unterschiede zu anderen, ebensolchen Populationen oder Aggregationen verfügt“ (Groves & Grubb 2011, S. 1). Dieser Kernsatz beruht auf dem phylogenetischen Artkonzept (englisch: Phylogenetic Species Concept, PSC) (Groves & Grubb 2011). Hierbei haben Arten distinkte phänotypische Merkmale, die weitervererbt werden, die aber nicht auf diese Arten beschränkt sein müssen. Der Grad der evolutionären Verwandtschaftsverhältnisse ist hierbei maßgebend. Merkmalserscheinungen und -Merkmalsakkumulationen in Populationen führen somit zur systematischen Erweiterung. Neben anderen

Artkonzepten wie beispielsweise dem Biologischen Artkonzept, das hauptsächlich sexuelles Reproduktionsvermögen als Einordnung in die gleiche Art voraussetzt (Groves & Grubb 2011), hat das PSC entscheidende Vorteile. Die Artbildung leitet sich hierbei stets von den vorliegenden Belegen ab. So können sowohl fossile Organismen, denen die sexuelle Reproduktionsfähigkeit nicht nachzuweisen ist, als auch sich nicht sexuell reproduzierende Organismen eingeordnet werden. Außerdem umgeht dieses Konzept auch Probleme wie den genetischen Austausch phänotypisch unterschiedlicher Populationen. Als Beispiel nennen Groves & Grubb (2011) den nachgewiesenen Austausch mitochondrialer DNA bei den Arten *Odocoileus hemionus* und *Odocoileus virignianus*. Abgesehen davon ist eine Aussage über das sexuelle Reproduktionsvermögen bei Arten mit getrennten geografischen Verbreitungsgebieten in vielen Fällen nur spekulativ zu treffen.

Dennoch erfährt das PSC auch Kritik, da die evolutionäre Abstammung eines Taxons nicht immer zuverlässig nachzuweisen ist und eine linear-evolutionistische Herangehensweise Gefahr laufen kann, komplexere Systematik zu vernachlässigen (Aldhebiani 2018). Systematische Aspekte wie beispielsweise kryptische Arten, also Arten, die sich genotypisch, aber nicht phänotypisch unterscheiden lassen, können daher nicht miteinbezogen werden.

Zusammenfassend weisen Groves & Grubb (2011) einer Art vier folgende Eigenschaften zu:

- Arten bilden das terminale Ende einer Stammlinie und somit die am wenigsten inklusive Einheit.
- Arten sind eigenständige Einheiten, wobei unterhalb der Artebene die Verwandtschaftsverhältnisse retikulär sein können (z. B. Hybride).
- Arten sind auf jeden Fall diagnostizierbar. Sie haben feste, vererbbare Eigenschaften, auch wenn diese in bestimmten Fällen nur in einem Geschlecht oder Lebensstadium feststellbar sind.
- Arten sind genetisch, aber nicht notwendigerweise reproduktiv isoliert (Groves & Grubb 2011, S. 2).

Auf Gattungsebene werden von Groves & Grubb (2011) Artengruppen auf phänetischer Basis zusammengefasst, wobei belegbare, phänotypische Merkmale verglichen und die wahrscheinlichsten phylogenetischen Verwandtschaftsverhältnisse ermittelt werden. Die Taxa sind in diesem Fall nicht zwingend monophyletisch.

Der Bezug auf eine systematische Grundlage soll in dieser Analyse helfen, Arten eindeutig benennen zu können, da vor allem in älterer Literatur nicht selten Uneindeutigkeit herrscht. Betrachtet man zum Beispiel die Gattung *Equus,* unterscheidet sich die Benennung je nach Literatur zum Teil sehr stark. Für die als Tarpan bekannte europäische Wildpferd-Art *Equus ferus,* die noch bis in das zwanzigste Jahrhundert überlebte, tauchen unterschiedliche Artnamen wie *Equus sylvestris* oder *Equus gmelini* auf. Nach Groves & Grubb (2011) sind diese als Synonyme der gleichen Art zu sehen. Das asiatische Przewalski-Wildpferd, *Equus przewalskii,* bildet hier eine eigenständige Art, die in manchen Arbeiten wiederum als Unterart *Equus ferus przewalskii* geführt wird und darüber hinaus über Synonyme wie z. B. *Equus hagenbeckii* bekannt ist. *Equus przewalskii* ist das einzige rezente Wildpferd. Die domestizierte Form der Pferde wird als *Equus caballus* bezeichnet. Dies gilt auch für die amerikanischen Mustangs, die verwilderte Nachfahren eingeführter Hauspferde sind. Groves & Grubb (2011) verorten die Bisons außerdem aufgrund ihrer

nahen genetischen Verwandtschaft in einer Gattung mit *Bos primigenius* beziehungsweise seiner domestizierten Form *Bos taurus*. Auch in anderen modernen Quellen werden die rezenten Bisonarten (Wisent, Amerikanischer Bison) unter der Gattung *Bos* zusammengefasst (Castelló 2016). Der Europäische Steppenbison wird in dieser Arbeit als *Bos priscus* geführt, obwohl er in vielen Literaturquellen auch heute noch als *Bison priscus* bezeichnet wird.

Zielsetzung

Ziel dieser Ausarbeitung ist festzustellen, welche Arten mithilfe von osteometrischer Bestimmungsverfahren aus den Funden des Leinetals zu bestimmen sind. Diese sollen außerdem in einen biogeografischen Zusammenhang gestellt werden. Die glazialen Kiese lassen die Vermutung zu, dass vor allem kaltzeitliche Arten auftreten. Daher wird auch geprüft zu welchen Anteilen warm- bzw. kaltzeitliche Arten vorhanden sind. Zusätzlich stellt sich die Frage, ob es sich beim Leinetal tatsächlich um den Lebensraum der in den Fossilfunden vertretenen Individuen handelt oder, ob ihre Knochen einen anderen Ursprung haben und sich an der Fundstelle nur abgelagert haben. Diskussionsraum bieten außerdem mögliche Einflüsse auf die Beschaffenheit des Artenspektrums, die Bedeutung des Lebensraums für die Arten, die Bedeutung des Anteils juveniler Individuen und mögliche anthropogene Einflüsse.

Material und Methoden

Material

Für die Untersuchung wurde Material aus der Pleistozän-Sammlung des Landesmuseums Hannover verwendet. Die Sammlung umfasst Knochen von Wirbeltieren, die hauptsächlich von Säugetieren stammen. Es handelt sich um Funde, die im Zeitraum zwischen 1997 und 2005 vorwiegend von dem ehrenamtlichen Sammler Wolfgang Weidehaus gefunden und parallel, beziehungsweise nach Einstellung des Kiesabbaus, dem Landesmuseum gestiftet wurden. Seinen Angaben zufolge stammen alle Exemplare aus den Kiesabbaugebieten der Ortschaften Hemmingen, Koldingen, Jeinsen und Gleidingen. Zur Konservierung fossiler Knochen ist ein sehr langsames Austrocknen notwendig. Nach Aussage des Sammlers wurden sie dazu – nachdem sie zutage gefördert waren – in noch bergfeuchtem Zustand für den Transport in Plastiktüten gehüllt und dann in nassen Sand eingebettet. So konnten sie über mehrere Wochen langsam austrocknen und sind daher heute sehr gut zu lagern.

Insgesamt wurden 1072 Einzelstücke ausgewertet, gleichermaßen bestehend aus fragmentierten und vollständigen Knochen. Die meisten Funde stammen aus Hemmingen (n = 776). Aus Jeinsen stammen 206, aus Koldingen 33 und aus Gleidingen 13 Exemplare. Dabei wurden ausschließlich die Langknochen von Huftieren betrachtet. Dazu gehören die Vordergliedmaßen, bestehend aus Humerus, Radius, Ulna, Metacarpus und die Hintergliedmaßen, die sich aus Femur, Tibia und Metatarsus zusammensetzen. Die bei allen schnellen Läufern stark reduzierte Fibula des Unterschenkels ist in der Regel sehr verlustanfällig. In diesem Fall lagen keine Exemplare der Huftiere vor. Das Schulterblatt (Scapula), die Handwurzelknochen (Ossa carpi), die Fingerknochen (Ossa

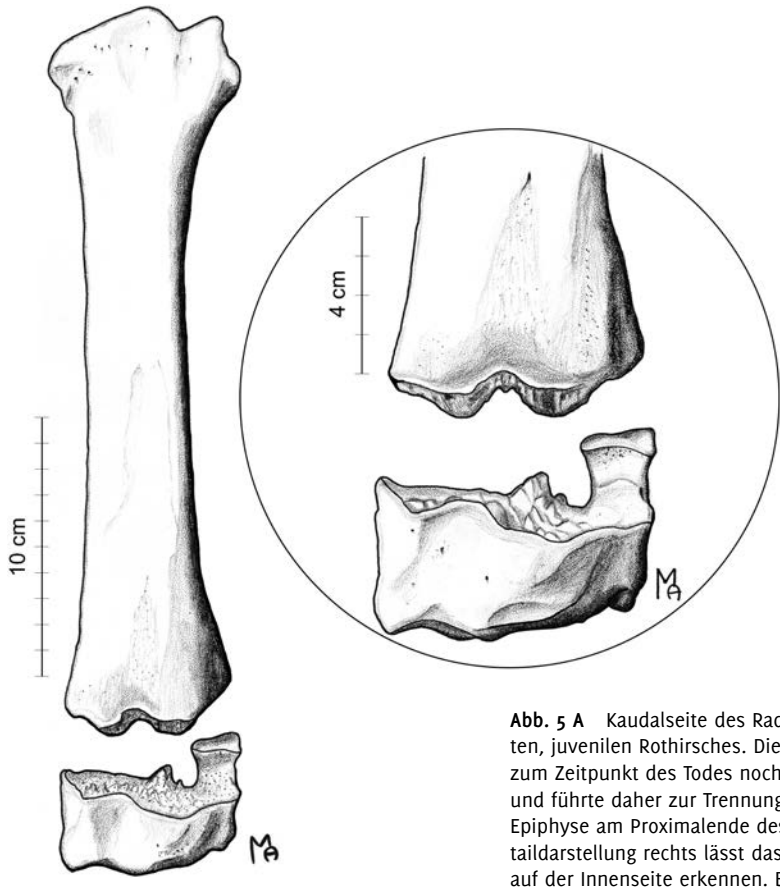


Abb. 5 A Kaudalseite des Radius eines rezenten, juvenilen Rothirsches. Die Metaphyse war zum Zeitpunkt des Todes noch nicht ossifiziert und führte daher zur Trennung von Diaphyse und Epiphyse am Proximalende des Knochens. Die Detaildarstellung rechts lässt das spongiöse Gewebe auf der Innenseite erkennen. Bildvorlagen für die Zeichnungen (Abb. 5 B und 5 C).



Abb. 5 B Vorlage 2 zu Abb. 5 A. (Sammlungsnummer MAM197.99)



Abb. 5 C Vorlage 1 zu Abb. 5 A. (Sammlungsnummer MAM197.99)

digiti manus), der Beckengürtel (Pelvis), die Kniescheibe (Patella), die Fußwurzelknochen (Ossa tarsalia) und die Zehenknochen (Ossa digiti pedis) sind in der Sammlung nur in sehr geringer Stückzahl bzw. gar nicht vertreten. Infolgedessen ist deren Repräsentativität als sehr niedrig zu bewerten, weshalb sie nicht in die Analyse miteinbezogen wurden.

Methoden

Zur Dokumentation diente in einer ersten Sichtung aller 1072 Knochen eine Excel-Tabelle. Dabei wurde die Katalognummer, der Knochentyp, die Sektion (Verwahrung innerhalb der Sammlungsräumlichkeiten), der Fundort (Hemmingen, Jeinsen, Koldingen oder Gleidingen), die Lateralität (sinister oder dexter), das ontogenetische Stadium („Juvenilität"), die Vollständigkeit (bei Fragmentierung wurde notiert, welcher Teil des Knochens vorhanden ist) und das Taxon, soweit bestimmbar, notiert. Bei den Radii wurde ebenfalls vermerkt, wenn diese mit der Ulna verschmolzen vorlagen. Ein Knochen galt als vollständig, wenn dieser aus den beiden Epiphysen und der Diaphyse bestand. Auch sollte er nicht zu stark beschädigt sein und typische Merkmale erkennbar aufweisen. Bei fragmentierten Exemplaren wurde notiert, welcher Teil des Langknochens vorhanden ist. Um ein Exemplar als juvenil oder nicht juvenil zu vermerken, wurde geprüft, ob mindestens eine Epiphyse entlang der Metaphyse von der Diaphyse abgetrennt war, wie es bei nicht ausgewachsenen Tieren aufgrund der verknorpelten Metaphysen typisch ist (Abb. 5).

Zur Ersteinordnung des Taxons wurden Bestimmungsatlanten (Schmid 1972, Pales & Garcia 1981, France 2009) verwendet. Die Knochen ließen sich anhand spezifischer Merkmale, die in ihrer Aussagekraft je nach Art und Knochentyp variieren können, den entsprechenden Arten zuordnen. Exemplare, die auf die Gattung *Equus* zurückzuführen waren, ließen sich nicht weiter auf die Spezies bestimmen, sondern als *Equus* sp. verzeichnet, da kein geeignetes Vergleichsmaterial und keine geeignete, noch detailliertere Bestimmungsliteratur zur Verfügung standen. Insbesondere durch die hohe Variabilität der Körpergrößen mitteleuropäischer Wildpferd-Funde (Dechert et al. 1999, Kyselý & Peške 2016), war das Risiko einer fehlerhaften Einordnung erhöht. Vertreter der Familie Suidae waren alle als eine Art erkennbar und somit der Art *Sus scrofa* zuzuordnen. Bovidae vom Tribus der Caprini

Tab. 1 Die entnommenen Messstrecken und die daraus gebildeten Indices der unterschiedlichen Knochentypen der Cervidae nach Martin (1987). Am jeweiligen Knochentyp sind die Messstrecken in Abb. 6–10 dargestellt. KD = Kleinster Durchmesser der Diaphyse; MHT = Mediale Höhe der Trochlea humeri; BT = Breite der Trochlea humeri; BFp = Größte Breite der proximalen Gelenkfläche; GLr = Größte Länge des Radius; MB = Größte Breite der Metaphyse; EB = Größte Breite der Epiphyse; KT = Kleinste Tiefe der Diaphyse; TC = Größte Tiefe des Caput femoris; BC = Größte Breite des Caput femoris; TFd = Tiefe der distalen Gelenkfläche; GLt = Größte Länge der Tibia.

	Messstrecken	Indices
Humerus	KD, MHT, BT	$\frac{MHT \cdot 100}{BT}$
Radius	KD, BFp, GLr	$\frac{KD \cdot 100}{GLr}$
Metacarpus	KD, MB, EB	$\frac{MB \cdot 100}{EB}$
Femur	KD, KT, TC, BC	$\frac{TC \cdot 100}{BC}$, $\frac{KD \cdot 100}{KT}$
Tibia	KD, TFd, GLt	
Metatarsus	KD, MB, EB	$\frac{MB \cdot 100}{EB}$

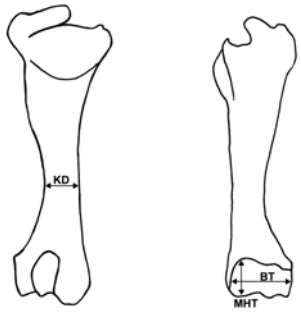


Abb. 6 Schematisch dargestellte Messstrecken des Humerus der Cervidae, entsprechend Tab. 1. KD = kleinster Durchmesser der Diaphyse; MHT = mediale Höhe der Trochlea humeri; BT = Breite der Trochlea humeri.

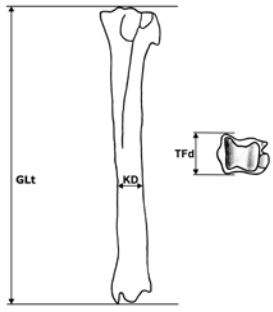


Abb. 9 Schematisch dargestellte Messstrecken der Tibia der Cervidae, entsprechend Tab. 1. KD = kleinster Durchmesser der Diaphyse; TFd = Tiefe der distalen Gelenkfläche; GLt = größte Länge der Tibia.

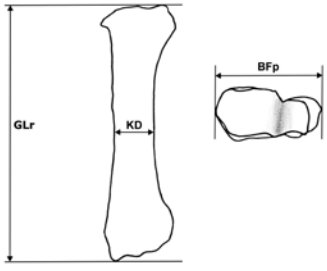


Abb. 7 Schematisch dargestellte Messstrecken des Radius der Cervidae, entsprechend Tab. 1. KD = kleinster Durchmesser der Diaphyse; BFp = größte Breite der proximalen Gelenkfläche; GLr = größte Länge des Radius.

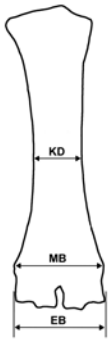


Abb. 10 Schematisch dargestellte Messstrecken der Metapodien (sowohl Metacarpus als auch Metatarsus) der Cervidae entsprechend Tab. 1. KD = kleinster Durchmesser der Diaphyse; MB = größte Breite der Metaphyse; EB = größte Breite der Epiphyse.

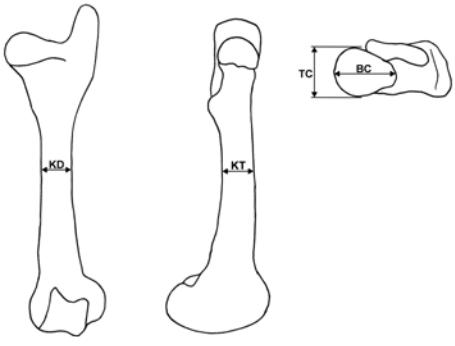


Abb. 8 Schematisch dargestellte Messstrecken des Femur der Cervidae, entsprechend Tab. 1. KD = kleinster Durchmesser der Diaphyse; KT = kleinste Tiefe der Diaphyse; TC = größte Tiefe des Caput femoris; BC = größte Breite des Caput femoris.

wurden ebenfalls nicht bis auf die Gattungs- und Artebene bestimmt, da auch hier keine geeignete Bestimmungsliteratur bzw. geeignetes Vergleichsmaterial zur Verfügung standen.

Um eine Bestimmung möglichst bis zur Artebene zu ermöglichen, wurde bei den Cervidae und Bovidae auch weiterführende Literatur verwendet. Zur Unterscheidung

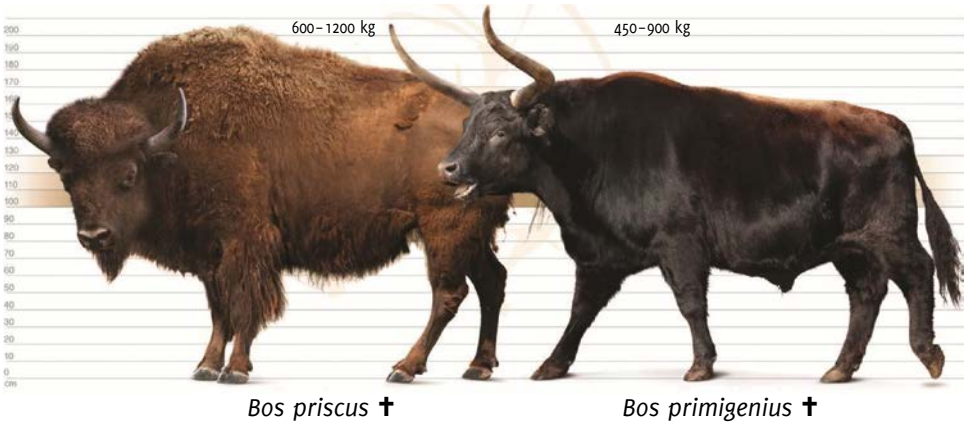


Abb. 11 Rekonstruktion des Habitus von *Bos priscus* und *Bos primigenius;* Darstellung: Roman Uchytel (prehistoric-fauna.com).

von *Megaloceros giganteus*, *Bos priscus* und *Bos primigenius* verwendete Martin (1987) diverse Messstrecken und daraus resultierende Indices. Dabei wurden je nach Knochentyp spezielle Messwerte genommen, die in dieser Ausarbeitung auf die Cervidae übertragen werden konnten (Tab. 1).

In Abb. 6–10 sind die Messstrecken am jeweiligen Knochentyp Humerus, Radius, Femur, Tibia und Metacarpus dargestellt.

In der Auswahl befanden sich allerdings nur Exemplare, bei denen die Messungen auch durchzuführen waren (n = 51). Bei den vielen fragmentierten Knochen, die eine genaue Ausmessung nicht zuließen, konnte nur durch möglichst akkuraten visuellen Vergleich mithilfe der Bestimmungsatlanten eine Aussage getroffen werden. Als Messinstrument diente eine Präzisionsschieblehre der Marke Bahr. Zur Unterscheidung der Humeri ließen sich der Höhen-Breiten-Index der Trochlea humeri ((MHT · 100)/BT) und der kleinste Diaphysendurchmesser (KD) messen. Um die Radii zu vergleichen, konnte der Breiten-Längenindex der Diaphyse ((KD · 100)/GL) und die Breite der proximalen Gelenkfläche (BFp) herangezogen werden. Bei den Ulnae war ausschließlich der visuelle Vergleich mithilfe der zuvor genannten Bestimmungsliteratur möglich. Bei den Femora wurde der Caput-Index ((TC · 100)/BC) und der Breiten-Tiefen-Index der Diaphyse ((KD · 100)/KT) ermittelt. Für die Tibiae verwendete man die Tiefe der distalen Gelenkfläche (TFd) und den kleinsten Diaphysendurchmesser. Als Grundlage zur Unterscheidung der Metapodien der Cervidae, fand die Arbeit von Schertz (1936) Verwendung, die sich ebenfalls mit der Unterscheidung von Vertretern der Gattung Bos, und im angewandten Fall anhand der Metapodien, befasste. Hieraus wurden die Messstrecken des KD, der MB (Metaphysenbreite) und der EB (Epiphysenbreite) auf die Metapodien des Untersuchungsmaterials angewandt. Daraus ließ sich ein Index aus der EB und der MB bilden: Meta-Epiphysen-Breiten-Index ((MB · 100)/EB). Um das Untersuchungsmaterial mit sicher bestimmten Vertretern der jeweiligen Art vergleichen zu können und so eine möglichst zuverlässige Aussage zur Artzughörigkeit treffen zu können, half Vergleichsmaterial aus Sammlungseinrichtungen, worauf die

Tab. 2 Untersuchungsmerkmale der Gattung *Bos* an Humerus, Radius, Femur und Tibia nach Martin (1987).

Knochentyp	Merkmal	*Bos primigenius*	*Bos priscus*
Humerus	M1	fehlend	vorhanden
	M2	abrupter Übergang	allmählicher Übergang
	M3	kräftig ausgeprägt	flach
	M4	breit-kastenförmig	schmaler
	M5	fehlt	vorhanden
	M6	eher breit	eher schmal
Radius	M7	tief eingekerbt	ohne Kerbe, rechteckig
	M8	kräftig vorspringend	flach abfallend
	M9	kräftig ausgeprägt	schwach
	M10	verschmälert sich kaudal stark	verschmälert sich kaudal kaum
	M11	schwach gekrümmt	stark gekrümmt
	M12	bis 95°	über 101°
	M13	fehlt	vorhanden
	M14	vollständig knöchern	weitgehend knorpelig
Femur	M15	steil	flach
	M16	weit offen	etwas verengt
	M17	über 65°	bis 62°
	M18	mit distaler Einknickung	ohne distale Einknickung
	M19	über 92°	bis 89°
Tibia	M20	schwach gekrümmt	stark gekrümmt
	M21	flach, senkrecht zur Längsachse	geknickt bzw. schräg zur Längsachse
	M22	flach	tief
	M23	tief	flach

M1 Einkerbung im Tuberkulum maius
M2 Übergang der Diaphyse in das Tuberkulum minus
M3 Führungsgrat und Rinne der Trochlea humeri
M4 Form der Fossa olecrani
M5 Tuberkulum intermedium
M6 proximaler Gelenkkopf
M7 Verbindungsstelle zur Ulna (Kaudalseite der proximalen Gelenkfläche)
M8 lateraler Bandhöcker am Caput radii
M9 Relief der proximalen Gelenkfläche
M10 Facette des Os radiale
M11 Krümmung der distalen Gelenkfläche
M12 distaler Gelenkflächenindex $\frac{BFdm \cdot 100}{BFdl}$
M13 Kerbe in der Facette für das Os ulnare
M14 Verbindung der Diaphysen von Radius und Ulna
M15 Anstieg des Trochanter maior
M16 Öffnung der Fossa trochanterica
M17 Winkel an der Fossa trochanterica
M18 lateraler Begrenzungsgrat der Facies patellaris
M19 Trochlea-Index $\frac{BTd \cdot 100}{BTp}$
M20 lateraler Rand des Condylus lateralis
M21 Form & Stellung der dorsalen Gelenkfläche für das Os malleolare
M22 Einschnitt für den Zapfen des Os malleolare
M23 Grube für den Musculus flexor

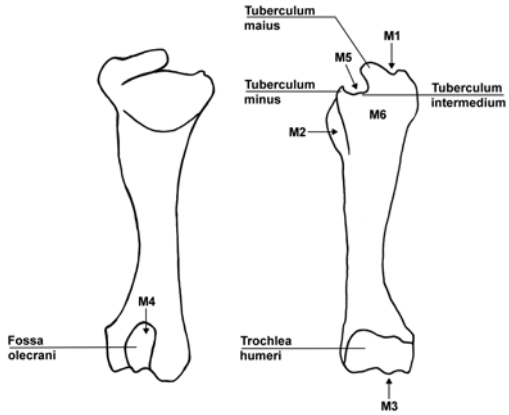


Abb. 12 Schematisch dargestellte untersuchte Merkmalsausprägungen des Humerus der Gattung *Bos* entsprechend Tab. 2.

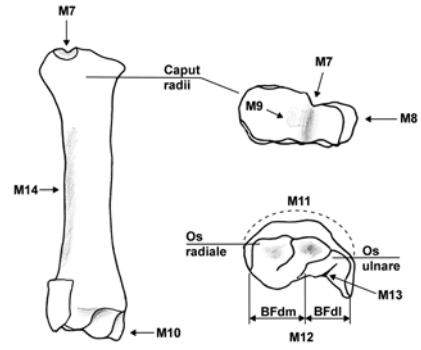


Abb. 13 Schematisch dargestellte untersuchte Merkmalsausprägungen des Radius der Gattung *Bos* entsprechend Tab. 2.

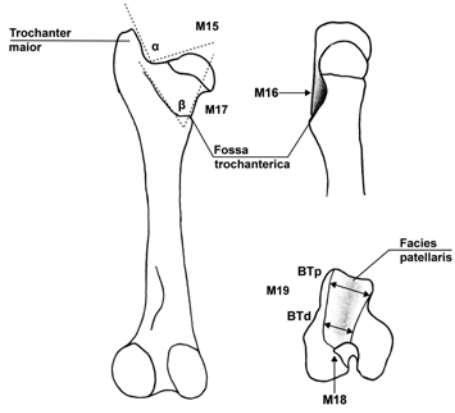


Abb. 14 Schematisch dargestellte untersuchte Merkmalsausprägungen des Femur der Gattung *Bos* entsprechend Tab. 2.

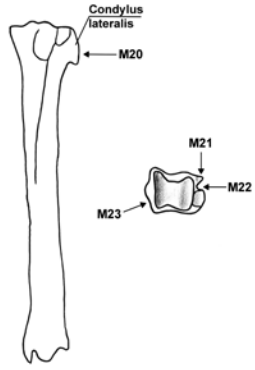


Abb. 15 Schematisch dargestellte untersuchte Merkmalsausprägungen der Tibia der Gattung *Bos* entsprechend Tab. 2.

gleichen Messungen angewandt wurden. Eine Auflistung des gesamten Vergleichsmaterials ist in Tab. 4 (Appendix) aufgeführt. Alle Messergebnisse sind letztendlich in Scatterplots dargestellt (Appendix, Tab. 9–14; Abb. 27–32).

Die beiden Arten *Bos priscus* und *Bos primigenius* waren in ihrem Habitus sehr ähnlich (Abb. 11). Oberflächlich betrachtet wirken die Knochen des Auerochsen etwas stämmiger und gedrungener, aber durch die verwandtschaftliche Nähe ist ein einzelnes Merkmal zur Identifizierung eines Knochens nicht aufschlussreich genug. Um sichere Aussagen treffen zu können, wurde eine weitere Methode nach Martin (1987) angewandt. Diese bedient sich einer Kombination aus Merkmalen jeweils des Humerus, des Radius, des Femurs und der Tibia. In Tab. 2 sind die untersuchten Merkmale aufgeführt.

In den Abb. 12–15 sind die Merkmale schematisch am jeweiligen Knochentypen dargestellt. Die festgestellten

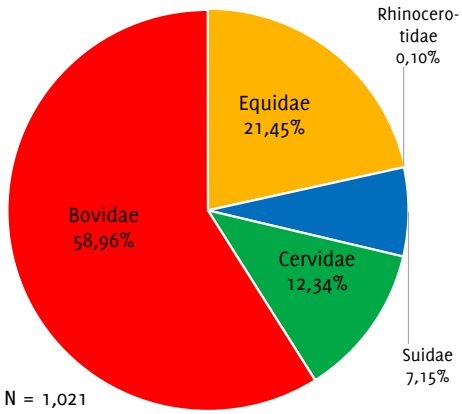
Merkmalskombinationen sind in den Tab. 5–8 (Appendix) zusammengetragen.

Jedes Merkmal war nach einer Untersuchung in „Typisch für *Bos primigenius*“, „intermediär“ und „Typisch für *Bos priscus*“ zu beurteilen. Exemplare (n = 54), bei denen ausreichend Merkmale erkennbar waren, um die Zuordnung zu einer Art zu ermöglichen, waren in der Auswahl. Exemplare, bei denen nur ein einziges Merkmal nicht auszumachen war, konnten ebenfalls miteinbezogen werden. Wenn über die Hälfte der Merkmale für eine Art typisch waren, ließ sich der Knochen dieser zuordnen. Das gleiche Verfahren konnte angewendet werden, wenn nur die Hälfte der Merkmale des jeweiligen Knochentyps für eine Art und kein anderes Merkmal für die andere Art typisch waren.

Ergebnisse

Es wurden insgesamt 1072 Langknochen von Huftieren untersucht (Appendix, Tab. 15). Von diesen konnten 1021 mindestens bis auf die Familie bestimmt werden. 51 konnten lediglich als Huftier oder Paarhufer identifiziert werden und sind im Weiteren als unbestimmt aufgeführt oder vernachlässigt. In Tab. 16a–d (Appendix) sind die Auswertungen der Fundorte im Einzelnen aufgeführt.

Abb. 16 Anteiliges Verhältnis der Langknochen der fünf vertretenen Familien aus den Fundorten Hemmingen, Jeinsen, Koldingen und Gleidingen. Artiodactyla (Paarhufer) machen einen Teil von 78,45 % und Perissodactyla (Unpaarhufer) einen Teil von 21,55 % aller bestimmbaren Exemplare aus.



Auf Ordnungsebene machen die Artiodactyla (Paarhufer), mit insgesamt 78,45% den Großteil aus. Die Unpaarhufer (Perissodactyla) nehmen somit nur einen Anteil von 21,55 % aller bestimmten Arten ein. In Abb. 16 sind die Anteile der unterschiedlichen Familien aller Fundorte dargestellt.

Der größte Anteil aller vertretenen Arten gehört zur Familie der Bovidae, die hauptsächlich Exemplare der Gattung *Bos* (n = 538) beinhalten. Davon konnten 30 als *Bos priscus* und 208 als *Bos primigenius* sicher bestimmt werden. 300 konnten zumindest der Gattung *Bos* zugeordnet werden. Unter den Bovidae wurden auch 64 Exemplare dem Tribus Caprini zugeordnet. Unter den insgesamt 126 Cervidae war *Cervus elaphus* mit 65 dominant vertreten. Auch konnten 27 Rehe *(Capreolus capreolus)* und 3 Rentiere *(Rangifer tarandus)* bestimmt werden (Abb. 17). Ein Elch *(Alces alces)* konnte identifiziert werden und 30 Knochen konnten lediglich der Familie Cervidae zugeordnet werden.

Am zweithäufigsten sind die Equidae mit 219 Exemplaren der Gattung *Equus* vertreten, wobei es sich wahrscheinlich hauptsächlich um *Equus ferus* handelt, da *Equus hydruntinus* tendenziell im südlichen Europa verbreitet war (Crees & Turvey 2014). Außerdem konnte ein Exemplar



Abb. 17 Metacarpalia von drei identifizierten Vertretern der Cervidae. Von links nach rechts: Rothirsch *(Cervus elaphus),* Rentier *(Rangifer tarandus),* Reh *(Capreolus capreolus)* (Sammlungsnummern: V1515, V771, V1507).

dem Wollhaarnashorn *Coelodonta antiquitatis* zugeordnet werden. Es wurden 73 Knochen als *Sus scrofa* zugehörig identifiziert. An allen Fundorten war die Gattung *Bos,* hauptsächlich *Bos primigenius,* dominant vertreten. Die Gattung *Equus* machte stets den zweitgrößten Anteil aus. Bei Betrachtung des Verhältnisses von kaltzeitlichen und warmzeitlichen Arten wird deutlich, dass der überwiegende Anteil aus Arten besteht, die mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht im letzten Glazial sensu stricto gelebt haben. Von den 1072 Knochen konnten nur 34 Exemplare eindeutig kaltzeitlichen Individuen zugeordnet werden, nämlich einem Wollnashorn, drei Rentieren und 30 Steppenbisons. Andere typisch kaltzeitliche Arten wie der Riesenhirsch *(Megaloceros giganteus)* oder der Moschusochse *(Ovibos moschatus)* sind in den Funden nicht vertreten. Der Großteil ist nicht auf die Artebene bestimmbar oder gehört zu Arten temperierter Klimate (Abb. 18).

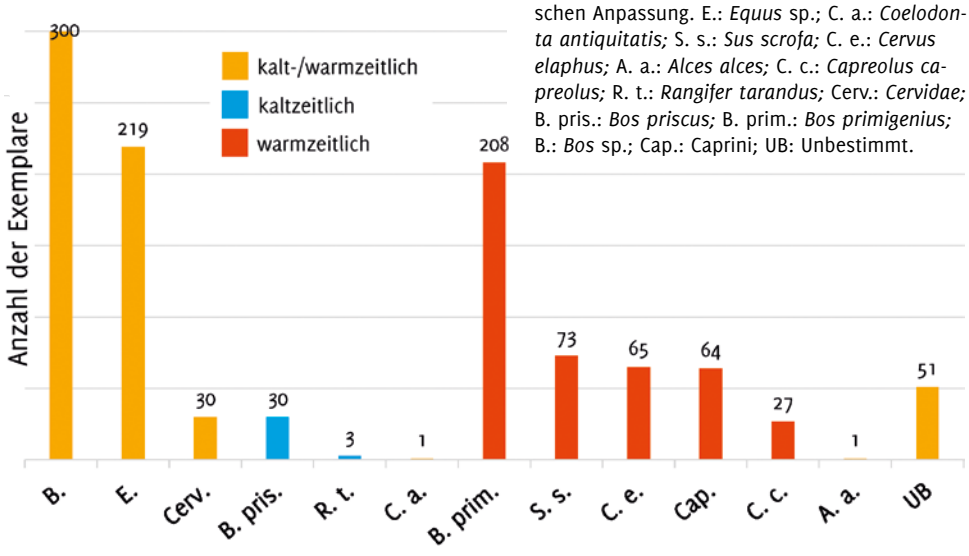


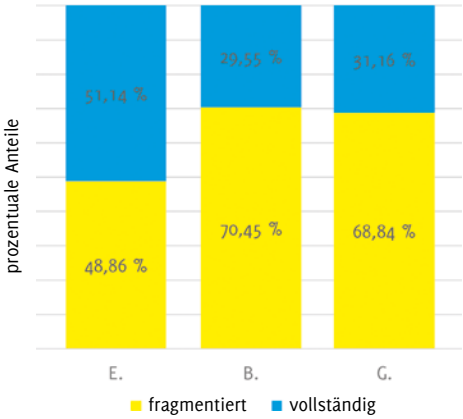
Abb. 18 Absolute Anzahl aller Exemplare von allen Fundorten, aufgeteilt nach ihrer klimatischen Anpassung. E.: *Equus* sp.; C. a.: *Coelodonta antiquitatis;* S. s.: *Sus scrofa;* C. e.: *Cervus elaphus;* A. a.: *Alces alces;* C. c.: *Capreolus capreolus;* R. t.: *Rangifer tarandus;* Cerv.: *Cervidae;* B. pris.: *Bos priscus;* B. prim.: *Bos primigenius;* B.: *Bos* sp.; Cap.: Caprini; UB: Unbestimmt.

Bereits bei der ersten Durchsicht fiel auf, dass unter den Pferdeknochen auffällig viele Exemplare in sehr gutem Zustand waren. In Abb. 19 sind die Anteile vollständiger und fragmentierter Knochen gegenübergestellt. Hierbei wurden die beiden am häufigsten vertretenen Gattungen *Equus* (112 vollständig, 107 fragmentiert) und *Bos* (159 vollständig, 379 fragmentiert) und die Gesamtzahl aller untersuchten Knochen (334 vollständig, 738 fragmentiert) zusammengetragen.

Bei den Pferdeknochen sind somit über die Hälfte in vollständigem Zustand und auffällig gut erhalten. Sie weisen sehr wenige Beschädigungen (Abbrüche o. ä.) auf und es gibt fast keine Exemplare, deren Oberfläche abgeblättert ist. Die Rinderknochen spiegeln hingegen in einer Relation von unter einem Drittel vollständiger Knochen gegenüber fragmentierten Knochen das Gesamtverhältnis wider. Mit 112 von 334 vollständigen Knochen machen die Pferde in etwa ein Drittel der Gesamtheit aller vollständigen Knochen aus. Insgesamt konnten 142 Knochen ausgemacht werden, die auf Juvenilität eines Individuums hindeuten (Tab. 3).

Eine Rohdatenliste aller einzelnen im Detail beschriebenen 1072 Exemplare ist sowohl im Institut für Wildtierforschung der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover als auch im Landesmuseum Hannover hinterlegt. Sie liegt als PDF und Excel-Tabelle vor.

Abb. 19 Die prozentualen Anteile der vollständig erhaltenen und fragmentierten Knochen von *Equus* sp. (E.); *Bos* sp. (B., einschließlich *Bos priscus* und *Bos primigenius*) und der Gesamtheit aller Knochen (G) aus allen Fundorten.



Tab. 3 Die Gesamtheit der als juvenil identifizierten Exemplare und deren Anteil am jeweiligen Taxon von allen Fundorten. E.: *Equus* sp.; C. a.: *Coelodonta antiquitatis;* S. s.: *Sus scrofa;* C. e.: *Cervus elaphus;* A. a.: *Alces alces;* C. c.: *Capreolus capreolus;* R. t.: *Rangifer tarandus;* Cerv.: Cervidae (nicht näher bestimmt); B. pris.: *Bos priscus;* B. prim.: *Bos primigenius;* B.: *Bos priscus* oder *Bos primigenius;* Cap.: Caprini (nicht näher bestimmt).

Taxon	Anzahl	Juvenil	
E.	219	12	5,48 %
C. a.	1	0	0,00 %
S. s.	73	24	32,88 %
C. e.	65	2	3,08 %
A. a.	1	0	0,00 %
C. c.	27	7	25,93 %
R. t.	3	1	33,33 %
Cerv.	30	4	13,33 %
B. pris.	30	2	6,67 %
B. prim.	208	9	4,33 %
B.	300	54	18,00 %
Cap.	64	19	29,69 %
Unbest.	51	8	15,69 %
Gesamt	**1072**	**142**	**13,25 %**

Diskussion

Analyse des Artenspektrums und zeitliche Einordnung

Die Befunde legen nahe, dass die Mehrzahl der Knochen zu Arten gehören, die ein temperiertes Klima bevorzugen. Insgesamt stellen 208 Auerochsen, 73 Wildschweine, 65 Rothirsche, 27 Rehe, 64 Ziegenartige und ein Elch Indikatoren für eine Warmzeit dar. Lediglich 34 Individuen, bestehend aus 30 Steppenbisons, 3 Rentieren und einem Wollnashorn (Abb. 20) sind typisch kaltzeitliche Arten.

Dies spricht gegen den Ursprung der Knochen aus der Eem-Warmzeit, da in den Fossilfunden der Einfluss der zwischenzeitlichen Weichsel-Kaltzeit stärker vertreten sein müsste. Auch das gänzliche Fehlen von Riesenhirschen oder Moschusochsen, die während des späten Pleistozän bis ins frühe Holozän in Norddeutschland vertreten waren (Markova et al. 2015), spricht ebenso für einen Ursprung der Knochen aus einer Warmzeit. Allerdings ist zu bedenken, dass die sehr dominant vertretenen Pferde sowohl zur letzten Kaltzeit als auch im Holozän Europa besiedelten. Nach Einbruch der Wildpferdbestände zu Beginn des Holozän konnten sich die Populationen im weiteren Verlauf der Klimaperiode wieder erholen (Leonardi et al. 2018). Es lässt sich somit feststellen, dass die kaltzeitlichen Funde Restbestände aus der Weichsel-Kaltzeit sind, oder zumindest aus dem Intermediärzeitraum (Interglazial) zwischen Weichsel-Kaltzeit und Holozän stammen. Widersprüchlich diesbezüglich ist allerdings, dass die Funde warmzeitlicher Arten aus den kaltzeitlichen Kiesen selbst stammen. Somit muss es zu einer Vermischung der warmzeitlichen Knochen und der kaltzeitlichen Kiese gekommen sein.



Abb. 20 Kaudalseite eines Humerus (sinister), der als einziges Exemplar der eiszeitlichen Art *Coelodonta antiquitatis* (Wollnashorn) zugeordnet werden konnte (Sammlungsnummer V2306).

Osteometrische Bestimmung

Mithilfe der Bestimmung von Merkmalskombinationen konnten bei den 54 untersuchten Rinderknochen 14 Exemplare *Bos priscus* und 33 Exemplare *Bos primigenius* zugeordnet werden (Tab. 5–8, Appendix). Sieben blieben weiterhin nur auf die Gattung *Bos* bestimmbar. Neben eindeutig bestimmbaren Merkmalen gab es intermediäre Formen, die noch im Weiteren diskutierte potenzielle Domestikationseinflüsse darstellen könnten. Daher empfiehlt es sich für zukünftige

Untersuchungen die Methodik um weitere Unterscheidungsaspekte zu erweitern. Während der Merkmalsuntersuchung erwies es sich in manchen Fällen als schwierig, objektive Bewertungen einzelner Merkmale zu treffen, da die in der Literaturgrundlage (Martin 1987) beschriebenen Merkmalsausprägungen nicht selten einen gewissen Interpretationsspielraum zuließen. Die Unterscheidung beider Arten anhand der Metacarpalia war hingegen sehr einfach durchführbar, da diese zweifelsfrei ohne weiterführende Bestimmungsverfahren auseinanderzuhalten sind (Abb. 21).

Bei der Bestimmung der Cervidae war bei manchen Knochentypen wie der Tibia die Darstellung der Messungen im Scatterplot (Abb. 27–32, Appendix) sehr hilfreich. So konnten manche Exemplare einer Art zugeordnet werden, da sich deren Punkte im Scatterplot in unmittelbarer Umgebung der sicher bestimmten Exemplare befanden. Ein zusätzlicher visueller Abgleich diente als Kontrolle. Beim Humerus beispielsweise waren die einzelnen Punkte diffus, sodass eine Zuordnung sehr schwierig war. Um eine möglichst zuverlässige Zuordnung zu gewährleisten, wurde bei der Bestimmung in vielen nicht eindeutigen Fällen auf ein allgemeineres Taxon ausgewichen. Dennoch konnte mithilfe dieser Messtechniken die Genauigkeit erhöht werden.

Abb. 21 Links der Metacarpus (dexter) eines Auerochsen und rechts der Metacarpus (sinister) eines Steppenbisons. Erkennbar ist die beim Auerochsen – im Vergleich zur Metaphyse – deutlich breitere Epiphyse. Beim Steppenbison ist die Metaphyse zumindest gleich breit, wenn nicht sogar breiter. Dieser Unterschied wurde als verlässliches Unterscheidungsmerkmal genutzt (Sammlungsnummer V835 und V2548).



Taphonomische Hinweise auf den Ursprung der Knochen

Da die Kiese hauptsächlich aus den Schmelzwässern des Niedersächsischen Berglands stammen, könnten die Knochen durch die fluviatilen Umlagerungsprozesse in das Sediment eingearbeitet worden sein. Knochen, die in Flüssen über weite Strecken transportiert wurden, sollten einen entsprechenden Abschliff aufweisen, wie beispielsweise das Ergebnis eines Versuches in Abb. 22 veranschaulicht (Fernández-Jalvo & Andrews 2016).

Oberflächlich betrachtet war ein solches Merkmal jedoch nicht häufig vertreten. Um eine genaue Aussage über intensive Ablagerungsprozesse (Abschliffe) zu treffen, müsste das Material nochmals auf Abschliff untersucht werden. Abb. 23 zeigt unterschiedliche Verfärbungen der untersuchten Knochen. Diese könnten zeigen, ob die Knochen aus unmittelbarer Flussnähe stammen, durch Hochwasser aus dem Einzugsgebiet der Leine eingetragen oder von weiter entfernt aus dem Bergland flussabwärts transportiert wurden. Während eine rote Färbung auf eisenhaltige Böden hindeutet, impliziert eine Schwarzfärbung Mangandioxid im Boden. Weißfärbung tritt bei Einlagerung im sehr kalkhaltigen Boden auf. Der auffällig gute

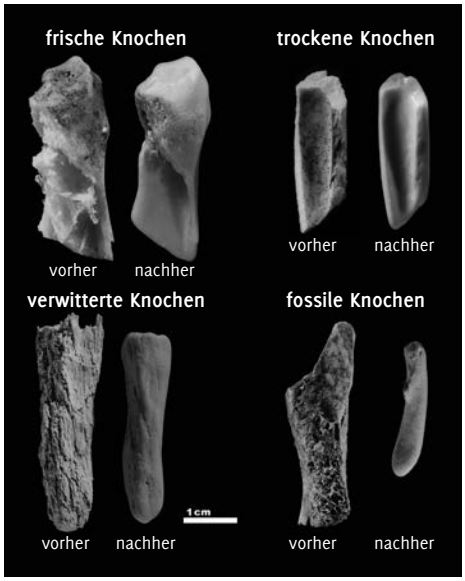


Abb. 22 Abschliff durch Kies im Versuch. Vier Knochen unterschiedlichen Ursprungszustands wurden 360 Stunden lang in 15 cm/s schnell fließendem Wasser in Kiessubstrat ausgesetzt. Kies stellt eines der Sedimente mit der stärksten Schleifwirkung dar und erzeugt einen hohen Grad an Glanz und Glattheit (Fernández-Jalvo 2016). Verändert nach Fernández-Jalvo (2016).



Abb. 23 Vorgefundene Verfärbungen einzelner Metacarpalia. Von links nach rechts: gelb verfärbter Metacarpus eines Rothirsches, rot verfärbter Metacarpus eines Pferdes, weiß-bleich verfärbter Metacarpus eines Pferdes, gelber Metacarpus eines Auerochsen und schwarz verfärbter Metacarpus eines Ziegenartigen (Sammlungsnummern V2494, V809, V844, V2974, V774).

Zustand vieler Pferdeknochen könnte neben weiteren taphonomischen Untersuchungen Aufschluss über die genauen Ursprünge der einzelnen Knochen geben und fehlende stratigrafische Information kompensieren.

Artikulation

Da die Knochen nicht artikuliert geborgen werden konnten, war es unmöglich herauszufinden, welche Knochen einzelnen Individuen zugehörig waren. Nur in einem einzigen Fall handelte es sich mit großer Wahrscheinlichkeit um beide Metacarpalia eines einzelnen Pferdes (Abb. 24). Eine markante rote Verfärbung trat sowohl beim rechten als auch beim linken Metacarpus auf, was neben der exakt gleichen Länge für ihre Zusammengehörigkeit spricht. Die Beschaffenheit war allgemein identisch. Dabei ist allerdings eher von einem Zufall auszugehen.

Bei allen anderen 1070 Exemplaren konnte solch eine Übereinstimmung nicht festgestellt werden. Es konnte allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass eine Disartikulation auch vor der Bergung durch die zuvor erwähnten fluviatilen Umlagerungsprozesse entstanden ist. So hätte man auch genauere Rückschlüsse auf die Herkunft der Fossilien ziehen können, da am Ort verstorbene Tiere mit höherer Wahrscheinlichkeit besser artikuliert gewesen wären.

Abb. 24 Ein rechter und ein linker Metacarpus (*Equus* sp.). Die einzigen zwei Exemplare, die mit großer Wahrscheinlichkeit einem einzelnen Individuum zugeordnet werden können. Die markante Färbung und die exakt gleiche Länge sprechen für Ihre Zusammengehörigkeit (Sammlungsnummern V803 und V809).



Arttypische Lebensweisen als Indikatoren für eine Einordnung

2001 beschreibt van Vuure die Lebensweise von heute lebenden Rinderarten, die sich gerne in Flussnähe aufhalten, wie es bei Afrikanischen Waldbüffeln *(Syncerus nanus)* oder dem Amerikanischen Waldbison der Fall ist *(Bos bison athabascae)*. Letzterer ernährt sich unter anderem von Seggen (*Carex* spp.) und Riedgräsern *(Calamagrostis canadensis)*, die entlang von Flussläufen wachsen. Eine Bevorzugung von Offenflächen durch Wildrinder ist somit nicht untypisch. Auch Isotopenanalysen an Zähnen fossiler Steppenbisons aus Osteuropa belegen, dass es sich um eine in offenen Landschaften weidende Art handelte, die keine saisonalen Wanderungen unternahm und in Kälteperioden auch auf den Verzehr von Flechten zurückgriff (Julien et al. 2012). Die 208 identifizierten Auerochsenknochen, die fast ein Fünftel des Gesamtmaterials ausmachen, implizieren eine Affinität für die offenen Marschgebiete des Leinetals im sonst von Laubwäldern bedeckten Niedersachsen. Von den 300 nicht bis auf die Artebene

bestimmbaren Rinderknochen lässt sich vermuten, dass der Großteil ebenfalls *Bos primigenius* zugehörig ist, da *Bos priscus* nur mit 30 sicher bestimmten Exemplaren vertreten ist und damit einen deutlich geringeren Anteil darstellt. Die Dominanz der Auerochsen könnte, neben den steigenden Temperaturen, den Steppenbison zunehmend unter Druck gesetzt haben. Denkbar ist auch, dass es während eines Intermediärzeitraums zwischen Kalt- und Warmzeit zu einer Begegnung beider Arten gekommen sein könnte. Graslandschaften haben sich in den waldfreien, vom Schmelzwasser der Gletscher gespeisten Gebieten schnell ausgebreitet, wodurch ideale Voraussetzungen für den Auerochsen gegeben waren. Zusätzlich haben große Herbivoren wie der Auerochse die Eigenschaft Waldbildung zu unterdrücken, indem sie die Vegetation niedrig halten, wie es bei Untersuchungen von Fossilfundstellen im südlichen Skandinavien festgestellt wurde (Schulz & Kaiser 2007).

Die 219 Funde der Gattung *Equus* stellen neben den Rindern in dieser Untersuchung die größte Anzahl unter den bestimmbaren Gattungen dar. Wie auch Sommer et al. (2011a) feststellten, boten offene Feuchtmarschen wie das Leinetal einen beliebten Lebensraum für *Equus ferus*. Diese Wildpferde erfuhren an der Weichsel-/Holozän-Grenze einen starken Einbruch in ihren Beständen (Leonardi et al. 2018) und offene Flussgebiete könnten ein Garant für ihr Überleben bis ins mittlere Holozän gewesen sein. Auch die Tatsache, dass *Equus ferus* den Kalt- und Warmzeitwechsel am Ende der Weichsel-Kaltzeit überlebte und sich nach Ausbreitung der Laubwälder weiter in den selteneren Offenflächen behaupten konnte, zeugt von einer hohen Anpassungsfähigkeit und steht im Kontrast zum Verlust der innersystematischen Diversität dieser Tiergruppe und dem fast vollständigen Aussterben in Zentraleuropa. Ebenso das gänzliche Verschwinden der Rhinocerotidae im Holozän spricht dafür, dass die Ordnung der Perissodactyla, mit Ausnahme der Wildpferde, gegenüber den Artiodactyla beim Konkurrieren um den gleichen Lebensraum unterlegen waren. Wie in Abb. 16 dargestellt, beweisen die Artiodactyla (Bovidae, Cervidae, Suidae) mit einem Anteil von 78,45 % gegenüber den Perissodactyla (Equidae, Rhinocerotidae) mit nur 21,55 % eine deutliche Dominanz. Genau wie der Auerochse ist *Equus ferus* eine Art, die große Populationen im europäischen Holozän ausbilden konnte, aber heute nur noch auf paläontologischer Ebene zu erfassen ist.

Unter den Cervidae war der Rothirsch dominant vertreten. Es handelt sich um einen intermediären Ernährungstyp zwischen Raufutterfresser und Konzentratselektierer, der sowohl in dicht bewaldeten Berglandschaften Nahrung findet, als auch in Tiefebenen, die eine Mischung aus offenen Flussauen und Wald beinhalten (Schnitzer et al. 2018). Verglichen mit den Auerochsen oder Pferden, machen die 65 identifizierten Exemplare des Rothirsches einen deutlich geringeren Anteil des Artenspektrums aus, belegen aber, dass der Rothirsch ebenfalls fester Bestandteil dieses Lebensraums war. Seine Lebensweise könnte der Grund dafür sein, dass er weniger in den Fossilfunden vertreten ist. Auch das Reh, das im Holozän weit verbreitet war (Sommer et al. 2009), könnte aus diesen Gründen in geringerer Zahl mit lediglich 27 Exemplaren vertreten sein. Dies legt die Vermutung nahe, dass tote Tierkörper von typisch waldassoziierten Arten seltener aus den umliegenden Waldgebieten in die Flussebenen eingetragen wurden, das wiederum lässt Rückschlüsse auf den Ursprung der fossilen Knochen aus dem Leinetal zu. Somit könnte die große

Anzahl an Funden von Auerochsen und Pferden ein Beleg dafür sein, dass die Knochen überwiegend von Individuen stammen, die auch vor Ort verendet sind, da das Artenspektrum die Fauna einer Flusslandschaft widerspiegelt.

Mögliche anthropogene Einflüsse

Auerochsen und Wildpferde als potenzielle Jagdziele

Mit zunehmender Ausbreitung des Cro-Magnon-Menschen boten diese günstigen Lebensbedingungen für Auerochsen und Wildpferde in den Feuchtmarschen auch optimale Jagdbedingungen für Menschen auf der Suche nach Nahrung. Sie fanden womöglich große Herden von auf Flusstäler beschränktem Jagdwild vor. An diese Bedingungen angepasste Jagdstrategien sind durchaus vorstellbar. Das leicht vorhersehbare Fluchtverhalten von Herdentieren, die sich in durch Wälder begrenzten Korridoren aufhalten, könnte ausgenutzt worden sein, um die Flüsse auf Treibjagden als Todesfallen zu nutzen. Das Risiko für den Menschen, bei einer solchen Jagd zu Schaden zu kommen, ist dabei als sehr gering und die Ausbeute als sehr hoch einzuschätzen. Auch in anderen Untersuchungen wird die Anpassung des menschlichen Jagdverhaltens an die charakteristische Lebensweise von Beutetieren zu prähistorischen Zeiten als sehr plausibel diskutiert (Julien et al. 2012). Herauszufinden, ob es hier zu einzelnen Massentötungen von Herdentieren kam, ist allerdings sehr schwierig. Die Frage, ob es geeignete Indikatoren gibt, solche Ereignisse zu belegen, wird in der Archäozoologie bereits lange diskutiert (Lubinski 2013). Dabei wird deutlich, dass jegliche Hinweise so gut wie nie zweifelsfrei sind. Selbst eindeutig erscheinende Indizien wie Schnittmarken können auf eine nachträgliche menschliche Bearbeitung eines bereits länger liegenden Tierkadavers hindeuten. Außerdem können fluviatile, mechanische Einwirkungen auch nachweislich dazu führen, dass Schnittmarkierungen abgeschliffen wurden (Pineda et al. 2019), was eine genauere Untersuchung zusätzlich erschwert. Für die Werkzeugherstellung verarbeitete Rothirschgeweihteile, die im südlichen Leinetal gefunden wurden (Riedel et al. 2004), deuten ebenfalls auf eine anthropogene Nutzung der Fauna im Gebiet hin. Eine detaillierte Untersuchung der taphonomischen Eigenschaften (Abb. 25), wie es auch an anderen Fundorten unternommen wurde (Starkovich & Conrad 2014), wäre sinnvoll. Durch natürliche Abnutzung beziehungsweise natürlichen Abschliff könnte sich die Untersuchung anthropogener Einflüsse als schwierig erweisen, aber dennoch Hinweise auf die Ursachen der großen Ansammlungen von Pferde- und Rinderknochen liefern.

Abb. 25 Rundliche Schnittmarke am Radius (dexter) eines Rothirsches, die einen Hinweis auf anthropogene Nutzung geben könnte. Ob das Tier von Menschen gejagt wurde oder anders zu Tode gekommen ist, lässt sich nicht nachvollziehen. Der Knochen könnte auch einem Tierkadaver entnommen und dann von einem Menschen bearbeitet worden sein (Sammlungsnummer 2884).



Domestikation und Juvenilität als möglicher Hinweis

Die Anwesenheit der 64 bestimmten Knochen der Caprini, also von Schafen und Ziegen, kann ein Beleg für Domestikation sein. Tiere dieses Tribus haben in der norddeutschen Tiefebene keine wilden Vorfahren der jüngeren Postglazialgeschichte und müssen daher durch den Menschen aus dem mittleren Osten in das Gebiet des Leinetals eingeführt worden sein. Die agrarische Wirtschaftsweise in Europa, die die Nutztierhaltung von Ziegen, Schafen, Schweinen und Rindern beinhaltete, ist 8000 Jahre vor Christus erstmals im Balkan zu verzeichnen, wo sie sich vermutlich mit den Menschen entlang der mediterranen Küste und entlang der Donau west- und nordwärts ausbreiteten (Benecke 1994, Tresset et al. 2009, McClure 2013). Das Pferd erweiterte in Europa den Haustierbestand erst 4000 Jahre später. Während Ziegen als Konzentratselektierer den Verzehr von Sträuchern oder Zweigen bevorzugen, ernähren sich Schafe und Auerochsen hauptsächlich von Gräsern. Insbesondere Herden, die sich aus Schafen und Ziegen zusammensetzten, konnten sowohl in bewaldeten als auch in offenen Gebieten Nahrung finden (McClure 2013).

Domestizierte Formen von *Sus scrofa* und *Bos primigenius* könnten im Leinetal ebenso mit ihren wilden Verwandten um die Nahrungsgründe konkurriert haben. Eine genauere Untersuchung auf osteometrische Domestikationserscheinungen könnte Aufschluss über Vermischungen von Nutztieren und ihren wilden Verwandten ergeben. Allerdings ist zu beachten, dass das Hausrind, genau wie Schafe und Ziegen, in Asien domestiziert und daher weniger vom europäischen Auerochsen beeinflusst wurde (McClure 2013). Zur Unterscheidung könnte auch die überlegene Körpergröße der wilden Auerochsen gegenüber der domestizierten Form herangezogen werden (Tresset et al. 2009). Auch bei Pferden gibt es Untersuchungen, die sich auf die Variabilität in der Körpergröße beziehen. Kyselý & Peške (2016) stellten fest, dass westlich vom heutigen Tschechien tendenziell größere Wildpferde als östlich davon lebten. Funde auf der iberischen Halbinsel bestätigen ebenfalls eine geringere Körpergröße von *Equus ferus* im Holozän (Uerpmann 2005). Untersuchungen zur Körpergröße der Pferde aus dem Rheinland legen nahe, dass es sich um Anpassungen an Temperaturschwankungen handelte, was ein Fortbestehen über stets wechselnde Klimaperioden in Europa gesichert haben könnte (Dechert et al. 1999). Die Pferdebestände im Leinegebiet könnten solche morphologischen Einflüsse womöglich auch aufweisen.

Bei Jungtieren der Ungulata kommt es am Ende des Längenwachstums bei Langknochen zum Epiphysenverschluss, wenn der Knorpel vollständig ossifiziert ist und die Diaphyse und die Epiphysen zu einer knöchernen Einheit verschmelzen. Wie lange dieser Vorgang dauert ist allerdings nicht verallgemeinernd zu sagen, da es auch von Tierart, Geschlecht und Umwelteinflüssen abhängig ist (Nickel et al. 1992). Beim Vergleich der Anteile juveniler und adulter Knochen fällt auf, dass das Verhältnis bei den unterschiedlichen Taxa abweichend ist (Tab. 3). Arten, die nur vereinzelt (Wollnashorn, Elch, Rentier) oder in sehr geringer Zahl in dieser Untersuchung nachweisbar sind, verzerren das Ergebnis und sollten daher vernachlässigt werden. Bei Betrachtung der potenziell domestizierbaren Wildschweine und der Ziegenartigen (Caprini), wird deutlich, dass diese jeweils zu ca. 30 % juvenile Individuen aufweisen. Auch die 300 nicht genauer bestimmten Rinder haben einen relativ



Abb. 26 Vier bovine Metatarsalia. Den beiden linken Exemplaren fehlt die proximale Epiphyse. Sie wurden daher als juvenil eingestuft. Das zweite von rechts weist ein Zwischenstadium und eine noch nicht vollendete Ossifikation der Metaphyse auf. Das Exemplar ganz rechts gehört zu einem adulten Individuum und ist dennoch deutlich kleiner als das Exemplar ganz links (Sammlungsnummern von links nach rechts: V2687, V2792, V1952, V2017).

hohen Anteil von 18 % Juvenilen. Arten wie der Rothirsch, der klassischerweise nicht domestiziert wurde, brachten wenige juvenile Exemplare unter den fossilen Funden hervor (3,08 %). Auch die sehr stark vertretenen Pferde liegen nur bei 5,48 % Juvenilität.

Bei domestizierten Arten war es üblich, abgesehen von zur Zucht verwendeter Tiere, dass Schweine, Schafe und Ziegen mit unter zwei Jahren und Rinder mit unter drei Jahren geschlachtet wurden (Benecke 1994). Nachdem Pferde zu Nutztieren geworden waren, war deren Verwendung zum Fleischgewinn eher nachgeordnet. Ob die vorliegenden juvenilen Knochen eine Aussage über zur Fleischgewinnung getötete, domestizierte Tiere erbringen, ist nicht mit Sicherheit zu sagen. Dennoch ist denkbar, dass die hohen Anteile juveniler Knochen bei potenziell domestizierbaren Arten für eine anthropogene Tierhaltung sprechen. Genau abzuschätzen in welchem Alter sich ein Individuum befand, ist allerdings äußerst schwierig, da die Variabilität der Knochen auch bei den juvenilen Tieren relativ hoch sein kann (Abb. 26).

Die Anteile juveniler Individuen können auch durch das Fortpflanzungsverhalten der einzelnen Arten bedingt sein.

Arten mit einer niedrigen Reproduktionsrate könnten dementsprechend in geringerer Zahl an juvenilen Individuen in den Fossilfunden vertreten sein. Wildpferde werden erst mit zwei bis vier Jahren geschlechtsreif und bringen nach einer Tragzeit von 11 bis 12 Monaten in den meisten Fällen nur ein Jungtier zur Welt (Benecke 1994). Hausrinder sind zwischen 9 und 15 Monaten geschlechtsreif und bringen in der Regel nach 9 bis 10 Monaten ebenfalls überwiegend ein Jungtier zur Welt (Castelló 2016). Auch bei Arten wie dem Rothirsch mit einer Tragzeit von 7 bis 8 Monaten und dem Reh mit einer Tragzeit von ca. 9,5 Monaten beschränkt sich der Nachwuchs im Durchschnitt auf ein Jungtier (von Rasfeld et al. 1985; von Rasfeld & Reulecke 1988). Weibliche Schafe und Ziegen sind nach einem Jahr geschlechtsreif und tragen nach etwa 5 Monaten ein oder zwei Jungtiere aus, Ziegen auch bis zu drei Jungtiere (Castelló 2016).

Im Kontrast zu diesen Arten stehen die Wildschweine, die in der Lage sind mit ihrer relativ hohen Reproduktionsrate in Abhängigkeit der Umweltbedingungen nach einer Tragzeit von ca. vier bis viereinhalb Monaten durchschnittlich vier bis sechs Jungtiere zur Welt zu bringen. Sie können bei Ausfall des gesamten Wurfes in kürzester Zeit empfängnisbereit werden. Ihre Jungtiere sind bereits zwischen dem neunten und 18. Lebensmonat geschlechtsreif (Benecke 1994; Briedermann 2009).

Unter Einbezug der Artspezifität ist die geringe Häufigkeit der juvenilen Funde beim Pferd und beim Rothirsch im Vergleich zur hohen Häufigkeit juveniler Funde beim Wildschwein durchaus nachvollziehbar. Die hohen Anteile juveniler Rehe (25,93 %) sind allerdings schwer einzuordnen, können aber mit Blick auf die geringe Stichprobenzahl (n = 27) vernachlässigt werden. Zu typischen Haustiereigenschaften gehört eine frühzeitige Geschlechtsreife, eine erhöhte Empfängnisbereitschaft sowie höhere Wurfgrößen (Benecke 1994). Hinweise auf Domestikation durch die relativ hohen Anteile an Juvenilität der nicht näher bestimmten Rinder (18,00 %), der Caprini (29,69 %) und der Schweine (32,88 %) sind daher möglich.

Schlussfolgerung

Mithilfe der osteologischen Auswertung konnte belegt werden, dass die Kiese des Leinetals trotz ihres glazialen Ursprungs sehr stark von einem warmzeitlichen Artenspektrum geprägt sind. Die vorliegenden Befunde bestätigen die Marschgebiete des Leinetals als einen Lebensraum für große, weidende Herbivoren, die hier vergesellschaftet vorkamen und vermutlich ausreichend Nahrung im stark bewaldeten Mitteleuropa des Holozän finden konnten. Fest steht, dass die Fossilfunde aus den Leinekiesen uns heute einen spannenden nacheiszeitlichen Einblick geben in einen beispielhaften Lebensraum für zentraleuropäische Großsäuger wie den Auerochsen und das Wildpferd, bevor diese durch den Menschen für immer verdrängt wurden.

Dennoch bleiben einige Fragen offen. Die suboptimalen Fundumstände lassen keine genaue Datierung der Knochen zu. Der biogeografische Kontext kann ausschließlich durch das vorliegende Artenspektrum abgeleitet werden. Daher wäre es von großem Interesse weitere taphonomische Untersuchungen und gezielte Radiocarbondatierungen von ausgewählten Exemplaren vorzunehmen. Dies würde dabei helfen, Indizien für den Ursprungszeitraum, die Lebensweise der Tiere, anthropogene Einflüsse und Domestikationserscheinungen in einen präziseren Zusammenhang zu bringen.

Glossar

Aktualitätsprinzip wissenschaftliches Prinzip zur Erklärung von historisch abgelaufenen Prozessen nur solche Kausalfaktoren zuzulassen, die auch heute wirksam und daher analysierbar sind

Artikulation/Disartikulation funktionaler Kontext eines Knochens zum Gesamtorganismus bzw. Gesamtskelett erhalten bzw. nicht

Artiodactyla Paarhufer, Ordnung der Säugetiere, überwiegend pflanzenfressend mit gerader Anzahl von Zehen (2 oder 4); Rinder, Hirsche, Kamele u. a.

Diaphyse mittig liegender Knochenschaft zwischen den beiden Knochenenden eines Langknochens

Endemismus Organismen, die ausschließlich in einem geographisch eingegrenzten Gebiet vorkommen

Epiphyse beide Knochenenden eines Langknochens

Femur Oberschenkelknochen bei Wirbeltieren

Fibula Wadenbein eines Wirbeltieres

Genotyp Gesamtheit der Gene eines Organismus, die als Grundlage zur Ausprägung aller Merkmale eines Individuums führen

Humerus Oberarmknochen bei Wirbeltieren

Konzentratselektierer Äsungstyp bei wiederkäuenden Huftieren, der die Spezialisierung auf faserarme, aber nährstoffreiche Pflanzenteile als Nahrungsquelle bezeichnet (Blätter, Blüten, Triebe, Knospen, Früchte, etc.)

Lateralität (sinister oder dexter) Aufteilung eines Organismus in zwei symmetrische Körperhälften entlang der Symmetrieachse, beschrieben durch rechts (dexter) und links (sinister)

Metacarpus Mittelhandknochen eines Wirbeltieres

Metaphyse Knochenbereich zwischen Diaphyse (s.o.) und Epiphyse (s.o.)

Metatarsus Mittelfußknochen eines Wirbeltieres

mitochondriale DNA ringförmige DNA, die in der Matrix der Mitochondrien einer Zelle vielzelliger Organismen vorkommt und bei sexueller Reproduktion ausschließlich vom weiblichen Elternteil weitergegeben wird

Ontogenese beschreibt die Entwicklung eines individuellen Organismus im Laufe aller Lebensstadien

Osteometrie wissenschaftliche Untersuchung und Vermessung tierischer Skelette

Perissodactyla Unpaarhufer, Ordnung der Säugetiere; relativ große Tiere in Wald und Savanne (Nashorn, Tapir, Pferd); ungerade Anzahl von Zehen (1 bis 3)

Phänotyp Ausprägung aller Merkmale eines individuellen Organismus

Radiocarbondatierung wissenschaftliches Verfahren zur zeitlichen Einordnung von Fossilien, das auf dem radioaktiven Zerfall kohlenstoffbasierender Materialen beruht

Radius Speiche (Unterarmknochen) eines Wirbeltieres

retikuläre Verwandtschaftsverhältnisse stark vernetzte Verwandtschaftsverhältnisse von Organismen, die über die Artebene hinausgehen können

Scatterplots grafische Darstellung zweier statistischer Merkmale in Form eines Streudiagramms

Taphonomie Fossilisationslehre, beschreibt alle Prozesse zwischen dem Tod eines tierischen oder pflanzlichen Lebewesens und seiner zum Fundzeitpunkt vorliegenden Erscheinungsform als Fossil.

Taxon systematische Einheit, die in der Biologie Organismen anhand bestimmter Verwandtschaftskriterien in Gruppen zusammenfasst

Tibia Schienbein eines Wirbeltieres

Trochlea humeri zum Schulterblatt hingewandte Gelenkfläche des Oberarmknochens eines Wirbeltieres

Ulna Elle (Unterarmknochen) eines Wirbeltieres

Ungulata Sammelbezeichnung unter der Paarhufer und Unpaarhufer zusammengefasst sind

Danksagung

Meinem Erstprüfer Dr. Oliver Keuling bin ich außerordentlich dankbar. Er war von Beginn an eine große Unterstützung und durchweg bereit, meine Fragen zu beantworten, und mir regelmäßig Rückmeldung zum jeweiligen Stand der Arbeit zu geben. Seine Ratschläge zur Themenauswahl, Literaturrecherche, sowie zur Vorgehensweise, halfen mir immer die nächsten Schritte zu finden. Am Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung habe ich mich während der Arbeit von allen Kollegen stets willkommen gefühlt. Auch bei meiner Zweitbetreuerin Dr. Marina Scheumann möchte ich mich herzlich bedanken. Ihre sofortige Bereitschaft diese Arbeit mitzubetreuen war sehr wertvoll für mich und ihr umfangreiches Feedback eine große Hilfe. Beide waren während des Großteiles meines Bachelorstudiums vertraute Bezugspersonen und vermittelten mir gegenüber zu allen Zeiten ihre freundschaftliche Unterstützung. Ein besonderer Dank gilt auch Frau Dr. Annette Richter. Sie begleitete mich intensiv bei der Untersuchung des Materials im Landesmuseum und lieferte den Anstoß zum Thema dieser Arbeit als ich eines ihrer Seminare besuchte. So konnte ich einen inspirierenden Eindruck in die Arbeit am Museum gewinnen.

Auch bei den Mitarbeiterinnen des Landesmuseums Annina Böhme, Christiane Schilling und Anja Schmidt möchte ich mich bedanken. Wenn sie mir nicht mit ihrer Gastfreundlichkeit den Aufenthalt angenehm machten, ermöglichten sie mir bei Bedarf den Zugang zur Sammlung und zur hausinternen Literatur. Ich bedanke mich außerdem bei dem Sammler des fossilen Materials Herrn Wolfgang Weidehaus, der durch seine Stiftung an das Landesmuseum diese Bachelorarbeit erst ermöglichte und mich mit Informationen zu den Fundorten und Dia-Aufnahmen, sowie einer Führung durch das ehemalige Kiesabbaugebiet versorgte. Mit seinem vielseitigen, ehrenamtlichen Engagement leistet er auch heute noch einen wertvollen gesellschaftlichen Beitrag und begeistert junge Menschen für die natürliche Welt. Mein Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. von Rautenfeld, der mir aktive Abbaugebiete im Norden Hannovers vor Ort zeigte, dem Sammler und Stifter Herrn Rainer Amme für weitere paläontologische Einblicke, Frau Dr. Eva Bärmann und Herrn Dr. Jan Decher für die Einsicht in die Säugetiersammlung im Museum Alexander Koenig in Bonn, Frau Dr. Irina Ruf und Frau Katrin Krohmann für die Einsicht in die Mammalogie des Senckenberg-Museums Frankfurt, Herrn Dr. Frieder Mayer, Herrn Detlef Willborn, Frau Christiane Funk und Herrn Schossleitner für die Einsicht in die Säugetiersammlung und die paläontologische Sammlung des Naturkundemuseums Berlin, PhD Antoine Souron von der Universität Bordeaux für das Zusenden von Literatur, sowie Herrn Dr. Utz Böhner vom Landesamt für Denkmalpflege Hannover für das Bereitstellen von Informationen zu den Fundorten. Allesamt waren außerordentlich hilfsbereit und lassen mich gerne an den Arbeitsprozess zurückdenken. Zu guter Letzt möchte ich mich bei Herrn Dr. Dieter Schulz von der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover bedanken, der mich mit einem sorgfältigen Lektorat unterstützte und diese Veröffentlichung erst möglich machte.

Literaturverzeichnis

Aldhebiani, A. Y. (2018): Species concept and speciation. – Saudi Journal of Biological Sciences, 25: 437–440.

Alexandri, P.; Triantafyllidis, A.; Papakostas, S.; Chatzinikos, E.; Platis, P.; Papageorgiou, N.; Larson, G.; Abatzopoulos, T. J.; Triantaphyllidis, C. (2012): The Balkans and the colonization of Europe: The post-glacial range expansion of the wild boar, Sus scrofa. – Journal of Biogeography, 39: 713–723.

Benecke, N. (1994): Der Mensch und seine Haustiere. – Konrad Theiss Verlag; Stuttgart.

Briedermann, L. (2009): Schwarzwild. – Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG; Stuttgart.

Carotenuto, F.; Di Febbraro, M.; Melchionna, M.; Castiglione, S.; Saggese, F.; Serio, C.; Mondanaro, A.; Passaro, F.; Loy, A.; Raia, P. (2016): The influence of climate on species distribution over time and space during the late Quaternary. – Quaternary Science Reviews, 149: 188–199.

Castelló, J. R. (2016): Bovids of the World: Antelops, Gazelles, Cattle, Goats, Sheep, and Relatives. – Princeton University Press; Princeton.

Crees, J. J.; Turvey, S. T. (2014): Holocene extinction dynamics of Equus hydruntinus, a late-surviving European megafaunal mammal. – Quaternary Science Reviews, 91: 16–29.

Dalgleish, T.; Williams, J. M. G.; Golden, A.-M. J., Perkins, N.; Barrett, L. F.; Barnard, P. J.; Au Yeung, C.; Murphy, V.; Elward, R.; Tchanturia, K.; Watkins, E. (2012): Spatial and temporal distribution of mitochondrial lineages in the European wild boar. – Journal of Experimental Psychology: General, 136: 23–42.

Dechert, B.; Stephan, E.; Uerpmann, H. (1999): Horses from Pleistocene Sites in the Rhineland, Germany. – Archaeofauna, 8: 159–167.

Fernández-Jalvo, Y.; Andrews, P. (2016): Atlas of Taphonomic Identifications. – Springer Verlag; Heidelberg New York London.

France, D. L. (2009): Human and Nonhuman Bone Identification: A Color Atlas. – CRC Press; Boca Raton.

Groves, C.; Grubb, P. (2011): Ungulate Taxonomy. – The John Hopkins University Press; Baltimore.

Hempel, L. (1955): Über Alter und Herkunftsgebiet von Auelehmen im Leinetal. – Eiszeitalter und Gegenwart, 7: 35–42.

Julien, M. A.; Bocherens, H.; Burke, A.; Drucker, D. G.; Patou-Mathis, M.; Krotova, O.; Péan, S. (2012): Were European steppe bison migratory? 18O, 13C and Sr intra-tooth isotopic variations applied to a palaeoethological reconstruction. – Quaternary International, 271: 106–119.

Knopf, S. (1997): Technik-Monstrum füllt einen Zug bis Nürnberg. – Hannoversche Allgemeine Zeitung.

von Koenigswald, W. (2010): Lebendige Eiszeit. – Wissenschaftliche Buchgesellschaft; Darmstadt.

Kyselý, R.; Peške, L. (2016): Horse size and domestication: Early equid bones from the Czech Republic in the European context. – Anthropozoologica, 51: 1–39.

Lang, J.; Lauer, T.; Winsemann, J. (2018): New age constraints for the Saalian glaciation in northern central Europe: Implications for the extent of ice sheets and related proglacial lake systems. – Quaternary Science Reviews, 180: 240–259.

Leonardi, M.; Boschin, F.; Giampoudakis, K.; Beyer, R. M.; Krapp, M.; Bendrey, R.; Sommer, R.; Boscato, P.; Manica, A.; Nogues-Bravo, D.; Orlando, L. (2018): Late Quaternary horses in Eurasia in the face of climate and vegetation change. – Science Advances, 4: 1–11.

Lubinski, P. M. (2013): What is adequate evidence for mass procurement of ungulates in zooarchaeology? – Quaternary International, 297: 167–175.

Markova, A. K.; Puzachenko, A. Y.; 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.

Martin, T. (1987): Artunterschiede an den Langknochen großer Artiodactyla des

Jungpleistozäns Mitteleuropas. – Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 96: 1–124.
McClure, S. B. (2013): Domesticated animals and biodiversity: Early agriculture at the gates of Europe and long-term ecological consequences. – Anthropocene, 4: 57–68.
Mize, B. (2013): Traditional Subjectivities: The Old English Poetics Of Mentalitiy. – University Of Toronto Press, Toronto.
Nickel, R.; Schummer, A.; Seiferle, E. (1992): Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band 1, 6. Auflage. – Verlag Paul Parey; Berlin und Hamburg.
Pales, L.; Garcia, M. A. (1981): Atlas Ostéologique pour servir à l'identification des Mammifères du Quaternaire - II. Tête - Rachis Ceintures scapulaire et pelvienne Membres: Herbivores. – Centre National de la Recherche Scientifique; Paris.
Pineda, A.; Cáceres, I.; Saladié, P.; Huguet, R.; Morales, J. I.; Rosas, A.; Vallverdú, J. (2019): Tumbling effects on bone surface modifications (BSM): An experimental application on archaeological deposits from the Barranc de la Boella site (Tarragona, Spain). Journal of Archaeological Science, 102: 35–47.
Pott, R. (2005): Allgemeine Geobotanik: Biogeosysteme und Biodiversität. – Springer; Berlin, Heidelberg, New York.
Queirós, J.; Acevedo, P.; Santos, J. P. V.; Barasona, J.; Beltran-Beck, B.; González-Barrio, D.; Armenteros, J. A.; Diez-Delegado, I.; Boadella, M.; de Mera, I. F.; Ruiz-Fons, J. F.; Vicente, J.; de la Fuente, J.; Gortázar, C.; Searle, J. B.; Alves, P. C. (2019): Red deer in Iberia : Molecular ecological studies in a southern refugium and inferences on European postglacial colonization history. – PLoS ONE, 14: 1–35.
von Raesfeld, F.; Neuhaus, A. H.; Schaich, K. (1985): Das Rehwild: Naturgeschichte, Hege und Jagd, 9. Auflage. – Verlag Paul Parey; Hamburg und Berlin.
von Raesfeld, F.; Reulecke, K. (1988): Das Rotwild: Naturgeschichte, Hege, Jagdausübung, 9. Auflage. – Verlag Paul Parey; Hamburg und Berlin.
Riedel, K.; Pohlmeyer, K.; von Rautenfeld, D. B. (2004): An examination of Stone Age/ Bronze Age adzes and axes of red deer (*Cervus elaphus* L.) antler from the Leine Valley, near Hannover. – European Journal of Wildlife Research, 50: 197–206.
Rivals, F.; Semprebon, G. M. (2017): Latitude matters: an examination of behavioural plasticity in dietary traits amongst extant and Pleistocene *Rangifer tarandus*. – Boreas, 46: 254–263.
Schertz, E. (1936): Zur Unterscheidung von *Bison priscus* Boj. und *Bos primigenius* Boj. an Metapodien und Atragulus, nebst Bemerkungen über einige diluviale Fundstellen. – Senckenbergia, 18: 37–71.
Schmid, E. (1972): Atlas of Animal Bones – Knochenatlas. – Elsevier Publishing Company; Amsterdam.
Schnitzler, A.; Granado, J.; Putelat, O.; Arbogast, R.-M.; Drucker, D.; Eberhard, A.; Schmutz, A.; Klaefiger, Y.; Lang, G.; Salzburger, W.; Schibler, J.; Schlumbaum, A.; Bocherens, H. (2018): Genetic diversity, genetic structure and diet of ancient and contemporary red deer (*Cervus elaphus* L.) from north-eastern France. – PLoS ONE, 13: 1–19.
Schulz, E.; Kaiser, T. M. (2007): Feeding strategy of the Urus Bos primigenius Bojanus, 1827 from the Holocene of Denmark. – Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 259: 155–164.
Sommer, R. S.; Benecke, N.; Lõugas, L.; Nelle, O.; Schmölcke, U. (2011a): Holocene survival of the wild horse in Europe: A matter of open landscape? – Journal of Quaternary Science, 2: 805–812.
Sommer, R. S.; Fahlke, J. M.; Schmölcke, U.; Benecke, N.; Zachos, F. E. (2009): Quaternary history of the European roe deer *Capreolus capreolus*. – Mammal Review, 39: 1–16.
Sommer, R. S.; Fritz, U.; Seppä, H.; Ekström, J.; Persson, A.; Liljegren, R. (2011b): When the pond turtle followed the reindeer: Effect of the last extreme global warming event on the timing of faunal change in Northern Europe. – Global Change Biology, 17: 2049–2053.
Sommer, R. S.; Kalbe, J.; Ekström, J.; Benecke, N.; Liljegren, R. (2014): Range dynamics of the reindeer in Europe during the last 25,000 years. – Journal of Biogeography, 41: 298–306.
Sommer, R. S.; Nadachowski, A. (2006): Glacial refugia of mammals in Europe: Evidence

from fossil records. – Mammal Review, 36: 251–265.
Staesche, U. (1991): Die Entwicklung der Tierwelt in Niedersachsen während des Eiszeitalters. Ur- und Frühgeschichte in Niedersachsen: 54–65. – Theiss; Stuttgart.
Starkovich, B. M.; Conard, N. J. (2014): Bone taphonomy of the Schöningen "Spear Horizon South" and its implications for site formation and hominin meat provisioning. – Journal of Human Evolution, 89: 154–171.
Tresset, A.; Bollongino, R.; Edwards, C.; Hughes, S.; Vigne, J.-D. (2009): Early diffusion of domestic bovids in Europe. Becoming Eloquent: 69–90. – John Benjamins Publishing Company; Amsterdam/Philadelphia.
Uerpmann, H.-P. (2005): Betrachtungen zum Verhältnis zwischen Wildpferd *(Equus ferus)* und Hydruntinus *(Equus hydruntinus)* im Jungpleistozän und Holozän auf der Iberischen Halbinsel. – Munibe, 57: 351–358.
van Vuure, T. (2001): History, Morphology and Ecology of the Aurochs *(Bos primigenius)*: 1–16.
Winsemann, J.; Lang, J.; Roskosch, J.; Polom, U.; Böhner, U.; Brandes, C.; Glotzbach, C.; Frechen, M. (2015): Terrace styles and timing of terrace formation in the Weser and Leine valleys, northern Germany: Response of a fluvial system to climate change and glaciation. – Quaternary Science Reviews, 123: 31–57.

Arbeit eingereicht: 22.07.2019
Arbeit angenommen: 21.08.2020

Anschrift des Verfassers:

Marvin Applegate
Am Bonner Berg 2
53117 Bonn
marvin.applegate@gmx.de

Appendix

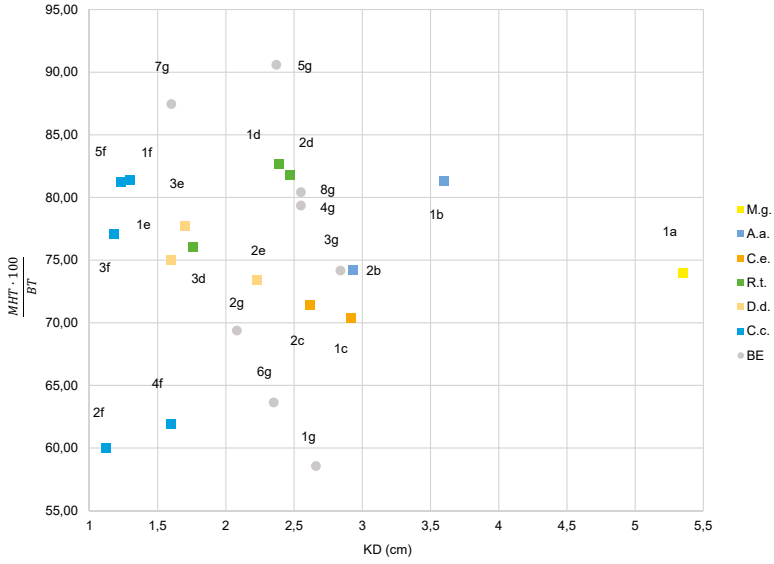


Abb. 27 Messergebnisse des kleinsten Diaphysendurchmessers (KD) und des Höhen-Breiten-Index der Trochlea humeri ((MHT · 100)/BT) bei den Humeri der Cervidae mit Beschriftung der Punkte gemäß Tab. 9. M. g.: *Megaloceros giganteus;* A. a.: *Alces alces* 1834; C. e.: *Cervus elaphus* 1513; R. t.: *Rangifer tarandus* 35472; D. d.: *Dama dama* 1444; C. c.: *Capreolus capreolus* 79852 (vgl. Tab. 4). BE: Zu bestimmende Exemplare V628, V3070, V2431, V647, V2432, V1408, V1353, V626, V634, V2432, V3070.

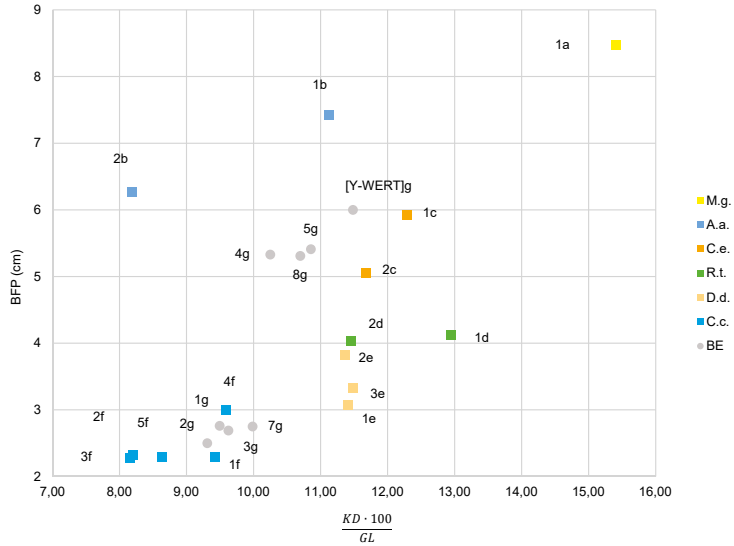


Abb. 28 Messergebnisse des Breiten-Längen-Index der Diaphyse (KD/GL) und der Breite der Gelenkfläche bei den Radii der Cervidae mit Beschriftung der Punkte gemäß Tab. 10. M. g.: Megaloceros giganteus; A. a.: *Alces alces* 1834; C. e.: *Cervus elaphus* 1513; R. t.: *Rangifer tarandus* 35472; D. d.: *Dama dama* 1444; C. c.: *Capreolus capreolus* 79852 (vgl. Tab. 4). BE: Zu bestimmende Exemplare V767, V766, V2798, V686, V2884, V2632, V1234, V709, V767, V766, V681.

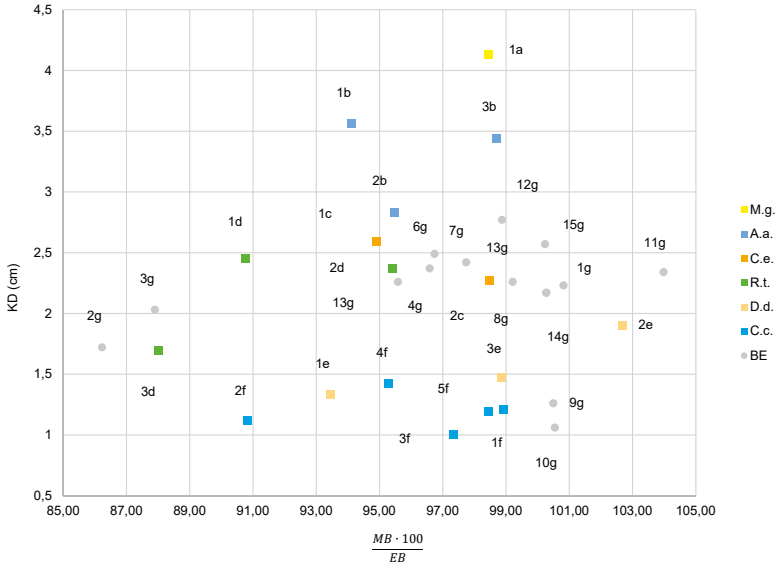


Abb. 29 Messergebnisse des Meta-Epiphysen-Breiten-Index ((MB · 100)/EB) und des kleinsten Diaphysendurchmessers bei den Metacarpalia der Cervidae mit Beschriftung der Punkte gemäß Tab. 11. M. g.: *Megaloceros giganteus;* A. a.: *Alces alces* 1834; C. e.: *Cervus elaphus* 1513; R. t.: *Rangifer tarandus* 35472; D. d.: *Dama dama* 1444; C. c.: *Capreolus capreolus* 79852 (vgl. Tab. 4). BE: Zu bestimmende Exemplare V2067, V771, V815, V825, V1502, V1503, V1504, V1515, V507, V1852, V2494, V1939, V3094, V2861, V1961.

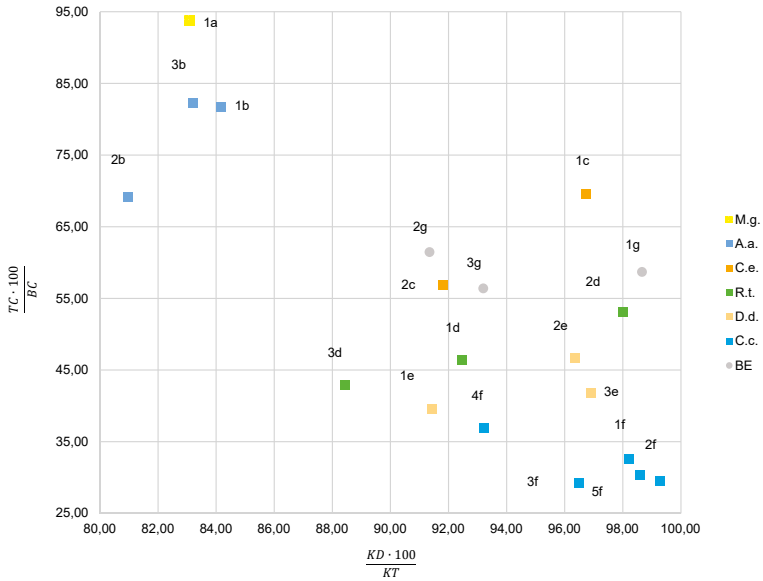


Abb. 30 Messergebnisse des Breiten-Tiefen-Index der Diaphyse ((KD · 100)/KT) und des Caput-Index ((TC · 100)/BC) bei den Femora der Cervidae mit Beschriftung der Punkte gemäß Tab. 12. M. g.: *Megaloceros giganteus,* A. a.: *Alces alces* 1834, C. e.: *Cervus elaphus* 1513, R. t.: *Rangifer tarandus* 35472, D. d.: *Dama dama* 1444, C. c.: *Capreolus capreolus* 79852 (vgl. Tab. 4). BE: Zu bestimmende Exemplare V881, V858, V2238, V2347.

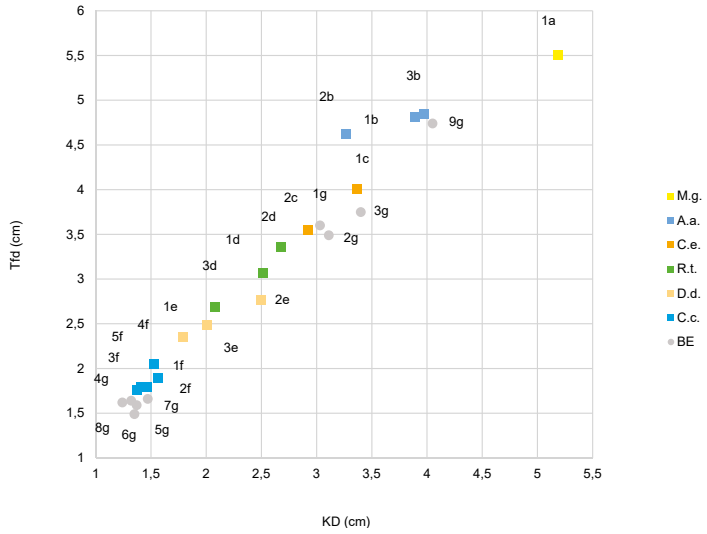


Abb. 31 Messergebnisse des kleinsten Diaphysendurchmessers (KD) und der Tiefe der distalen Gelenkfläche (Tfd) bei den Tibiae der Cervidae mit Beschriftung der Punkte gemäß Tab. 13. M. g.: *Megaloceros giganteus;* A. a.: *Alces alces* 1834; C. e.: *Cervus elaphus* 1513; R. t.: *Rangifer tarandus* 35472; D. d.: *Dama dama* 1444; C. c.: *Capreolus capreolus* 79852 (vgl. Tab. 4). BE: Zu bestimmende Exemplare V1642, V1678, V1658, V1704, V1705, V1744, V1755, V2778, V2487, V3016.

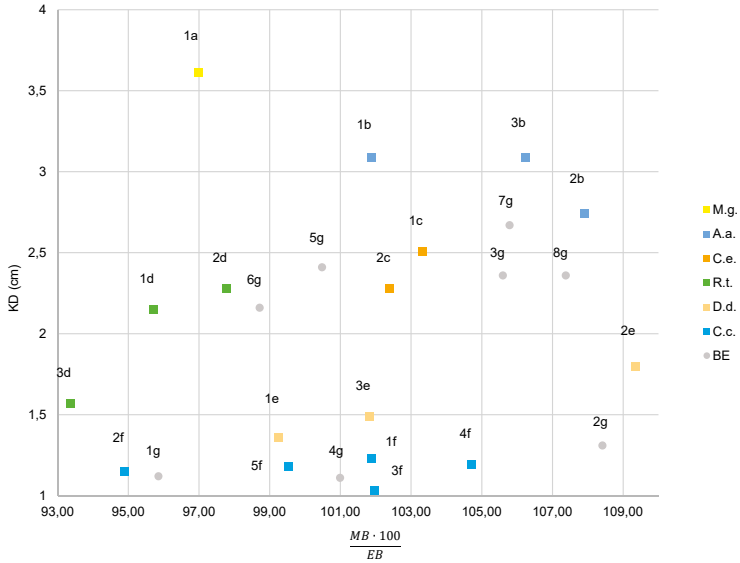


Abb. 32 Messergebnisse des Meta-Epiphysen-Breiten-Index ((MB · 100)/EB) und des kleinsten Diaphysendurchmessers bei den Metatarsalia der Cervidae mit Beschriftung der Punkte gemäß Tab. 14. M. g.: *Megaloceros giganteus;* A. a.: *Alces alces* 1834; C. e.: *Cervus elaphus* 1513; R. t.: *Rangifer tarandus* 35472; D. d.: *Dama dama* 1444; C. c.: *Capreolus capreolus* 79852 (vgl. Tab. 4). BE: Zu bestimmende Exemplare V1999, V1987, V1955, V1965, V1982, V2006, V2493, V2458.

Tab. 4 Vergleichsmaterial
(MFN: Museum für Naturkunde Berlin; SNM: Senckenberg Naturmuseum; ZFMK: Zoologisches Forschungsmuseum Alexander König; LMH: Landesmuseum Hannover; M: Mammalogie; P: Paläontologie; A: Archäologie; NRW: Nordrhein-Westphalen; RP: Rheinland-Pfalz; H: Humerus; R: Radius; U: Ulna; Mc: Metacarpus; F: Femur; T: Tibia; Mt: Metatarsus; B. t: *Bos Taurus;* B. b.: *Bos bonasus;* A. a.: *Alces alces;* M. g.: *Megaloceros giganteus;* C. e.: *Cervus elaphus;* C. e. b.: *Cervus elaphus bactrianus;* C. e. c.: *Cervus elaphus canadensis;* R. t.: *Rangifer tarandus;* D. d.: *Dama dama;* C. c.: *Capreolus capreolus;* O. a.: *Ovis ammon;* C. h. p.: *Capra hircus pygmaea);* m: männlich, w: weiblich.

Sammlung	Knochentyp	Detail	Interne Nummer.	Art	m/w	Ursprung
MFN, M.	H.	sinister	29426	B.t.	w	rezent
MFN, M.	R./U.	sinister	29427	B.t.	w	rezent
MFN, M.	Mt.	sinister	29428	B.t.	w	rezent
MFN, M.	H.	sinister	1420	B.t.		rezent
MFN, M.	R./U.	sinister	1420	B.t.		rezent
MFN, M.	Mt.	sinister	1420	B.t.		rezent
MFN, M.	F.	sinister	1420	B.t.		rezent
MFN, M.	Mc.	sinister	1420	B.t.		rezent

Sammlung	Knochentyp	Detail	Interne Nummer.	Art	m/w	Ursprung
MFN, M.	H.	sinister	41709	B.b.	m	Stockholm, 1919
MFN, M.	R./U.	sinister	41709	B.b.	m	Stockholm, 1920
MFN, M.	Mt.	sinister	41709	B.b.	m	Stockholm, 1921
MFN, M.	R./U.	sinister	46559	B.b.		München, 1938
MFN, M.	Mt.	sinister	46559	B.b.		München, 1939
MFN, M.	F.	sinister	46559	B.b.		München, 1940
MFN, M.	Mc.	sinister	46559	B.b.		München, 1941
MFN, M.	H.	sinister	14798	B.b.		Berlin, 1887
MFN, P.	H.	sinister/ distal	Mb.Ma.22883	B.p.		Sindelfingen
MFN, P.	R./U.	sinister	Mb.Ma.22882	B.p.		Sindelfingen
MFN, P.	F.	dexter	Mb.Ma.22883	M.g.		Phoeben
MFN, P.	Mc.	sinister	Mb.Ma.22858	M.g.		Vukovar
MFN, P.	Mc.	sinister	Mb.Ma.22851	M.g.		Vukovar
MFN, P.	T.	sinister	Mb.Ma.22878	C.e.		Olfen
MFN, P.	H.	sinister/ distal	Mb.Ma.22894	C.e.		Wunstorf
MFN, P.	Mt.	dexter	Mb.Ma.22880	C.e.		Olfen
MFN, P.	F.	sinister/ proximal	Mb.Ma.22938	C.e.		Nord-Ostsee-Kanal
SNM, M.	H.	sinister	1834	A.a.		rezent
SNM, M.	R.	sinister	1834	A.a.		rezent
SNM, M.	Mc.	sinister	1834	A.a.		rezent
SNM, M.	F.	sinister	1834	A.a.		rezent
SNM, M.	T.	sinister	1834	A.a.		rezent
SNM, M.	Mt.	sinister	1834	A.a.		rezent
SNM, M.	H.	sinister	1513	C.e.c.		rezent
SNM, M.	R.	sinister	1513	C.e.c.		rezent
SNM, M.	Mc.	sinister	1513	C.e.c.		rezent
SNM, M.	F.	sinister	1513	C.e.c.		rezent
SNM, M.	T.	sinister	1513	C.e.c.		rezent
SNM, M.	Mt.	sinister	1513	C.e.c.		rezent
SNM, M.	H.	sinister	35472	R.t.		rezent
SNM, M.	R.	sinister	35472	R.t.		rezent
SNM, M.	Mc.	sinister	35472	R.t.		rezent
SNM, M.	F.	sinister	35472	R.t.		rezent

Sammlung	Knochentyp	Detail	Interne Nummer.	Art	m/w	Ursprung
SNM, M.	T.	sinister	35472	R.t.		rezent
SNM, M.	Mt.	dexter	35472	R.t.		rezent
SNM, M.	H.	sinister	1444	D.d.		rezent
SNM, M.	R.	sinister	1444	D.d.		rezent
SNM, M.	Mc.	sinister	1444	D.d.		rezent
SNM, M.	F.	sinister	1444	D.d.		rezent
SNM, M.	T.	sinister	1444	D.d.		rezent
SNM, M.	Mt.	sinister	1444	D.d.		rezent
SNM, M.	H.	sinister	79852	C.c.		rezent
SNM, M.	R.	sinister	79852	C.c.		rezent
SNM, M.	Mc.	sinister	79852	C.c.		rezent
SNM, M.	F.	sinister	79852	C.c.		rezent
SNM, M.	T.	sinister	79852	C.c.		rezent
SNM, M.	Mt.	sinister	79852	C.c.		rezent
SNM, M.	H.	sinister	6129	O.a.		rezent
SNM, M.	R.	sinister	6129	O.a.		rezent
SNM, M.	Mc.	sinister	6129	O.a.		rezent
SNM, M.	F.	sinister	6129	O.a.		rezent
SNM, M.	T.	sinister	6129	O.a.		rezent
SNM, M.	Mt.	sinister	6129	O.a.		rezent
SNM, M.	H.	sinister	1466	C.h.p.		rezent, Westindien
SNM, M.	R.	sinister	1466	C.h.p.		rezent, Westindien
SNM, M.	Mc.	sinister	1466	C.h.p.		rezent, Westindien
SNM, M.	F.	sinister	1466	C.h.p.		rezent, Westindien
SNM, M.	T.	sinister	1466	C.h.p.		rezent, Westindien
SNM, M.	Mt.	sinister	1466	C.h.p.		rezent, Westindien
ZFMK, M.	H.	sinister	MAM1979.524	A.a.		rezent, juvenil
ZFMK, M.	R.	sinister	MAM1979.524	A.a.		rezent, juvenil
ZFMK, M.	Mc.	sinister	MAM1979.524	A.a.		rezent, juvenil
ZFMK, M.	F.	sinister	MAM1979.524	A.a.		rezent, juvenil
ZFMK, M.	T.	sinister	MAM1979.524	A.a.		rezent, juvenil
ZFMK, M.	Mt.	sinister	MAM1979.524	A.a.		rezent, juvenil
ZFMK, M.	Mc.	dexter	MAM2018.222	A.a.	m	rezent, Kanada
ZFMK, M.	F.	dexter	MAM2018.222	A.a.	m	rezent, Kanada
ZFMK, M.	T.	dexter	MAM2018.222	A.a.	m	rezent, Kanada

Sammlung	Knochentyp	Detail	Interne Nummer.	Art	m/w	Ursprung
ZFMK, M.	Mt.	dexter	MAM2018.222	A.a.	m	rezent, Kanada
ZFMK, M.	H.	sinister	MAM1983.25	C.e.b.	m	rezent, juvenil
ZFMK, M.	R.	sinister	MAM1983.25	C.e.b.	m	rezent, juvenil
ZFMK, M.	Mc.	sinister	MAM1983.25	C.e.b.	m	rezent, juvenil
ZFMK, M.	F.	sinister	MAM1983.25	C.e.b.	m	rezent, juvenil
ZFMK, M.	T.	sinister	MAM1983.25	C.e.b.	m	rezent, juvenil
ZFMK, M.	Mt.	sinister	MAM1983.25	C.e.b.	m	rezent, juvenil
ZFMK, M.	H.	sinister	MAM2019.1146	C.c.		rezent
ZFMK, M.	R.	sinister	MAM2019.1146	C.c.		rezent
ZFMK, M.	Mc.	sinister	MAM2019.1146	C.c.		rezent
ZFMK, M.	F.	sinister	MAM2019.1146	C.c.		rezent
ZFMK, M.	T.	sinister	MAM2019.1146	C.c.		rezent
ZFMK, M.	Mt.	sinister	MAM2019.1146	C.c.		rezent
ZFMK, M.	H.	sinister	MAM2019.1145	C.c.	w	rezent, RP
ZFMK, M.	R.	sinister	MAM2019.1145	C.c.	w	rezent, RP
ZFMK, M.	Mc.	sinister	MAM2019.1145	C.c.	w	rezent, RP
ZFMK, M.	F.	sinister	MAM2019.1145	C.c.	w	rezent, RP
ZFMK, M.	T.	sinister	MAM2019.1145	C.c.	w	rezent, RP
ZFMK, M.	Mt.	sinister	MAM2019.1145	C.c.	w	rezent, RP
ZFMK, M.	H.	sinister	MAM1999.3	C.c.	m	rezent, NRW
ZFMK, M.	R.	sinister	MAM1999.3	C.c.	m	rezent, NRW
ZFMK, M.	Mc.	sinister	MAM1999.3	C.c.	m	rezent, NRW
ZFMK, M.	F.	sinister	MAM1999.3	C.c.	m	rezent, NRW
ZFMK, M.	T.	sinister	MAM1999.3	C.c.	m	rezent, NRW
ZFMK, M.	Mt.	sinister	MAM1999.3	C.c.	m	rezent, NRW
ZFMK, M.	H.	sinister	MAM1984.1181	C.c.	w	rezent, NRW
ZFMK, M.	R.	sinister	MAM1984.1181	C.c.	w	rezent, NRW
ZFMK, M.	Mc.	sinister	MAM1984.1181	C.c.	w	rezent, NRW
ZFMK, M.	F.	sinister	MAM1984.1181	C.c.	w	rezent, NRW
ZFMK, M.	T.	sinister	MAM1984.1181	C.c.	w	rezent, NRW
ZFMK, M.	Mt.	sinister	MAM1984.1181	C.c.	w	rezent, NRW
ZFMK, M.	H.	sinister	MAM1979.523	R.t.	m	rezent, Kola-Halbinsel
ZFMK, M.	R.	sinister	MAM1979.523	R.t.	m	rezent, Kola-Halbinsel
ZFMK, M.	Mc.	sinister	MAM1979.523	R.t.	m	rezent, Kola-Halbinsel
ZFMK, M.	F.	sinister	MAM1979.523	R.t.	m	rezent, Kola-Halbinsel

Sammlung	Knochentyp	Detail	Interne Nummer.	Art	m/w	Ursprung
ZFMK, M.	T.	sinister	MAM1979.523	R.t.	m	rezent, Kola-Halbinsel
ZFMK, M.	Mt.	sinister	MAM1979.523	R.t.	m	rezent, Kola-Halbinsel
ZFMK, M.	H.	sinister	MAM1981.6	R.t.	w	rezent, Finnland
ZFMK, M.	R.	sinister	MAM1981.6	R.t.	w	rezent, Finnland
ZFMK, M.	Mc.	sinister	MAM1981.6	R.t.	w	rezent, Finnland
ZFMK, M.	F.	sinister	MAM1981.6	R.t.	w	rezent, Finnland
ZFMK, M.	T.	sinister	MAM1981.6	R.t.	w	rezent, Finnland
ZFMK, M.	Mt.	sinister	MAM1981.6	R.t.	w	rezent, Finnland
ZFMK, M.	H.	sinister	MAM82.339	D.d.	m	rezent
ZFMK, M.	R.	sinister	MAM82.339	D.d.	m	rezent
ZFMK, M.	Mc.	sinister	MAM82.339	D.d.	m	rezent
ZFMK, M.	F.	sinister	MAM82.339	D.d.	m	rezent
ZFMK, M.	T.	sinister	MAM82.339	D.d.	m	rezent
ZFMK, M.	Mt.	sinister	MAM82.339	D.d.	m	rezent
ZFMK, M.	H.	sinister	MAM82.340	D.d.	w	rezent, Niedersachsen
ZFMK, M.	R.	sinister	MAM82.340	D.d.	w	rezent, Niedersachsen
ZFMK, M.	Mc.	sinister	MAM82.340	D.d.	w	rezent, Niedersachsen
ZFMK, M.	F.	sinister	MAM82.340	D.d.	w	rezent, Niedersachsen
ZFMK, M.	T.	sinister	MAM82.340	D.d.	w	rezent, Niedersachsen
ZFMK, M.	Mt.	sinister	MAM82.340	D.d.	w	rezent, Niedersachsen
LMH, A.	H.	sinister	ohne Angabe	M.g.	m	Irland
LMH, A.	R.	sinister	ohne Angabe	M.g.	m	Irland
LMH, A.	Mc.	sinister	ohne Angabe	M.g.	m	Irland
LMH, A.	F.	sinister	ohne Angabe	M.g.	m	Irland
LMH, A.	T.	sinister	ohne Angabe	M.g.	m	Irland
LMH, A.	Mt.	sinister	ohne Angabe	M.g.	m	Irland

Tab. 5 Merkmalskombinationen der Humeri zur Identifizierung von *Bos primigenius* oder *Bos priscus* nach Martin (1987) und Farbcode, der für die nachfolgenden Tab. auch gültig ist (siehe auch Tab. 2); UM: Untersuchungsmaterial.

	Humeri						
UM	M1	M2	M3	M4	M5	M6	
V605	x	x	x	x	x		*Bos primig.*
						x	
V615	x		x		x		*Bos* sp.
		x					
				x		x	

Farbcode
Bos primigenius
intermediär
Bos priscus

Tab. 6 B Berechnung des distalen Gelenkflächenindexes für Untersuchungsmerkmal M12. In Abb. 13 sind die Merkmale und Messstrecken des Radius dargestellt: BFdm = Breite des medialen Abschnitts der distalen Gelenkfläche; BFdl = Breite des lateralen Abschnitts der distalen Gelenkfläche.

UM	M12		
	BFdm	BFdl	$\frac{BFdm \cdot 100}{BFdl}$
V1391	2,59	2,85	90,88
V648	2,69	2,7	99,63
V734	2,69	2,61	103,07
V658	2,79	2,46	113,41
V1410	2,58	2,6	99,23
V667	2,58	2,67	96,63
V2660	3,13	2,97	105,39
V2429	3,29	2,94	111,90
V2923	4,31	4,37	98,63

Tab. 6 A Merkmalskombinationen der Radii zur Identifizierung von *Bos primigenius* oder *Bos priscus* nach Martin (1987) (siehe auch Tab. 2). UM: Untersuchungsmaterial.

	Radii								
UM	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	
V1410	x	x	x	x	x		x	x	*Bos primigenius*
						x			
V658	x	x	x	x	x		x	x	
						x			
V648	x	x	x	x	x			x	
						x			
							x		
V734		x	x	x	x		x	x	
	x								
						x			
V739	x	x		x	x		x		
			x					x	
V667	x	x			x		x	x	cf. *Bos primig.*
				x		x			
			x						
V2660	x	x					x		*Bos* sp.
			x	x	x			x	
						x			
V2303									cf. *Bos priscus*
			x		x			x	
	x	x		x					
V1391						x			
		x		x				x	
	x		x		x		x		
V2429		x							
	x		x						
				x	x	x	x	x	
V2923									
						x			
	x	x	x	x	x		x	x	

Tab. 7 A Merkmalskombinationen der Femora zur Identifizierung von *Bos primigenius* oder *Bos priscus* nach Martin (1987) (siehe auch Tab. 2).
UM: Untersuchungsmaterial.

UM	M17	M19		
		BTd	BT_p	$\frac{BTd \cdot 100}{BTp}$
V876	69°	3,21	3,1	103,55
V1591	70°			
V892	68°	5,69	4,99	114,03
V854		3,12	2,67	116,85
V1587	43°	3,84	3,41	112,61

Tab. 7 B In Abb. 14 sind die Merkmale und Messstrecken des Femurs dargestellt:
BTd = Distale Breite der Trochlea femoris; BTp = Proximale Breite der Trochlea femoris.

	Femora					
UM	M15	M16	M17	M18	M19	
V892	x	x	x	x	x	*Bos primigenius*
V1587	x	x		x	x	
			x			
V1591		x	x	x		cf. *Bos primigenius*
	x					
V876			x		x	*Bos* sp.
		x		x		
V854					x	*Bos priscus*
	x	x		x		

Tab. 8 Merkmalskombinationen der Tibiae zur Identifizierung von *Bos primigenius* oder *Bos priscus* nach Martin (1987) (siehe auch Tab. 2); UM: Untersuchungsmaterial.

UM	M20	M21	M22	M23	
V1659	x	x	x	x	*Bos primigenius*
V2655	x	x	x	x	
V2845	x	x	x	x	
V1632		x	x	x	
V1634		x	x	x	
V1668		x	x	x	
V1653		x	x	x	
V1643		x	x	x	
V1691		x	x	x	
V1699		x	x	x	
V1685		x	x	x	
V1686		x	x	x	

UM	M20	M21	M22	M23	
V1706		x	x	x	*Bos primigenius*
V1730		x	x	x	
V1916		x	x	x	
V1755		x	x	x	
V2351		x	x	x	
V2305		x	x	x	
V1914		x	x	x	
V1924		x	x	x	
V2945		x	x	x	
V1737		x	x		cf. *Bos primigenius*
				x	
V1660		x		x	
			x		
V2456		x	x		*Bos* sp.
				x	

UM	M20	M21	M22	M23	
V3074		x			*Bos* sp.
			x	x	
V1718				x	
			x		
		x			
V1701				x	
		x	x		
V1637					cf. *Bos priscus*
				x	
		x	x		
V1725					
				x	
		x	x		
V1724					
			x		
		x		x	
V1710					
				x	
		x	x		
V1649					*Bos priscus*
		x	x	x	
V1668					
		x	x	x	
V1804					
		x	x	x	
V1918					
		x	x	x	
V1917					
		x	x	x	

Tab. 9 A Messwerte der Humeri der Cervidae. Es wurde das Vergleichsmaterial herangezogen um die vermessbaren, zu bestimmenden Knochen damit zu vergleichen (siehe auch Abb. 27).

	Sammlungs-nummer	MHT (cm)	BT (cm)	KD (cm)	$\frac{MHT \cdot 100}{BT}$	Art	
1a		6,43	8,69	5,35	73,99	M.g.	Vergleichsmaterial
1b	1834	6,08	7,48	3,6	81,28	A.a.	
2b	MAM1979.524	4,69	6,32	2,93	74,21	A.a.	
1c	1513	4,37	6,21	2,92	70,37	C.e.	
2c	MAM1983.25	3,47	4,86	2,62	71,40	C.e.	
1d	35472	3,38	4,09	2,39	82,64	R.t.	
2d	MAM1979.523	3,72	4,55	2,47	81,76	R.t.	
3d	MAM1981.6	3,02	3,97	1,76	76,07	R.t.	
1e	1444	2,34	3,12	1,6	75,00	D.d.	
2e	MAM82.339	2,73	3,72	2,23	73,39	D.d.	
3e	MAM82.340	2,51	3,23	1,7	77,71	D.d.	
1f	79852	1,92	2,36	1,3	81,36	C.c.	
2f	MAM2019.1146	1,41	2,35	1,12	60,00	C.c.	
3f	MAM2019.1145	1,78	2,31	1,18	77,06	C.c.	
4f	MAM1999.3	1,82	2,94	1,6	61,90	C.c.	
5f	MAM1984.1181	1,86	2,29	1,23	81,22	C.c.	

Tab. 9 B Messwerte der Humeri der Cervidae. Die Tabelle zeigt, wie das Untersuchungsmaterial zugeordnet wurde (siehe auch Abb. 27).

	Sammlungs-nummer	MHT (cm)	BT (cm)	KD (cm)	$\frac{MHT \cdot 100}{BT}$	Art	
1g	V628	4,17	7,12	2,66	58,57	Cerv.	Untersuchtes Material
2g	V3070	3,15	4,54	2,08	69,38	Cerv.	
3g	V647	4,22	5,69	2,84	74,17	cf. C.e.	
4g	V2432	3,96	4,99	2,55	79,36	cf. R.t.	
5g	V1353	3,66	4,04	2,37	90,59	cf. R.t.	
6g	V626	3,5	5,5	2,35	63,64	Cerv.	
7g	V634	2,79	3,19	1,6	87,46	Cerv.	
8g	V2432	3,86	4,8	2,55	80,42	cf. R.t.	

Tab. 10 A Messwerte der Radii der Cervidae. Es wurde das Vergleichsmaterial herangezogen um die vermessbaren, zu bestimmenden Knochen damit zu vergleichen (siehe auch Abb. 28).

	Sammlungs-nummer	KD (cm)	GL (cm)	BFp (cm)	$\frac{KD \cdot 100}{GL}$	Art	
1a		5,78	37,5	8,47	15,41	M.g.	Vergleichsmaterial
1b	1834	4,6	41,37	7,43	11,12	A.a.	
2b	MAM1979.524	3,09	37,75	6,27	8,19	A.a.	
1c	1513	3,49	28,41	5,93	12,28	C.e.	
2c	MAM1983.25	3,31	28,33	5,05	11,68	C.e.	
1d	35472	3,07	23,71	4,12	12,95	R.t.	
2d	MAM1979.523	3,15	27,5	4,04	11,45	R.t.	
3d	MAM1981.6	1,89	24,28	3,78	7,78	R.t.	
1e	1444	1,79	15,69	3,07	11,41	D.d.	
2e	MAM82.339	2,47	21,73	3,82	11,37	D.d.	
3e	MAM82.340	2	17,42	3,33	11,48	D.d.	
1f	79852	1,53	16,24	2,29	9,42	C.c.	
2f	MAM2019.1146	1,35	16,45	2,33	8,21	C.c.	
3f	MAM2019.1145	1,36	16,68	2,28	8,15	C.c.	
4f	MAM1999.3	1,74	18,13	3	9,60	C.c.	
5f	MAM1984.1181	1,44	16,69	2,29	8,63	C.c.	

Tab. 10 B M Messwerte der Radii der Cervidae. Die Tabelle zeigt, wie das Untersuchungsmaterial zugeordnet wurde (siehe auch Abb. 28).

	Sammlungs-nummer	KD (cm)	GL (cm)	BFp (cm)	$\frac{KD \cdot 100}{GL}$	Art	
1g	V767	1,41	14,85	2,76	9,49	C.c.	Untersuchtes Material
2g	V2798	1,32	14,18	2,5	9,31	C.c.	
3g	V686	1,41	14,65	2,69	9,62	C.c.	
4g	V2884	2,87	28	5,33	10,25	C.e.	
5g	V1234	3,11	28,65	5,41	10,86	C.e.	
6g	V709	3,64	31,7	6	11,48	C.e.	
7g	V766	1,42	14,22	2,75	9,99	C.c.	
8g	V681	2,99	27,95	5,31	10,70	C.e.	

Tab. 11 A Messwerte der Metacarpalia der Cervidae. Es wurde das Vergleichsmaterial herangezogen um die vermessbaren, zu bestimmenden Knochen damit zu vergleichen (siehe auch Abb. 29).

	Sammlung-snummer	EB (cm)	MB (cm)	$\frac{MB \cdot 100}{EB}$	KD (cm)	Art	
1a		7,12	7,01	98,46	4,13	M.g.	Vergleichsmaterial
1b	1834	6,45	6,07	94,11	3,56	A.a.	
2b	MAM1979.524	5,53	5,28	95,48	2,83	A.a.	
3b	MAM2018.222	6,19	6,11	98,71	3,44	A.a.	
1c	1513	4,9	4,65	94,90	2,59	C.e.	
2c	MAM1983.25	3,95	3,89	98,48	2,27	C.e.	
1d	35472	4,22	3,83	90,76	2,45	R.t.	
2d	MAM1979.523	4,56	4,35	95,39	2,37	R.t.	
3d	MAM1981.6	3,67	3,23	88,01	1,69	R.t.	
1e	1444	2,59	2,42	93,44	1,33	D.d.	
2e	MAM82.339	2,99	3,07	102,68	1,9	D.d.	
3e	MAM82.340	2,64	2,61	98,86	1,47	D.d.	
1f	79852	0,93	0,92	98,92	1,21	C.c.	
2f	MAM2019.1146	1,96	1,78	90,82	1,12	C.c.	
3f	MAM2019.1145	1,88	1,83	97,34	1	C.c.	
4f	MAM1999.3	2,55	2,43	95,29	1,42	C.c.	
5f	MAM1984.1181	1,93	1,9	98,45	1,19	C.c.	

Tab. 11 B Messwerte der Metacarpalia der Cervidae. Die Tabelle zeigt, wie das Untersuchungsmaterial zugeordnet wurde (siehe auch Abb. 29).

	Sammlungs-nummer	EB (cm)	MB (cm)	$\frac{MB \cdot 100}{EB}$	KD (cm)	Art	
1g	V2067	3,68	3,71	100,82	2,23	C.e.	Untersuchtes Material
2g	V771	3,34	2,88	86,23	1,72	R.t.	
3g	V815	3,8	3,34	87,89	2,03	Cerv.	
4g	V825	4,1	3,96	96,59	2,37	C.e.	
5g	V1502	3,85	3,68	95,58	2,26	C.e.	
6g	V1503	4,29	4,15	96,74	2,49	C.e.	
7g	V1504	3,98	3,89	97,74	2,42	C.e.	
8g	V1515	3,64	3,65	100,27	2,17	C.e.	
9g	V507	2,03	2,04	100,49	1,26	Cerv.	
10g	V1852	1,84	1,85	100,54	1,06	cf. C.c.	
11g	V2494	3,77	3,92	103,98	2,34	C.e.	
12g	V1939	4,42	4,37	98,87	2,77	C.e.	
13g	V3094	3,79	3,76	99,21	2,26	C.e.	
14g	V2861	3,68	3,69	100,27	2,17	C.e.	
15g	V1961	4,33	4,34	100,23	2,57	C.e.	

Tab. 12 A Messwerte der Femora der Cervidae. Es wurde das Vergleichsmaterial herangezogen um die vermessbaren, zu bestimmenden Knochen damit zu vergleichen (siehe auch Abb. 30).

	Sammlungs-nummer	KD (cm)	KT (cm)	TC (cm)	BC (cm)	$\frac{KD \cdot 100}{KT}$	$\frac{TC \cdot 100}{BC}$	Art	
1a		4,52	5,44	5,72	7,24	83,09	93,77	M.g.	Vergleichsmaterial
1b	1834	3,56	4,23	4,98	6,1	84,16	81,64	A.a.	
2b	MAM1979.524	2,85	3,52	4,22	5,08	80,97	69,18	A.a.	
3b	MAM2018.222	3,57	4,29	5,02	5,66	83,22	82,30	A.a.	
1c	1513	3,24	3,35	4,24	6,01	96,72	69,51	C.e.	
2c	MAM1983.25	2,8	3,05	3,47	4,31	91,80	56,89	C.e.	
1d	35472	2,46	2,66	2,83	3,14	92,48	46,39	R.t.	
2d	MAM1979.523	2,48	2,53	3,24	3,63	98,02	53,11	R.t.	
3d	MAM1981.6	1,91	2,16	2,62	2,89	88,43	42,95	R.t.	
1e	1444	1,71	1,87	2,41	3,26	91,44	39,51	D.d.	
2e	MAM82.339	2,39	2,48	2,85	3,83	96,37	46,72	D.d.	
3e	MAM82.340	1,87	1,93	2,55	3,34	96,89	41,80	D.d.	
1f	79852	1,64	1,67	1,99	2,42	98,20	32,62	C.c.	
2f	MAM2019.1146	1,37	1,38	1,8	2,43	99,28	29,51	C.c.	
3f	MAM2019.1145	1,37	1,42	1,78	2,4	96,48	29,18	C.c.	
4f	MAM1999.3	1,65	1,77	2,25	2,58	93,22	36,89	C.c.	
5f	MAM1984.1181	1,4	1,42	1,85	2,39	98,59	30,33	C.c.	

Tab. 12 A Messwerte der Femora der Cervidae. Die Tabelle zeigt, wie das Untersuchungsmaterial zugeordnet wurde (siehe auch Abb. 30). UM = untersuchtes Material.

	Sammlungs-nummer	KD (cm)	KT (cm)	TC (cm)	BC (cm)	$\frac{KD \cdot 100}{KT}$	$\frac{TC \cdot 100}{BC}$	Art	
1g	V881	2,95	2,99	3,58	4,94	98,66	58,69	cf. C.e.	UM
2g	V2238	2,85	3,12	3,75	4,86	91,35	61,48	C.e.	
3g	V2347	2,74	2,94	3,44	4,79	93,20	56,39	C.e.	

Tab. 13 A Messwerte der Tibiae der Cervidae. Es wurde das Vergleichsmaterial herangezogen um die vermessbaren, zu bestimmenden Knochen damit zu vergleichen (siehe auch Abb. 31).

	Sammlungs-nummer	KD (cm)	Tfd (cm)	GL (cm)	Art	
1a		5,19	5,51	49	M.g.	Vergleichsmaterial
1b	1834	3,89	4,81	36,31	A.a.	
2b	MAM1979.524	3,27	4,62	45,23	A.a.	
3b	MAM2018.222	3,97	4,85	49,47	A.a.	
1c	1513	3,37	4,01	37,92	C.e.	
2c	MAM1983.25	2,92	3,55	–	C.e.	
1d	35472	2,51	3,07	29,3	R.t.	
2d	MAM1979.523	2,68	3,36	33,27	R.t.	
3d	MAM1981.6	2,08	2,69	29,01	R.t.	
1e	1444	1,79	2,35	23,19	D.d.	
2e	MAM82.339	2,5	2,77	28,4	D.d.	
3e	MAM82.340	2,01	2,49	24,99	D.d.	
1f	79852	1,56	1,89	23,42	C.c.	
2f	MAM2019.1146	1,41	1,79	22,52	C.c.	
3f	MAM2019.1145	1,37	1,76	23,07	C.c.	
4f	MAM1999.3	1,53	2,05	24,42	C.c.	
5f	MAM1984.1181	1,46	1,79	22,6	C.c.	

Tab. 13 B Messwerte der Tibiae der Cervidae. Die Tabelle zeigt, wie das Untersuchungsmaterial zugeordnet wurde (siehe auch Abb. 31).

	Sammlungs-nummer	KD (cm)	Tfd (cm)	GL (cm)	Art	
1g	V1642	3,03	3,6	37,9	C.e.	Untersuchtes Material
2g	V1678	3,11	3,49	-	C.e.	
3g	V1658	3,4	3,75	-	C.e.	
4g	V1705	1,32	1,64	20,12	C.c.	
5g	V1744	1,37	1,59	-	C.c.	
6g	V1755	1,35	1,49	-	C.c.	
7g	V2778	1,47	1,66	-	C.c.	
8g	V2487	1,24	1,62	20,89	C.c.	
9g	V3016	4,05	4,74	48,45	A.a.	

Tab. 14 A Messwerte der Metatarsalia der Cervidae. Es wurde das Vergleichsmaterial herangezogen um die vermessbaren, zu bestimmenden Knochen damit zu vergleichen (siehe auch Abb. 32).

	Sammlungs-nummer	EB (cm)	MB (cm)	$\frac{MB \cdot 100}{EB}$	KD (cm)	Art	
1a		6,95	6,74	96,98	3,61	M.g.	Vergleichsmaterial
1b	1834	6,36	6,48	101,89	3,09	A.a.	
2b	MAM1979.524	5,31	5,73	107,91	2,74	A.a.	
3b	MAM2018.222	6,24	6,63	106,25	3,09	A.a.	
1c	1513	4,83	4,99	103,31	2,51	C.e.	
2c	MAM1983.25	3,75	3,84	102,40	2,28	C.e.	
1d	35472	3,96	3,79	95,71	2,15	R.t.	
2d	MAM1979.523	4,49	4,39	97,77	2,28	R.t.	
3d	MAM1981.6	3,61	3,37	93,35	1,57	R.t.	
1e	1444	2,64	2,62	99,24	1,36	D.d.	
2e	MAM82.339	3,1	3,39	109,35	1,8	D.d.	
3e	MAM82.340	2,74	2,79	101,82	1,49	D.d.	
1f	79852	2,13	2,17	101,88	1,23	C.c.	
2f	MAM2019.1146	2,15	2,04	94,88	1,15	C.c.	
3f	MAM2019.1145	2,03	2,07	101,97	1,03	C.c.	
4f	MAM1999.3	2,34	2,45	104,70	1,19	C.c.	
5f	MAM1984.1181	2,1	2,09	99,52	1,18	C.c.	

Tab. 14 B Messwerte der Metatarsalia der Cervidae. Die Tabelle zeigt, wie das Untersuchungsmaterial zugeordnet wurde (siehe auch Abb. 32).

	Sammlungs-nummer	EB (cm)	MB (cm)	$\frac{MB \cdot 100}{EB}$	KD (cm)	Art	
1g	V1999	2,17	2,08	95,85	1,12	C.c.	Untersuchtes Material
2g	V1987	2,02	2,19	108,42	1,31	C.c.	
3g	V1955	3,93	4,15	105,60	2,36	cf.C.e.	
4g	V1965	2,02	2,04	100,99	1,11	C.c.	
5g	V1982	4,16	4,18	100,48	2,41	cf.C.e.	
6g	V2006	3,89	3,84	98,71	2,16	Cerv.	
7g	V2493	4,32	4,57	105,79	2,67	cf.C.e.	
8g	V2458	3,66	3,93	107,38	2,36	cf.C.e.	

Tab. 15 Absolute Auswertung aller Fundorte
E.: *Equus* sp.; C. a.: *Coelodonta antiquitatis;* S. s.: *Sus scrofa;* C. e.: *Cervus elaphus;* A. a.: *Alces alces;* C. c.: *Capreolus capreolus;* R. t.: *Rangifer tarandus;* Cerv.: Cervidae (nicht näher bestimmt); B. pris.: *Bos priscus;* B. prim.: *Bos primigenius;* B.: *Bos priscus* oder *Bos primigeniu;* Cap.: Caprini (nicht näher bestimmt).

	Anzahl der Knochen								
Taxon	Humerus	Radius	Ulna	Metacarpus	Femur	Tibia	Metatarsus	Gesamt	Anteil
E.	14	46	8	33	28	37	53	219	21,45 %
C.a.	1	0	0	0	0	0	0	1	0,10 %
S.s.	26	8	16	0	4	17	2	73	7,15 %
C.e.	3	14	0	22	6	9	11	65	6,37 %
A.a.	0	0	0	0	0	1	0	1	0,10 %
C.c.	0	16	0	3	0	5	3	27	2,64 %
R.t.	2	0	0	1	0	0	0	3	0,29 %
Cerv.	7	2	9	4	2	4	2	30	2,94 %
B.pris.	0	8	1	11	1	9	0	30	2,94 %
B.prim.	1	37	3	49	3	24	91	208	20,37 %
B.	61	37	20	67	11	46	58	300	29,38 %
Cap.	3	7	0	19	3	9	23	64	6,27 %
Bestimmt	118	175	57	209	58	161	243	1021	100 %
Nicht bestimmt	11	11	3	0	16	6	4	51 4,76 %	
Gesamt	129	186	60	209	74	167	247	1072	

Tab. 16 A Auswertung des Fundorts Hemmingen
E.: *Equus* sp.; C. a.: *Coelodonta antiquitatis;* S. s.: *Sus scrofa;* C. e.: *Cervus elaphus;* A. a.: *Alces alces;* C. c.: *Capreolus capreolus;* R. t.: *Rangifer tarandus;* Cerv.: Cervidae (nicht näher bestimmt); B. pris.: *Bos priscus;* B. prim.: *Bos primigenius;* B.: *Bos priscus* oder *Bos primigenius;* Cap.: Caprini (nicht näher bestimmt).

	Anzahl der Knochen								
Taxon	Humerus	Radius	Ulna	Metacarpus	Femur	Tibia	Metatarsus	Gesamt	Anteil
E.	14	31	4	23	24	29	29	154	19,85 %
C.a.	1	0	0	0	0	0	0	1	0,13 %
S.s.	19	6	16	0	4	17	2	64	8,25 %
C.e.	2	11	0	18	4	5	5	45	5,80 %
A.a.	0	0	0	0	0	1	0	1	0,13 %
C.c.	0	12	0	3	0	3	0	18	2,32 %
R.t.	2	0	0	1	0	0	0	3	0,39 %
Cerv.	5	2	8	3	2	4	2	26	3,35 %
B.pris.	0	5	0	9	1	6	0	21	2,71 %
B.prim.	1	29	2	38	2	19	62	153	19,72 %
B.	53	32	19	58	8	39	46	255	32,86 %
Cap.	3	4	0	11	3	5	9	35	4,51 %
Bestimmt	100	132	49	164	48	128	155	776	100 %
Nicht bestimmt	9	10	3	0	14	4	4	44	5,37 %
Gesamt	109	142	52	164	62	132	159	820	

Tab. 16 B Auswertung des Fundorts Koldingen
E.: *Equus* sp.; C. a.: *Coelodonta antiquitatis;* S. s.: *Sus scrofa;* C. e.: *Cervus elaphus;* A. a.: *Alces alces;* C. c.: *Capreolus capreolus;* R. t.: *Rangifer tarandus;* Cerv.: Cervidae (nicht näher bestimmt); B. pris.: *Bos priscus;* B. prim.: *Bos primigenius;* B.: *Bos priscus* oder *Bos primigenius;* Cap.: Caprini (nicht näher bestimmt).

	Anzahl der Knochen								
Taxon	Humerus	Radius	Ulna	Metacarpus	Femur	Tibia	Metatarsus	Gesamt	Anteil
E.	0	2	0	0	0	0	0	2	6,45 %
C.a.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
S.s.	1	1	0	0	0	0	0	2	6,45 %
C.e.	0	0	0	0	0	1	0	1	3,23 %
A.a.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
C.c.	0	1	0	0	0	1	0	2	6,45 %
R.t.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
Cerv.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
B.pris.	0	1	0	0	0	0	0	1	3,23 %
B.prim.	0	1	0	1	0	0	4	6	19,35 %
B.	1	1	0	3	0	0	2	7	22,58 %
Cap.	0	0	0	2	0	1	7	10	32,26 %
Bestimmt	2	7	0	6	0	3	13	31	100 %
Nicht bestimmt	1	1	0	0	0	0	0	2 6,06 %	
Gesamt	3	8	0	6	0	3	13	33	

Tab. 16 C Auswertung des Fundorts Jeinsen
E.: *Equus* sp.; C. a.: *Coelodonta antiquitatis;* S. s.: *Sus scrofa;* C. e.: *Cervus elaphus;* A. a.: *Alces alces;* C. c.: *Capreolus capreolus;* R. t.: *Rangifer tarandus;* Cerv.: Cervidae (nicht näher bestimmt); B. pris.: *Bos priscus;* B. prim.: *Bos primigenius;* B.: *Bos priscus* oder *Bos primigenius;* Cap.: Caprini (nicht näher bestimmt).

	Anzahl der Knochen								
Taxon	Humerus	Radius	Ulna	Metacarpus	Femur	Tibia	Metatarsus	Gesamt	Anteil
E.	0	13	3	10	3	8	24	61	29,90 %
C.a.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
S.s.	6	1	0	0	0	0	0	7	3,43 %
C.e.	1	3	1	3	1	3	4	16	7,84 %
A.a.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
C.c.	0	3	0	0	0	1	3	7	3,43 %
R.t.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
Cerv.	2	0	1	1	0	0	0	4	1,96 %
B.pris.	0	2	1	2	0	3	0	8	3,92 %
B.prim.	0	7	1	10	1	5	24	48	23,53 %
B.	6	4	1	6	3	4	10	34	16,67 %
Cap.	0	3	0	6	0	3	7	19	9,31 %
Bestimmt	15	36	8	38	8	27	72	204	100 %
Nicht bestimmt	0	0	0	0	2	0	0	2	0,97 %
Gesamt	15	36	8	38	10	27	72	206	

Tab. 16 D Auswertung des Fundorts Gleidingen
E.: *Equus* sp.; C. a.: *Coelodonta antiquitatis;* S. s.: *Sus scrofa;* C. e.: *Cervus elaphus;* A. a.: *Alces alces;* C. c.: *Capreolus capreolus;* R. t.: *Rangifer tarandus;* Cerv.: Cervidae (nicht näher bestimmt); B. pris.: *Bos priscus;* B. prim.: *Bos primigenius;* B.: *Bos priscus* oder *Bos primigenius;* Cap.: Caprini (nicht näher bestimmt).

	Anzahl der Knochen								
Taxon	Humerus	Radius	Ulna	Metacarpus	Femur	Tibia	Metatarsus	Gesamt	Anteil
E.	0	0	0	0	1	0	0	1	10,00 %
C.a.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
S.s.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
C.e.	0	0	0	1	1	0	2	4	40,00 %
A.a.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
C.c.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
R.t.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
Cerv.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
B.pris.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
B.prim.	0	0	0	0	0	0	1	1	10,00 %
B.	1	0	0	0	0	3	0	4	40,00 %
Cap.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
Bestimmt	1	0	0	1	2	3	3	10	100 %
Nicht bestimmt	1	0	0	0	0	2	0	3 23,08 %	
Gesamt	2	0	0	1	2	5	3	13	