

Geologie und Paläontologie in Westfalen

Heft 75

Genese und Fauna einer Karstspaltenfüllung in Warstein

**Eine fossilführende Karstspalte im Steinbruch
Hillenberg bei Warstein**

Lothar Schöllmann & Manfred Schlösser

**Die Großsäugerfauna der Karstspalte
Hillenberg 1 in Warstein**

Christina Reimann

**Die frühholozänen Kleinsäugetiere der
Warsteiner Karstspalte**

Martin Berger & Henning Vierhaus

LWL

Für die Menschen.

Für Westfalen-Lippe.

Hinweise für die Autoren

In der Schriftenreihe **Geologie und Paläontologie** werden geowissenschaftliche Beiträge veröffentlicht, die den Raum Westfalen betreffen.

Druckfertige Manuskripte sind an die Schriftleitung zu schicken.

Aufbau des Manuskriptes

1. Titel kurz und bezeichnend.
2. Klare Gliederung.
3. Zusammenfassung in Deutsch am Anfang der Arbeit.

Äußere Form

4. Manuskriptblätter einseitig und weitzeilig beschreiben; Maschinenschrift, Verbesserungen in Druckschrift.
5. Unter der Überschrift: Name des Autors (ausgeschrieben), Anzahl der Abbildungen, Tabellen und Tafeln; Anschrift des Autors auf der 1. Seite unten.
6. Literaturzitate im Text werden wie folgt ausgeführt: (AUTOR, Erscheinungsjahr: evtl. Seite) oder AUTOR (Erscheinungsjahr: evtl. Seite). Angeführte Schriften werden am Schluss der Arbeit geschlossen als Literaturverzeichnis nach den Autoren alphabetisch geordnet. Das Literaturverzeichnis ist nach folgendem Muster anzuordnen:

SIEGFRIED, P. (1959): Das Mammut von Ahlen (*Mammonteus primigenius* BLUMENB.).-Paläont. Z. 30,3: 172-184, 3 Abb., 4 Taf.; Stuttgart.

WEGNER, T. (1926): Geologie Westfalens und der angrenzenden Gebiete. 2. Aufl. – 500 S., 1 Taf., 244 Abb.; Paderborn (Schöningh).

7. Schrifttypen im Text:
doppelt unterstrichen = Fettdruck
einfach unterstrichen oder gesperrt = Sperrung
Gattungs- und Artnamen unterschlängeln = *Kursivdruck*
Autorennamen durch GROSSBUCHSTABEN wiedergeben.

Abbildungsvorlagen

8. In den Text eingefügte Bilddarstellungen sind Abbildungen (Abb. 2). Auf den Tafeln stehen Figuren (Taf. 3, Fig. 2) oder Profile (Taf. 5, Profil 2).
9. Strichzeichnungen können auf Transparentpapier oder Fotohochglanzpapier vorgelegt werden. Fotografien müssen auf Hochglanzpapier abgezogen sein.

Korrekturen

10. Korrekturfahnen werden den Autoren einmalig zugestellt. Korrekturen gegen das Manuskript gehen auf Rechnung des Autors.

Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren allein verantwortlich.

Geologie und Paläontologie in Westfalen

Heft 75

Genese und Fauna einer Karstspaltenfüllung in Warstein

Eine fossilführende Karstspalte im Steinbruch Hillenberg bei Warstein

Lothar Schöllmann & Manfred Schlösser

Die Großsäugerfauna der Karstspalte Hillenberg 1 in Warstein

Christina Reimann

Die frühholozänen Kleinsäugetiere der Warsteiner Karstspalte

Martin Berger & Henning Vierhaus

Geol. Paläont. Westf.	75	104S.	65 Abb. 75 Tab.	Münster März 2010
--------------------------	-----------	-------	--------------------	----------------------

Impressum

Geologie und Paläontologie in Westfalen

Herausgeber: Dr. Alfred Hendricks
Landschaftsverband Westfalen-Lippe
LWL-Museum für Naturkunde, Münster
Sentruper Str. 285, 48161 Münster
Telefon 02 51/591-05, Telefax: 02 51/591 60 98

Druck: DruckVerlag Kettler GmbH, Bönen/Westf.

Schriftleitung: Dr. Peter Lanser

ISSN 0176-148X
ISBN 978-3-940726-08-7

© 2010 Landschaftsverband Westfalen-Lippe

Alle Rechte vorbehalten. Kein Titel des Werkes darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung des LWL reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Geol. Paläont. Westf.	75	5-26	15 Abb.	Münster März 2010
--------------------------	----	------	---------	----------------------

Eine fossilführende Karstspalte im Steinbruch Hillenberg bei Warstein

Lothar Schöllmann & Manfred Schlösser *

Kurzfassung

In dem Massenkalksteinbruch Hillenberg bei Warstein wurde von Mitarbeitern der Firma Steinwerke Risse eine fossilführende Karstspalte entdeckt. Die Sedimentfüllung lieferte eine umfangreiche Säugetierfauna sowie einige Amphibien, Reptilien und Vogelreste. Im Zuge des weiteren Massenkalkabbaus konnten insgesamt vier Profile untersucht werden, so dass der Karstraum räumlich rekonstruiert werden konnte. Aufgrund der Sedimentologie handelt es sich um die Karstspaltentyp C (nach BOLLINGER & RUMMEL 1994). Die Fauna setzt sich aus pleistozänen und holozänen Elementen zusammen. Der Eintrag in die Spalte erfolgte mehrphasig durch Schlammströme.

Einleitung

In den Gebieten mit devonischem Massenkalk befinden sich einige der größten Höhlensysteme Deutschlands (NIGGEMANN 2003) und zahlreiche verfüllte Paläokarsthohlräume. In den Tagebauen werden diese Karstphänomene häufig angeschnitten. Die sehr unterschiedliche Ausdehnung und Form der Paläokarsthohlräume reicht von schmalen, wenige Zentimeter breiten und einige Meter langen Spalten bis zu Höhlen von einigen hundert Metern Länge. Entstanden sind diese Hohlräume im phreatischen Grundwasserbereich durch physiko-chemische Lösungsprozesse (DRYBRODT 1988, PALMER 1991, NIGGEMANN 1994, 2003).

Im Jahre 1979 waren von der Warsteiner Karbonatplattform 21 Höhlen bekannt (MEIBURG & STOFFELS 1979), inzwischen hat sich die Zahl auf über 50 erhöht (www.gd.nrw.de/zin/a_warst.pdf). Die Anzahl der in den Tagebauen im Laufe der letzten Jahre angeschnittenen Spalten liegt bei mehreren Hundert. Einen guten Überblick über die Literatur zur Karst- und Höhlenkunde liefert ZYGOWSKI (1988). Die ältesten Hinweise über fossile Tierknochen von der Warsteiner Hochfläche stammen von SCHAAFFHAUSEN (1877). Kurz nach der Entdeckung der Bilsteinhöhle (FABRICIUS 1887) führte CARTHAUS Ausgrabungen in dem Bilsteinhöhlenkomplex durch (CARTHAUS 1889, 1890). In den 20iger und 30iger Jahren des letzten Jahrhunderts wurden archäologische Ausgrabungen in der Höhle Hohler Stein durchgeführt, bei denen auch Knochen von pleistozänen und holozänen Wirbeltieren geborgen wurden (ANDREE 1927, HENNEBÖLE & ANDREE, J. 1933, GÜNTHER 1961).

Eine paläontologische Bearbeitung von Wirbeltieren aus westfälischen Höhlen führte SIEGFRIED (1961) durch. Speziell mit den Funden aus den o.g. Höhlen beschäftigte sich SIEGFRIED (1979). Eine moderne Bearbeitung der archäologischen Funde unter Einbeziehung des paläontologischen Materials erfolgte durch BAALES (1996).

* Anschrift der Autoren: Dr. Lothar Schöllmann, LWL-Museum für Naturkunde, Westfälisches Landesmuseum mit Planetarium, Paläontologische Bodendenkmalpflege, Sentruper Str. 285, 48161 Münster;
Manfred Schlösser, Christoph-Bernhard-Graben 169, 48163 Münster.

Der überwiegende Teil der zahlreichen in den Tagebauen angeschnittenen Karstspalten ist jedoch fossilifer. So kam einer Fundmeldung im Jahre 1999 durch einen Mitarbeiter der Steinwerke Risse in Warstein eine besondere Bedeutung zu. Im Steinbruch Hillenberg südlich von Warstein (Abb. 1) befand sich in einer ca. 40 m hohen Steinbruchwand eine Spalte mit einer fossilführenden Sedimentfüllung. Die Spaltenfüllung lieferte eine reichhaltige Kollektion an Wirbeltieren, welche von REIMANN (Großsäugetiere), BERGER & VIERHAUS (Kleinsäugetiere), Amphibien und Reptilien (BÖHME) und Vögel (MAYR) bearbeitet wurden. Die Bearbeiter der Amphibien und Reptilien (BÖHME) und der Vögel (MAYR) lieferten Faunenlisten.

In den Sedimentproben befanden sich nach BÖHME (freundliche schriftliche Mitteilung) Knochen von *Rana temporaria*, *Bufo bufo* und *Lacerta agilis*. BÖHME stellte die Schichten aufgrund der Funde von *Lacerta agilis* ins Holozän. Die Vögel sind lediglich durch *Lyrurus tetrix* (freundliche schriftliche Mitteilung per E-mail) von Herrn Dr. G. MAYR, Forschungsinstitut Senckenberg Frankfurt/Main vertreten.

Die fossilführenden Karstfüllungen Süddeutschlands werden nach einem Vorschlag von DEHM & FAHLBUSCH (1970) nach der Lokalität benannt und mit einer fortlaufenden Nummer versehen. Diese sinnvolle Bezeichnung von Fundstellen wird auch auf die Karstfüllung im Steinbruch Hillenberg angewandt, so dass die Lokalität die Bezeichnung Hillenberg 1 erhält.

Erste Ergebnisse über die Ausgrabung wurden in mehreren Vorträgen, einem Poster, einer Publikation und einer Diplomarbeit (REIMANN 2001, REIMANN & STRAUCH 2001, SCHÖLLMANN, REIMANN & BERGER 2001; SCHÖLLMANN & REIMANN 2001; SCHLÖSSER & SCHÖLLMANN 2000) vorgestellt.

Lage

Warstein liegt am Nordrand des Sauerlandes im Naturpark Arnberger Wald. Nach der naturräumlichen Gliederung Deutschlands befindet sich die Stadt im Nordsauerländer Oberland (335).

Der Steinbruch Hillenberg liegt am südlichen Stadtrand von Warstein. Innerhalb des Steinbruchs war die Spalte an der Nordwand (Abb. 1) des Steinbruchs aufgeschlossen (Bl. 4516 Warstein R 34 55 075, H 57 00 325).

Geologischer Überblick

Die devonischen Riffe und ihr Riffschutt liegen heute als Massenkalk vor, die in zahlreichen Sattel- und Muldenkernen, entsprechend dem Generalstreichen des Rheinischen Schiefergebirges (WSW-ENE), zu Tage treten. Eines dieser Vorkommen, der Warsteiner Sattel, taucht inselartig zwischen Hirschberg und Kallenhardt auf (CLAUSEN & LEUTERITZ 1979, CLAUSEN 1990). Dieser Sattel besteht aus Sedimenten des Mitteldevons, des Oberdevons und des Unterkarbons. Der Massenkalk streicht im Sattelnern in Form von zwei schmalen nördlichen Zügen und einem breiten südlichen Zug aus. Das südliche Vorkommen ist durch zahlreiche Querstörungen und Überschiebungen in Schollen zerlegt (CLAUSEN & LEUTERITZ 1979).

Abriss der Verkarstung

An der Wende Unter-Oberkarbon wurden die Sedimente des Devon und Karbons im Warsteiner Raum von der variszischen Gebirgsbildung erfasst. Die Gesteine wurden dabei intensiv gefaltet, geschiefert und in ein Schollenmosaik zerlegt. Die Gebirgsbildung prägte dem Gestein ein Trennflächengefüge auf, das als Ansatzpunkt für die postkarbonische Verkarstung diente. Nachdem die Hebung des Gebirges eingesetzt hatte, und zu einem Rückzug des Meeres führte, wurde das Sauerland Festland und es begann die Abtragung des Gebirges. Bis die Warsteiner Karbonatplattform wieder freigelegt war, wurden mehrere tausend Meter Sediment abgetragen oder erodiert. Danach begann die Verkarstung. Mit umgelagerten Keupersporren und einer Sporenassoziation des Wealden bis Valangin (Exkursionsführer der Subkommission für Karbonstratigraphie 1977) aus Karstspalten im Raum Brilon (Blatt 4517 Alme) konnte belegt werden, dass die Freilegung der Briloner Karbonatplattform vor der Kreidezeit weitgehend abgeschlossen war.

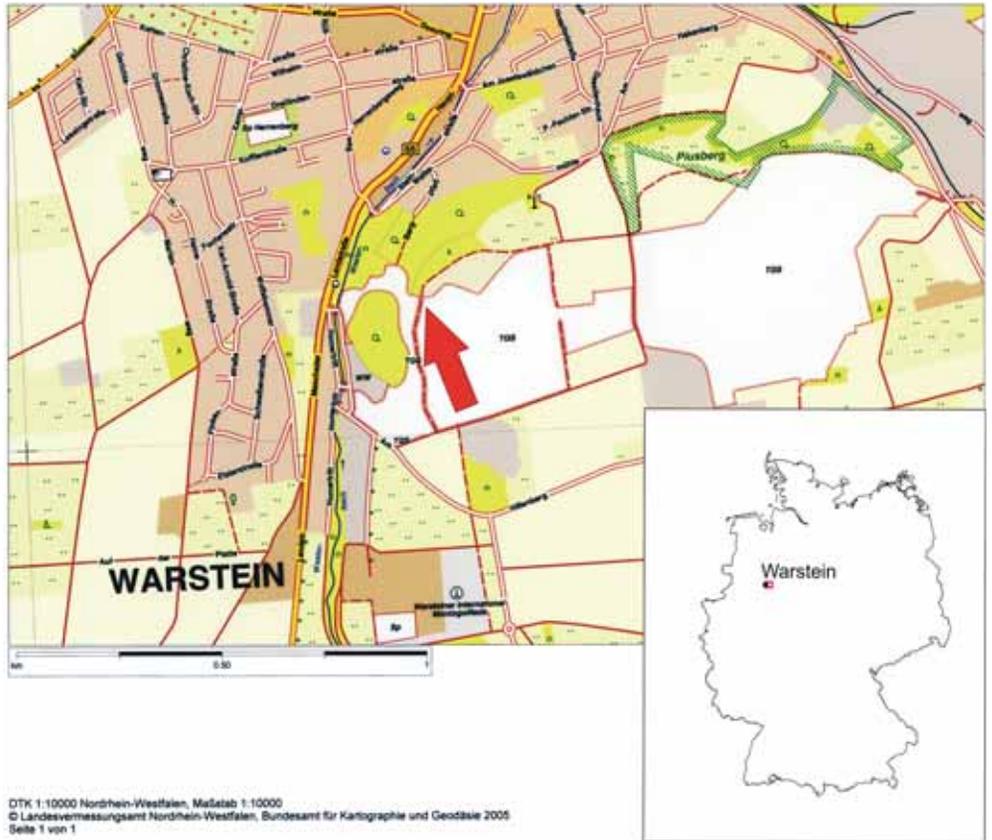


Abb. 1 Geographische Lage der Ausgrabungsstelle im Steinbruch Hillenberg südlich von Warstein. Die Karstspalte befand sich an der Nordwand des Steinbruchs.



Abb. 2 Nordwand des Steinbruchs Hillenberg mit der Karstspalte (Pfeil). Auf der Rampe (links im Bild) wird die letzte Schicht aufgebracht.



Abb. 3 Befund zu Beginn der Ausgrabung. Die Knochen sind deutlich in den Schichten erkennbar.

Unter den festländischen Bedingungen zur Unter-Kreidezeit schritt die Verkarstung in den Karbonatgebieten voran. Die Hohlräume füllten sich mit Sedimenten des Apt und des Alb (CLAUSEN et al. 1978). Sedimente der Unterkreide sind die ältesten Ablagerungen, die bisher in einer größeren Anzahl von Karsterscheinungen nachgewiesen worden sind (WIRTH 1964, Hönnetal; NORMAN & HILPERT 1987, HÖLDER & NORMAN (1986), Brilon-Nehden; CLAUSEN & LEUTERITZ 1989, Warstein; DROZDZEWSKI et al. 1998, Wülfrath).

Die Oberkreidetransgression ebnete die unterkretazische Landschaft mit marinen Sedimenten ein. Wie weit sich das Oberkreidemeer nach Süden erstreckte ist jedoch unbekannt. Diese Sedimente wurden im Tertiär und Quartär bis zur Denudationsgrenze am Haarstrang wieder abgetragen (NIGGEMANN 2003). Der zeitliche Ablauf dieser Freilegung der Karbonatplattform liegt jedoch weitgehend im Dunkeln. Sedimente der Oberkreide finden sich heute fast nur noch resedimentiert in Karstspalten. Im Raum Brilon liegen nach SCHRIEL 1954 noch Grünsandsteine auf dem Massenkalkplateau vor. Auch im Warsteiner Raum konnte in den letzten Jahren von den Verfassern mehrere Spaltenfüllungen mit resedimentierten Grünsanden nachgewiesen werden. In der Oberkreide und im Tertiär neigte sich die Ablagerungsfläche der Kreidesedimente nach Norden.

Im Tertiär wurden die Gesteine in einem warm wechselfeuchten Klima tiefgründig zersetzt. Nach (CLAUSEN & LEUTERITZ 1979) erfolgte die Entwässerung des eingerumpften Gebirges über ein System von Spülmulden. Nach NIGGEMANN (2003) ist jedoch in einer flachen Ebene ohne Taleintiefungen, wie sie für die Unter-Kreide immer wieder angenommen wurde (GEOLOGISCHES LANDESAMT NRW, 1995), die Entstehung von Höhlensystemen nicht möglich. Für das nördliche Sauerland stellte NIGGEMANN (2003) fünf Höhlenstockwerke fest. In dem Warsteiner Massenkalkgebiet erkannte MEIBURG & STOFFELS (1979) drei Höhlenstockwerke. Sedimente der höheren Oberkreide und des Alttertiärs fehlen in den Karstkohlräumen der Warsteiner Karbonatplattform völlig. Während dieser Zeitabschnitte herrschten die Bedingungen eines bedeckten Karstes (CLAUSEN et al. 1978). Die weitere Verkarstung erfolgte subterran (CLAUSEN & LEUTERITZ 1979).

Im Pliozän wurde das Klima kälter und trockener. Durch epirogene Hebungen schnitten sich die Gewässer tiefer ein und das heutige Gewässernetz wurde festgelegt. Im Pleistozän erhöhte sich die Tiefen- und Seitenerosion der Flüsse. Der Wechsel von Kalt- und Warmzeiten führte zu einer abschnittswisen Tieferlegung der Erosionsbasis. Der Abtrag der Lockersedimente durch Solifluktion legte plombierte Hohlräume frei, so dass Bodensedimente eingespült werden konnten. In das Warsteiner Gebiet wurden große Mengen Löß angeweht, der durch Solifluktion umgelagert auch in Karsthohlräume gelangte. An der Oberfläche verwitterte der Löß zu Lößlehm und blieb stellenweise auf den Massenkalkflächen erhalten. Die während der Kaltzeiten entstandenen Schuttmassen verlehmt und bildeten Hang- und Hochflächenlehme. Die heutige Geländemorphologie mit der eingesenkten Karbonatplattform mit den sie überragenden silikatischen karbonischen Gesteinen entstand im jüngeren Pleistozän. Im Holozän bildeten sich die Auelehme und Geröllablagerungen in den Talsohlen.

Methoden

Die Ausgrabung

Im Jahre 1999 entdeckte der Diplomand Herr V. Kappen im Steinbruch Hillenberg (Steinwerke Risse) in Warstein eine fossilführende Karstspalte, die in einem vor etwa 30 Jahren stillgelegten Bereich des Steinbruchs lag. Ein Teil dieses stillgelegten Bereichs sollte nun wieder in Betrieb genommen werden, wozu die Aufschüttung einer Rampe erforderlich war. Durch diese Rampe war die fossilführende Spaltenfüllung, die sich unerreichbar in ca. 40m Höhe befand (Höhenangabe aus der topographischen Karte entnommen), wieder zugänglich geworden (Abb. 2). Der Schuttfächer direkt unterhalb der Spalte war bei unserem ersten Geländetermin mit Knochen übersät, unter denen sich auch Kleinsäuger-, Reptilien-, Amphibien- und Vogelknochen befanden. Aufgrund der Planungen der Steinbruchbetreiber sollte das Niveau vor der Steinbruchwand durch die Rampe um weitere 4 m angehoben werden. Von dieser Rampe aus sollte die Wandhöhe noch ca. 14 m betragen. Die fossilführenden Schichten konnten aus sicherheitstechnischen Gründen wegen eines Überhangs weder mit einer Leiter noch durch Abseilen von der Hochfläche erreicht werden



Abb. 4 Aufgrund der geringen Breite der Spalte konnte der Korb der Hubarbeitsbühne nicht direkt vor dem Profil platziert werden. Die Bergung der Funde und die Entnahme der Sedimentproben erfolgte mit entsprechend langen Geräten.



Abb. 5 Die Karstspalte verjüngt sich zum Hangenden auf wenige cm. Die Spaltenfüllung befindet sich hier bereits ca. 5m unter Massenkalkbedeckung.



Abb. 6 Profil 1 zu Beginn der Ausgrabung. Die ältesten Schichten der Karstfüllung sind durch einen Schuttfächer verdeckt. Oberhalb des Schuttfächers stehen 5 fossilführende Schichten an.

(Abb. 2). Die Ausgrabung wurde deshalb nach Fertigstellung der Rampe mit einem LKW mit Hubarbeitsbühne unter schwierigen Bedingungen durchgeführt.

Durch Auswaschungen lag die Spaltenfüllung nicht mehr mit der Steinbruchwand in einer Ebene, sondern um etwa 0,80 m eingetieft in der Wand. Während der Ausgrabung konnte der Korb der Arbeitsbühne aufgrund seiner Breite deshalb nicht direkt vor dem Profil platziert werden. Die größtmögliche Annäherung an die Sedimente betrug aufgrund der nur 1 m breiten Spalte ca. 0,90 m. Die Freilegung und Bergung der Knochen erfolgte deshalb mit entsprechend langen Geräten. Sedimentproben wurden mit einem kleinen Spaten genommen (Abb. 4). Die Knochen waren zu Grabungsbeginn gut in dem Profil erkennbar (Abb. 3).

Im Zuge des weiteren Massenkalkabbaus stellte sich heraus, dass die Spalte in Streichrichtung der ac-Kluft noch ca. 14 m nach NNW reichte. Auf dieser Strecke wurde die Spalte noch insgesamt dreimal durch Sprengungen angeschnitten und die freigelegten Profile erfasst, die im folgenden beschrieben werden.

Beschreibung der Profile und Sedimente

In den Massenkalken des Warsteiner Sattels sind die größten Spalten an die ac-Klüfte (CLAUSEN 1979) gebunden. Bei der untersuchten Spalte handelt es sich um eine solche korrosiv erweiterte ac-Kluft mit einer Streichrichtung von 160°. Die Seitenwände stehen saiger. Das Einfallen der Schichten der Karstfüllung konnte nur an einer Stelle während der Ausgrabung gemessen werden. Die Schicht fiel mit 40° nach Südwesten ein.

Im Jahre 1999 hatte die Steinbruchwand eine Höhe von etwa 20 m. Die Spalte war bis in eine Höhe von ca. 10 m von einem Schuttfuß bedeckt, so dass die Sohle der Spalte nicht aufgeschlossen war. Oberhalb des Schuttfußes standen,- bei einer maximalen Breite von 1,0 m,- Sedimente von 4,5 m Mächtigkeit an. Oberhalb der 4,5 m verengte sich die Spalte auf ca. 10 cm. Diese gering erweiterte Kluft lief bis zur Erdoberfläche (Abb. 5).

Profil 1

In dem aufgeschlossenen Profil (Abb. 6, 7) konnten aufgrund der Färbung und der unterschiedlichen Größe des Massenkalkschutts fünf Schichten unterschieden werden. Aus grabungstechnischen Gründen sind die Schichten vom Hangenden zum Liegenden durchnummeriert worden.

Da nicht für alle Schichten während der Ausgrabung die Einfallwinkel ermittelt werden konnten, sind hier die scheinbaren Mächtigkeiten angegeben.

Die ältesten aufgeschlossenen Sedimente (Schicht 5) bestanden aus einem hellbraunen Lehm, der groben, leicht kantengerundeten Blockschutt enthält. Die Oberfläche dieser Schuttkomponenten war nur leicht angewittert. Die ausschließlich aus Massenkalk bestehenden Blöcke erreichten eine maximale Kantenlänge von 50 cm. Die Kornsummenkurve (Abb. 8) dieses Höhlenlehms zeigten ein unsortiertes Sediment, dessen Hauptkomponente aus Schluff bestand. Der Sandanteil lag bei 30 % und der Feinkiesanteil bei 15%. Die Schicht enthielt in großer Zahl Knochen von Groß- und Kleinsäugetern. Es zeigte sich bereits während der Grabung, dass Faunenreste unterschiedlicher Klimate bzw. Alter in einer Schicht vorkamen. Einregelungen lagen nicht vor; die Längsachsen der Knochen waren vielmehr statistisch verteilt. Da die Basis der Schicht 5 nicht aufgeschlossen war, kann hier nur eine Mindestmächtigkeit von 2 m angegeben werden. In einem Kolk am westlichen Rand der Spalte hatte sich ein Relikt mit Lösssand erhalten (Abb. 7), der eine typische auf den Mittelschluff- bis Feinsandbereich beschränkte Kornsummenkurve zeigte. Dieser Lösssand wies nur sehr wenige kleine Massenkalkstücke auf und war völlig fossilieer.

Schicht 4, die eine Mächtigkeit von 0,40 bis 0,65 m besaß, setzte sich aus einem mittelbraunem Lehm zusammen, der kleinstückigen Massenkalk enthielt. Bei dieser Schicht handelte es sich um ein sehr inhomogenes Sediment, dessen Hauptkomponente aus Sand bestand. Der Schluffanteil betrug etwa 30 % und Feinkiesanteil lag bei ca. 10 %. Fossile Knochen sind sehr zahlreich vertreten. Die Hinterextremität eines Rothirsches lag schwach disartikuliert vor, wobei die Längsachsen der Knochen etwa senkrecht zur Achse der Spalte lagen. Ansonsten lag eine statistische Verteilung der Knochenlängsachsen vor. Größere Komponenten waren nur sehr untergeordnet vorhanden.

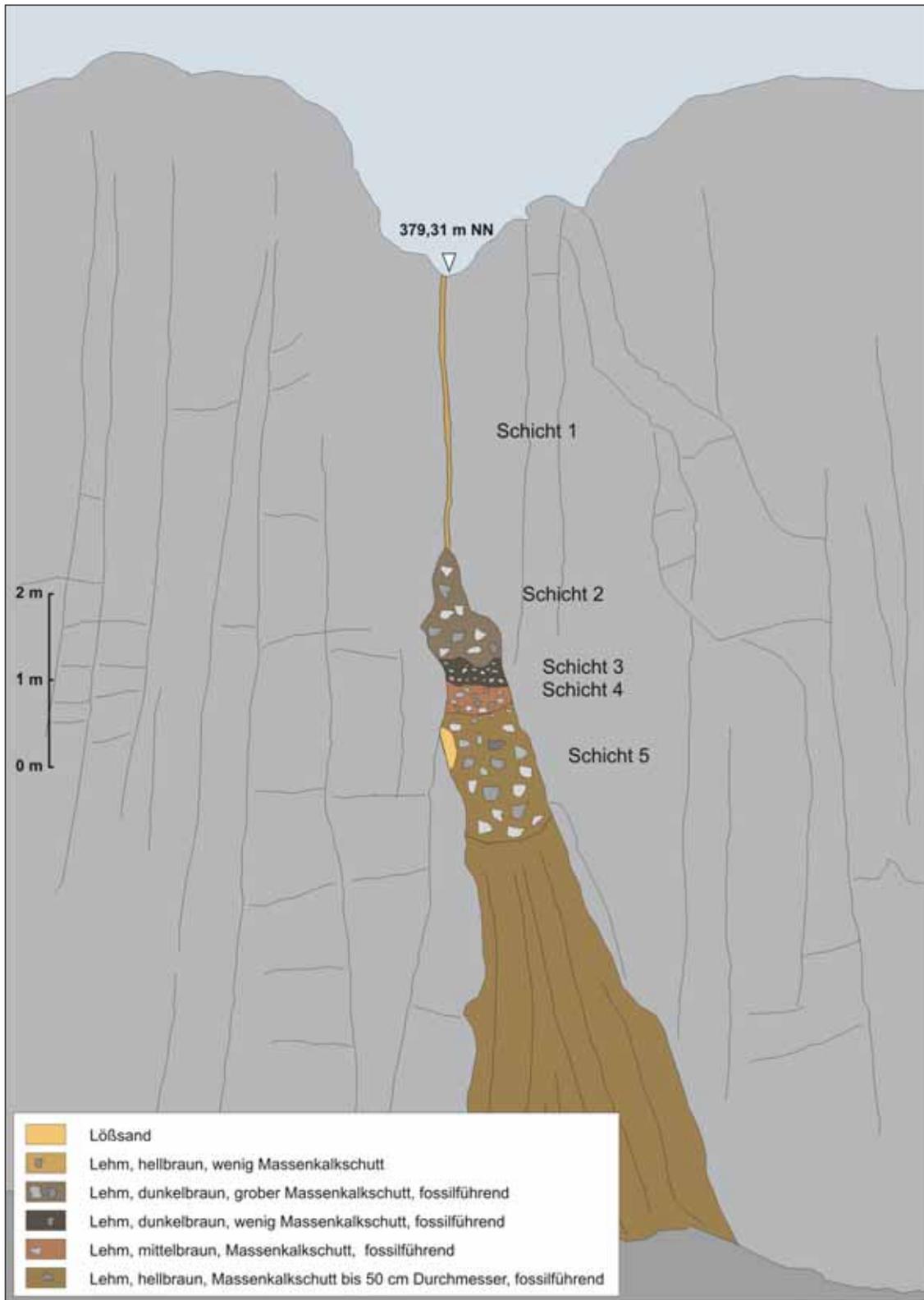


Abb. 7 Zeichnerische Interpretation des Profils 1; Maßstab 1m. Die Höhenangaben der Profile 1-3 wurden vom ehemaligen Westfälischen Amt für Vermessung, Außenstelle Meschede (heute Straßen NRW) einge-messen.

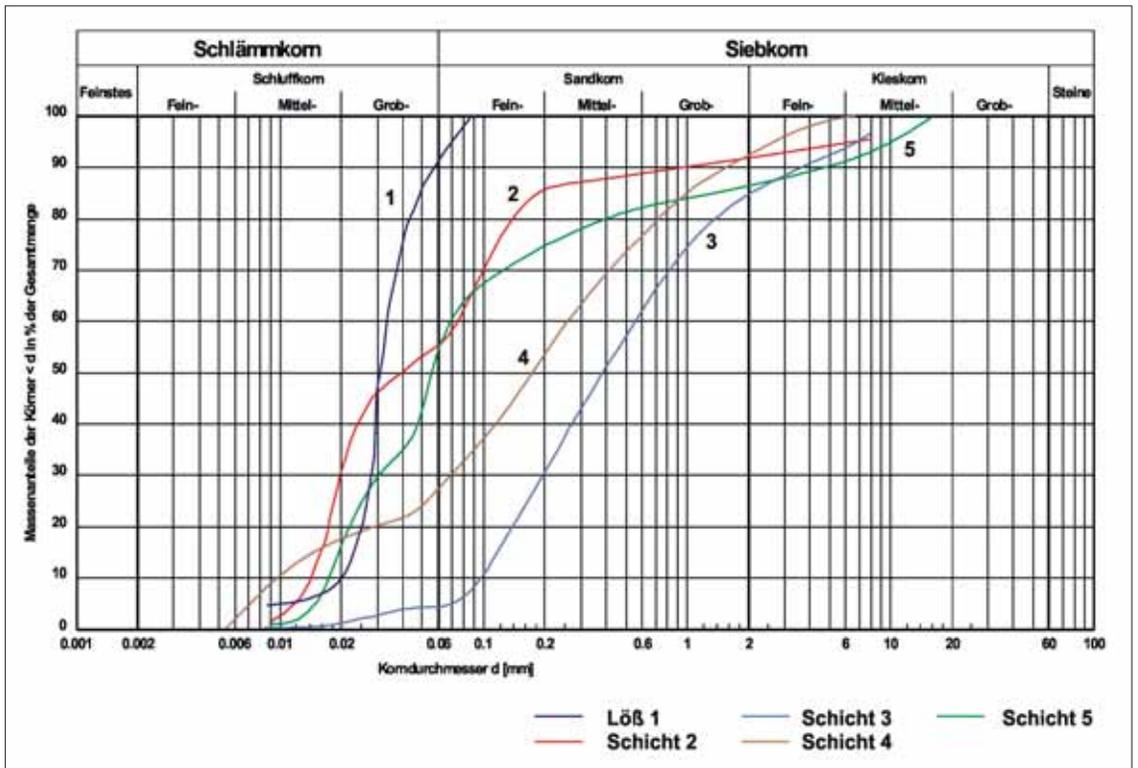


Abb. 8 Kornsummenkurven von den 5 Schichten des Profils 1, Schnitt 1. Probe 1 ist gut sortiert. Die übrigen Proben sind unsortiert, mit einem Schwerpunkt im Grobschluff-Feinsandbereich. Steine fanden in diesen vier Proben keine Berücksichtigung. Diese Sedimente gelangten durch Schlammströme in die Spalte und vermischten sich dort mit älteren Sedimenten.

Schicht 3 besaß eine Mächtigkeit von 0,20- 0,30 m. Es handelte sich um einen dunkelbraunen Lehm, der sehr wenig Massenkalkschutt der Kiesfraktion enthielt. Das Sediment bestand zu etwa 80 % aus Sand, mit einem geringen Schluff- und Kiesanteil. Die Fossilführung war eher gering. Einregelungen der Knochen waren nicht vorhanden.

Die 1,65-1,75 m mächtige Schicht 2 bestand aus einem hellbraunen Lehm, der groben Blockschutt aus Massenkalk enthielt. Die Kornsummenkurve zeigte ein Sediment mit einem Schluffanteil von fast 60 %, einem Sandanteil von ca. 30 % und einer Kiesfraktion von nicht ganz 10 %. Die wenigen Fossilien zeigten ebenfalls keine Einregelungen.

Schicht 1 wies, bei einer Spaltenbreite von 0,05- 0,10m, eine Mächtigkeit von 4,8m auf. Es handelte sich um einen hellbraunen Lehm mit wenigen kleinen Massenkalkstücken. Die Schicht war fossilieer.

Im Frühjahr 2000 wurde die Spalte von der Westseite aufgesprengt, so dass uns die horizontierte Bergung einer größeren Menge Sediment möglich war, aus dem durch Schlammung weitere Knochen einer artenreichen Kleinsäugerfauna gewonnen werden konnten (vgl. BERGER & VIERHAUS 2009).

Profil 2

Das Profil 2 befand sich in einer etwa 11m hohen, im Abbau stehenden Steinbruchwand. Ein Putzen des Profils und eine Beprobung der Schichten war deshalb ebenso unmöglich, wie die exakte Ermittlung der Schichtmächtigkeiten. Sedimentbeschreibungen aufgrund von Sieb- und Schlämmanalysen konnten deshalb nicht durchgeführt werden. Es liegen deshalb hier nur die scheinbaren Mächtigkeiten vor. Die Begren-



Abb. 9 Im Profil 2 besitzt die Karstfüllung die Form eines umgekehrten Y. Maßstab 2m.

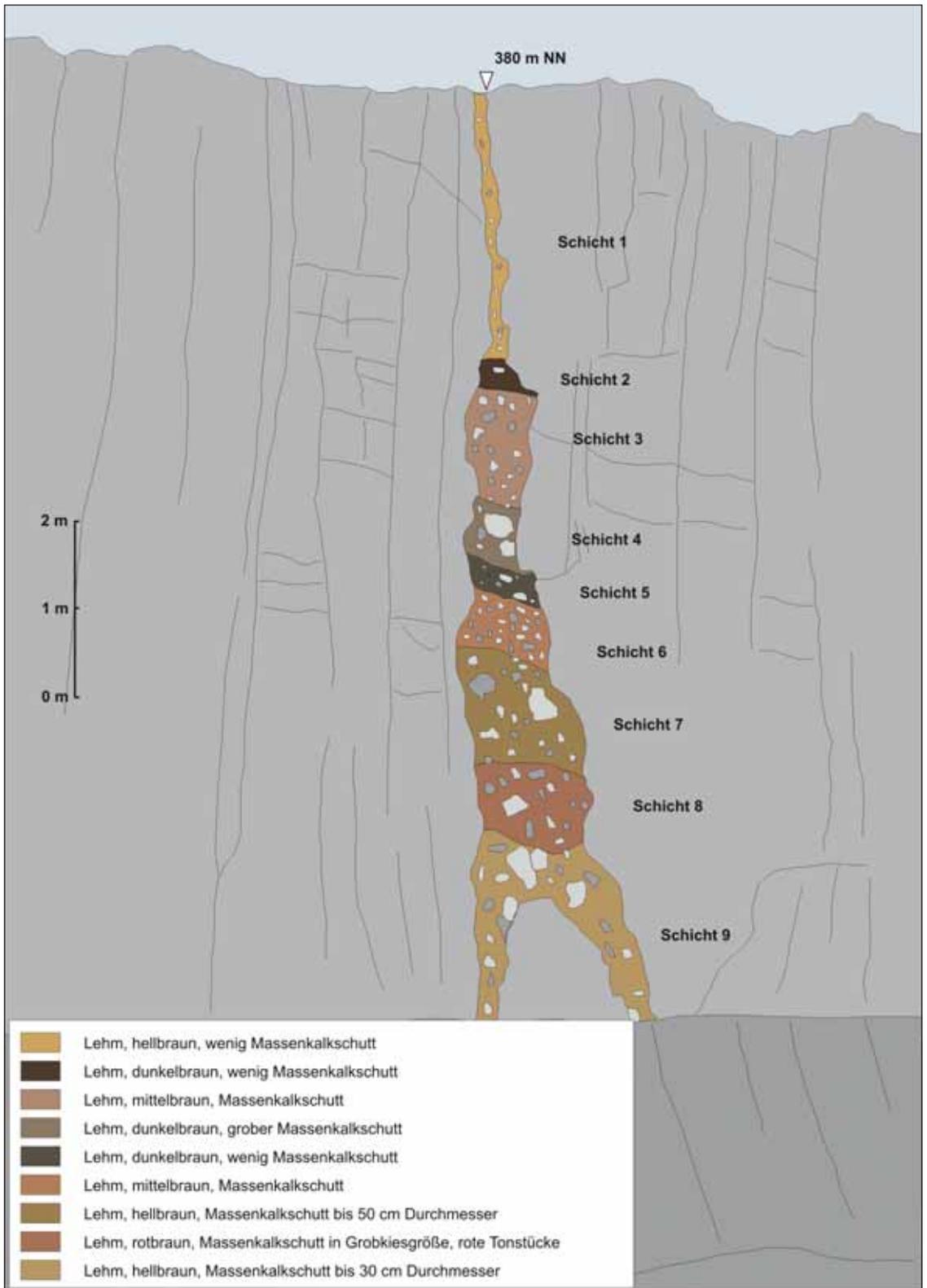


Abb. 10 Zeichnerische Interpretation der Karstfüllung des Profils 2. Maßstab 1m.

zungen der westlichen und östlichen Flanken der Spalte verliefen sehr unregelmäßig. In diesem Profil besaß die Sedimentfüllung die Form eines umgedrehten Y (Abb. 9, 10). In den Schichten enthaltene Massenkalkblöcke waren nur schwach kantengerundet und leicht angewittert.

In diesem Profil konnten acht Schichten unterschieden werden. Bei der ältesten Schicht handelte es sich um einen hellgrauen Lehm, der stark mit Massenkalkschutt durchsetzt war. Darüber folgte ein rotbrauner Lehm (Schicht 7) mit Massenkalkschutt in Kiesgröße, roten Tonsteinstücken und Massenkalkblöcken mit einer Kantenlänge von bis zu 0,25m. Der mittelbraune Lehm der Schicht 6 enthielt Massenkalkblöcke mit einer Kantenlänge von 0,40m. Schicht 5 setzte sich aus einem mittelbraunem Lehm zusammen, der kleinstückigen Massenkalk bis zu einer Kantenlänge von 0,1cm beinhaltete. Der dunkelbraune Lehm der Schicht 4 führte kleinstückigen Massenkalk. Schicht 3 bestand aus einem dunkelbraunem Lehm, der Massenkalkblöcke bis zu einer Kantenlänge von 0,35m aufwies. Der mittelbraune Lehm der Schicht 2 wies zahlreichen kleinstückigen Massenkalk auf. Schicht 1 setzte sich aus einem dunkelbraunen Lehm mit vereinzelten Massenkalkstücken zusammen. Fossilien traten nicht auf.

Profil 3

In diesem Profil besaß die Spalte einen trichterförmigen Querschnitt. Der Spaltenboden befand sich ca. 2,5 m über der Steinbruchsohle (Abb. 11, 12).

Bei der Schicht 1 handelte es sich um einen mittelbraunen- bis dunkelbraunen Lehm, welcher zahlreiche Massenkalkkomponenten führt. Schicht 2 besteht aus einem grau-braunen Lehm, dessen Grobfraktion aus Massenkalk besteht. Der graubraune Lehm der Schicht 3 enthielt kleine Massenkalkstücke. Schicht 4 bestand aus einem mittelrotbraunen Lehm, der Bereiche aus grünem Sand führte. Sehr zahlreich fanden sich Gangquarzgerölle in Kiesgröße. Ein Geröll aus gebleichtem Oberkreidesandstein, mit einem Durchmesser von 0,35 m, zeigte im Kern noch eine grüne Farbe (Glaukonit). Diese Schicht führte **keine** Massenkalkgerölle.

Schicht 5 setzte sich aus einem rot-braunen Lehm mit einem erheblichen Sandanteil zusammen, der stellenweise noch die grüne Farbe zeigte (Glaukonitsand). Am Top der Schicht befand sich ein Geröll aus Oberkreidesandstein, das randlich rot gefärbt war, im Kern aber noch den Grünsand erkennen ließ. Die Schicht enthielt kiesgroße Quarzgerölle und rote Tonsteinstücke. Fossilien konnten in keiner Schicht nachgewiesen werden.

Profil 4

Im Profil 4 besaß die Spalte eine Breite von ca. 0,10 m und war mit einem hellbraunen Lehm verfüllt. Unterschiedliche Schichten konnten innerhalb der Spaltenfüllung nicht mehr unterschieden werden. Die Sedimente enthielten keine Fossilien.

Parallelisierung

Innerhalb der Profile 1 und 2 (Abb. 7, 8) lassen sich einige Schichten aufgrund der Lithologie und der Höhen über NN sehr gut miteinander parallelisieren. Die Schichten 2 bis 5 des Profils 1 entsprechen den Schichten 4-7 des Profils 2. Die älteren Schichten 6 und 7 des Profils 2 sind im Profil 1 vermutlich durch den Schuttfächer verdeckt. Die Schichten 2 und 3 des Profils 2 tauchen in Profil 1 nicht auf, da dieser Bereich der Spalte zur Sedimentationszeit von Schicht 3 bereits mit älteren Sedimenten vollständig verfüllt war.

Eine Parallelisierung mit den Schichten des Profils 3 (Abb. 11) gestaltet sich etwas schwieriger. Die beiden ältesten Schichten (4 und 5), welche resedimentierte Glaukonitsande führten, fanden sich nur in diesem Profil. Die Schichten 1-3 dieses Profils könnten den Schichten 7-9 des Profils 2 entsprechen. Möglicherweise liegt zwischen den Schichten 3 und 4 ein längerer Hiatus. Die beiden Schichten führen eine völlig unterschiedliche Grobfraktion (vgl. Kap. Profil 3).

Rekonstruktion der Form der Spalte

Durch die Sprengungen an der NW-SE verlaufenden Steinbruchwand wurde die Spaltenfüllung insgesamt viermal angeschnitten. Hierbei zeigte sich, dass der Spaltenboden in NW-Richtung ansteigt, die Tiefe der Spalte also abnimmt. Mit Hilfe der Spaltenbreite an der Erdoberfläche, die in den Profilen ermittelbar war, und dem Abstand der Sprenglöcher von der Steinbruchkante, konnte die Öffnung des ehemaligen Karsthohlraumes zur Erdoberfläche rekonstruiert werden. Von der Steinbruchkante ließ sich die Spalte auf einer Länge von ca. 25 m nach NNW verfolgen. Die Spaltenöffnung an der Erdoberfläche besaß einen etwa spindelförmigen Umriss (Abb. 12), wobei sie nach NNW und SSE auf wenige cm ausdünnte. In NNW-liche Richtung ging die Spalte in eine Kluft ohne Sedimentfüllung über. In Richtung SSE war der Bereich der Spalte bereits vor ca. 30 Jahren abgebaut worden, so dass der Verlauf nur noch bis zur Steinbruchkante verfolgbar war. Im Bereich der spindelförmigen Öffnung besaß die Spalte ihre geringste Tiefe. In SSE-liche Richtung gewann der Karstraum rasch an Tiefe und die Überlagerung der Karstfüllung mit Massenkalk nahm rasch zu. Im Profil 1 befand sich der verfüllte Karstraum bereits 4, 8 m unter der Erdoberfläche (vgl. Abb. 5).

Palynologische und radiometrische Datierungen

Während der Grabungskampagne wurde aus jeder Schicht eine Probe zur palynologischen Datierung entnommen. Die Untersuchungen im Institut für Geobotanik, Hannover waren jedoch für alle Proben negativ (freundliche mündliche Mitteilung von Herrn PD Dr. SPEIER).

Aus der Kollektion der Wirbeltierknochen wurden zwei gut erhaltene Exemplare (linker Metacarpus von *Cervus elaphus* (P 28471) und rechter Humerus von *Sus scrofa* (P28481)) mit einer kräftigen Kompakta ausgewählt und an der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Institut für Teilchenphysik, Dr. G. BONANI mit der ¹⁴C- Methode datiert. Für den Metacarpus ergab sich ein kalibriertes Alter von 5524 bis 5271 BC bei einer Wahrscheinlichkeit von 97,3 % und für den Humerus ein Alter von 5711 bis 5432 BC, bei einer Wahrscheinlichkeit von 99,9 %.

Die Untersuchung einer Sinterprobe von der nordöstlichen Spaltenwand an der Universität Heidelberg (freundliche mündliche Mitteilung von Herrn Dr. MANGINI, Heidelberg) mit der Th/U- Methode erbrachte ein Mindestalter von 100 000 Jahren.

Interpretation der Befunde

BOLLINGER & RUMMEL 1994 stellten aufgrund unterschiedlicher Sedimenttypen und Verfüllungsmechanismen eine Klassifikation der Karstspaltenfüllungen vor. Die Füllungen werden in vier Grundtypen gegliedert:

- A homogene Einlagerung
- B chaotische Lagerung
- C horizontale Schichtung
- D vertikale Schichtung

Da die Sedimente der Spalte in Warstein eine Schichtung aufwiesen, konnten sie dem Karstspaltenfüllungstyp C zugeordnet werden (Abb. 15). Dieser Typ zeichnete sich durch eine zyklisch-temporäre Sedimentation aus. Die hierbei häufig vorkommenden scharfen Übergänge zwischen den Schichten und die großen Korngrößenunterschiede trafen auf die untersuchte Spaltenfüllung jedoch nur bedingt zu. Die Korngrößenspektren der untersuchten Sedimente sind untereinander relativ gleichförmig (vgl. Abb. 8). Auffällige Unterschiede bestehen lediglich in der Grobfraktion, die, bis auf die älteste Schicht, aus schwach kantengerundeten Massenkalken besteht (vgl. Beschreibung der Profile und Sedimente).

Nach CLAUSEN & LEUTERITZ (1989) gehen die postkarbonischen Spalten des Warsteiner Raumes auf das während der Gebirgsbildung an der Wende Unter-Oberkarbon entstandene Trennflächengefüge zurück. Diese Trennflächen waren die Ansatzpunkte für die Verkarstung seit dem Mesozoikum. Das Entstehungsalter der Karstspalte in Warstein ist natürlich nicht mehr genau ermittelbar. Die radiometrische Datierung einer Sinterprobe von der NE-Flanke der Spalte im Profil 1 ergab ein Mindestalter von 100.000 Jahren. Für eine genauere Datierung war die Probe aufgrund von Verwitterungserscheinungen nicht geeignet. Da eine

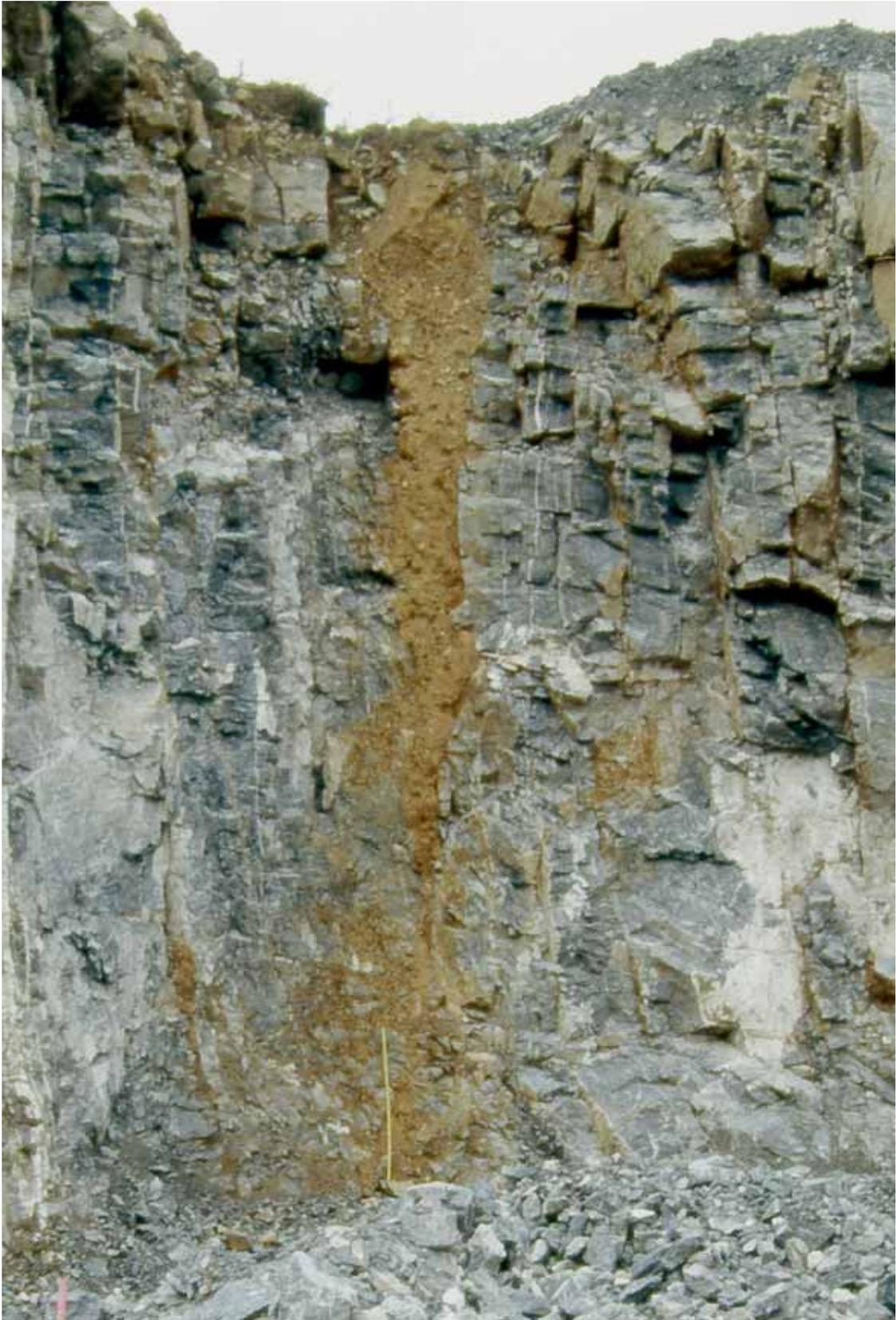


Abb. 11 Trichterförmige Spalte im Profil 3, nach der Sprengung und dem Beräumen des Abschlags. Maßstab 2m.

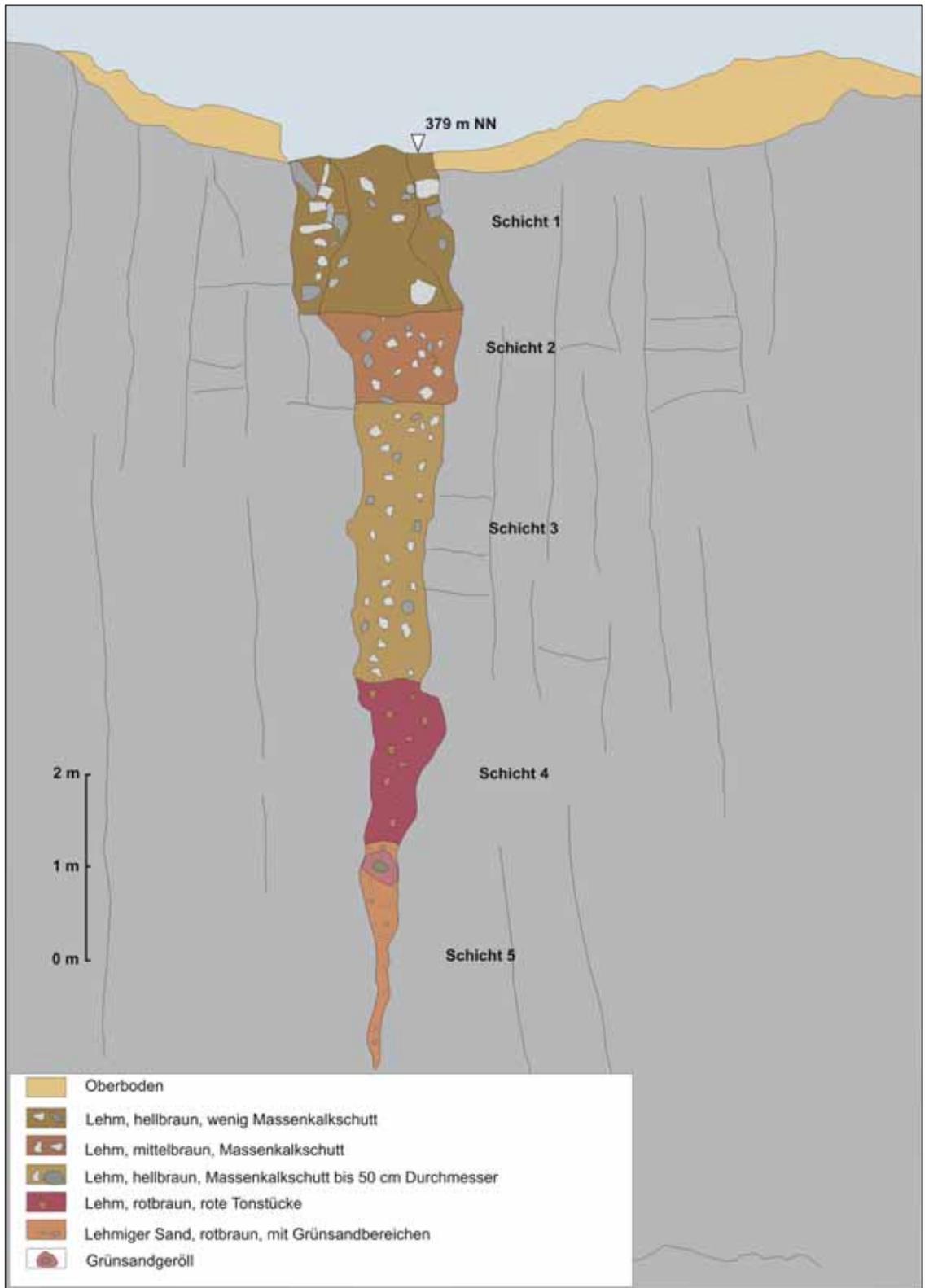


Abb. 12 Zeichnerische Interpretation des Profils 3., Maßstab 1m.

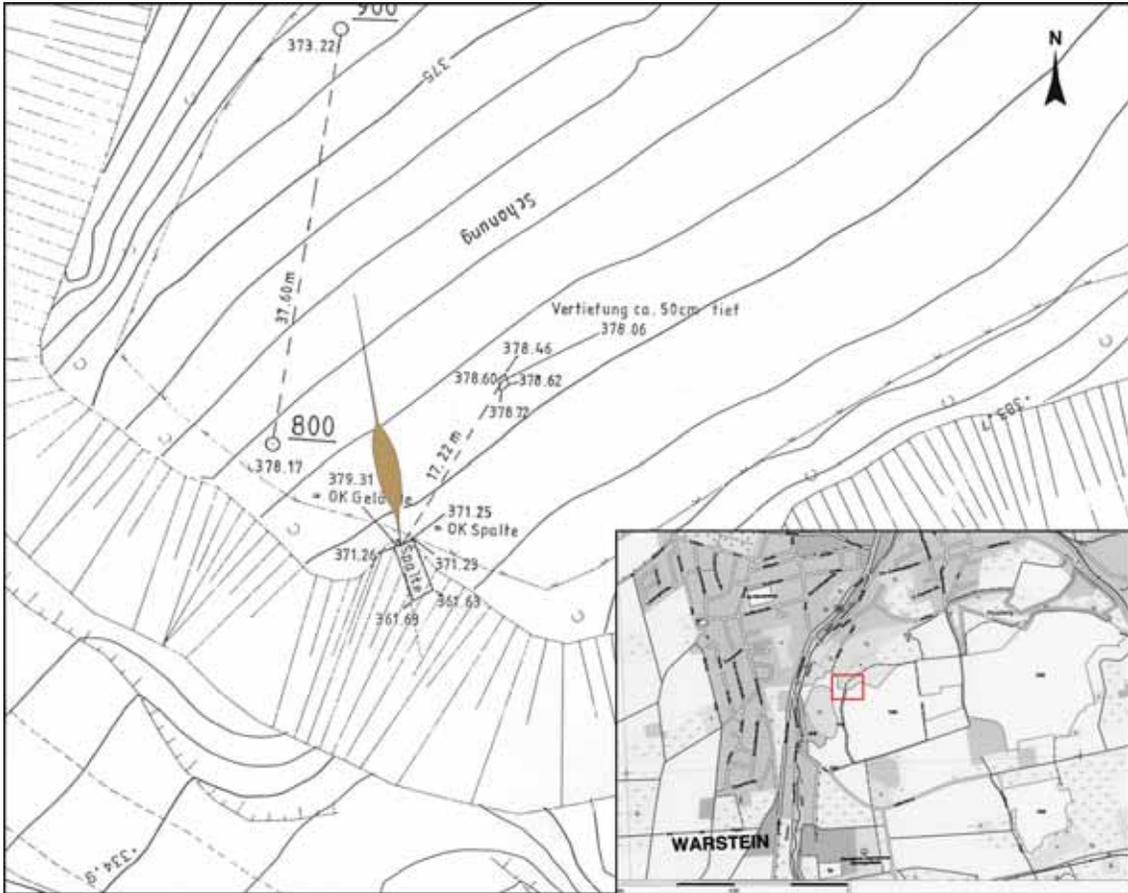


Abb. 13 Rekonstruktion der Form der Spaltenöffnung an der Erdoberfläche.

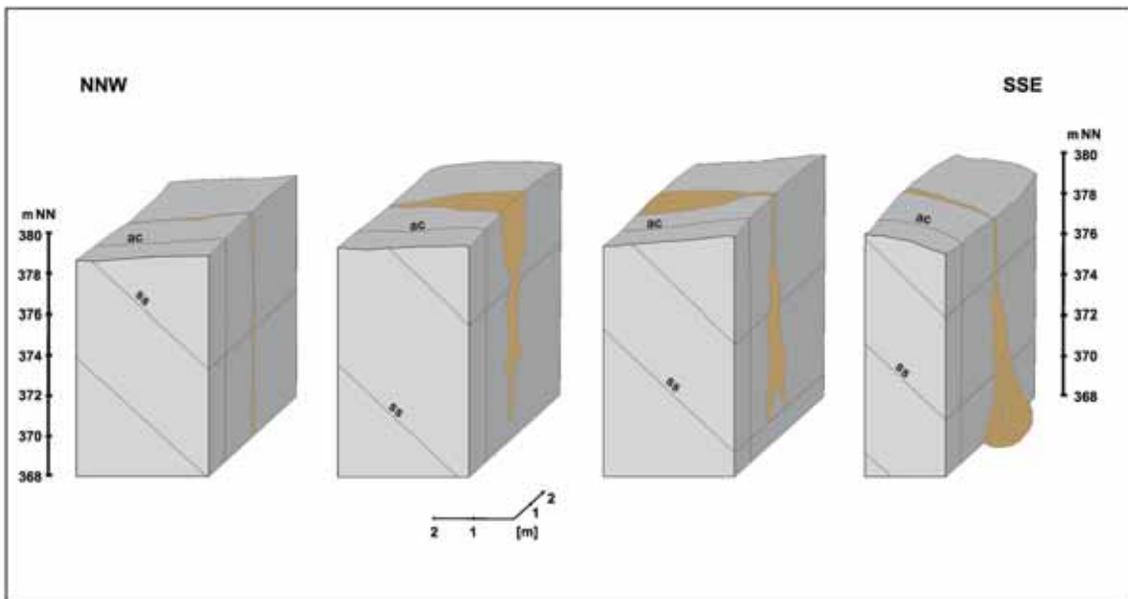


Abb. 14 Dreidimensionale Rekonstruktion der Karstspalte.

Sinterfläche einen Hohlraum und einen niedrigen Wasserstand voraussetzt, muss der Karsthohlraum bei der Entstehung des Sinters bereits bestanden haben und damit deutlich älter sein.

Um zumindest Hinweise auf das Genesealter der Spalte zu erhalten, soll ein Vergleich mit ähnlichen, besser datierten Karstphänomen durchgeführt werden. Für die Liethöhle des Warsteiner Sattels nennen MEIBURG et al. (1977) als Beginn der Höhlenbildung den Zeitabschnitt zwischen Jungtertiär und Altpleistozän. In dem Höhlensystem konnten die Autoren drei Höhenstockwerke nachweisen. Ähnliche Niveaugliederungen sind auch aus dem Massenkalkgebiet im NW-Sauerland (NIGGEMANN 2003), in Hessen (GRUBERT & HÜLSMANN 1998), dem Schwarzwald (PIEPJOHN 1995) und der Schwäbischen Alb (DRYBRODT 1990) bekannt. DRYBRODT (1990) gibt den Beginn der Höhlenniveaubildung mit 400 000 bis 2,5 Mio. Jahren an. Nach NIGGEMANN (2003) begann im NW-Sauerland die Höhlenbildung im Quartär, wie auch in den anderen deutschen Karstgebieten, vor ca. 500 000 Jahren. Die Entstehung der untersuchten Karsterscheinung in Warstein (Stbr. Hillenberg) dürfte ebenfalls in diesem Zeitrahmen anzusiedeln sein.

In der Oberkreide wurden weite Bereiche der rheinischen Masse im Zuge der Alb/Cenoman-Transgression mit Sedimenten eingedeckt. Der zeitliche Ablauf der Erosion dieser Sedimente und die Wiederfreilegung der Warsteiner Karbonatplattform liegen weitgehend im Dunkeln (EPHARDT & MEIBURG 1979). Nach diesen Autoren erfolgte die Abtragung der Oberkreide-Schichten im Tertiär. Hinweise auf datierte Karstfüllungen tertiären Alters liegen aus dem Warsteiner Raum nicht vor. Lediglich aus dem Briloner Raum werden von SCHRIEL (1954) mehrere tertiäre Formsandvorkommen beschrieben. Auch nach NIGGEMANN (2003) liegen im nordwestlichen Sauerland mehrere tertiäre Karstspalten mit resedimentierten Ober-Kreidesedimenten vor. Auch bei den ältesten Lockersedimenten der Karstspalte im Steinbruch Hillenberg handelt es sich um resedimentierte Grünsande der Oberkreide, die lediglich in Profil 3 auftraten (vgl. Abb. 11,12). Diese Sedimente waren nicht datierbar, so dass eine Einstufung ins Tertiär allein aufgrund der Lithologie rein spekulativ wäre. Neben dieser Interpretation besteht auch die Möglichkeit, dass noch im Quartär Relikte der Oberkreidegesteine im Einzugsbereich der Karbonatplattform vorhanden waren, die mit ebenfalls noch vorhandenen terra rossa Überresten in die Spalte resedimentiert wurden. Die nächst jüngeren Sedimente sind klar dem Quartär zuzuordnen.

Schon während der Ausgrabung fiel auf, dass überwiegend warmzeitliche (holozäne, bzw. interglaziale/interstadiale) Faunenreste (z.B. Reh, Wildschwein) aber auch Vertreter einer kaltzeitlichen Steppenfauna (z.B. *Bison priscus*) gemischt in den Schichten vorkamen. Der Erhaltungszustand der Knochen reichte von stark abgerollt bis gut erhalten. Unterschiede im Erhaltungszustand zwischen den beiden chronologisch differenten Faunen ließen sich jedoch nicht feststellen.

Der überwiegend warmzeitliche und klimatisch indifferente Charakter der Großsäugetierfauna, die vorläufige Untersuchung der Kleinsäuger, sowie die Tatsache, dass bestimmte Arten (z.B. *Panthera leo spelaea* und *Bison priscus*) auf das Pleistozän beschränkt sind, sprachen zunächst für ein spätweichselzeitliches Interstadial (REIMANN 2001).

Unter Einbeziehung der Steppenfauna (*Bison priscus*, *Mustela eversmanni* und der Rhinocerotidae) wäre auch eine Übergangsphase von der Mammutsteppe zu einem wärmeren Interstadial- oder umgekehrt-diskutierbar gewesen.

Die neueren Untersuchungsergebnisse, insbesondere die ¹⁴C- Datierungen und die Bestimmung der Kleinvertebratenfauna (u.a. Nachweis von *Lacerta agilis*) deuten jedoch darauf hin, dass die warmzeitlichen Faunenelemente ins Holozän datieren.

Somit ergibt sich ein chronologischer Hiatus zu den eiszeitlichen Vertretern der Fauna, da Steppenwisent (*Bison priscus*), Höhlenlöwe (*Panthera leo spelaea*) und Steppeniltis (*Mustela eversmanni*) während der Endphase der Weichseleiszeit, dem Alleröd und der jüngeren Dryas (ca. 12000 bis 9600 v.d.Z.) in Mitteleuropa nicht mehr vorkamen (V. KÖNIGSWALD 2002). Die jüngsten Nachweise dieser Faunenelemente stammen aus dem Magdalenien.

Sehr wahrscheinlich ist die zeitliche Lücke zwischen pleistozäner und holozäner Fauna noch größer, da *Mustela eversmanni*, *Bison priscus* und ? *Coelodonta antiquitatis* nach dem 2. Kältemaximum (Hochglazial) der Weichselkaltzeit (um 22000 Jahre v.d.Z.) nur noch sehr selten vertreten sind. Aufgrund dieser Fau-

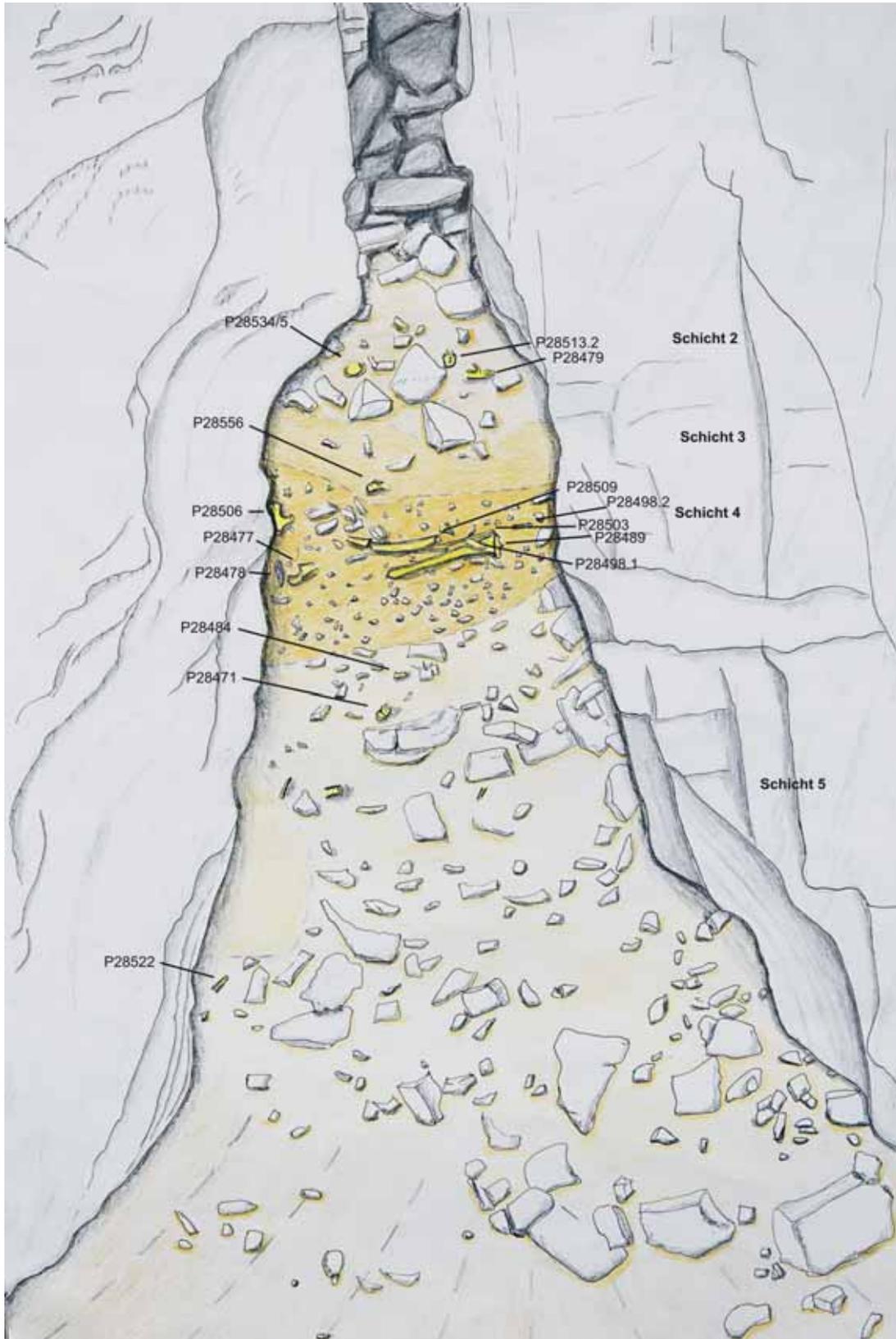


Abb. 15 Grabungsplan des Profils 1, Schnitt 1. In diesem Profil waren 5 fossilführende Schichten aufgeschlossen. Die Funde sind mit den Nummern versehen unter denen sie inventarisiert sind. Die Spaltenbreite an der Basis der Schicht 4 beträgt 0,80m.

nenzusammensetzung ergibt sich, dass hier eher eine früh- bis mittelweichselzeitliche Altersstellung der pleistozänen Fauna wahrscheinlich ist.

Die Bestimmung von *Coelodonta antiquitatis* ist nicht sicher, da die Rhinocerotidae nur durch nicht näher bestimmbare Skelettelemente, eine unvollständige Scapula und eine Phalange (REIMANN 2009), vertreten sind. Aufgrund des Vorkommens des Steppenilits, der in der Weichseleiszeit unseren Raum besiedelte, ist es jedoch sehr wahrscheinlich, dass es sich bei den Nashornresten um *Coelodonta antiquitatis* handelt, denn das Waldnashorn (*Stephanorhinus hemitoechus*) ist zuletzt im Eem belegt (V. KÖNIGSWALD 2002). Der Hiatus hätte in diesem Fall über 110 000 Jahre gedauert und es lägen Faunenelemente aus drei Zeitabschnitten vor. Dies ist jedoch aufgrund der Zusammensetzung der pleistozänen Faunenelemente sehr unwahrscheinlich. Auf Grund der paläontologischen Befunde ist die Genese der Fossilagerstätte mehrphasig erfolgt.

Im Profil 1 hat sich an der westlichen Spaltenwand in einer Hohlkehle ein Lössandvorkommen (Abb. 7) erhalten, das sich nicht als Schicht durch die Spalte weiterverfolgen lässt. Bei den zum Zeitpunkt der Ausgrabung angetroffenen Sedimenten handelt es sich also nicht um die primäre Sedimentfüllung der Spalte. Eine ältere aus Lössand bestehende Sedimentfüllung, die von der Karstoberfläche während der frühen bis mittleren Weichseleiszeit in der Karstspalte sedimentiert wurde, muss demnach erodiert und in größere Tiefen des Spaltensystems transportiert worden sein, was durch ein Fortschreiten der Verkarstung in die Tiefe leicht vorstellbar ist. Ob der dadurch entstandene Hohlraum zunächst mit pleistozänem, fossilführenden Lehm verfüllt wurde, oder direkt mit dem heute vorhandenen Lehm, lässt sich nicht mehr klären. Sehr wahrscheinlich ist, aufgrund der unterschiedlich alten Faunenelemente, fossilführender pleistozäner Lehm aufgearbeitet und resedimentiert worden. Dieser Lehm könnte ebenso wie der Lössand in den Hohlkehlen (Abb.) erhalten geblieben und durch die holozänen Schlammströme, die im Frühjahr durch das Auftauen oder starke Regenfälle entstanden, wieder aufgearbeitet worden sein. BERGER & VIERHAUS (2009) berichten über einen großen Anteil von Skelettelementen von *Arvicola shermani* und *Talpa europaea* an der Gesamtkleinsäugerfauna, die sich mit dem Eintrag durch Gewölle von Raubvögeln nicht erklären lassen. Dieser Befund lässt sich jedoch gut mit der Interpretation der Schichten als Schlammströme in Einklang bringen. Die Tiere könnten in einem kalten Winter gestorben, oder durch Regen oder Tauwasser ertrunken sein und gelangten dann mit dem Schlammstrom in die Spalte.

Für die Schlammstromgenese spricht auch, dass kaum artikulierte Skelettelemente vorhanden sind. Eine Ausnahme bildet hier lediglich eine Rothirschextremität. Die disartikulierten Knochen lagen nicht eingeregelt vor, sondern waren chaotisch in den Lehm eingelagert. Aufgrund der Lage und Form der Spaltenöffnung an der Oberfläche des Massenkalkes, dem Neigungswinkel des Spaltenbodens und dem Einfallen der Schichten in dem Profil 1 ist der Sedimentfluss in der Spalte von Nordwesten nach Südosten erfolgt (vgl. Abb. 14).

Die oben beschriebenen Phänomene sind auch aus dem süddeutschen Raum beschrieben. So berichtet HEIßIG (1983) von der Fränkischen Alb von oligozänen Spaltenfüllungen, die durch Versturz in größere Tiefen gelangten, so dass nur in Hohlformen das fossilführende Material erhalten blieb, während in der durchziehenden Spalte jüngerer Sediment abgelagert wurde.

ZAPFE (1954) beschreibt eine Möglichkeit der Anreicherung von Knochen in Karstspalten und Höhlen, wonach Wirbeltiere auf der Suche nach Wasser in Höhlensysteme eindringen und dort abstürzen. Die frisch eingestürzten Kadaver liegen zunächst auf dem Top der Schutthalde. Im Laufe der Zeit rutscht der Kadaver bzw. das Skelett den Hang herunter und wird dabei disartikuliert. Diese Anreicherungsart kann aus mehreren Gründen, zumindest für das holozäne Material, auf die Karstspalte in Warstein nicht zutreffen.

- Einige Knochen sind abgerollt.

- Es sind Knochen mit Schnittspuren vorhanden, d.h. die Knochen kamen bereits isoliert in das Sediment.
- ZAPFE (1954) weist daraufhin, dass es sich bei Karstspalten häufig um Relikte größerer Höhlensysteme handelt. Innerhalb von 7000 Jahren (vgl. ¹⁴C-Datierungen) kann jedoch kein Höhlensystem über der Spalte abgetragen worden sein, so dass diese Interpretationsmöglichkeit für das holozäne Material ausgeschlossen werden kann. Im Falle der pleistozänen Knochen besteht möglicherweise diese Interpretationsmöglichkeit. Aufgrund der geringen Funddichte und der fehlenden Befunde lassen sich hierfür jedoch nicht genügend Indizien finden, denn ein großer Teil der Spaltenfüllung war bereits zu Beginn der Ausgrabung dem Abbau zum Opfer gefallen.

Dank

Frau Karola Risse und Herr Dr. Bauer (heute Brühne-Gruppe) von den Steinwerken Risse in Warstein haben unsere Ausgrabung großzügig unterstützt. Frau K. Risse stellte uns kostenlos schweres Gerät zur Verfügung. Herr Egbert Buschmann (Lünen) produzierte kostenlos einen Ring, mit dem der Anschluss einer Nikon-Coolpix an das Mikroskop Leica MZ6 möglich wurde. Herr Dr. G. Mayr (Forschungsinstitut Senckenberg, Frankfurt/Main) bestimmte die Vogelknochen der Grabung. Herr Dr. G. Böhme (Museum für Naturkunde der Humboldt Universität Berlin) nahm sich der Reptilien und Amphibien-Funde an. Herr Dr. M. Hiss (Geologischer Dienst, Krefeld) datierte einige Sedimente mit agglutinierenden Foraminiferen. Herr PD Dr. Speier (Hannover) führte die palynologischen Untersuchungen durch. Frau Berenika Oblonczyk führte die Nachbearbeitung der Dias durch.

Allen Personen möchten wir für ihre großzügige Unterstützung herzlich danken.

Literatur

- ANDREE, J. (1927): Altsteinzeitliche Funde aus Westfalen. II. Die Bilstein-Höhle bei Warstein i.W.- Mannus, 19: 87-91, 3 Abb.; Leipzig.
- BAALES (1996): Umwelt und Jagdökonomie der Ahrensburger Rentierjäger im Mittelgebirge.- Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz, **38**: 1-364; Mainz, Bonn.
- BERGER, M. & VIERHAUS, H. (2009): Die frühholozänen Kleinsäugetiere der Warsteiner Karstspalte.- Geologie und Paläontologie in Westfalen, nn
- BOLLINGER, T. & RUMMEL, M. (1994): Säugetierfunde aus Spaltenfüllungen. Die komplexe Genese am Beispiel eines Steinbruchs bei Petersbuch, Südliche Frankenalb (Bayern).- Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung, Paläontologie und historische Geologie, **34**: 239-264, 6 Abb., 2 Taf.; München.
- CARTHAUS, E. (1889): Führer durch die Bilstein-Höhlen (Tropfstein- u. Cultur-Höhlen) bei Warstein in Westfalen.- 48 S., 1 Kt.; Warstein.
- (1890): Die Bilsteinhöhlen bei Warstein.- Festschrift zur 21. Allgemeinen Versammlung der Deutschen Anthropologischen Gesellschaft am 11. –16. August 1890 zu Münster in Westfalen.- 2. Teil: 48 S.; Münster (Coppentrath).
- CLAUSEN, C.D. (1990): Zur Geologie der Warsteiner Carbonatplattform.- Geologisches Jahrbuch, **D95**: 211-251; Hannover.
- , GREBE, H., LEUTERITZ, K. & WIRTH, W. (1978): Zur Alterstellung und paläogeographischen Bedeutung des Paläokarstes auf der Warsteiner Carbonatplattform.- Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte **1978** (10): 577-589, 5 Abb.; Stuttgart.
- , GREBE, H., LEUTERITZ, K., UFFENRODE, H. & WIRTH, W. (1978): Zur Paläogeographie, Tektonik und Karstmorphologie der südlichen und östlichen Warburger Carbonatplattform (Warsteiner Sattel, Rheinisches Schiefergebirge).- Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen, **30**: 241-319, 6 Abb., 10 Taf.; Krefeld.
- & LEUTERITZ, K. (1979): Übersicht über die Geologie des Warsteiner Sattels und seiner näheren Umgebung.- Aufschluß, Sonderband **29**: 1-32, 9 Abb., 1 Tab.; Heidelberg.
- & LEUTERITZ, K. (1989): Spalten und ihre Füllungen in den Carbonatgesteinen des Warsteiner Raumes (nordöstlichen Rheinisches Schiefergebirge). –Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen, **35**: 309-391, 6 Abb., 4 Tab., 5 Taf.; Krefeld.

- DEHM, R. & FAHLBUSCH, V. (1970): Zur Bezeichnung fossilführender Spaltenfüllungen.- Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung, Paläontologie und historische Geologie, **10**: 351-364, 1 Abb.; München.
- DRODZDEWSKI, G., HARTKOP-FRÖDER, C., LANGE, F.G., OESTERREICH, B., RIBBERT, K.H., VOIGT, S. & WREDE, V. (1998): Vorläufige Mitteilung über unterkretazischen Tiefenkarst im Wülfrather Massenkalk (Rheinisches Schiefergebirge).- Mitteilungen des Verbandes deutscher Höhlen- und Karstforscher, **44** (2): 53-63, 9 Abb.; München.
- DREYBRODT, W. (1988): Processes in karst systems: Physics, chemistry and geology.- 288 S., 184 figs.; Berlin.
- (1990): Ein Modell der Entwicklung von Karst unter Berücksichtigung der Lösungskinetik von Kalkstein: Anwendung auf die Verkarstung in der Schwäbischen Alb.- Laichinger Höhlenfreund, **25**: 47-83, 21 Abb.; Laichingen.
- EPHARDT, G. & MEIBURG, P. (1979): Beziehungen zwischen Tektonik und Karst im Warsteiner Raum (Nordöstliches Rheinisches Schiefergebirge).- Aufschluss, Sonderband **29**: 93-111, 12 Abb.; Heidelberg.
- FABRICIUS, N. (1887): Ueber die Tropfsteinhöhle bei Warstein.- Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins der preussischen Rheinlande und Westfalen, **44**: 106-108
- GEOLOGISCHES LANDESAMT NRW (1995): Geologie im Münsterland.-195 S., 50 Abb., 6 Tab., 1 Taf.; Krefeld.
- GRUBERT, C. & HÜLSMANN, T. (1998): Das Herbstlabyrinth-Adventhöhle-System (5315/51) bei Breitscheid (Lahn-Dill-Kreis)/ Rheinisches Schiefergebirge- eine Beschreibung.- Speläogruppe 86 und Speleologische AG Hessen e.V., Jahresbericht **1998**: 9-17, 1 Abb; Hannover, Wiesbaden.
- GÜNTHER, K. (1961): Vorgeschichtliche Funde aus den westfälischen Höhlen.- Jahreshefte für Karst und Höhlenkunde, **2**: 261-283, 10 Abb.; München.
- HEIßIG, K. (1983): Karstspaltenfüllungen, ein ungewöhnlicher Typ von Fossilfundstellen.- Archaeopteryx, **1**: 24-32, 3 Abb., 1 Tab.; Eichstätt.
- HENNEBÖLE, E. (1963): Die Vor- und Frühgeschichte des Warsteiner Raumes.- Beiträge zur Warsteiner Geschichte, **2**: 72 S., 27 Abb., 12 Taf., 1 Kt.; Warstein.
- & ANDREE, J. (1933): Vorbericht über die Ausgrabungen im Hohlen Stein 1933.- Aus der Vorzeit in Westfalen-Lippe und am Niederrhein, **1**: 49-54, Abb. 9-13; Münster.
- HÖLDER, H. & NORMAN, D.B. (1986): Kreide-Dinosaurier im Sauerland.- Naturwissenschaften, **73**: 109-116, 7 Abb.; Berlin – Heidelberg - New York.
- KÖNIGSWALD, W. v. (2002): Lebendige Eiszeit.- 190 S., 198 Abb.; Darmstadt (Wissenschaftliche Buchgesellschaft).
- MEIBURG, P., HÜGEL, P., MARZELA, C. & ROTERS, F.A. (1977): Die geologische Entwicklung der Lietzhöhle im Warsteiner Massenkalk (Rheinisches Schiefergebirge).- Aufschluss, **28**: 457-507, 36 Abb., 1 Tab.; Heidelberg.
- MEIBURG, P. & STOFFELS, D. (1979): Die Höhlen im Warsteiner Massenkalk.- Aufschluss, Sonderband **29**: 143-178, 24 Abb. 1 Titelb.; Heidelberg.
- NIGGEMANN, S. (1994): Morphologische Beobachtungen in sauerländischen Karbonatkarsthöhlen.- Mitteilungen des Verbandes der Höhlen- und Karstforscher, **40**: 36-39, 4 Abb.; München.

- (2003): Mehrphasige Höhlen- und Flussentwicklung in nordwestlichen Sauerland.- Dortmund Beiträ-
ge zur Landeskunde. Naturwissenschaftliche Mitteilungen, **36/37**: 17-54, 26 Abb., 1 Tab.; Dortmund.
- NORMAN, D.B. & HILPERT, K.-H. (1987): Die Wirbeltierfauna von Nehden (Sauerland), Westdeutschland.-
Geologie und Paläontologie in Westfalen, **8**: 77S., 54 Abb., 2 Taf.; Münster.
- PALMER, A.N. (1991): Origin and morphology of limestone caves.- Geological Society of America Bulletin,
103: 1-21, 25 figs., 1 tab.; Burlington.
- PIEPJOHN, C. (1995): Die Erdmannshöhle bei Hasel (Südbaden) und die Abhängigkeit ihrer Entwicklung
von den quartären Klima Ereignissen.- Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie, **77**:
155-171, 7 Abb., 1 Tab.; Münster.
- REIMANN, C.K. (2001): Die Großsäugerfauna der fossilführenden Karstspalte Steinbruch Hillenberg.- 166
S., 43 Abb., 78 Tab.; Münster (unveröffentlichte Diplomarbeit).
- REIMANN, C. K. (2009): Die Großsäugerfauna der Karstspalte Hillenberg 1 in Warstein.- Geologie und
Paläontologie in Westfalen, **75**: 27-83, 28 Abb.; Münster.
- & STRAUCH, F. (2001): Die Großsäugetierfauna der fossilführenden Karstspalte im Steinbruch Hillen-
berg.- In: Alfred Wegener Stiftung (Hrsg.) (2001): PalBioSys 2001- 3,5 Milliarden Jahre Biodiversität,
Gemeinsame Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft und der Gesellschaft für Biologische
Systematik, 17.-21. September 2001 in Oldenburg; Terra Nostra, 2001/6: S.198; Berlin. (Poster)
- SCHAAFFHAUSEN, H. (1877): Ueber einige fossile Tierreste aus einer Höhle bei Warstein.- Verhandlungen
des natur-historischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westfalen, **34**: 115; Bonn.
- SCHÖLLMANN, L., REIMANN, C.A. & BERGER, M. (2001): Säugetierfunde aus einer jungpleistozänen
Karstspalte im Massenkalk bei Warstein.- Arbeitsgemeinschaft für die biologische und ökologische Lan-
deserforschung e.V., Protokoll der 25 Jahrestagung am 10. März 2001; Münster. (3 Vorträge)
- & REIMANN, C. A. (2001) Eine pleistozäne Karstspaltenfüllung im Massenkalk bei Warstein.- Monats-
versammlung der Rheinisch-Westfälischen Höhlen- und Karstforscher, November 2001; Iserlohn. (2 Vor-
träge)
- SCHLÖSSER, M. & SCHÖLLMANN, L. (2000): Artenreiche Eiszeitfauna aus einer Karstspalte.- Archäolo-
gie in Deutschland, **2000** (3): S. 43, 1 Abb.; Stuttgart.
- SCHRIEL, W. (1954): Neue Tertiärfunde bei Brilon im Sauerland als Zeitmarke für die junge Vererzung
(Pb, Zn, Cu, Fe) im Massenkalk.- Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte **1954**: 226-230; Stutt-
gart.
- SIEGFRIED, P. (1961): Pleistozäne Wirbeltiere in westfälischen Höhlen.- J. Karst und Höhlenkunde, **2**:
177-191, 6 Abb., 3 Tab.; München.
- (1979): Die eiszeitliche Tierwelt nach Funden in Warsteiner Höhlen.- Aufschluss, Sonderband **29**:
193-204, 5 Abb., 1 Tab.; Heidelberg.
- WIRTH, W. (1964): Über zwei Unterkreiderelikte im nördlichen Sauerland.- Fortschritte in der Geologie
von Rheinland und Westfalen, **7**: 403-420, 5 Abb., 1 Taf.; Krefeld.
- ZAPFE, H..(1954): Beiträge zur Erklärung der Entstehung von Knochenlagerstätten in Karstspalten und
Höhlen.- Beihefte zur Geologie, **12**: 60 S., 12 Abb.; Berlin.
- ZYGOWSKI, D. (1988): Bibliographie zur Karst- und Höhlenkunde in Westfalen (unter Einschluß des Ber-
gischen Landes).- Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde, **50**: 295 S.; Münster.

Geol. Paläont. Westf.	75	27-83	28 Abb. 70 Tab.	Münster März 2010
--------------------------	----	-------	--------------------	----------------------

Die Großsäugerfauna der Karstspalte Hillenberg 1 in Warstein

Christina Reimann *

1 Einleitung

Sedimentgefüllte Räume sind seit jeher von Interesse, da die hier eingeschlossenen Fossilien geschützt verwahrt und häufig plombiert der Erosion entzogen wurden und so erhalten blieben (Clausen 1979). So wurden auch in einer Karstspalte (Hillenberg 1) des Steinbruchs Hillenberg in Warstein im Sauerland zahlreiche, teils besser, teils schlechter erhaltene, selten artikulierte Knochen überliefert. Neben den Resten von Amphibien, Reptilien und zahlreichen Kleinsäugetern wurden über 190 Zähne, Knochen oder Knochenfragmente von Großsäugern geborgen, die in der Regel chaotisch und unartikuliert eingebettet waren.

Die Beschreibung und Bestimmung des Materials erlaubt eine Aussage über die Ökologie der identifizierten Großsäugerformen. Neben Hinweisen auf das Alter der Funde, die von den Knochen selbst abzuleiten sind, wurden zwei Radiokarbon-Datierungen vorgenommen, um eine genauere zeitliche Zuordnung zu ermöglichen. Die chronologische Auswertung wie auch der Erhaltungszustand und die Ablagerungsbedingungen der Spalte lassen Rückschlüsse auf die Taphonomie der Säugetierknochen und somit der gesamten Fundsituation zu.

Die Beschränkung der taphonomischen und ökologischen Auswertung auf die Großsäugetiere und der nachherige Abgleich mit den taphonomischen Aussagen der Sedimentologie und den übrigen Faunenfunden erlauben es abzuschätzen, ob eine Interpretation der Taphonomie, die allein auf Großsäugerfunden beruht, für eine gesamtökologische Aussage repräsentativ ist. Dies ist vor allem bei der taphonomisch/ökologischen Auswertung von Fundstellen von Interesse, die in historischer Zeit geborgen wurden, da bei älteren Grabungssammlungen häufig lediglich die Großsäuger berücksichtigt und geborgen wurden und so auf eine taphonomisch/ökologische Auswertung, die von Kleinsäugerfunden gestützt wird, verzichtet werden muss.

2 Das Material

Das beschriebene Material umfasst die geborgenen Großsäuger der Spalte Hillenberg 1 bis hin zu den Musteliden. Rund 130 Knochen, Knochenbruchstücke oder Einzelzähne konnten einem Taxon zugewiesen werden.

Der Erhaltungszustand der Knochen ist sehr unterschiedlich. Es handelt sich sowohl um vollständige Knochen, als auch um Knochenbruchstücke. Der längste Knochen ist eine Rippe eines Boviden mit einer Länge von 61,8cm, der schwerste Knochen das distale Fragment eines Wisenthumerus, die kleinsten Knochen stammen von Nagern. Die einzelnen Knochen weisen verschiedene Abrollgrade auf. So sind die stärksten Abrollspuren in der Regel an den großen Knochen zu beobachten, wie den Langknochen der Boviden und Cerviden, wohingegen die Knochen kleinerer Tiere, so der Schädel eines Iltis, sehr gut erhalten sind.

* Anschrift der Autorin: Naturmuseum der Stadt Augsburg, Im Thäle 3, 86152 Augsburg, christina.reimann@augzburg.de

Die Funde liegen im IWL-Museum für Naturkunde Münster/Westfalen, wo sie inventarisiert sind. Zur Bestimmung des Materials lagen unter anderem rezente Skelette des LWL-Museums für Naturkunde Münster und fossile Knochen des Geologisch-Paläontologischen Institutes und Museums der Westfälischen Wilhelm-Universität Münster vor.

2.1 Die Vermessung des Materials

Das Vermessen des Materials erfolgte nach verschiedenen Methoden. Die Beschreibungen der Messstrecken und der dazugehörigen Kürzel erfolgen im Anhang. Sämtliche Maße für Humeri, Radii, Ulnae, Femora und Tibiae wurden wie von MARTIN (1987) beschrieben, genommen. Die übrigen Messungen entsprechen, sofern nicht anders gekennzeichnet, der Methode von VON DEN DRIESCH (1976). Die Vermessung der Zähne wird teilweise bei der Beschreibung der Zähne selbst erläutert. Die Meßmethode für den Iltischädel wird wie bei *Felis* vorgenommen. Bei häufig beschriebenen Knochen wird anhand ergänzender Zeichnungen die Osteologie des untersuchten Materials veranschaulicht (Anhang). Die Kürzel zur Beschreibung der Messstrecken wurden von den einzelnen Autoren übernommen. Sie beziehen sich jeweils auf die zu messende Art des Knochens und werden in den Beschreibungen des Materials angewendet. Messergebnisse, die aufgrund von Beschädigungen ungenau und wenig aussagekräftig sind werden in Klammern gesetzt. Die Angaben erfolgen, wenn nicht anders vermerkt, in cm-Schritten. Der Maßstab der Zeichnungen entspricht 1cm-Abteilungen.

2.2 Die Beschreibung des Materials

Ordnung	Carnivora (Raubsäuger)
Familie	Felidae GRAY, 1821
Art	<i>Panthera leo spelaea</i> GOLDFUSS, 1810

P 28478, Mandibula

Es handelt sich um die rechte Mandibula eines Höhlenlöwen (Abb. 1). Durch Vergleich mit den Abbildungen von GROSS (1992) wird die Zuweisung zu *Panthera leo spelaea* deutlich. Vorhanden sind C, P₄ und M₁. An der lingualen Seite weist die Mandibula starke Beschädigungen auf. Außerdem ist die Mandibula leicht abgerollt. Teile des Knochens fehlen auf dieser Seite. Der P₃ fehlt ebenfalls. Processus coronoideus und Processus condylaris sind abgebrochen.

M₁ und P₄ weisen keine bis sehr leichte Abkauspuren auf, die Krone des C ist lediglich zur Hälfte erhalten.

Tab. 1: Messwerte zu P 28478 in cm.

Messstrecke	C	P ₄	M ₁	Mandibula-Knochen
Länge	2,13	1,64	2,67	
Breite	1,63	1,19	1,29	
Höhe	1,88	1,33	1,86	
7				2,58
9				3,74
gr. Länge des Fragm.				14,4



Abb. 1: Unterkiefer eines Höhlenlöwen (*Panthera leo spelaea*, P 28478) aus buccaler, occlusarer und lingualer Sicht

P 28511, Zahn

Dieser linke P⁴ stammt aus dem Dauergebiss eines Höhlenlöwen. Die Zuweisung ist durch Vergleiche mit Abbildungen von SALA (1990) möglich.

Die Krone zeigt keinerlei Abkauspuren (Abb. 2 und Abb. 23, Anhang), was bedeutet, dass das Tier zwar adult, jedoch nicht sehr alt geworden ist. Die Wurzeln sind etwa zur Hälfte weggebrochen und der Zahn ist von zahlreichen Rissen durchzogen.

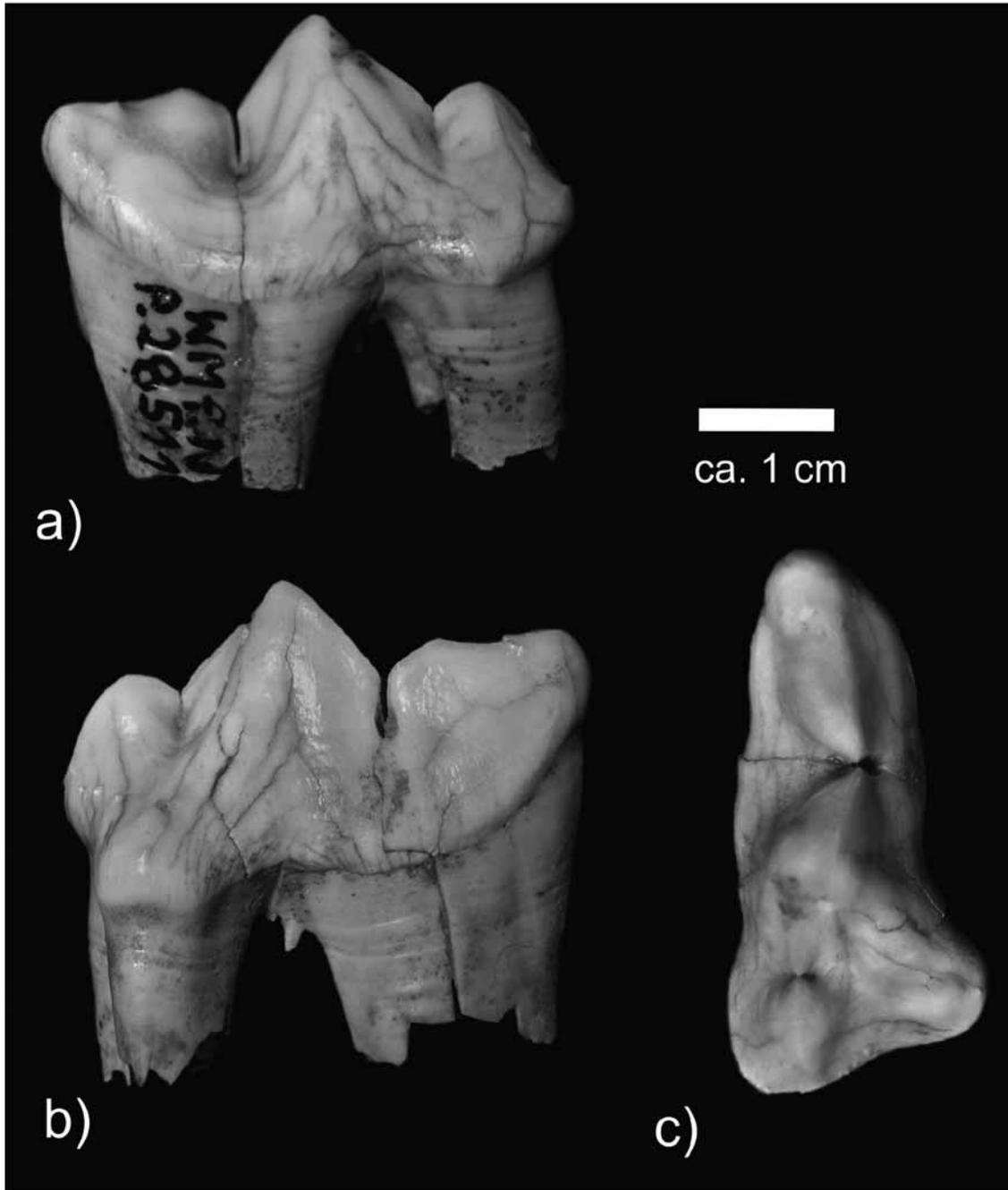


Abb. 2: P⁴ eines Höhlenlöwen (*Panthera leo spelaea*, P 28511) aus a) buccaler, b) lingualer und c) occlusaler Sicht

Tab. 2: Messwerte zu P 28511. Die Werte wurden nach SALA (1990) genommen (Anhang, Abb. 23). Maße in cm.

1	3,83
2	3,37
4	3,48
6	(1,32)
8	1,32
11	2,78
13	1,86
15	1,15
18	1,48

P 28523, Zahn

Es liegt ein rechter zweiter unterer Incisivor aus dem Dauergebiss eines Höhlenlöwen vor. Die Gesamtlänge beträgt ca. 2,8 cm.

P 28543, Zahn

Kieferbruchstück mit dem linken oberen Caninus (Abb. 3). Durch Vergleich mit den Abbildungen von DAWKINS & SANFORD (1868) wird deutlich, dass es sich um den Milchzahn eines Höhlenlöwen handelt. Der Zahn zeigt keine Abnutzungsspuren und ist kaum abgerollt.

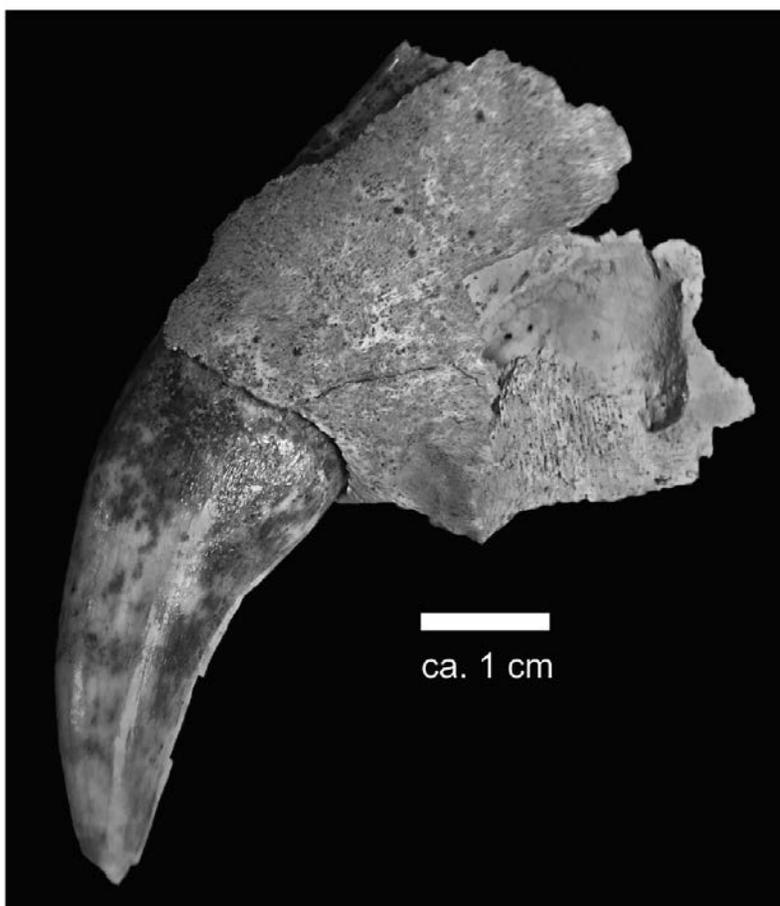


Abb. 3: linkes Oberkieferfragment mit Caninus eines juvenilen Höhlenlöwen (*Panthera leo spelaea*, P 28543) aus buccaler Sicht

Tab. 3: Messwerte zu P 28543 in cm.

Länge (in Alveolenhöhe gemessen)	1,13
Breite (in Alveolenhöhe gemessen)	0,17
Höhe des ges. Zahnes, einschl. Wurzel	4,43

P 28545, Zahn

Bei diesem Zahn liegt ein linker oberer dP³ der Milchbezahnung eines Höhlenlöwen vor (Abb. 4). Der Zahn weist leichte Abrollspuren auf, der linguale Conus ist weggebrochen.

Tab. 4: Messwerte zu P 28545. Gemessen wurden die maximalen Größen der Schmelzkrone in cm.

Länge	2,76
Breite	(0,98)
Höhe	1,16

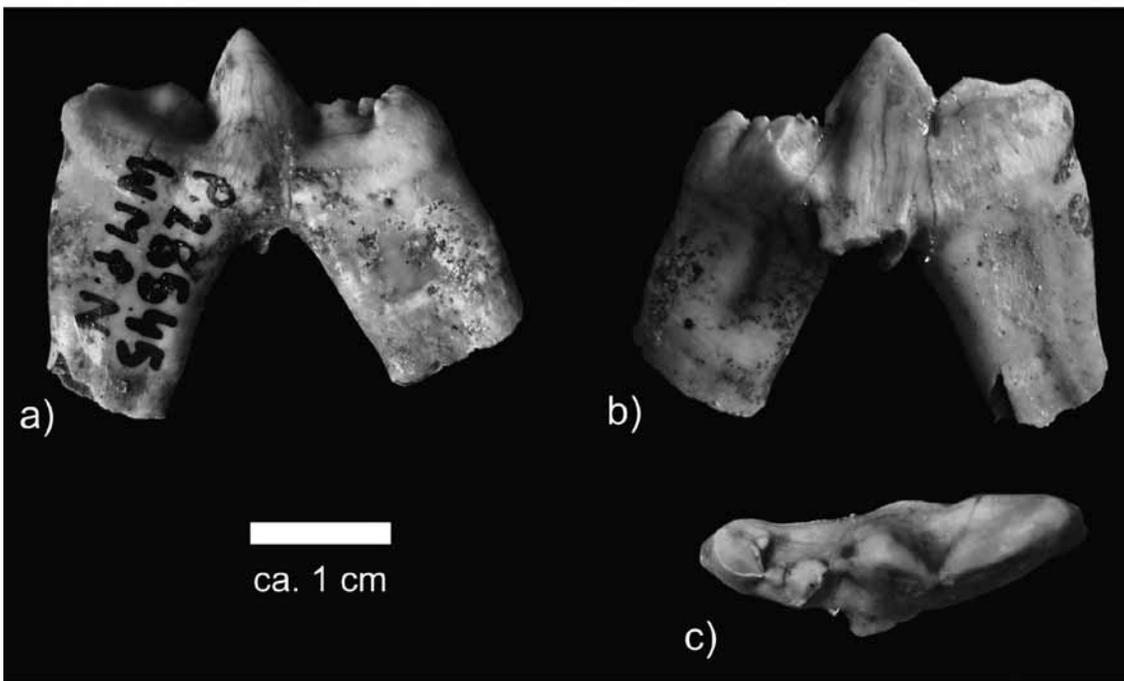


Abb. 4: Milchzahn (dP³) eines Höhlenlöwen (*Panthera leo spelaea*, P 28545) aus a) buccaler, b) lingualer und c) occlusarer Sicht

P 28522, Zahn

Es liegt ein Milch-Backenzahn eines Höhlenlöwen vor (Abb. 5). Nach Vergleichen mit Abbildungen von DAWKINS & SANFORD (1868) handelt es sich um einen linken dP_3 .

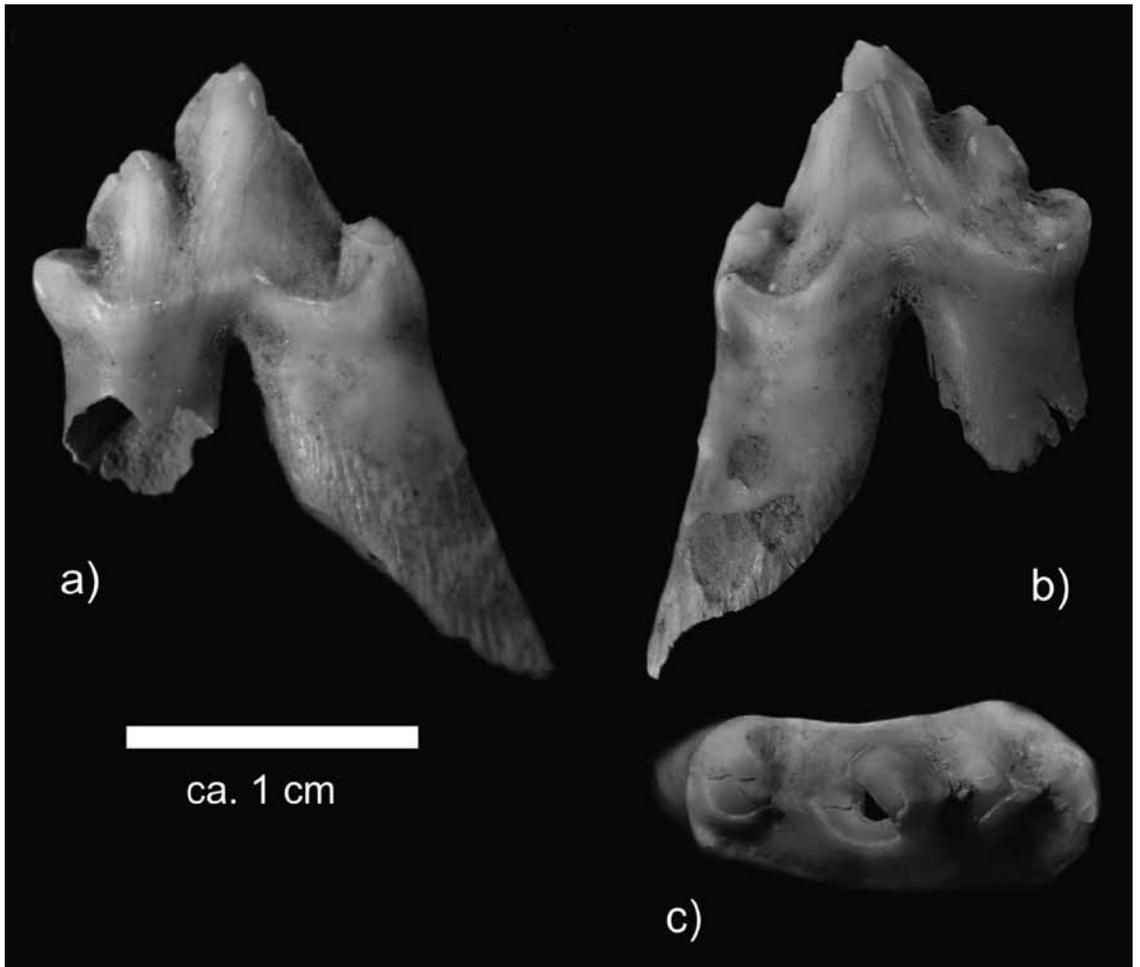


Abb. 5: Milchzahn (dP_3) eines Höhlenlöwen (*Panthera leo spelaea*, P 28522) aus a) lingualer, b) buccaler und c) occlusarer Sicht

Tab. 5: Messwerte des Prämolaren P 28522. Gemessen wurden die maximalen Werte der Zahnkrone in cm.

Länge der Krone	1,37
Breite der Krone	0,6
Höhe d. Schmelzes	0,99

P 28477, Humerus

Dieser Humerus stammt nach Vergleichen mit einem Löwenskelett im LWL Museum für Naturkunde, Münster von einem Löwen. Auch Vergleiche mit der Abbildung eines Höhlenlöwen-Humerus von DIETRICH (1968) bestätigen diese Zuordnung. Der dextrale Humerus ist stark beschädigt (Abb. 6). So zeigt er außer starken Abrollspuren zahlreiche Beschädigungen der Substantia compacta. Die Gelenkungen sind abgebrochen, so dass lediglich die Diaphyse erhalten ist. Am distalen Ende ist anstelle der Epiphyse außer dem spongiösen Knochenmaterial kompaktere Knochensubstanz zurückgeblieben, die darauf hinweist, dass die Epiphysenfuge noch nicht vollständig geschlossen war und es sich um ein jüngeres Tier gehandelt hat.



Abb. 6: Rechter Humerus eines Höhlenlöwen (*Panthera leo spelaea*, P 28477)
aus dorsaler und ventraler Sicht

Tab. 6: Messwerte zu P 28477 in cm.

Länge d. Bruchstückes	21,5
KD	2,5

P 28485, Mittelhandknochen

Ebenfalls nach Vergleichen mit einem Löwenskelett des LWL Museums für Naturkunde, Münster, kann dieser Metacarpus (Abb.7) dem fünften Strahl der rechten Vorderpfote eines Löwen zugeordnet werden. Der Knochen stammt von einem jungen Löwen. Die Epiphysen am proximalen Ende fehlen. Der Knochen ist leicht beschädigt und zeigt Abrollspuren.

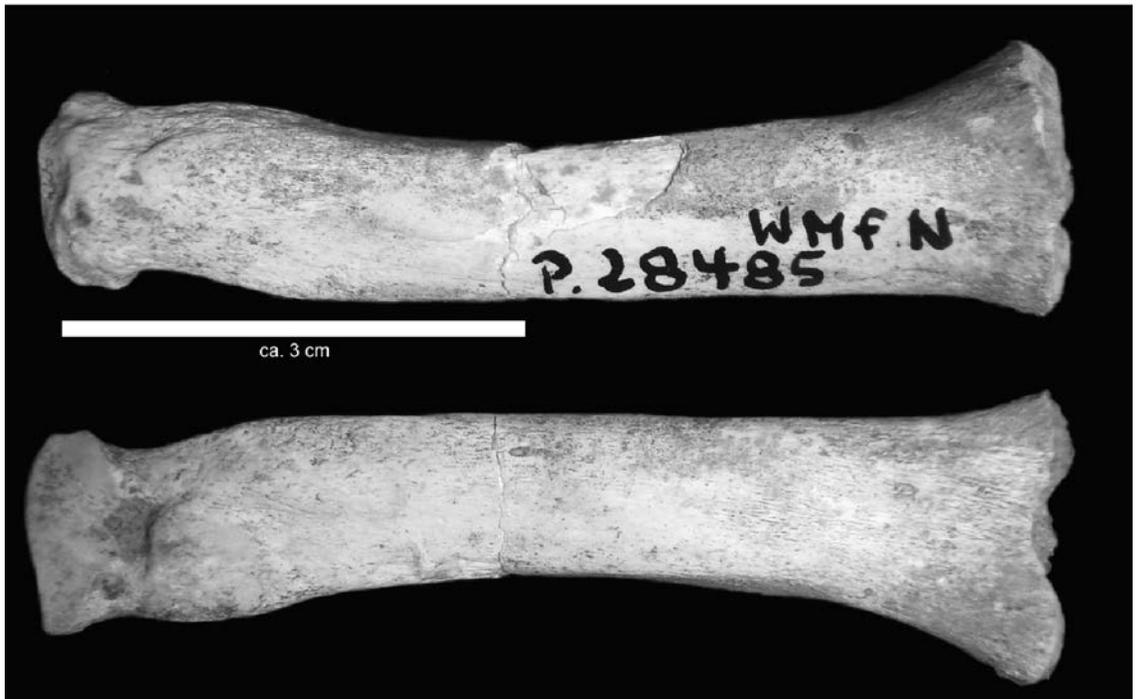


Abb. 7: Mittelhandknochen eines jungen Löwen (P 28485)

Tab. 7: Messwerte zu P 28485 in cm.

Länge	(6,44)
KD	0,9

Familie **Mustelidae** SWAINSON, 1835 (Marder)
Art **Meles meles** LINNAEUS, 1758 (Dachs)

P 28541, Unterkiefer

Es liegt ein rechter Mandibelast eines Dachses vor (Abb. 8). Nach Vergleichen mit Abbildungen von REYNOLDS (1912) ist eine Zuweisung zu *Meles taxus* (Syn. *Meles meles*) möglich. Dies bestätigt auch der Vergleich mit einem Stück aus dem Geologisch-Paläontologischen Museum der WWU Münster (GPM, Inv. – Nr. A5798). Vorhanden sind P₁, vom P₂ sind nur noch Wurzelreste in der Alveole vorhanden, außerdem der P₃, P₄, M₁ und M₂. Lediglich M₂ und M₁ sind leicht abgekaut. Vor dem P₁ ist der Knochen abgebrochen. Auch der Processus coronoideus und Processus articularis fehlen.

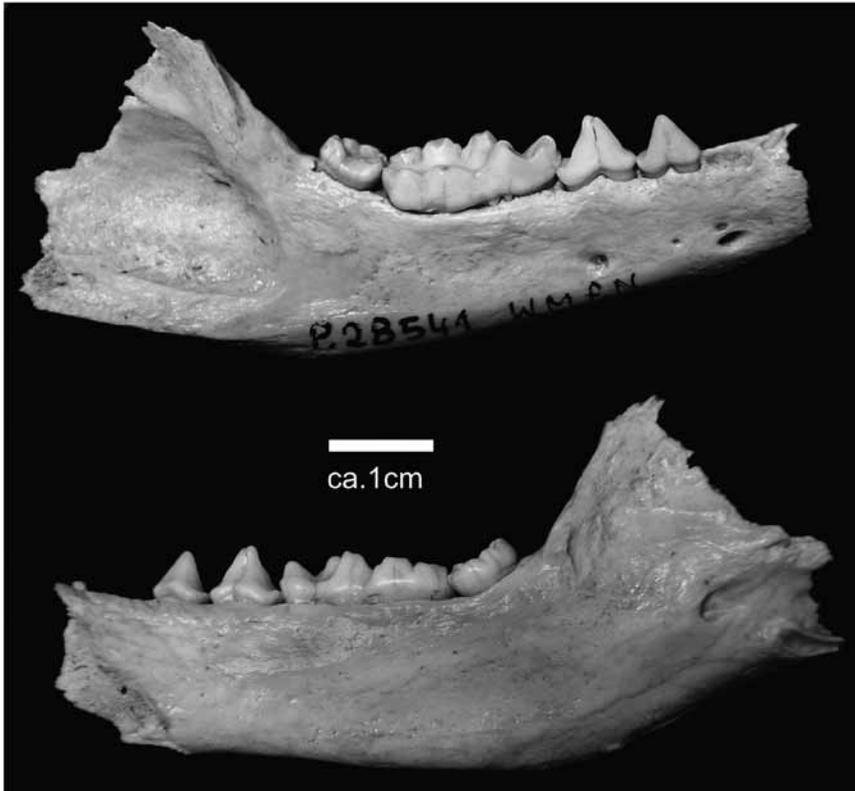


Abb. 8: Unterkiefer eines Dachses (*Meles meles*, P 28541) aus labialer und lingualer Sicht

Tab. 8: Messwerte zu P 28541. Die Maße der einzelnen Zähne wurden an der breitesten Stelle genommen. Maße in cm.

8	4,26
9	4,0
10	2,21
11	1,93
12	1,75
13	1,62
14	1,52
19	1,57

P 28556, dextraler Humerus

Es handelt sich hierbei um den rechten Humerus eines Dachses (Anhang, Abb. 24). Dies wird durch Vergleich mit den Abbildungen von REYNOLDS (1912), und durch Vergleiche mit Material im Geologisch-Paläontologischen Museum der WWU Münster deutlich. Abgesehen von dem weggebrochenen Tuberculum maius des proximalen Gelenkes ist der Knochen unversehrt.

Tab. 9: Messwerte zu P 28556 in cm.

GLC	10,25
KD	0,9
BT	1,85
LAT	0,43

P 28557, Pelvis

Es handelt sich um die linke Seite eines Beckens. Das Ilium ist erhalten, das Ischium nur zum Teil, das Pubis fehlt. Das Becken kann durch Vergleiche mit den Abbildungen von REYNOLDS (1912) *Meles taxus* (Syn. *Meles meles*) zugeordnet werden.

Tab. 10: Messwerte zu P 28557 in cm.

KB	0,93
KU	4,9

P 28520/2

Dieser Thorakalwirbel, der starke Abrollspuren aufweist, kann durch Vergleich mit den Abbildungen von REYNOLDS (1912) *Meles taxus* (Syn. *Meles meles*) zugeordnet werden.

Tab. 11: Messwerte zu P 28520/2 in cm.

PL	1,64
BFcr	(1,45)
BFcd	1,85
HFcr	(1,03)
HFcd	(1,0)

P 28497, Rippe

Dieses Rippenfragment stammt seiner kräftigen Ausbildung und Größe nach von einem Dachs und ähnelt P 28486/b. Das Stück ist abgerollt, proximales sowie distales Ende fehlen.

P 28486/b, Rippen

Es handelt sich um 9 Rippenfragmente, die allesamt stark abgerollt sind. Die neun Bruchstücke sind im Durchschnitt eher eckig und stammen ihrer kräftigen Ausbildung und Größe nach vermutlich von einem Dachs. Sie sind in Längen von 1 bis 8,7cm vertreten.

Art ***Mustela eversmanni*** LESSON, 1827 (Steppeniltis)

P 28542, Oberschädel

Es liegt der Schädel von *Mustela eversmanni*, des Steppeniltis, vor (Abb. 9 und Abb. 21, Anhang). Er ist fast vollständig erhalten und zeigt keinerlei Abrollspuren. Die Jochbeine sind im zentralen Bereich weggebrochen. Auf der dextralen Seite sind M¹, P⁴ und P³ vorhanden. Auf der linken Seite liegt der bis auf die Wurzel abgebrochene C und der P² vor. P³ und P⁴ sind bis auf die Wurzeln ausgebrochen; der M¹ fehlt, die Alveole ist nach hinten aufgebrochen. Die Schneidezähne fehlen.

Nach WOLSAN (1986) ist der Steppeniltis *Mustela eversmanni* vom europäischen Iltis, *M. putorius*, dadurch zu unterscheiden, dass bei ersterem die knöcherne Nasenöffnung breiter ausgebildet ist als bei letzterem und bei dem Steppeniltis außerdem eine postorbitale Einschnürung auftritt, die an dem vorliegenden Stück ebenfalls gut erkennbar ist.



Abb. 9: Oberschädel eines Steppeniltis (*Mustela eversmanni*, P 28542) aus ventraler und dorsaler Sicht

Tab. 12: Messwerte zu P 28542 in cm.

1	(5,46)
2	5,5
3	5,14
7	3,67
8	2,0
10	1,03
11a	2,44
12	1,14
12a	1,8
12b	1,49
13	1,1
14	0,6
15	0,50
16	1,58
17	0,84
18	2,8
19	1,47
20	0,9
21	0,75
22	2,63
24	1,65
25	1,29
26	(1,94)
27	(1,04)
28	1,33
29	1,46
30	0,85
31	0,89
32	1,6

P 28539, Femur

Durch Vergleiche mit den Abbildungen von REYNOLDS (1912) ist dieser rechte Femur *M. putorius*, dem Waldiltis zuzurechnen (Abb. 28, Anhang). Da sich jedoch die Osteologie von Wald- und Steppeniltis stark ähneln und in der Spalte Hillenberg 1 außerdem ein Schädel von *M. eversmanni* gefunden wurde, ist es wahrscheinlich, dass auch dieser Femur zu *M. eversmanni* zählt. Der Knochen ist leicht abgerollt, ansonsten unbeschädigt.

Tab. 13: Messwerte zu P 28539 in cm.

	P 28539
GL	5,85
Bp	1,12
Tc	0,55
Bc	0,54
KD	0,34
KT	0,31
Bd	1,15

P 28531/7/8, Tibien

Es liegen zwei rechte Tibien vor, deren Längen nahezu gleich sind. Auch in der Form stimmen sie weitgehend überein, wobei eine der beiden etwas graziler gebaut ist. Die kräftigere (P 28531/7) der beiden Tibien lässt sich durch den Vergleich mit den Abbildungen von REYNOLDS (1912) *M. putorius* zuordnen. Da sich die Knochen von *M. putorius* und *M. eversmanni* stark ähneln und ein Schädel von *M. eversmanni* in der Spalte gefunden wurde, ist es möglich, dass auch diese Tibia von *M. eversmanni* stammt. An der grazileren Tibia fehlt die proximale Epiphyse, an der anderen fehlen beide Epiphysen. Es muss sich um zwei Jungtiere gehandelt haben.

Tab. 14: Messwerte zu P 28531/7/8. Angaben in cm.

	P 28531/8	P 28531/7
Länge	(4,69)	(4,8)
KD	0,295	0,3

Art *Mustela nivalis* LINNÉ, 1766 (Mauswiesel)

P 28546, Unterkiefer

Es handelt sich hierbei um die sinistrale Mandibula eines Mauswiesels (det. M. BERGER). Der vordere Teil ist weggebrochen und der Großteil der Zähne fehlt. Lediglich der M₁ ist vorhanden.

Tab. 15: Messwerte zu P 28546 in cm.

13	(0,36)
14	(0,36)
18	(0,80)
19	(0,29)
Länge d. Bruchstückes	(1,59)

Art *Mustela erminea* LINNÉ, 1758 (Hermelin)

P 28537, Atlas

Atlas, vermutl. von *Mustela erminea*, Hermelin (det. M. BERGER). Der Atlas zeigt leichte Abrollspuren.

Tab. 16: Messwerte zu P 28537 in cm.

GB	1,74
GL	0,95
BFcr	1,39
BFcd	0,88
Lad	0,34
H	0,25

P 28538, Femur

Rechter Femur, Mustelidae indet. Der Knochen ist leicht abgerollt, ansonsten unbeschädigt.

Tab. 17: Messwerte zu P 28538

	P 28538
GL	4,18
Bp	0,88
Tc	0,4
Bc	0,37
KD	0,29
KT	0,27
Bd	0,76

Familie **Canidae** GRAY, 1821 (Hundeartige)
Art ***Vulpes vulpes*** LINNAEUS, 1758 (Rotfuchs) vel
Art ***Alopex lagopus*** LINNAEUS, 1758 (Eisfuchs)

P 28531/1, Ulna

Eine Zuweisung dieser sinistralen Ulna zum Fuchs ist durch den Vergleich mit Material des Geologisch-Paläontologischen Museums der WWU Münster möglich. Bei dieser Ulna ist der proximale Teil weggebrochen, lediglich Teile des Processus anconeus sind erhalten. Auch distal ist der Knochen nicht vollständig erhalten, so dass dieses Stück eine Länge von nur 9,2cm aufweist.



P 28532/6, Calcaneus

Es handelt sich um den sinistralen Calcaneus eines Fuchses (Abb. 10). Die Bestimmung erfolgte anhand eines Vergleichsstückes aus dem Geologisch-Paläontologischen Museum der WWU Münster (GPI A5F45). Der Knochen weist leichte Abrollspuren auf.

Abb. 10: Calcaneus eines Fuchses (P 28532/6)

Tab. 18: Messwerte zu P 28532/6 in cm.

GL	3,15
GB	1,20

P 28551, Wirbel

Durch den Vergleich mit Material im Geologisch-Paläontologischen Museum der WWU Münster kann dieser leicht beschädigte Thorakalwirbel einem Fuchs zugeordnet werden.

Tab. 19: Messwerte zu P 28551 in cm.

PL	1,27
BFcr	1,24
BFcd	1,85
HFcd	0,84
HFcr	0,85
H	(2,5)

P 28520/1, Sacrum

Durch Vergleich mit Material aus dem Geologisch-Paläontologischen Museum der WWU Münster ist dieses vollständig erhaltene Sacrum (Abb. 11) einem Fuchs zuzuordnen. Es besteht aus drei Wirbelsegmenten.



Abb. 11: Sacrum eines Fuchses (P 28520/1)

Tab. 20: Messwerte zu P 28520/1 in cm.

GL	(2,85)
PL	2,59
GB	2,76
BFcr	1,49
HFcr	1,65

P 28552 und P 28520/X

Auch diese beiden langgestreckten Schwanzwirbel sind durch den selben Vergleich dem Fuchs zuzuordnen.

Tab. 21: Messwerte zu P 28552 und P 28520/X in cm.

	P 28552	P 28520/X
HFcr	1,06	0,64
BFcr	0,97	0,55
HFcd	0,55	0,57
BFcd	0,46	0,55
PL	2,76	2,75

Ordnung: **Artiodactyla** (Paarhufer)
 Familie **Suidae** GRAY, 1821 (Schweine)
 Art **Sus scrofa** LINNAEUS, 1758 (Wildschwein)

P 28479, Unterkiefer

Bei diesem Fundstück handelt es sich um den Unterkiefer eines Wildschweins. Die dextrale Seite ist deutlich beschädigt (s. Abb. 12 und Abb. 22, Anhang). Zudem weist das Corpus mandibulae deutliche Beschädigungen auf. Der dextrale Processus articularis ist abgebrochen. Sinistral fehlt der gesamte Ramus mandibulae samt Processus coronoideus und Processus articularis.

Bezahnung sinistral:

I₁, I₂ vorhanden, jedoch mit abgebrochenen Spitzen
 I₃ vorhanden, gut erhalten
 C erhalten, jedoch fehlt die Spitze, auch der Ansatz ist weggebrochen
 P₁ fehlt
 P₂, P₃, P₄ vorhanden und kaum abgekaut
 M₁, M₂, stärker abgekaut
 M₃ sitzt noch zur Hälfte in der Alveole und wird gerade geschoben, die Spitzen sind völlig unabgekaut

Bezahnung dextral:

I₁ Spitze leicht abgekaut
 I₂ Spitze leicht abgekaut
 I₃ fehlt
 C Die Hälfte des Zahnes ist der Länge nach weggebrochen
 P₁ vorhanden, unabgenutzt
 P₂, P₃, P₄ vorhanden, kaum beansprucht
 M₁ hintere Hälfte weggebrochen
 M₂ stark abgekaut
 M₃ wurde zum Zeitpunkt des Todes gerade geschoben, sitzt mit hinterer Hälfte noch vollständig in der Alveole, völlig unabgekaut

Schon anhand der Zähne ist der Unterkiefer nach SCHMID (1972) als *Sus* zu identifizieren, da die Oberflächen der Molaren das typische Tuberkel-Muster erkennen lassen. Die schwächere und seitlich komprimierte Ausbildung der Eckzähne lässt nach HEINRICH (1991) auf ein weibliches Individuum schließen.

Der gesamte Unterkiefer scheint grazil, insbesondere bei dem Vergleich mit der Abbildung eines stattlichen Ebers aus dem unteren Travertin von Ehringsdorf in KAHLKE (1958).

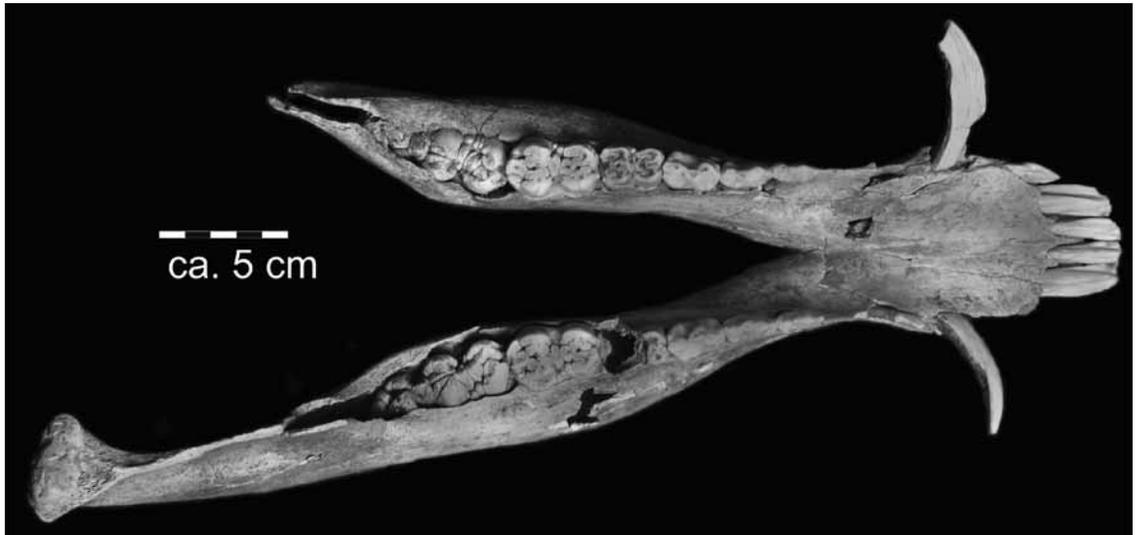


Abb. 12: Unterkiefer eines Schweins (*Sus scrofa*, P 28479) aus occlusarer Sicht

Tab. 22: Messwerte zu P 28479 in cm.

6	16,8
7	16,0
7a	13,16
8	8,46
9	7,42
9a	4,47
10	(4,35 x 1,77)
11	6,24
12	9,03
13	12,55
16a	7,6
16b	5,05
16c	5,29
17	4,18
21	1,76

P 28481, Humerus

Bei diesem Stück handelt es sich um den rechten Humerus eines Wildschweins. Es ist nur ein proximales Bruchstück erhalten. Der Knochen stammt eindeutig von einem Jungtier, da die Epiphysenfuge des proximalen Gelenkes noch nicht geschlossen ist. Lediglich das Caput humeri ist als Epiphyse erhalten, das Caput maius fehlt.

P 28554, bearbeiteter Humerus

Es liegt das Bruchstück eines vermutlich linken Schweinehumerus vor. Hierbei handelt es sich offensichtlich um einen von Menschenhand bearbeiteten Knochen. Der abgerollte Knochen zeigt auf zwei Seiten schmale, aber deutliche parallele Ritzspuren, teilweise im mm-Abstand (Abb. 13 und Abb. 19), die vermutlich beim Abtrennen von Fleisch oder Sehnen vom Knochen entstanden. Des Weiteren sind, auf zwei Seiten verteilt, drei tiefere Einschnitte an den Enden des Knochenbruchstückes zu erkennen, die möglicherweise vom Durchtrennen des gesamten Knochens her rühren.

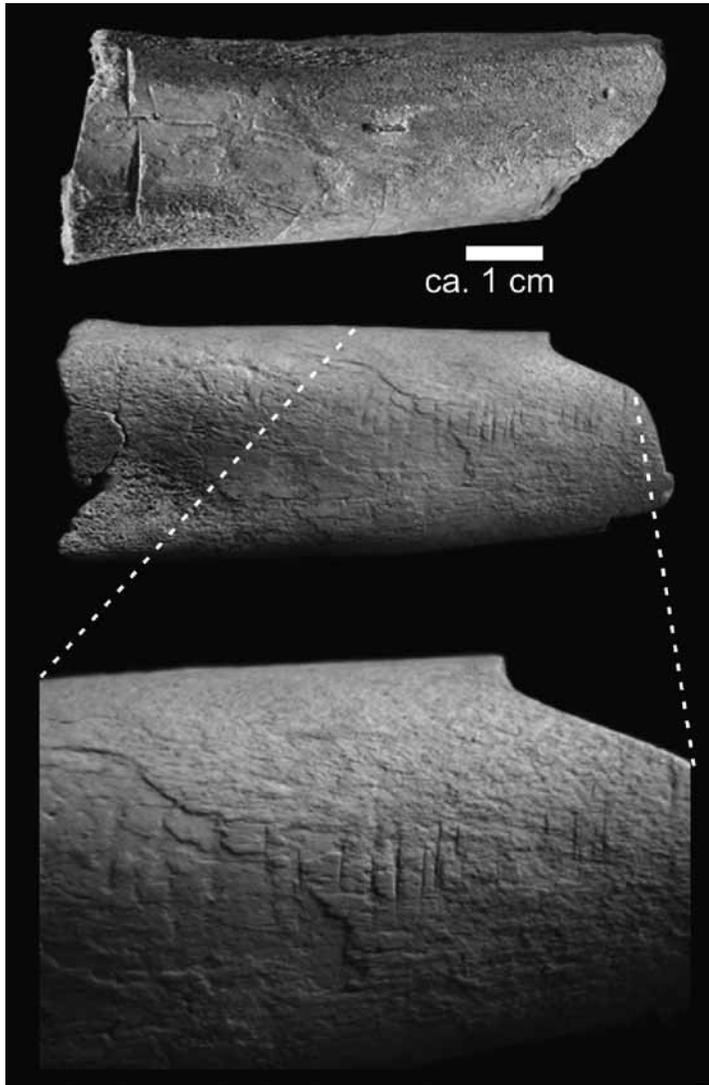


Abb. 13: Bruchstück eines Schweinehumerus (P 28554) mit Schnittspuren aus zwei Ansichten

Tab. 23: Messwerte zu P 28554 in cm.

Größte Länge	Kleinster Umfang	Größter Umfang
8,2	ca. 9,0	ca. 11,0

P 28528, Zahn in Kieferfragment

Es handelt sich bei dem vorliegenden Stück um ein kleines Kieferfragment, das einen Milchprämolaren eines Wildschweins enthält (det. M. SCHLÖSSER). Der Zahn ist kaum abgekaut. Der Knochen zeigt keinerlei Abrollspuren.

Tab. 24: Messwerte des Milchzahns P 28528.

gr. Länge in cm	1,29
gr. Breite in cm	0,5

P 28480, dextrale Scapula

Es liegt die dextrale Scapula von *Sus* vor. Dies bestätigt sich im Vergleich mit einer Scapula im Geolo-

gisch-Paläontologischen Museum der WWU (GPM A5A651). Das dorsale Ende ist etwa zu 1/3 weggebrochen. Ansonsten ist der Knochen leicht abgerollt. Es sind deutliche Schneidespuren, die vom Menschen zu stammen scheinen, am ventralen Ende zu erkennen.

Tab. 25: Messwerte zu P 28480 in cm.

KLC	2,88
GLP	4,5
LG	3,54
BG	3,29

P 28502, Wirbel

Nach Vergleichen mit Material des Geologisch-Paläontologischen Museums der WWU Münster handelt es sich hierbei Größe und Form nach wahrscheinlich um einen Schweinewirbel.

Es handelt sich um den Lumbalwirbel eines juvenilen Tieres. So fehlen die Epiphysenplatten der caudalen und cranialen Seite, und selbst das Corpus centrale ist noch nicht mit der dorsalen Wirbelhälfte verwachsen. Der Wirbelkörper ist sehr schmal, die Lateralfortsätze sehr kurz.

P 28494/, Wirbel

- x1 beide Epiphysen fehlen
- x2 beide Epiphysen fehlen
- x3 eine Epiphyse fehlt
- x4 beide Epiphysen fehlen

Es liegt nahe, dass diese vier Wirbel von dem selben Individuum stammen und sich in der Reihenfolge X1→X4 hintereinander reihen. Diesen Schluss lässt nicht nur die Fundsituation in der gleichen Schicht zu, sondern auch die Größe der Wirbel sowie das juvenile Alter des Individuums, worauf bei sämtlichen Wirbeln das Fehlen der Epiphysen bzw. die ungeschlossenen Epiphysenspalten hinweisen.

Die Wirbel sind stark abgerollt, bei X3 fehlt der Dornfortsatz, bei X4 ist der dorsale Wirbelbogen abgebrochen. Es handelt sich um drei Thoracalwirbel (X1-X3) sowie um einen Lumbalwirbel (X4). Nach Vergleichen mit Material des Geologisch-Paläontologischen Museums der WWU Münster kann es sich bei den Wirbeln Größe und Form nach um Schweinewirbel handeln, was auch auf den Wirbel P 28502 zutrifft, der mit diesen Wirbeln artikuliert.

P 28553, Wirbel

Es liegt ein stark abgerollter Thorakalwirbel vor, Form und Größe nach von *Sus* stammend. Die Bestimmung wurde wie bei den oben genannten Wirbeln überprüft.

Tab. 26: Messwerte der Schweinewirbel in cm.

	P28494/1	P28494/2	P28494/3	P28494/4	P 28553	P 28502
HFcr	(2,32)	(4,42)	(2,43)	(2,06)	(1,18)	(2,65)
HFcd	(2,72)	(3,03)	(3,1)	(1,97)	(2,41)	(3,8)
BFcr	(2,63)	(2,69)	(2,78)	(2,02)		(2,43)
BFcd		(3,63)	(4,2)	(2,34)		(3,06)
PL	(2,88)	(3,84)	(3,1)	(3,3)	(2,72)	(2,26)
BPtr		5,5			(4,12)	(4,4)
H	(7,15)	(6,95)				
Bpacr						

P 28503, Rippe

Es handelt sich hierbei um eine kleine Rippe, an der sowohl dorsales als auch ventrales Ende abgebrochen sind. Die Rippe ist stark abgerollt. Die Rippe, die nach Vergleichen mit Material des Geologisch-Palä-

ontologischen Museums der WWU Münster vermutlich von einem Schwein stammt, zeigt vier deutliche Schnittspuren, die vom Menschen verursacht wurden. Die Länge der Rippe beträgt ca. 8,2cm.

P 28498/1-4/6, Rippen

Größe und Form nach zu urteilen, kann es sich bei diesen Rippenfragmenten um die eines Schweins handeln.

- /1 proximales Ende einer dextralen Rippe. Sie ist sehr stark abgerollt. Das distale Ende ist abgebrochen.
- /2 Es liegt die proximale Hälfte einer sinistralen Rippe vor. Sie ist leicht abgerollt. Die Epiphysen fehlen, was auf ein Jungtier schließen lässt.
- /3 Dieser Knochen ist ebenfalls eine proximale Hälfte einer sinistralen Rippe. Allerdings ist sie sehr stark abgerollt.
- /4 Auch diese Rippe ist sehr stark abgerollt. Es fehlt das distale Ende.
- /6 Es liegt ein Rippenbruchstück ohne Gelenke vor.

Tab. 27: Messwerte von P 28498/1/2/3/4/6

	Länge in cm
/1	22,4
/4	14,5
/2	14,5
/3	21,8
/6	9,3

P 28484/1-8, Rippen

Die folgenden Rippen stammen nach Vergleichen mit Material des Geologisch-Paläontologischen Museums der WWU von *Sus*.

- /1 Bei einer dieser Rippen handelt es sich um eine linke. Das Stück weist, vor allem am proximalen Ende, starke Abrollspuren auf, das distale Ende ist abgebrochen. Die Länge beträgt etwa 29,3cm.
- /2 Das distale Ende dieser Rippe fehlt, sie ist stark abgerollt. Die Länge beträgt etwa 23,8cm.
- /3-8 sechs Rippenfragmente, an denen sowohl distales als auch proximales Ende fehlen, scheinen ebenfalls von *Sus* zu stammen. Auch sie sind abgerollt.

Tab. 28: Maße für P 28484/3-8

	Rippe 3	Rippe4	Rippe 5
Länge in cm(1)	31,0	31,3	29,1
	Rippe 6	Rippe7	Rippe 8
Länge in cm(1)	17	11,8	9,6

Familie **Cervidae** GRAY, 1821 (Hirsche)
 Art ***Cervus elaphus*** LINNAEUS, 1758 (Rothirsch)

P 28501, Oberkieferfragment

Es handelt sich um ein rechtes Oberkieferfragment eines *Cervus* (Abb. 14). Teile des Os maxillare sind erhalten sowie die vier Prämolaren der Milchbezahnung. Der dP⁴ ist nur sehr leicht abgekaut, die übrigen Zähne etwas stärker. Nach Vergleichen mit Abbildungen von REYNOLDS (1933) ist dieses Oberkieferfragment *Cervus elaphus* zuzuordnen.

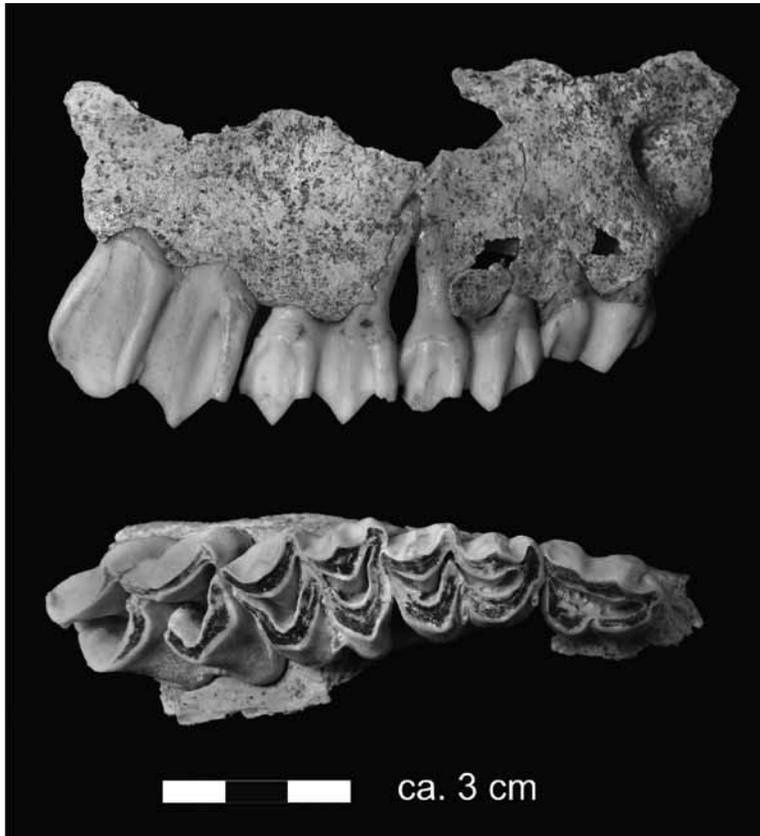


Abb. 14: Oberkieferfragment eines Rothirschen (*Cervus elaphus*, P 28501) aus buccaler und occlusarer Sicht

Tab. 29: Messwerte zu P 28501

	Länge in cm	Breite in cm
dP ¹	1,72	1,23
dP ²	1,85	1,49
dP ³	2,06	1,85
dP ⁴	4,13	2,06
Gesamtes Alveolenmaß dP ¹ – dP ⁴	7,52	
Gesamtlänge des Knochens	9,6	
Gesamthöhe des Bruchstücks	4,75	

P 28536, Zahn

Dieses Zahnbruchstück konnte nach Vergleichen mit den Abbildungen von KAHLKE (1956), *Cervus elaphus* zugeordnet werden. Es handelt sich um einen M¹. Außerdem liegt ein weiteres Fragment eines ähnlichen Zahns vor. Es sind keine Abkauspuren erkennbar.

P 28474, Scapula

Die vorliegende dextrale Scapula ist stark beschädigt. Die dorsocaudalen Teile der Scapula fehlen oder sind beschädigt, so dass lediglich das distal-craniale Drittel der Scapula vorliegt.

Nach PFEIFFER (1999) ist die Ausbildung des Scapulahalses bei *C. elaphus* im Gegensatz zu *Dama dama* eher kräftig, was mit der größeren Geweihmächtigkeit von *C. elaphus* begründet wird, die eine stabilere Muskel- und Knochenausbildung notwendig macht. Nach LISTER (1996) ist das Coracoid bei *D. dama* höckerig ausgebildet, bei *C. elaphus* zwar allenfalls leicht nach unten gebogen, jedoch nicht deutlich höckerig, was bei der Aufsicht auf die Cavitas glenoidalis auch bei dem vorliegenden Stück deutlich wird. Am Coracoid

wird bei lateraler Ansicht die bei *C. elaphus* stärker quadratische Ausbildung sichtbar, die auch LISTER (1996) beschreibt. Auch die von LISTER angeführte schärfer begrenzte Ausbildung des caudalen Muskelansatzes bei *C. elaphus* im Vergleich zum weiter gestreuten Bogen bei *D. dama* ist am Fundstück zu belegen.

Tab. 30: Messwerte zu P 28474 in cm.

KLC	3,93
GLP	6,42
LG	4,86
BG	3,95

P 28222/4, Epiphyse Radius

Diese distale Epiphyse eines Radius ist stark abgerollt.

Nach LISTER (1996) spricht der eher konvexe Verlauf des dorsalen Randes der Gelenkfläche des Os radiale für die Zugehörigkeit zu *Cervus elaphus*. Im Gegensatz hierzu ist der Verlauf des Randes bei *Dama dama* mehr konkav. LISTER (1996) zieht außerdem den gegenüberliegenden Rand zur Unterscheidung mit hinzu, da dieser bei *D. dama* eher eckig, bei *C. elaphus* hingegen weicher verläuft, wie auch bei diesem Stück zu beobachten ist. In anteriorer Sicht erscheint die Facette des Os radiale tiefer, was am vorliegenden Stück im Vergleich zum flachen Verlauf bei *Dama dama* deutlich zu erkennen ist.

P 28470, Metacarpus

Dieser dextrale Metacarpus ist vollständig erhalten, weist jedoch zahlreiche Längsrisse sowie Absplittierungen der Substantia compacta auf.

LISTER (1996) trennt *Dama dama* von *Cervus elaphus* dadurch, dass sich die Facetten des proximalen Gelenkes bei *D. dama* treffen, bei *C. elaphus* jedoch einen deutlichen Spalt aufweisen, der auch bei diesem Knochen erkennbar ist. In posteriorer Sicht fehlen an der medialen Seite jegliche „Schlitze“ oder Poren, was LISTER (1996) ebenfalls als Merkmal für *C. elaphus* beschreibt. Für *Cervus elaphus* ist nach LISTER das Auftreten einer Naht auf anteriorer und/oder posteriorer Seite als Fortsatz der Knochen-Rinne typisch, wie sie bei P 28470 auf beiden Seiten vorhanden ist.

Tab. 31: Messwerte zu P 28470 in cm.

GL	27,65
BP	4,345
TP	2,94
KD	2,68
TD	2,22
Bd	(4,13)
Td	3,06

P 28471, Metacarpus

Dieser sinistrale Metacarpus ist vollständig erhalten. Aufgrund der Messwerte und der spiegelgleichen Übereinstimmung der oben erwähnten Merkmale ist davon auszugehen, dass dieser Metacarpus das Pendant zu P 28470 ist und vom selben *C. elaphus* Individuum stammt.

Tab. 32: Messwerte zu P 28471 in cm.

GL	27,45
Bp	4,37
Tp	3,0
KD	2,63
TD	2,13
Bd	4,29
Td	3,05

P 28472, Femurfragment

Das vorliegende dextrale Femurfragment beschränkt sich auf die distale Epiphyse und den distalen Teil der Diaphyse, da die proximalen Teile abgebrochen sind, so dass lediglich ein Stück in der Länge von 19,35cm erhalten blieb (Abb. 15). Der Knochen zeigt einige Risse und ist an Condylus medialis, C. lateralis und an der Facies patellaris leicht abgerollt. Eine Verwechslung dieses Knochens mit denen von *Megaloceros giganteus* oder *Alces alces* ist laut MARTIN (1987) nicht möglich, da die von ihm gemessenen Werte für *A. alces* und *M. giganteus* allesamt höher liegen als die entsprechenden Werte für *Cervus elaphus*. Die Werte für P28472 liegen nahe den von MARTIN (1987) angegebenen Werten von *C. elaphus*; alle Werte liegen über diesen.

Nach PFEIFFER (1999) ist ein Femur wegen der schwächeren Ausprägung der Ansatzfläche des Musculus gastrocnemius *Cervus elaphus* zuzuordnen, diese unterscheidet sich von *Dama* durch deren starke Aufwölbung. Die Fossa intercondylaris verläuft bei diesem *C. elaphus*, wie von PFEIFFER (1999) gefordert, relativ flach und schmal im Gegensatz zu der tiefen oder flachen/breiten Ausbildung bei *D. dama geiselana* bzw. *D. dama dama*.

Tab. 33: Messwerte zu P 28472 in cm.

Bd	(8,2)
BTp	3,18
BTd	3,03

P 28473, Femur

Dieses Knochenfragment eines sinistralen Femurs liegt in ähnlichem Erhaltungszustand wie P 28472 vor, so sind ebenfalls nur distales Gelenk und distaler Teil der Diaphyse bis zu einer Länge von 21,2cm vorhanden. Auch hier sind Beschädigungen an den Gelenkflächen zu registrieren. Dieses sinistrale Femurende lässt von Größe, Form und Ausbildung auf die Herkunft von dem gleichen Individuum wie P 28472, dem entsprechenden dextralen Femurbruchstück, schließen.

Tab. 34: Messwerte zu P 28473 in cm.

Bd	8,35
BTp	(3,14)
BTd	3,09

P 28490, Epiphyse eines Femurs

Diese distale Epiphyse eines sinistralen Femurs, die nur von einem juvenilen Tier stammen kann, ist nur leicht, vor allem an der Substantia compacta, beschädigt.

Nach PFEIFFER (1999) lässt die flache, relativ schmale Form der Fossa intercondylaris auf *Cervus elaphus* schließen. *Dama dama geiselana* würde eine besonders tiefe Fossa intercondylaris aufweisen.

Tab. 35: Messwerte zu P 28490 in cm.

Bd	7,35
BTp	2,24
BTd	2,59

P 28533/4, Epiphyse eines Femurs

Bruchstück einer proximalen Femurgelenkfläche. Es handelt sich um den Trochanter maior, der von einem Jungtier stammt, da er sich an der Epiphysenfuge von der Diaphyse getrennt hat. Der Knochen zeigt starke Abrollspuren.

P 28533/2, Epiphyse eines Femurs

Die vorliegende linke distale Epiphyse eines Femurs ist sehr stark abgerollt. Laut PFEIFFER (1999) weist die flache, relativ schmale Fossa intercondylaris auf *Cervus elaphus* hin, eine sichere Zuweisung ist aufgrund des kleinen Bruchstücks jedoch nicht möglich.

Tab. 36: Maße zu P 28533/2 in cm.

Bd	(6,5)
BTp	(2,79)
BTd	2,41

P 28493, Patella

Diese dextrale Patella weist leichte Beschädigungen am proximalen und distalen Ende auf (Abb. 15). Aufgrund von Größe und Form ist es möglich, dass diese Patella zu der Tibia P 28489 eines jungen *Cervus elaphus* gehört.

Tab. 37: Maße zu P 28493 in cm.

GB	4,0
GL	5,25

P 28489, Tibia

Diese dextrale Tibia (Abb. 15 und Abb. 25, Anhang) stammt offensichtlich von einem Jungtier. Die Epiphysen sind zwar angewachsen, zeigen jedoch einen deutlichen Hiatus zur Diaphyse. Die Tuberositas tibiae ist abgebrochen, ansonsten weist der Knochen lediglich einige Längsrisse und leichte Abrollmarken auf.

Nach MARTIN (1987) ist die Tibia eines *Cervus elaphus* nicht mit der eines *Megaloceros giganteus* zu verwechseln. Dessen von MARTIN gemessene minimale Größe beträgt 45,2cm. Auch wenn zu berücksichtigen ist, dass es sich bei dem vorliegenden Exemplar um ein Jungtier gehandelt haben muss, passt auch dieser Knochen in den von MARTIN (1987) angegebenen Größenbereich. Laut LISTER (1996) liegt bei *Cervus elaphus* an der proximalen Seite der laterale Höcker der Gelenkfläche deutlich unter dem der medialen Seite, wie dies auch bei P 28489 der Fall ist, und nicht, wie bei *Dama dama*, auf gleicher Höhe. Als Unterscheidungsmerkmal führt PFEIFFER (1999) im Bereich des Sulcus muscularis eine Öffnung mit einem Winkel von 90° für *Cervus elaphus*, bzw. 70° - 80° für *D. dama geiselana* an. PFEIFFER (1999) führt außerdem als Beleg für *C. elaphus* an, dass die Begrenzung der medialen Trochlea annähernd horizontal verläuft und zum Malleolus medialis in einem Winkel von ca. 115° abfällt. Dieses Merkmal erwähnt auch LISTER (1996), indem er den Verlauf des erwähnten Randes als L-förmig beschreibt.

Tab. 38: Maße von P 28489 in cm.

GL	35,55
Bp	7,5
Kd	2,84
KT	2,16
Bd	5,0
BvF	0,82
BFd	3,43
TFd	3,47

P 28513/1, Tibia

Die dextrale Tibia ist sehr stark abgerollt, so dass die Substantia compacta fast vollständig fehlt. Das distale Ende der Tibia ist vollkommen weggebrochen, die proximale Gelenkfläche fehlt ebenfalls. Die Ausbildung der Tibia lässt eine Zuordnung zu *Cervus elaphus* zu, wobei es sich um ein sehr kleines Individuum gehandelt haben muss.

Tab. 39: Maße zu P 28513/1 in cm.

GL	(21,5)
KD	(1,91)

P 28468, Tibia

Diese sinistrale Tibia ist vollständig erhalten, weist jedoch zahlreiche Längsrisse auf und zeigt Abrollspuren sowie Beschädigungen am Condylus lateralis, C. medialis, Tuberositas tibiae und an der Dorsalseite der Cochlea tibiae. Bei dem Tier hat es sich um ein älteres Individuum gehandelt, da das Caput fibulae bereits deutlich verknöchert ist.

Die nach MARTIN (1987) untersuchten Tibien von *C. elaphus* besitzen einen Längen-Mittelwert von 408,3mm. Nahe diesem Mittelwert liegt auch der untersuchte Knochen P 28468 mit einer Länge von 393,0mm. Eine Verwechslung mit *Megaloceros giganteus* ist nach MARTIN (1987) ausgeschlossen, da nach seinen Untersuchungen die kleinste *M. giganteus*-Tibia mit 22mm Differenz zur größten *C. elaphus*-Tibia deutlich größer ist. Auch eine Abgrenzung von *Cervus elaphus* zum Damhirschen (*Dama dama*), der von Größe und erdgeschichtlichem Auftreten sowie osteologischer Gestalt leicht zu verwechseln ist, ist nach LISTER (1996) möglich. So liegt der Höcker des Condylus lateralis bei *C. elaphus* deutlich unter dem des Condylus medialis, im Gegensatz zu den gleichhohen Höckern bei *D. dama*. Außerdem erscheint die dorsale Gelenkfläche des Os malleolare laut LISTER (1996) nicht, wie bei *D. dama*, nach posterior hinablaufend, was auch an dem vorliegenden Stück erkennbar ist. PFEIFFER (1999) beschreibt ebenfalls diese sehr kleine dorsale Facies als isoliert von der deutlich größeren, peripheren Facies. Außerdem beschreibt sie, dass die laterale Trochlea eine zur Körperachse gerichtete Begrenzungslinie zeigt, die flach ist und dorsal deutlich kürzer als die mediale, nur wenig tiefere Trochlea. LISTER (1996) beschreibt bei medialer Ansicht des distalen Teils der Tibia den Verlauf des Knochenrandes bei *Dama dama* als U-förmig, bei *Cervus elaphus* hingegen als L-förmig. Auch nach PFEIFFER (1999) ist bei Aufsicht auf die proximale Gelenkfläche einer *C. elaphus*-Tibia eine Öffnung mit einem Winkel von 80° – 90° im Bereich des Sulcus muscularis zu erkennen. Diese Merkmale für *C. elaphus* treffen auf die Tibia P 28468 zu.

Tab. 40: Messwerte zu P 28468 in cm.

GL	39,3
Bp	(8,6)
KD	3,5
KT	2,76
Bd	(5,45)
BvF	1,15
BFd	3,73
TFd	(3,39)

P 28496, Epiphyse einer Tibia

Die vorliegende proximale Epiphyse einer sinistralen Tibia ist teilweise stark beschädigt. So ist ein Großteil des Condylus lateralis abgerollt. Das Fehlen der Tuberositas tibiae weist das Tier als juvenil aus.

Der direkte Vergleich mit der dextralen Tibia P 28489 legt eine Zugehörigkeit zu *Cervus elaphus*, und zwar zum selben Tier, nahe, was durch Vergleich von Knochengröße und Sterbealter bestätigt wird.

Tab. 41: Messwert zu P 28496 in cm.

Bp	(7,4)
----	--------

P 28495/4, Os malleolare

Diese Fibula stammt von *Cervus elaphus*, und zwar von dem dextralen Hinterbein. Die Fibula artikuliert mit der vorliegenden Tibia, Astragalus und Calcaneus (P 28489, P 28492, P 28491). Der Knochen ist leicht abgerollt, ansonsten vollständig.

Tab. 42: Messwerte zu P 28495/4 in cm.

GT	2,4
----	-----

P 28492, Astragalus

Der vorliegende dextrale Astragalus (Abb. 15 und Abb. 26, Anhang) eines *Cervus elaphus* ist in gutem Zustand, abgesehen von leichten Abrollmarken.

Nach PFEIFFER (1999) besitzt die Form der Christa medialis am Corpus tali bei *Dama dama geiselana* proximal und distal annähernd die gleiche Stärke oder ist nach distal etwas verbreitert, im Gegensatz zu *C. elaphus*, bei dem die Christa proximal deutlich kräftiger, und mitunter ab der Mitte reduziert ist. Diese, an P 28492 wiederzufindenden Merkmale für *C. elaphus* beschreibt auch LISTER (1996) zur Unterscheidung von *C. elaphus* zu *D. dama*.

Tab. 43: Messwerte zu P 28492 in cm.

GLI	5,39
GLm	5,0
TI	2,90
Tm	(3,0)

P 28491, Calcaneus

Der Knochen ist kaum beschädigt, abgesehen von deutlichen Abrollspuren (Abb. 15 und Abb. 26, Anhang). Es fehlt die proximale Epiphyse, was auf ein Jungtier schließen lässt.

Der dextrale Calcaneus stammt von *C. elaphus*, da er in Form und Größe mit dem oben beschriebenen Astragalus artikuliert.

Das Merkmal, das LISTER (1996) beschreibt (die Höhe des Bandansatzes auf der dorsalen Seite), liegt bei *Dama dama* über dem höchsten Punkt des medialen Schaftes, bei *C. elaphus* darunter (PFEIFFER, 1999). Demzufolge ist der vorliegende Knochen *C. elaphus* zuzuweisen. Andererseits stellt PFEIFFER (1999) dieses Merkmal in Frage und weist darauf hin, dass sich das Merkmal bei dem von ihr untersuchten Material und auch bei Jungtieren nicht deutlich abzeichnet. Bei dem vorliegenden Jungtier ist daher die Unsicherheit bezüglich der Bestimmung erklärbar. PFEIFFER (1999) beschreibt zusätzlich den Rand des Substantaculum tali. Dieser Rand verläuft bei dem vorliegenden Stück in leicht geschwungener Art zur Begrenzung der Facies articularis hin, was PFEIFFER als Merkmal für *Eucladoceros tegulensis* (jetzt *Eucladoceros ctenoides*) deutet. Eine Zuweisung zu einem juvenilen *C. elaphus* scheint also wahrscheinlich.

Tab. 44: Messwerte zu P 28491 in cm.

GB	3,55
GL	10,45

P 28469, Metatarsus

Bis auf eine leichte Beschädigung am proximalen Gelenkende und leichte Absplitterungen der Substantia compacta sowie einige Längsrisse ist der vorliegende linke Metatarsus eines *C. elaphus* gut erhalten.

Deutlich ist der Metatarsus eines *Cervus elaphus* von dem eines *D. dama* dadurch zu unterscheiden, dass nur ein großes, einzelnes Foramen in der proximalen Fläche des Knochens vorhanden ist und nicht, wie bei *D. dama*, ein Netzwerk einzelner kleinerer Poren (LISTER, 1996). Wie beim Metacarpus gilt auch hier, dass der Schlitz sich im distalen Zwischengelenkbereich bei *C. elaphus*, wie im vorliegenden Fall, weiter fortsetzt, wohingegen er bei *D. dama* laut LISTER (1996) nicht sichtbar ist.

Tab. 45: Messwerte zu P 28469 in cm.

GL	31,85
BT	(4,0)
TP	4,99
KD	2,15
TD	2,23
Bd	4,30
Td	3,16



Abb. 15: Rechte Hinterextremität eines Rothirschen. Der Femur (P28472) stammt von einem älteren Tier. Tibia, Calcaneus und Astragalus möglicherweise von einem einzelnen jüngeren Exemplar (P 28472, P 28493, P 28489, P 28491, P 28492)

P 28513/2, Metatarsus

Dieser dextrale Metatarsus ist in ähnlichem Zustand erhalten wie P 28513/1. Die starke Abrollung hat auch hier dazu geführt, dass die distale wie die proximale Gelenkung beschädigt oder weggebrochen sind.

Tab. 46: Messwerte zu P 28513/2 in cm.

Bp	(3,18)
Bd	(3,62)
GL	(21,4)

P 28500, Wirbel

Der vorliegende Cervicalwirbel ist stark beschädigt und weist deutliche Abrollspuren auf. Der Epiphysenspalt der cranialen Seite ist noch geöffnet, die Epiphyse der caudalen Seite fehlt, ein deutlicher Hinweis auf ein Jungtier. Nach PFEIFFER (1999) erscheint bei Aufsicht auf die craniale Epiphyse bei *Dama* die Form als herzförmig, bei *Cervus elaphus* eher eckig mit dorsalem geradem Verlauf und fast senkrecht verlaufenden Rändern. Durch dieses Merkmal und durch Vergleiche mit Material des Geologisch-Paläontologischen Museums der WWU Münster lässt sich auch dieser Wirbel *C. elaphus* zuordnen.

P 28499, Wirbel

Der Wirbel ist sehr stark abgerollt, die Epiphysen fehlen und das craniale Ende ist beschädigt. Trotz der fehlenden Epiphysen kann der Wirbel ebenfalls *C. elaphus* zugeordnet werden, da er in Größe und Form mit P 28500 übereinstimmt und mit diesem artikuliert.

P 28514, Wirbel

Hierbei handelt es sich um einen Thorakalwirbel eines jüngeren Tieres. Caudale sowie craniale Epiphysenplatten fehlen. Der Knochen ist etwas abgerollt und der Dornfortsatz ist leicht beschädigt.

P 28512, Wirbel

Es handelt sich um einen Lumbalwirbel. Der Knochen ist vollständig erhalten, bis auf die Spitzen der Lateralfortsätze und den Dornfortsatz, die abgebrochen sind. Auf der Dorsalseite befinden sich parallele Ritzungen, die vom Menschen zu stammen scheinen. Dieser Wirbel stammt von einem adulten Tier, die Epiphysenfugen sind bereits vollständig geschlossen.

P 28515, Wirbel

Es handelt sich um den Lumbalwirbel eines *Cervus elaphus*. Diese Zuweisung ist durch den Vergleich mit Material des Geologisch-Paläontologischen Museums Münster möglich.

Dieser Lumbalwirbel ist stärker beschädigt als P 28512, so sind bei diesem Wirbel außerdem die Epiphysen leicht beschädigt. Die Epiphysen sind kleiner und schmaler als bei P 28512. Die Epiphysenfugen sind ebenfalls geschlossen, und auch von Größe und Fundschicht lässt sich auf die Zugehörigkeit von P 28512 und P 28515 zu einem Individuum schließen.

Tab. 47: Messwerte der Rothirsch-Wirbel in cm.

	P 28512	P 28500	P 28515	P 28514	P 28499
HFcr	3,23	2,29	3,72	(3,14)	
HFcd	4,23	2,33	3,59	(3,74)	
BFcr	2,24	(3,14)	3,07	(3,84)	(2,99)
BFcd	5,19	(3,45)	(3,92)	(4,86)	(3,5)
PL	5,23	(7,08)	5,375	3,99	(6,34)
BPtr	(15,38)	(6,5)		(5,35)	
H				(9,3)	

P 28498/5, Wirbel

Hierbei handelt es sich um den abgebrochenen Dornfortsatz eines Wirbels, Größe und Form nach vermutlich von *Cervus* stammend. Der Knochen ist stark abgerollt. Die Länge des Fragmentes beträgt 9,65 cm.

P 28517

/1 Es handelt sich um ein Rippenfragment. Der distale Teil der Rippe ist abgebrochen, der Rest ist leicht abgerollt. Undeutlich sind parallele Ritzspuren zu erkennen. Form und Größe nach handelt es sich um eine Rippe von *Cervus*. Das Fragment hat eine Länge von ca. 20,2cm.

/3 Es handelt sich hierbei um den abgebrochenen Dornfortsatz eines Wirbels, Größe und Form nach von *Cervus* stammend. Der Knochen ist stark abgerollt.

P 28532/3, Handwurzelknochen

Durch Vergleiche mit Abbildungen von PALES & LAMBERT (1971) ist dieser Knochen als Capitato Trapezoid identifizierbar.

P 28483/5, Fußwurzelknochen

Die Abbildungen in PALES & LAMBERT (1971) lassen eine Zuordnung als großes Cuneiforme des Rothirschen zu.

P 28520/4, Handwurzelknochen

Handwurzelknochen (Pisiforme, Erbsbein) eines Rothirschen. Die Bestimmung ist anhand der Abbildungen von PALES & LAMBERT (1971) möglich.

P 28483

/1, Os sesamoideum

Sesambein der hinteren Extremität eines Rothirschen. Übereinstimmung beim Vergleich mit den Abbildungen von PALES & LAMBERT (1971).

Tab. 48: Maße für P 28483 in cm.

L	(1,85)
B	(0,93)
H	(1,06)

P 28484, Rippen

Bei drei dieser Rippen handelt es sich um sinistrale Rippen. Durch Vergleich mit Material aus dem Geologisch-Paläontologischen Museum der WWU Münster ist zu erkennen, dass die Rippen vom Rothirschen stammen. Das distale Ende ist abgebrochen und auch sonst zeigen diese Rippen starke Abrollspuren.

Tab. 49: Maße für P 28484 in cm.

	Rippe 1	Rippe 2	Rippe 3
Länge	16,7	35,5	38,8

Von der gleichen Art liegen drei dextrale Rippen vor,

Tab. 50: Maße für P 28484 in cm.

	Rippe 1	Rippe 2	Rippe 3
Länge	17,8	29,0	39,2

Zudem liegt ein Rippenfragment ähnlicher Form vor, jedoch mit abgebrochenem distalen und proximalen Ende.

P 28518, Phalangen

/1 1. Phalanx eines *Cervus*

/2 2. Phalanx eines *Cervus*

Diese beiden miteinander artikulierenden Phalangen eines Cerviden sind leicht abgerollt, ansonsten vollständig. Eine Zuweisung zu *Cervus* sp. ist anhand der Abbildungen von SCHMID (1972) möglich.

Tab. 51: Messwerte zu P 28518/1/2 in cm.

	Erste Phalanx	Zweite Phalanx
Gl	5,95	4,15
Bp	2,13	1,79
Kd	1,78	1,39
Bd	1,99	1,53

P 28532/8/9, Epiphysen

Zwei Epiphysen von 2. Phalanx. Nach Vergleich mit der Phalanx P 28518/2 wahrscheinlich von *Cervus* sp. stammend. Beide sind leicht abgerollt.

Tab. 52: Maße zu P 28532/8 und P 28532/9 in cm.

	P 28532/8	P 28532/9
BFp	1,76	1,63

P 28475, Pelvis

Bei dem vorliegenden Stück handelt es sich um ein sinistralen Bruchstück eines Pelvis. Das Ilium ist teilweise erhalten, jedoch fehlt der Kamm des Darmbeins. Die Gelenkpfanne ist vollständig, das Ischium nur als Fragment erhalten. Das Pubis fehlt vollständig.

Nach Vergleich mit Abbildungen von SCHMID (1972) gehört das Becken zu *Cervus* sp. .

Tab. 53: Messwerte zu P 28475 in cm.

LA	6,47
LAR	5,33
KH	3,58
KB	2,80
KU	9,7

P 28549, Humerus

Es liegt das Tuberculum maius der proximalen Epiphyse eines dextralen Humerus vor, das nach Vergleichen mit Material aus dem Geologisch-Paläontologischen Museum der WWU Münster von *Cervus* stammt.

P 28510, Atlas

Die caudale Seite des Atlas ist weggebrochen, der Atlas ist deutlich abgerollt. Nach Vergleichen mit den Abbildungen von SCHMID (1972) stammt der Atlas von *Cervus*.

Tab. 54: Messwerte zu P 28510 in cm.

GB	(8,3)
GL	(8,0)
Bfcd	6,31
Bfcr	6,0

P 28550, Wirbel

Es handelt sich um das Bruchstück eines Wirbels, vermutlich von *Cervus* stammend.

Art ***Capreolus capreolus*** LINNAEUS, 1758 (Reh)

P 28497, Oberkieferfragment

Es handelt sich um ein sinistrales Oberkieferfragment eines Rehes. Erhalten sind Teile des Maxillare, des Jugale sowie des Lacrimale. Der P⁴, M¹, M² und der M³ sind gut erhalten. Der P⁴, M¹ und M² zeigen leichte Abkauspuren, der M³ ist so gut wie ungebraucht, was auf ein relativ junges Tier kurz nach dem Zahnwechsel schließen lässt. Der Knochen ist kaum abgerollt, wurde jedoch aus mehreren Stücken wieder zusammengesetzt. Die Zuweisung zu *C. capreolus* erfolgte durch den Vergleich mit Abbildungen von REYNOLDS (1933).

Tab. 55: Messwerte zu P 28497. Es wurden die maximalen Alveolenmaße der Dorsalseite gemessen. Maße in cm.

	Länge	Breite
P ⁴	1,02	0,59
M ¹	0,95	0,82
M ²	1,03	0,99
M ³	1,16	1,28

P 28530, Kieferfragment

Es liegt ein dextrales oberes Kieferfragment mit Zahnbruchstücken eines Rehes vor. Der M² sowie die Hälfte des M¹ (aus lateraler Sicht) sind vorhanden. In plantarer Sicht fehlt die linguale Seite des M¹ und ein linguales Viertel des M². Aus dem geringen Abkaugrad zu schließen, stammen die Zähne von einem relativ jungen Tier. Auch hier erfolgte die Zuweisung durch Vergleiche mit Abbildungen aus REYNOLDS (1933).

Tab. 56: Messwerte zu P 28530 in cm.

	Länge	Breite
M ¹		0,74
M ²	0,88	1,09
Maße des gesamten Bruchstückes	1,9	1,9

P 28482, Unterkiefer

Es liegt das sinistrale Corpus mandibulae von *Capreolus capreolus* vor. Das Jungtier zeigt eine Milchbe-zahnung mit dP₂, dP₃, dP₄ und M₁. Anstelle des M₂ ist lediglich eine leere Alveole im Unterkieferfragment vorhanden (Abb. 16). Die Milchzähne zeigen leichte Abkauspuren, der Molar zeigt keine Abkauspuren. Die Zuweisung zu *C. capreolus* erfolgte durch den Vergleich mit Abbildungen von REYNOLDS (1933).



Abb. 16: Unterkiefer eines Rehs aus buccaler und occlusarer Sicht (P 28482).

Tab. 57: Maße zu P 28482. Die Maße für die einzelnen Zähne wurden an der breitesten Stelle genommen, die übrigen Maße sind Alveolenwerte, gemessen an der buccalen Seite. Maße in cm.

	Länge	Breite
dP ₂	0,53	0,39
dP ₃	0,92	0,58
dP ₄	1,43	0,69
M ₁	1,19	0,73
7 (dP ₂ bis M ₂)	5,33	
8 (M ₁ bis M ₂)	2,34	
9 (Prämolarenreihe)	3,06	

P 28540, Zahn

Es handelt sich um den dextralen I₂ von *C. capreolus*. Der Zahn, der im Vergleich rezentem Material entspricht, zeigt deutliche Abkauspuren.

P 28533/3, Scapula

Es handelt sich um den sinistralen Scapulakopf eines Rehs. Dies bestätigt sich durch den Vergleich dieses Stückes mit einer Scapula am Geologisch-Paläontologischen Museum der WWU Münster (GPM ASK1164), wobei bei dem vorliegenden Stück die Gelenkpfanne deutlich kräftiger ausgebildet ist. Die Scapula ist lediglich in ihrem unteren Drittel erhalten (distaler Teil). Die Gelenkfläche ist stark beschädigt und auch sonst ist der Knochen stark abgerollt.

Tab: 58: Messwerte zu P 28533/3 in cm.

LG	(3,0)
BG	(2,28)
KLC	2,03

P 28547

X5 dritte Phalanx des zweiten oder fünften Strahls von *C. capreolus*

X7 zweite Phalanx des zweiten oder fünften Strahls von *C. capreolus*.

Die Zuweisung zu *C. capreolus* erfolgte durch Vergleich mit den Abbildungen von REYNOLDS (1933).

Tab. 59: Maße zu P 28547/X5 und X7 in cm.

	X5	X7
L	(1,63)	(1,1)
B	(0,69)	(0,63)
H	(1,05)	(1,17)

P 28548, Phalanx

Erste Phalanx eines Hauptstrahls. Durch Vergleich mit den Abbildungen von REYNOLDS (1933) kann der Knochen *C. capreolus* zugeordnet werden. Die Phalanx weist nur leichte Abrollspuren auf. Es handelt sich um das Gegenstück zu P 28518/3.

P 28518/3, Phalanx

Erste Phalanx eines Hauptstrahls. Durch Vergleich mit den Abbildungen von REYNOLDS (1933) kann der Knochen *C. capreolus* zugerechnet werden. Die Phalanx liegt in ähnlichem Erhaltungszustand wie P 28548 vor.

Tab. 60: Messwerte von P 28548 und P 28518/3 in cm.

	P 28548	P 28518/3
Glpe	3,6	3,8
Bp	1,29	1,33
KD	0,9	0,99
Bd	1,125	1,14

Ordnung: **Perissodactyla** (Unpaarhufer)
 Familie **Bovidae** GRAY, 1821 (Rinder)
 Art **Bison priscus** LINNAEUS, 1758 (Steppenwisent)

P 28467, Humerus

Bei dem Stück handelt es sich um ein Fragment eines dextralen Humerus. Die proximale Gelenkfläche sowie die proximale Hälfte des Corpus humeri fehlen, so dass folglich nur das distale Ende, zudem leicht beschädigt, vorliegt (Abb. 17).

Zwei Merkmale, die laut MARTIN (1987) als die wichtigsten zur Unterscheidung von *Bos primigenius* zu *Bison priscus* dienen, lassen eine Bestimmung dieses Knochens zu. Das erste dieser Merkmale betrifft die Ausbildung der Trochlea. Für *Bos primigenius* ist nicht nur ein kräftiger hervortretender, leicht asymmetrischer Führungsgrat an der distalen Gelenkfläche, sondern ebenfalls eine markant abgesetzte Rinne daneben charakteristisch. Bei *Bison priscus* dagegen ist der Verlauf der Trochlea humeri sanfter ausgebildet und eher symmetrisch. Dieses Merkmal für *Bison priscus* ist auch bei dem vorliegenden Stück zu beobachten. Ein weiteres Merkmal, das MARTIN (1987) als taxonomisch relevant anführt, ist die auch von LEHMANN (1949) beschriebene kastenförmige Ausprägung der Fossa olecrani bei *Bos primigenius*, bzw. schmalere rundlich-ovalere Ausprägung bei *Bison priscus*. Das vorliegende Stück zeigt deutlich die ovale Ausbildung von *Bison priscus*.

Die Messwerte des bearbeiteten Humerus passen gut in den oberen Bereich der von MARTIN (1987) angeführten Messwerte für *Bison priscus*.

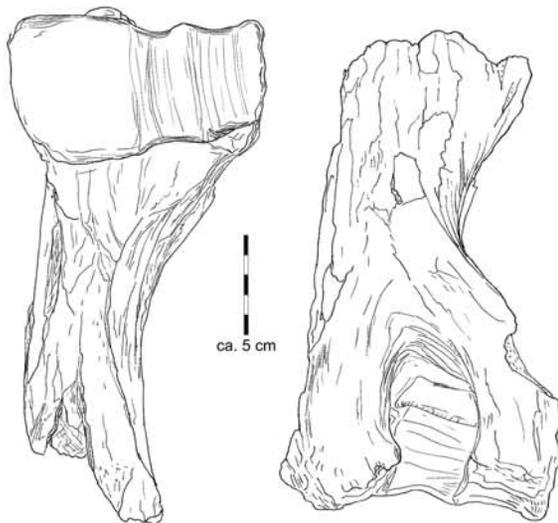


Abb.17: Humerus von *Bison priscus* (P 28467) aus ventraler und dorsaler Sicht.

Tab. 61: Messwerte zu P 28467 in cm.

BT	12,64
LAT	3,84
LHT	5,02
MHT	7,96
KD	(6,49)

P 28504, P 28506, Wirbel

Bei P 28504 und P 28506 handelt es sich um Lumbalwirbel, die aufgrund ihrer Größe dem Wisent zugeordnet werden können. Bei P 28506 liegt dabei der erste Lendenwirbel vor, bei P 28504 vermutlich der dritte. Die Wirbel sind beide leicht abgerollt, die Querfortsätze bis auf ihre Ansätze abgebrochen. Die Epiphysenfugen beider Wirbel sind vollständig geschlossen. Hieraus kann auf ein adultes Tier geschlossen werden.

Auffallend bei dem Stück P 28504 sind ein gut erhaltener Schermausschädel (*Arvicola terrestris*) und der zugehörige Femur, die mit feinem Sediment eingebettet im Canalis vertebralis des Wisent-Wirbels in gutem Zustand erhalten blieben.

Tab. 62: Messwerte zu P 28504 in cm.

PL	8,04
BPtr	(16,5)
BFcr	6,57
BFcd	8,75
HFcr	5,48
HFcd	4,85
H	17,3

Tab. 63: Messwerte zu P 28506 in cm.

PL	7,98
BPtr	(19,1)
BFcr	5,58
BFcd	5,99
HFcr	5,4
HFcd	4,97
H	(20,2)

P 28508, Dornfortsatz eines Wirbels

Bei dem vorliegenden Stück handelt es sich um den abgebrochenen Dornfortsatz eines großen Wirbels, Größe und Form nach möglicherweise vom Wisent stammend. Der Dornfortsatz ist an beiden Seiten abgebrochen, an einer Seite scheint er zugespitzt. Einige Ritzspuren in Querrichtung können als Fraßspuren gedeutet werden.

Tab. 64: Messwerte zu P 28508 in cm.

max. L	5
max. B	2
max. D	13,25

P 28509, Rippe

Es handelt sich um eine dextrale Rippe, nach Vergleichen mit einem Wisent-Skelett im Geologisch-Paläontologischen Museum der WWU Münster möglicherweise um die vierte Rippe eines Wisents.

Das distale Ende dieser Rippe ist abgebrochen, der Rest stark abgerollt. Die Länge des Fragmentes beträgt ca. 30,1cm.

P 28507, Rippe

Die proximale Gelenkfläche dieser sinistralen Rippe, die nach Vergleichen mit Material des Geologisch-Paläontologischen Museums der WWU Münster vermutlich von *Bison* stammt, ist abgebrochen, genauso wie das distale Ende. Der Knochen weist deutliche Abrollspuren auf. Die Länge dieses Fragmentes beträgt ca. 61,8cm.

P 28484, Rippe

Diese sinistrale Rippe stammt nach Vergleichen mit Material des Geologisch-Paläontologischen Museums der WWU Münster möglicherweise vom Wisent. Das distale Ende fehlt und der Knochen zeigt deutliche Abrollspuren, vor allem am proximalen Ende.

Die Länge dieses Fragmentes beträgt ca. 14,2cm.

Familie **Equidae** GRAY, 1801
Gattung/Art **Equus sp.** LINNAEUS, 1758 (Pferd)

P 28476, Oberschädelfragment

Die dextrale untere caudale Hälfte des Schädels ist erhalten und zwar Teile des Squamosum, des Occipitale, des Perioticums, des Processus posttympanicus sowie der Processus postglenoidalis des Squamosum, das Tympanohyale, das Tympanicum, die Fossa glenoidea, Teile des Alisphenoid, Teile des Jochbeins, des Supraoccipitale und des Parietale.

Da von diesem Oberschädel lediglich das dextrale hintere Viertel vorhanden ist, konnte nur ein Teil der Messwerte genommen werden.

Tab. 65: Messwerte zu P 28476 in cm.

14	(19,5)
38	(13)
36	4,29
34	(9,6)
35	(24)
37	3,81
Gesamtlänge	26,5
Gesamtbreite	(11,8)
Gesamthöhe	14,0

P 28487, Schädelfragment

Es handelt sich um den linken äußeren Gehörgang eines Pferdes.

Dieser Knochen stellt das Tympanicum mit Teilen des Processus posttympanicus dar. Der Knochen entspricht in Größe und Form den entsprechenden Bereichen an der rechten Schädelhälfte P 28476. Er zeigt im Gegensatz zu seinem dextralen Gegenstück allerdings starke Abrollspuren.

P 28488, Schädelfragment

Dieses Knochenbruchstück stellt einen Teil des linken Jochbeins eines Pferdes dar. Abrollgrad und Größe entsprechen denen des Schädelteiles P 28476, so dass eine Zugehörigkeit zu dem selben Individuum anzunehmen ist.

Familie **Rhinocerotidae** OWEN, 1845 (Nashörner)
Gattung/Art **Stephanorhinus sp.** JAEGER, 1839
vel **Coelodonta sp.** BLUMENBACH, 1799

P 28516, Scapula

Die dextrale Scapula ist stark beschädigt und musste aus mehreren Teilen wieder zusammengesetzt werden (Abb. 18). Nach Vergleichen mit Abbildungen von FORTELIUS et al. (1993) ist sie eindeutig einem Rhinocerotiden zuzuordnen. Am Processus articularis ist die Scapula, vor allem an der cranialen Gelenkseite, stark beschädigt. Auch das dorsale Ende, einschließlich Angulus thoracicus, ist weggebrochen. Der gesamte Knochen ist stark abgerollt. Es ist nicht möglich festzustellen, ob es sich um *Stephanorhinus* sp. oder *Coelodonta* sp. handelt.

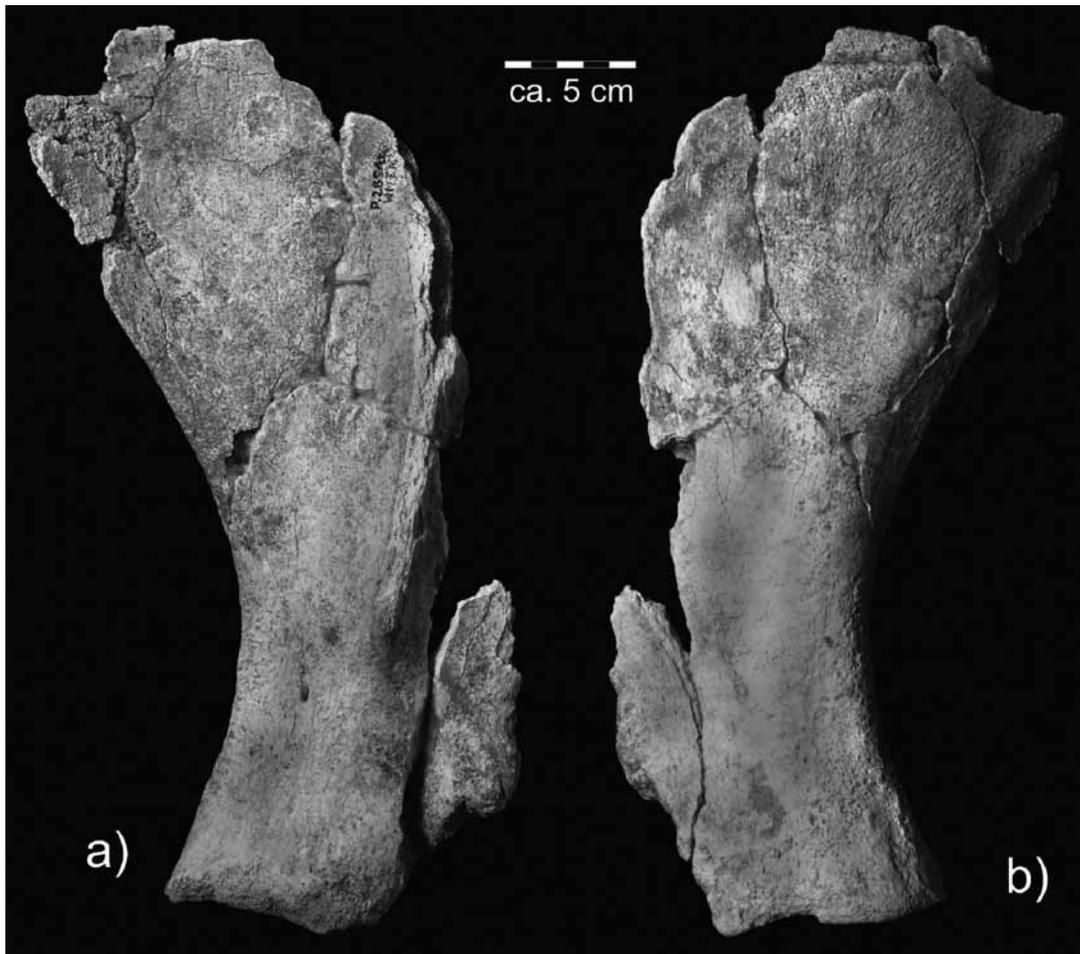


Abb. 18: Schulterblatt eines Nashorns (P 28516) aus a) dorsaler und b) ventraler Sicht

Tab. 66: Messwerte zu P 28516 in cm.

DHA	(34,1)
KLC	10,03
LG	(7,33)
BG	(6,5)

P 28524, Phalanx

Nach Vergleichen mit Material des Geologisch-Paläontologischen Museums der WWU Münster ist dieser Knochen als erste Phalanx des dextralen vorderen vierten Strahls eines Nashorns zu identifizieren.

Der Knochen ist auf der plantaren Seite zum Teil beschädigt, zeigt ansonsten einige Risse und Abrollspuren.

Tab.67: Messwerte zu P 28524 in cm.

GL	4,85
Bp	(4,75)
Tp	4,65
KD	(4,53)
Bd	4,1
BFd	4,07

3 Individuenzahlen

Nach der Bestimmung des Knochenmaterials ist eine Aussage über die Individuenzahlen möglich. Es handelt sich dabei um eine Mindestzahl. Die Zuweisung der einzelnen Funde zu den Individuen erfolgte aufgrund deutlicher Hinweise auf des Individuenalter (s. Kap. 4). Es ist möglich, dass die Knochen von mehr als den angegebenen Individuen stammen, wenn von verschiedenen Tieren gleicher Art, gleichen Alters und gleicher Größe unterschiedliche Knochen in das fossile Material eingegangen sind.

Tab. 68: Zuordnung der geborgenen Knochen zu einzelnen Individuen

Individuen gesamt	Gattung/ Art	Individuum	Lage im Skelett	Invent.-Nr.
1.	<i>Panthera leo spelaea</i>	Indiv. I	Mandibula, dext. Zahn Prämolar Humerusfragment, dext.	P 28478 P 28523 P 28511 P 28477
2.	<i>Panthera leo spelaea</i>	Indiv. II	Zahn Zahn Zahn Mittelhandknochen, dext.	P 28543 P 28545 P 28522 P 28485
3.	<i>Meles meles</i> (?)	Indiv. I	Mandibula, dext. Humerus, dext. Pelvis Wirbel Rippen Rippen	P 28541 P 28556 P 28557 P 28520/2 P 28497 P 28486/b
4.	<i>Mustela eversmanni</i> ? (?)	Indiv. I	Oberschädel Femur, dext. Tibia, dext.	P 28542 P 28539 P 28531/7
5.	<i>Mustela nivalis</i>	Indiv. I	Mandibula, sin.	P 28546
6.	<i>Mustela erminea</i>	Indiv. I	Atlas	P 28537
7.	<i>Vulpes vulpes/</i> <i>Alopex lagopus</i>	Indiv. I	Ulna, sin. Calcaneus, sin. Sacrum Caudalwirbel Caudalwirbel Thorakalwirbel	P 28531/1 P 28532/6 P 28520/1 P 28520/X P 28552 P 28551
8.	<i>Sus scrofa</i>	Indiv. I	Unterkiefer Scapula, dext. Humerusfragment Humerusfragment, dext. Lumbalwirbel Wirbel Wirbel Rippen Rippen Rippen	P 28479 P 28480 P 28554 P 28481 P 28502 P 28494 P 28553 P 28503 P 28498 P 28484
9.	<i>Sus scrofa</i>	Indiv. II	Milch-Prämolar	P 28528

10.	<i>Cervus elaphus</i>	Indiv. I	Scapula, dext. Zahn Pelvis Metacarpus, dext. Metacarpus, sin. Femurbruchstück, dext. Femurbruchstück, sin. Tibia, sin. Metatarsus, sin. Fußwurzelknochen Handwurzelknochen Handwurzelknochen (?) (?) (?)	P 28474 P 28536 P 28475 P 28470 P 28471 P 28472 P 28473 P 28468 P 28469 P 28483/5 P 28520/4 P 28532/3 P 28498/5 P 28517 P 28518/1/2
11.	<i>Cervus elaphus</i>	Indiv. II	Oberkieferfragment, dext. Humerusepiphyse, dext. Radiusepiphyse, dext. Femurepiphyse, sin. Femurepiphyse Patella Tibia, dext. Tibiaepiphyse, sin Os malleolare, dext. Os sesamoideum Astragalus, dext. Calcaneus, dext. (?) (?) (?)	P 28501 P 28549 P 28222/4 P 28490 P 28533/4 P 28493 P 28489 P 28496 P 28495/4 P 28483 P28492 P28491 P 28532/8/9 P 28510 P 28499 P 28500 P 28550 P 28514 P 28515 P 28512 P 28484
12.	<i>Cervus elaphus</i>	Indiv. III	Femurepiphyse, sin.	P 28533/2
13.	<i>Cervus</i> sp.	Indiv. IV	Tibia, dext. Metatarsus, dext.	P 28513/1 P 28513/2
14.	<i>Capreolus capreolus</i>	Indiv. I (?)	Oberkieferfragment, sin. Oberkieferfragment, det. Scapula, sin. Zahn Phalanx Phalanx Phalangen	P 28497 P 28530 P 28533/3 P 28540 P 28518/3 P 28548 P 28547/x5/x7
15.	<i>Capreolus capreolus</i>	Indiv. II	Mandibula, sin.	P 28482
16.	<i>Bison priscus</i> sp.	Indiv. I	Humerus, dext. Lumbalwirbel Lumbalwirbel Dornfortsatz	P 28467 P 28506 P 28504 P 28508

			Rippe	P 28509
			Rippe	P 28507
			Rippe	P 28484
17.	<i>Equus</i> sp.	Indiv. I	Oberschädelfragment, dext. äußerer Gehörgang, sin. Jochbeinbruchstück	P 28476 P 28487 P 28488
18.	<i>Stephanorhinus</i> sp./ <i>Coelodonta antiquitatus</i>	Indiv. I	Scapula, dext. Phalanx	P 28516 P 28524

Der Mensch ist im Fundmaterial nicht direkt durch menschliche Knochen vertreten. Es gibt jedoch indirekte Hinweise auf seine Anwesenheit in Form von bearbeiteten Knochen.

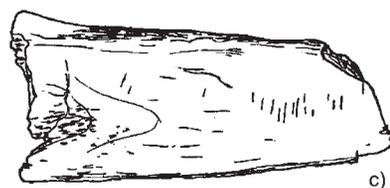
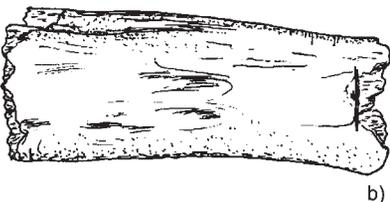
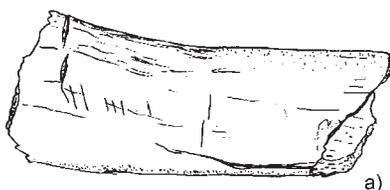
Diese Knochen der Beutetiere zeigen Schnittspuren verschiedener Art, die zur Gewinnung von Fell, Fleisch oder Sehnen oder zur Zerteilung der Knochen dienten.

Die quantitativen Aussagen der folgenden Auflistung können Hinweise auf die Entfernung der menschlichen Behausungen geben. Die qualitative Auswertung gibt, wenn auch nur sehr unvollständige, Einblicke in den Speiseplan des anwesenden Menschen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der stark bearbeitete Schweinehumerus (P 28554) auf der Geländeoberfläche der Spalte Hillenberg 1 gefunden wurde, und auch die übrigen Knochen nicht notwendigerweise eine synchrone Kulturstufe repräsentieren.

Tab. 69: Auflistung der von Menschenhand bearbeiteten Knochen

Gattung/Art	Individuum	Lage im Skelett/ Art der Marken	Invent.-Nr.
1. <i>Cervus elaphus</i>	Indiv. II	Wirbel mit parallelen Ritzungen	P 28512
2. <i>Cervus elaphus</i> ?	?	Rippenfragment mit parallelen Ritzspuren	P 28517/1
3. <i>Sus scrofa</i>	Indiv. I	Scapula mit Ritzungen	P 28480
4. <i>Sus scrofa</i> ?	?	Rippe mit Schnittspuren	P 28503
5. <i>Sus scrofa</i>	Indiv. I	Humerus mit deutlichen Ritz- und Schnittspuren	P 28554

Aufgrund der Anzahl der bearbeiteten Knochen (lediglich 5 von 128) scheint es sich bei der Spaltenablagung nicht ausschließlich um einen Abfallplatz des Menschen zu handeln. Die beiden vorgefundenen Arten Rothirsch und Schwein können keinen Hinweis auf eine zeitliche Einordnung geben, da beide Arten als Wildtiere auftreten und durch Menschen verschiedener Kulturstufen gejagt wurden. Die Einordnung des Schweins als domestizierte bzw. wilde Form ist hier nicht möglich (s. Abb. 13 und Abb. 19).



ca. 3 cm

Abb. 19: bearbeiteter Humerus eines Schweins (P 28554) von drei Seiten

4 Altersstruktur der Großsäugerfauna

Die Auswertung der Altersstruktur der überlieferten Fauna spiegelt nicht unbedingt den Altersaufbau der zur damaligen Zeit lebenden Populationen wider. Gerade auf Jungtiere wirken sich widrige Umstände, wie harte Winter, Nahrungsknappheit und Krankheiten negativ aus. Auch die Unerfahrenheit von Jungtieren lässt diese leichter zur Beute von Raubtieren werden. Ebenso hat der Mensch bei der Jagd möglicherweise Jungtiere bevorzugt. HEINRICH (1991) weist darauf hin, dass für Großsäuger in Jagdfaunen thüringischer Travertinfundstätten seit langem ein Überwiegen präadulte Tiere zu beobachten ist. Da in Populationen, die vom Menschen unbeeinflusst bleiben, eine sehr hohe Jugendsterblichkeit zu beobachten ist, ist der Anteil der älteren lebenden Tiere im Rudel verhältnismäßig höher (JENICH 2008). Im Fossilbericht schlagen dagegen die zahlreichen gestorbenen Jungtiere zu Buche.

Tab. 70: Auflistung der identifizierten Individuen. Wenn möglich, wurde das Alter angegeben; praeadulte bzw. juvenile Tiere sind markiert.

Gattung/Art	Indiv.-Nr.	Alter	praeadult/ juvenil
<i>Cervus elaphus</i>	Indiv. I	adult	
<i>Cervus elaphus</i>	Indiv. II	ca. 14-25 Monate	X
<i>Cervus elaphus</i>	Indiv. III	(ca. 14-25 Monate)	X
<i>Cervus elaphus</i>	Indiv. IV	?	
<i>Capreolus capreolus</i>	Indiv. I	adult	
<i>Capreolus capreolus</i>	Indiv. II	< 1 Jahr	X
<i>Bison priscus</i>	Indiv. I	(> 4 Jahre)	
<i>Sus scrofa</i>	Indiv. I	21-24 Monate	X
<i>Sus scrofa</i>	Indiv. II	juvenil	X
<i>Equus sp.</i>	Indiv. I	?	
<i>Stephanorhinus sp./</i>			
<i>Coelodonta antiquitatus</i>	Indiv. I	?	
<i>Panthera leo spelaea</i>	Indiv. I	adult	
<i>Panthera leo spelaea</i>	Indiv. II	juvenil	X
<i>Meles meles</i>	Indiv. I	> 8-12 Monate	
<i>Vulpes vulpes/Alopex lagopus</i>	Indiv. I	?	
<i>Mustela eversmanni</i>	Indiv. I	(praeadult)	(X)
<i>Mustela nivalis</i>	Indiv. I	?	
<i>Mustela erminea</i>	Indiv. I	?	

4.1 Begründung der Alterszuweisung:

Die Tiere werden als adult angesehen, wenn nicht bestimmte Merkmale auf ein juveniles bzw. praeadultes Alter hinweisen. Auch mögliche unterschiedliche Zeitpunkte der Epiphysenschließung der verschiedenen Knochen eines Individuums wurde nicht berücksichtigt. Diese Merkmale sind für die verschiedenen Gattungen und Arten unterschiedlich:

- *Cervus elaphus*, Individuum II: Aufgrund der ungeschlossenen Epiphysenfugen und der Milchbezeichnung ist nach BÜTZLER (1986) auf ein Alter von 14-25 Monaten zu schließen.
- *Cervus elaphus*, Individuum III: Da hier lediglich eine noch nicht verwachsene Epiphyse gefunden wurde, die in Größe und Ausbildung der von Indiv. II entspricht, ist hier auf das selbe Alter zu schließen.
- *Capreolus capreolus*, Individuum II: Der dreiteilige dP₄ der Milchbezeichnung, der bei dem beschriebenen Stück noch vorhanden ist, wird laut LEHMANN und SÄGESSER (1986) erst nach dem ersten Lebensjahr gegen den P₄ des Dauergebisses ausgetauscht.
- *Sus scrofa*, Individuum I: Der M₃ bricht im Alter von 21-24 Monaten durch (nach MOHR, 1960 und WAGENKNECHT, 1979). Beim vorliegenden Exemplar sind die vollkommen unabgenutzten Spitzen des M₃ bereits aus der Alveole getreten, der Zahn selbst ist noch verborgen.
- *Sus scrofa*, Individuum II: Ein Milchprämolare liegt vor
- *Panthera leo spelaea*, Individuum II: Von diesem Exemplar wurden Milchzähne gefunden.

- *Mustela eversmanni*, Individuum I: Die Jochbögen des Steppeniltis werden im Alter kräftiger (WOLSAN, 1993). Die Jochbögen des vorliegenden Exemplars erscheinen fragil und der zentrale Teil der Jochbögen ist weg gebrochen. Da dies jedoch nur eine relative Aussage ist und kein Vergleichsmaterial vorliegt, kann nicht mit Sicherheit auf ein Jungtier geschlossen werden. Des weiteren liegt ein Oberschenkel vor, dessen Epiphysenfugen noch nicht geschlossen sind, was einen Hinweis auf juveniles Lebensalter geben könnte. Da jedoch die Zuweisung des Oberschenkels zu *M. eversmanni* ungewiss ist, gibt auch er kein sicheres Alter für *M. eversmanni* an, weist jedoch auf das Vorhandensein eines weiteren Jungtieres hin.

Nach der Auswertung der Altersstruktur der untersuchten Großsäugerfauna ist festzustellen, dass sich unter den 18 Individuen der verschiedenen Arten mindestens 7 juvenile bzw. praeadulte Tiere befinden (Abb. 20). Dies entspricht einem Prozentsatz von 38,9 %. Diese hohe Zahl ist u.a. mit den oben genannten Faktoren zu begründen.

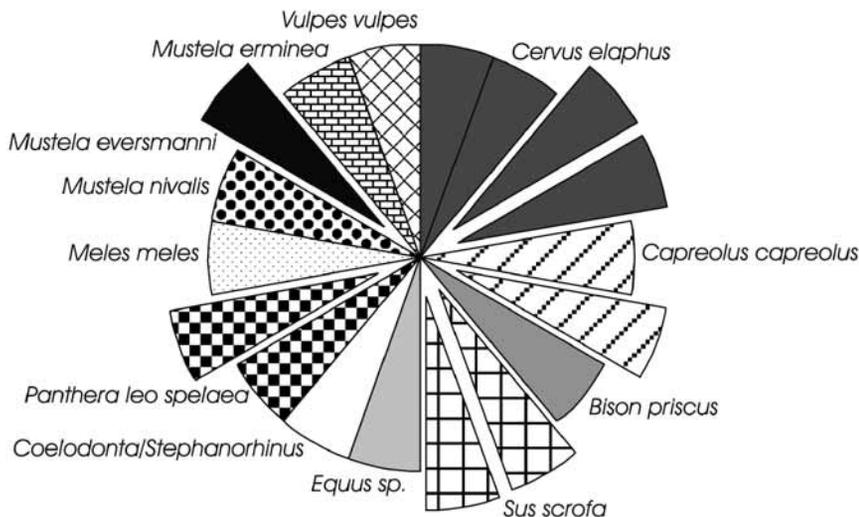


Abb. 20: Artverteilung und Jugendanteil an der Großsäugerfauna. Ein jedes Segment entspricht einem Individuum. Die Jungtiere wurden durch das Hinausschieben aus dem Kreis sichtbar gemacht.

5 Biotophinweise der Großsäuger

Die identifizierten Großsäugetiere geben Hinweise auf unterschiedliche Lebensräume.

So liegen Tiere vor, die sich vornehmlich auf freiem Gelände aufhalten, wie das Pferd, das nach SIEGFRIED (1979) in der Steppe und Tundra des Weichsel-Glazials wahrscheinlich weit verbreitet war. In offenem Gelände wie der Steppe, Taiga oder Tundra sind außerdem der Steppeniltis, das Mauswiesel, der Rothirsch und der Höhlenlöwe zu Hause.

Allerdings sind auch Bewohner des offenen Waldgeländes in der Spalte zu finden. Dies sind das Mauswiesel, das Wildschwein, der Rothirsch und der Dachs. Optimale Lebensbedingungen für das Wildschwein herrschen in sommergrünen Laubmischwäldern, sie werden jedoch auch in Nadelwäldern angetroffen (HEINRICH, 1991). Das Wildschwein ist aus dem Pleistozän nur selten überliefert, da es schon immer ein Waldbewohner war und der Waldboden die Erhaltung von Knochen nicht begünstigt (SIEGFRIED, 1983).

Der Bereich, der zwischen diesen Lebensräumen liegt, nämlich die Waldrandzone, häufig mit starkem Unterwuchs, wird genauso von einigen der Großsäuger genutzt. Hier ist vor allem das Reh zu finden, aber auch das Wildschwein, der Dachs und seltener auch das Mauswiesel halten sich hier auf.

Auenwälder und feuchte Biotope werden vom Schwein bevorzugt, da ihm nach KAHLE (1927) eine Abkühlung in der Suhle unentbehrlich ist. Die gleichen feuchten Lebensräume werden vom Hermelin aufgesucht. In Flusstälern und Auenwäldern fühlen sich auch Rothirsch und Höhlenlöwe wohl. Auf die Anwesenheit von Wasser weisen nicht zuletzt die Karstspalte selbst und die Abrollspuren an den Knochen hin.

Bewohner des geschlossenen dichten Waldes sind in der Großsäugerfauna nicht nachzuweisen.

Auffallend sind die zahlreichen Überschneidungen der Lebensräume in denen einige der Tiere leben. So ist das Leben für einige Arten in verschiedenen Habitaten möglich. Trotzdem ist es nicht möglich, einen der Lebensräume auszuschließen, da zumindest Steppeniltis, Pferd und Hermelin den Wald, bzw. der Dachs und das Wildschwein die offene Steppe meiden.

Aus den Großsäugetieren ergibt sich so ein Bild der Landschaft. Dieser Lebensraum, der im Einzugsbereich der Spalte Hillenberg 1 lag, umfasste sowohl den offenen Wald, als auch offene Landschaften wie Steppe oder Grasland. Vermutlich war auch der Waldrand ähnlich wie heute ausgebildet. Sicher ist, dass es sich um mehr oder weniger feuchte Biotope gehandelt haben muss. Es ist jedoch nicht möglich etwas darüber auszusagen, ob sich die Spalte direkt im Bereich von Steppe und Wald, also möglicherweise am Waldrand befunden hat, oder ob die Spalte sehr weit von diesen Lebensräumen entfernt lag. Die Abrollspuren weisen zwar auf eine gewisse Transportweite hin, das Fehlen der Fauna anderer Biotope legt jedoch die Lage der Spalte in einem der erwähnten Lebensräume nahe. Das so gewonnene Bild der Landschaft unterstützt die Einordnung der Fauna in ein Interstadial.

Dieses Ergebnis wird durch die Untersuchungen von SPEIER (1994) im südlichen Rothaargebirge bestätigt. Seine Pollenanalysen an Bohrlochmaterial aus dem Alleröd ergeben eine Vegetationsentwicklung die geprägt ist von Birken, Kiefern und relativ lichten Gehölzformationen. In diese Waldvegetation sind nach SPEIER fleckenhaft gehölzarme Strukturen mit hochglazialen Tundren- und Steppenelementen eingestreut.

6 Klimatische Aussagen der Großsäuger

Allein die Tatsache, dass eine Bewaldung vorhanden war, worauf ein Teil der untersuchten Fauna schließen lässt, legt die Annahme einer warmen Periode nahe. Wildschwein und Dachs, die auch in der hier beschriebenen Fauna vorhanden sind, sind nach SIEGFRIED (1979) keine Tundrenbewohner, sondern weisen auf interstadiales oder bereits postglaziales Klima hin. Auch laut HEINRICH (1991) stammen die pleistozänen Belege für Suiden im wesentlichen aus warmzeitlichen Ablagerungen. Die heutige Nordgrenze der Verbreitung von *Sus scrofa* ist nicht nur von den Temperaturverhältnissen sondern vielmehr von der Schneetiefe abhängig, was einer Verbreitungsgrenze mit einer Schneetiefe von 50cm gleichkommt, die mit der relativen Kurzbeinigkeit des Wildschweins zusammenhängt (HEINRICH 1991). Neben den nach KOENIGSWALD (1988) klimatisch indifferenten Arten *Equus sp.*, *Cervus elaphus* und *Panthera leo spelaea* tritt in der untersuchten Spalte neben *Sus sp.* der warmzeitliche Vertreter *Capreolus capreolus* auf.

Typische kaltzeitliche Klimaindikatoren der Hochglaziale fehlen in der untersuchten Großsäugerfauna.

7 Taphonomie

Todesart und Todesort stehen in engem Zusammenhang. Beide sind außerdem abhängig vom Lebensraum des verstorbenen Tieres. Für die einzelnen Individuen kommen verschiedene Todesarten in Frage, die ebenso die Art des Eintrags in die Spalte beeinflussen können:

- a) das Sterben eines natürlichen Todes aus Altersgründen
- b) Sterben durch Unfälle
- c) Reißen durch Räuber
- d) Erlegen durch den Menschen
- e) Krankheiten und Parasitenbefall
- f) Nahrungsmangel
- g) Widrige Umweltbedingungen, z.B. kalte Winter, Überschwemmungen, Brände, die durch Krankheiten oder Nahrungsmangel verstärkt negative Auswirkungen haben
- h) Das Jugendstadium allein ist keine Todesursache, kann aber ebenfalls als verstärkender Faktor wirken, der zum Tode führt. So treffen harte Winter und Krankheiten vor allem Jungtiere. Sie sind außerdem eine bevorzugte Jagdbeute, sowohl für den Menschen als auch für andere Tiere (s.o.). Hinzu kommt die Unerfahrenheit, die junge Tiere leichter zu Opfern von Unfällen werden lässt.

Deutlich ist der Einfluss des Menschen belegt, der möglicherweise für den Tod zweier der untersuchten Großsäuger verantwortlich ist. Diese sind das Wildschwein, Individuum I und ein Rothirsch, Individuum II (vgl. Tab. 69), deren Knochen deutliche Schnittspuren aufweisen. Für diese Tiere entspricht der Ort des Sterbens, wahrscheinlich nicht dem Ort der Ablagerung. Die Knochen wurden nach ihrer Nutzung vom Menschen wahrscheinlich an einem „Abfallplatz“ abgelegt, der vermutlich nicht zu nahe an den Schlaf-, Ruhe- und Arbeitsstätten des Menschen lag, um keine Aasfresser und Raubtiere anzulocken.

Am Dornfortsatz eines Wisent-Wirbels sind Bissspuren zu erkennen. Der Tod durch ein Raubtier scheint hier wahrscheinlich, wenn auch an die Spuren eines Aasfressers zu denken ist. Da die Art des vorliegenden Wisents nicht bestimmbar ist, ist auch zu seinem Lebensraum nur zu sagen, dass es sich um Steppe oder einen offenen Wald gehandelt hat. Die Knochen des Opfers wurden wahrscheinlich vom Räuber in die Nähe des Ablagerungsplatzes verschleppt.

Einigen der jungen Tiere, wie die beiden präadulten Rothirsche, Individuum II und III, ist möglicherweise ihre Unerfahrenheit zum Verhängnis geworden. Gelegentlich bleiben männliche Junghirsche bis zu ihrem zweiten oder dritten Lebensjahr im Mütterrudel bevor sie dieses verlassen um sich einem Hirschrudel anzuschließen (JENICH, 2008). Flüsse oder Seen stellen eine natürliche Barriere dar, an denen Rothirsche scheitern können. Insbesondere in zugefrorenen Seen können Jungtiere beim Einbrechen den Tod finden. Bäche und Flüsse können das Knochenmaterial verdriften und trennen. Dieser Vorgang würde die auftretenden Abrollspuren erklären.

Für Rothirsch-Individuum II ist ein Tod durch Reißen oder die Jagd durch den Menschen unwahrscheinlicher, weil eine der unteren Hinterextremitäten in Form mehrerer artikulierender Knochen vorliegt. Dies weist auf das Vorhandensein von Fell oder zumindest Bändern und Sehnen hin, die die Knochen bis zur endgültigen Ablagerung zusammenhielten. Da der eiszeitliche Mensch jedoch seine Beutetiere vollständig genutzt hat - selbst Sehnen und Därme wurden zum Nähen benutzt (PROBST, 1991) - würden diese fehlen. Auch Raubtiere zerteilen ihre Beute in der Regel. Allerdings blieb die untere Extremität aufgrund des geringen Fleischanteils beim Fraß möglicherweise unberücksichtigt. Das Vorhandensein dieser Sehnen gibt außerdem Auskunft darüber, dass das Tier nicht sehr lange vor der endgültigen Einbettung in der Karstspalte gestorben ist, da der organische Abbau die Weichteile aufgelöst hätte. Eine Konservierung der Knochen mitsamt der Bänder durch Kälte im Winter oder durch Trocknung wäre allerdings denkbar.

Möglicherweise hat ein sehr strenger Winter zum Tode einiger Tiere beigetragen. Dies würde den Tod der zahlreichen jungen Tiere (ca. 39 %) erklären. Dem Wildschwein wäre es nicht möglich mit der Schnauze im gefrorenen Boden nach Nahrung zu suchen und eine zu hohe Schneetiefe würde es auskühlen lassen. Wäre die Schneeschicht zu hoch, könnten auch steppenbewohnende Tiere nicht mehr an genügend Nahrung gelangen.

Das Sterben im Winter führt dazu, dass das Tier zunächst in seinem Lebensraum zu liegen kommt. Diese zeitweilige Ruhestätte konnte also die Steppe, der offene Wald, der Waldrand, subterrestrische Bauten und Höhlen oder das Ufer eines Sees oder Flusses sein. Durch Aasfresser könnten die Knochen aus ihrem Verband getrennt und verschleppt worden sein. Dasselbe würde durch Bäche passieren, durch starke Regenfälle, Schnee und die Eisschmelze nach der Winterzeit. Durch diese Vorgänge würde das Material näher zur Spalte, ihrem letzten Einbettungsort, transportiert, und die Knochen von Bewohnern verschiedenster Habitate zusammengebracht werden.

Jedoch gibt es noch andere Möglichkeiten, wie das Material in die Karstspalte gelangte. Die einfachste Möglichkeit wäre, dass die Tiere komplett in die Spalte stürzten. Diese Annahme ist aufgrund der Fundsituation nicht wahrscheinlich, da keine kompletten Skelette überliefert wurden, sondern lediglich einzelne Skelettteile, die in der Regel nicht mit anderen Knochen artikulierten. Zudem sprechen die Abrollspuren, die vor allem an den Knochen größerer Tiere auftreten, gegen ein direktes Hineinstürzen, da sie einen mehr oder weniger langen Transportweg voraussetzen. Die kleineren Individuen, wie die Musteliden, weisen so gut wie keine Abrollspuren auf. Für sie wäre ein direktes Hineinstürzen unter Umständen denkbar.

Eine weitere Möglichkeit ist der Eintrag in die Spalte Hillenberg 1 durch einen Bach, der in die Spalte mündet. Auf das Auftreten solcher Bäche weist nicht nur die Existenz der Spalte selbst hin, sondern auch ökologische Voraussetzungen, beispielsweise des Wildschweins, das feuchte Gebiete benötigt. Der Eintrag

durch einen Bach erklärt die Rollmarken an den Knochen und den leicht kantengerundeten Schutt. Ein fließender Bach innerhalb der Spalte würde auch bei einer geringen Spaltenbreite zu einer geregelten Einbettung zumindest des kleineren Materials führen. Ein Bach mit einer solchen Transportkraft würde jedoch weder die Ablagerung von feinem Lehmmaterial erlauben, noch die Sedimentation der zahlreichen Kleinsäugerknochen, sondern viel mehr zu einer Sortierung bzw. Erosion des Materials führen.

Einige Stücke mit deutlichen Schnittspuren sowie Nagespuren weisen auf eine mögliche Nutzung der Spalte zur Abfallentsorgung hin. Jedoch sprechen die Abrollmarken an den bearbeiteten Knochen sowie ihre geringe Anzahl dagegen. Der primäre Ablagerungsort dieser Knochen lag vermutlich weiter entfernt. Von dort aus wurden sie beispielsweise durch einen Bach in Richtung der Spalte transportiert.

Zuletzt kommt ein Einschwemmen des Sedimentinhaltes durch wiederkehrende Schichtfluten oder Schlammströme (debris flows) nach starken Regenfällen oder nach der Eisschmelze in Frage. Möglicherweise in mehreren Etappen wurde so das Material, das zunächst in den verschiedenen Räumen abgelagert wurde, durch Regen- oder Schlammströme mitgerissen bis es eingeschwemmt wurde. Die chaotische Lagerung wäre somit genauso erklärbar wie die schnelle komplette Verfüllung in einer warmen Periode. Dies wiederum ist jedoch aufgrund der Radiokarbonmessungen (s. u.) auszuschließen. Die Schichtung innerhalb der Spalte Hillenberg 1 spiegelt möglicherweise verschiedene Schlammströme nach einer Eisschmelze oder jahreszeitlich aufeinanderfolgende Ereignisse wider.

Nicht nur die Art der Einlagerung, sondern auch die Fauna selbst gibt somit Hinweise auf den Sedimentationsablauf. Es sind, trotz des relativ schnellen Wechsels zwischen wärmeren und kälteren Perioden im letzten Glazial, nur Vertreter warmzeitlicher und temperaturindifferenter Klimaperioden überliefert.

Zum einen ist es möglich, dass die Spalte nur kurzzeitig geöffnet war. Nachdem die fossilführenden Schichten abgelagert wurden könnte der enge oberflächliche Spaltenzugang durch große eingetragene Sedimentkörper verstopft sein und den Eintrag jüngeren Materials verhindert haben. Ein Verstürzen der anstehenden Givet-Kalke im oberen Bereich der Spalte hätte die gleiche Wirkung. Dies scheint nicht unwahrscheinlich, betrachtet man die in einigen Bereichen auch heute geringe Breite der Spalte. Eine schnelle komplette Verfüllung der gesamten Spalte könnte den Sedimenteintrag zu späterer Zeit unmöglich gemacht haben, wenn nicht mehr Material aufgenommen werden konnte. Allerdings sind in der Spalte fünf unterschiedliche Sedimenteinheiten nachweisbar.

Zudem wäre es denkbar, dass ältere Ablagerungen in der Spalte zwar vorhanden waren, jedoch durch ein fließendes Gewässer wie einen subterrestrischen Karstbach ausgespült wurden. Diese „Reinigung“ vor der erneuten Ablagerung würde bedeuten, dass die heute untersuchte Spaltenfüllung die vorerst letzte von zahlreichen vorherigen wäre. Für einen solchen Bach sprechen sowohl Auswaschungen im unteren Bereich der Spaltenwände, als auch eine Löß-gefüllte Auskolkung im selben Bereich.

Die Fundstelle zeigt eine typische Faunenzusammensetzung des Spät-Pleistozän bis Holozän. Die Ökologie der Großsäuger, die sich aus klimaindifferenzen und wärmeliebenden Formen zusammensetzen, weist auf ein Interstadial der letzten Eiszeit, bzw. ein holozänes Alter hin.

Faunen des Weichsel stellen nach SIEGFRIED (1979) auch die übrigen bis dato untersuchten Inhalte der Warsteiner Höhlen dar. Er weist außerdem darauf hin, dass die Höhlen Warsteins im Mousterien (ca. 120.000a bis 40.000a b.C.) nicht vom Menschen bewohnt waren, die meisten Funde der von ihm beschriebenen Höhlen aber auf eine Jagd des Magdalénien-Menschen (ca. 22.000a bis 12.700a b.C.) schließen lassen. Spuren der Nutzung des Tieres durch den Menschen sind auch in der Spalte Hillenberg 1 zu finden.

Eine Gliederung der letzten Kaltzeit ist anhand der sich verändernden Faunengesellschaften zwar möglich, zeigt aber weder scharfe Grenze, noch lässt sie eine Korrelation mit den Stadien und Interstadialen der Weichsel-Kaltzeit zu (HEINRICH & KOENIGSWALD 1996).

Für einige Faunenelemente ist ein holozänes Alter auszuschließen. So liegen die jüngsten Nachweise für den Höhlenlöwen in Europa im Magdalénien VI (KAHLKE 1994 u. Lit. darin). Die Radiokarbonmessungen zweier anderer Knochen aus der Karstspalte in Warstein weisen diese jedoch deutlich als holozän aus.

Es müssen also mindestens zwei Haupt-Eintragsphasen erfolgt sein.

Das Fehlen kaltzeitlicher Formengruppen legt einen Zusammenhang der Verfüllung mit wärmerem Klima, beispielsweise durch Schichtfluten aus Schmelzwasser, was zu Bodenfließen führen kann, nach kalten Phasen nahe.

Da holozäne Knochen in der untersten freigelegten Schicht als auch in einer der höheren Schichten (V und II) nachgewiesen werden konnten, und somit gemischt mit pleistozänem Material auftreten, müssen die pleistozänen Sedimente bei der Einlagerung der jüngeren Ablagerungen in der Spalte aufgearbeitet, durchmischt und in mindestens fünf, den differenzierbaren Schichtpaketen entsprechenden, Ablagerungsereignissen wieder sedimentiert sein, oder durch Bodenfließen bereits außerhalb der Spalte aufgearbeitet und mit dem holozänen Material wieder abgelagert worden sein.

8 Zusammenfassung

Im Steinbruch Hillenberg wurden in der fossilführenden Karstspalte Hillenberg 1 zwölf verschiedene Großsäugertaxa identifiziert. Es handelt sich um pleistozäne und holozäne Vertreter der Warmzeiten und um klimaindifferente Formen. Die Fauna umfasst zum einen typische pleistozäne Tiere wie den Höhlenlöwen oder das Nashorn, zum anderen zeigen die Radiokarbondatierungen ein deutlich holozänes Alter einiger Knochen an. Die mindestens achtzehn Individuen bewohnten den offenen Wald mit ausgeprägten Waldrandzonen, die in offenes Gelände überleiteten. Die Fauna weist auf feuchte Biotope, der Erhaltungszustand der Knochen auf fließendes Wasser hin.

Die chaotisch eingelagerten Knochen zeigen eine Durchmischung von Formen verschiedenen Alters in allen fünf Schichten.

Die durch mindestens zwei Haupteintragsphasen – vermutlich in einer Warmzeit des Pleistozän und im Holozän - eingebrachten Knochen wurden im Holozän erneut in fünf Ereignissen abgelagert, wodurch das bereits in der Spalte befindliche pleistozäne Material aufgearbeitet und zusammen mit Knochen holozänen Alters wieder abgelagert wurde, oder außerhalb der Spalte abgelagertes pleistozänes Material mit holozänen Knochen vermischt und danach in der Spalte abgelagert wurde. Da kälteliebende Formen in der überlieferten Fauna fehlen, scheint ein Zusammenhang der Ablagerung mit dem Klima wahrscheinlich. Möglicherweise spielt das Vorhandensein von größeren Mengen fließenden Wassers, beispielsweise nach der jahreszeitlichen Eisschmelze, was wiederum zu Solifluktion führte, eine Rolle.

9 Literatur

- BIBIKOVA, V. I. (1958): Some distinguishing features in the bones of the genera *Bison* and *Bos* (Russisch).- Bjull. Moskovsko Obsčestvo ispytatelej Prirody N. S. Otdel Biologičeskij, **63** (6): 23-35, 25 Abb.; Moskau.
- BÜTZLER, W. (1986): *Cervus elaphus* Linnaeus, 1758 – Rothirsch.- 107-139, 4 Abb., 10 Tab.; in NIETHAMMER, J., u. KRAPP, F.: Handbuch der Säugetiere Europas, **2/II**; Aula Verlag; Wiesbaden.
- CLAUSEN, C. D. & LEUTERITZ, K. (1979): Übersicht über die Geologie des Warsteiner Sattels und seiner näheren Umgebung.- 1-32, 9 Abb., 1 Tab.; in MEIBURG, P.: Geologie u. Mineralogie des Warsteiner Raumes, Sonderband **29** (Warstein); Vereinigung der Freunde der Mineralogie und Geologie (VTMG) e.V.; Heidelberg.
- DAWKINS, W. B. & SANFORD, W. A. (1868): British Pleistocene Felidae. *Felis spelaea*, GOLDFUSS. – The British Pleistocene Mammalia. Part **II.**: 29-124; The Palaeontographical Society; London.
- DIETRICH, W. O. (1968): Fossile Löwen im europäischen und afrikanischen Pleistozän.- Paläontolog. Abh., Abt. A, Paläozoologie, Band **III**, Heft 2: 323-366, 1 Abb., 13 Tab., 8 Taf.; Akademie-Verlag; Berlin.
- DRIESCH, A. v. D. (1976): Das Vermessen von Tierknochen aus Vor- und Frühgeschichtlichen Siedlungen.- 114 S., zahlr. Abb.; Inst. f. Paläoanatomie, Domestikationsforsch. u. Gesch. d. Tiermed. d. Univ. München.

- FLOWER, W. H. (1888): Osteologie der Säugethiere.- 349 S., 134 Figuren; Verlag von Wilhelm Engelmann; Leipzig.
- FORTELIUS, M., MAZZA, P. & SALA, B. (1993): *Stephanorhinus* (Mammalia: Rhinocerotidae) of the western European Pleistocene, with a revision of *S. etruscus* (Falconer, 1868).- *Palaeontographia Italica*, **80**: 63-155; Pisa.
- GROSS, C. (1992): Das Skelett des Höhlenlöwen (*Panthera leo spelaea* GOLDFUSS, 1810) aus Siegsdorf/Ldkr. Traunstein im Vergleich mit anderen Funden aus Deutschland und den Niederlanden. – Diss. Univ. München, 128 S. + Anl.; München.
- HEINRICH, W.-D. (1991): *Sus scrofa* L. (Mammalia: Artiodactyla, Suidae) aus der altpaläolithischen Fundstätte Bilzingsleben in Thüringen.- *Bilzingsleben IV*, Homo erectus – seine Kultur und seine Umwelt: 131-138, 1 Abb., 4 Tab., 4 Taf.; Deutscher Verlag der Wissenschaften GmbH; Berlin.
- HEINRICH, W.-D. & KOENIGSWALD, W. v. (1996): Kurze Charakterisierung der Veränderungen in der Säugetierfauna des Jungquartärs in Mitteleuropa.-Tübinger Monographien zur Urgeschichte: Spuren der Jagd – die Jagd nach Spuren; **11**: 437-448, 1 Abb., 1 Tab.; Tübingen.
- JENICH, J. (2008): Rothirsch (*Cervus elaphus*).-Internetseite durch das Bundesamt für Naturschutz BfN (D) in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt BAFU (CH): <http://www.bfn.de> am 20.01.2008.
- KAHLE, W. (1927): Der kleine Brehm.- Das gesamte Tierreich in allgemeinverständlicher Darstellung: 886 S., 116 Abb., 29 Taf.; Karl Boegels Verlag; Berlin.
- KAHLKE, H.-D. (1956): Die Cervidenreste aus den altpleistozänen Ilmkiesen von Süssenborn bei Weimar.- Teil II: Schädel und Gebisse: 44 S., zahlreiche Tafeln u. Abb.; Akademie-Verlag; Hamburg.
- KAHLKE, H.-D. (1958): Die jungpleistozänen Säugetierfaunen aus dem Travertingebiet von Taubach-Weimar-Ehringsdorf.- *Alt-Thüring. Jahresschr. d. Mus. f. Ur- u. Frühgeschichte Thüringens*, **3**, 98-130, 10 Abb., 16 Taf.; Hermann Böhlhaus Nachfolger; Weimar.
- KAHLKE, R.-D. (1994): Die Entstehungs-, Entwicklungs- und Verbreitungsgeschichte des oberpleistozänen *Mammuthus-Coelodonta* – Faunenkomplexes in Eurasien (Großsäuger).- 1-164, 23 Abb.; Abh. Senckenberg. Naturforsch Ges., **546**; Verlag Waldemar Kramer; Frankfurt a.M.
- KIESEWALTER, L. (1888): Skelettmessungen an Pferden als Beitrag zur theoretischen Beurteilungslehre des Pferdes.- Dissertation; Leipzig.
- KOENIGSWALD, W. v. (1988): Paläoklimatische Aussagen letztinterglazialer Säugetiere aus der nördlichen Oberrheinebene.- 206-312, 51 Abb., 5 Tab., Zur Paläoklimatologie des letzten Interglazials im Nordteil der Oberrheinebene. Paläoklimaforschung, **4**; Gustav Fischer Verlag; Stuttgart, New York.
- LEHMANN, E. v. & SÄGESSER, (1986): *Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758 – Reh.- 233-268, 7 Abb., 12 Tab.; in NIETHAMMER, J. & KRAPP, F.: *Handbuch der Säugetiere Europas*, **2/II**; Aula Verlag; Wiesbaden.
- LEHMANN, U. (1949): Der Ur im Diluvium Deutschlands und seine Verbreitung.- *Neues Jb. Mineral., Geol. Paläont., Abt. B, Geol.-Paläont.*, **90**: 163-266, 6 Taf.; Stuttgart.
- LISTER, A. M. (1996): The Morphological Distinction Between Bones and Teeth of Fallow Deer (*Dama dama*) and Red Deer (*Cervus elaphus*).- *Intern. Journ. of Osteoarchaeology*, Vol. **6**: 119-143; John Wiley & Sons, Ltd.; Chichester.
- MARTIN, T. (1987): Artunterschiede an den Langknochen großer Artiodactyla des Jungpleistozäns Mitteleuropas.- *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **96**: 1-124, 134 Abb.; Frankfurt a.M.
- MOHR, E. (1960): Wilde Schweine.- *Die Neue Brehm-Bücherei* **247**: 156 S., 150 Abb.; Verlag Ziemsen; Wittenberg.

- PALES, L. & LAMBERT, CH. (1971): Atlas ostéologique pour servir à la identification des mammifères de quar-
ternaire.- Les membres herbivores (I); Editions du centre national de la recherche scientifique; Paris.
- PFEIFFER, T. (1999): Die Stellung von *Dama* (Cervidae, Mammalia) im System plesiometacarpaler Hirsche
des Pleistozäns.- Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **211**: 1-218, 148 Abb., 19 Tab.; Frankfurt a.M.
- PROBST, E. (1991): Deutschland in der Steinzeit.- 620 S.; Bertelsmann Verlag GmbH; München.
- REYNOLDS, S. H. (1912): The Mustelidae.- British Pleistocene Mammalia, Vol. **II**, Part IV: 1-28, 10 Abb., 10
Tab., 8 Taf.; Palaeontographicaal Society; London.
- REYNOLDS, S. H. (1933): The Red Deer, Reindeer, and Roe.- British Pleistocene Mammalia, Vol. **III**, Part IV:
46 S., 15 Abb., 3 Taf.; Palaeontographical Society; London.
- SALA, B. (1990): *Panthera Leo Fossilis* (v. REICH., 1906) (Felidae) de Isernia La Pineta (Pléistocène Moyen
Inférieur D'Italie).- Geobios, 1990, Note brève Nr. **23**: 189-194, fasc. 2; Lyon.
- SCHMID, E. (1972): Knochenatlas.- Für Prähistoriker, Archäologen und Quartärgeologen, zahlr. Abb.; Elsevi-
er Publishing Company; Amsterdam, London, New York.
- SIEGFRIED, P. (1979): Die eiszeitliche Tierwelt nach Funden in Warsteiner Höhlen.- 193-204, 5 Abb., 1 Tab.;
in MEIBURG, P.: Geologie und Mineralogie des Warsteiner Raumes, Sonderband **29** (Warstein); Vereini-
gung d. Freunde d. Mineralogie u. Geologie (VTMG) e.V.; Heidelberg.
- SIEGFRIED, P. (1983): Eiszeitliche Säugetiere.- Münster. Forsch. Geol. Paläont., **60**: 22 Abb., 1 Tab., 40 Taf.,
1 Kt., Fossilien Westfalens; Münster.
- SPEIER, M. (1994): Vegetationskundliche und paläoökologische Untersuchungen zur Rekonstruktion prähi-
storischer und historischer Landnutzungen im südlichen Rothaargebirge.- Abhandlungen des Westfäl-
ischen Museums für Naturkunde, **56** (3/4): 1-174; Münster.
- VOSS, H. & HERRLINGER, R. (1963): Taschenbuch der Anatomie Band I: Einführung in die Anatomie, Bewe-
gungsapparat.- 12. Auflage, 292 S.; Gustav Fischer Verlag; Stuttgart.
- WAGENKNECHT, E. (1979): Altersbestimmung des erlegten Wildes.- 5. Aufl., 151 S.; Melsungen, Berlin, Basel,
Wien.
- WOLSAN, M. (1993): *Mustela putorius* LINNAEUS, 1758 – Waldiltis, Europäischer Iltis, Iltis.- 699-769, 4 Abb.,
16 Tab.; in NIETHAMMER, J., & KRAPP, F.: Handbuch der Säugetiere Europas, **5/II**, Raubsäuger (Teil II);
Aula- Verlag; Wiesbaden.
- WOLSAN, M. (1986): *Mustela eversmanni* LESSON, 1827 – Steppeniltis.- 770-816, 2 Abb., 8 Tab.; in NIETHAM-
MER, J., KRAPP, F.: Handbuch der Säugetiere Europas, **5/II** – Raubsäuger; Aula Verlag; Wiesbaden.

Anhang: Erläuterungen der Messstrecken

Die Vermessung der Humeri, Radii, Ulnae, Femora und Tibiae erfolgt wie bei MARTIN (1987) beschrieben.
Die übrigen Messungen entsprechen, sofern nicht anders gekennzeichnet, der Methode von VON DEN
DRIESCH (1976). Die Bezeichnungen an den Abbildungen wurden von FLOWER (1888) bzw. VOSS & HERRLIN-
GER (1903) übernommen

Messstrecken am Oberschädel von *Equus*

14	Hirnschalenlänge: Opisthion – Ectorbitale
34	Größte Breite über die Condylus occipitales
35	Größte Breite über die Basen der Processus jugulares

- 36 Größte Breite des Foramen magnum
 37 Höhe des Foramen magnum: Basion – Opisthion
 38 Größte Hirnschädelbreite= größte Breite der Hirnkapsel

Messstrecken am Oberschädel von *Canis* (für Iltis, Abb. 21)

- 1 Totallänge: Akrokranium – Prosthion
 2 Condylbasallänge: Hinterrand der Condyli occipitales - Prosthion
 3 Basallänge: Basion – Prosthion
 7 Hirnschädellänge: Akrokranium – Stirnmitte
 8 Gesichtsschädellänge: Stirnmitte – Prosthion
 10 Laterale Schnauzenlänge: Vorderrand der Orbita einer Seite – Prosthion
 11a Gaumenlänge: Medianpunkt der Verbindungslinie zwischen den tiefsten Einschnitten der Choanen – Prosthion
 12 Länge der Backenzahnteihe (Alveolenmaß), Buccalseite
 12a Länge vom Hinterrand der Alveole vom M¹ – Prosthion
 12b Länge vom Hinterrand der Alveole des M¹ – Vorderrand der Alveole des C einer Seite
 13 Länge der Prämolarreihe (Alveolenmaß) – Buccalseite
 14 Länge vom P⁴ (Buccalseite, Cingulum)
 15 Länge der Reißzahnalveole
 16 Größter Durchmesser der Bulla ossea: vom aboralsten bis zum oromedialsten Punkt der Bulla ossea
 17 Kleinster Durchmesser der Bulla ossea: von der Mitte des Porus acusticus externus bis zur am weitesten medial reichenden Ausbuchtung auf der gegenüber liegenden Seite
 18 Größte Mastoidbreite: größte Breite des Hinterhauptdreiecks: Otion – Otion
 19 Größte Breite über die Condyli occipitales
 20 Größte Breite über das Foramen magnum
 21 Höhe des Foramen magnum: Basion – Opisthion
 22 Größte Hirnschädelbreite: Größte Breite der Hirnkapsel : Euryon – Euryon
 24 Stirnbreite: Ectorbitale – Ectorbitale
 25 Kleinste Breite zwischen den Orbitae
 26 Größte Gaumenbreite: zwischen den Außenrändern der Alveolen zu messen
 27 Breite über die Eckzahnalveolen
 28 Kleinste Breite über den Processus supraorbitalis : Breite der postorbitalen Einschnürung
 29 Gesichtsweite zwischen den Foramina infraorbitalia (kleinste Entfernung)
 30 Größte Innenlänge einer Orbita: Ectorbitale – Entorbitale
 31 Größte Innenhöhe einer Orbita
 32 Höhe des Hinterhauptdreiecks: Akrokranium - Basion

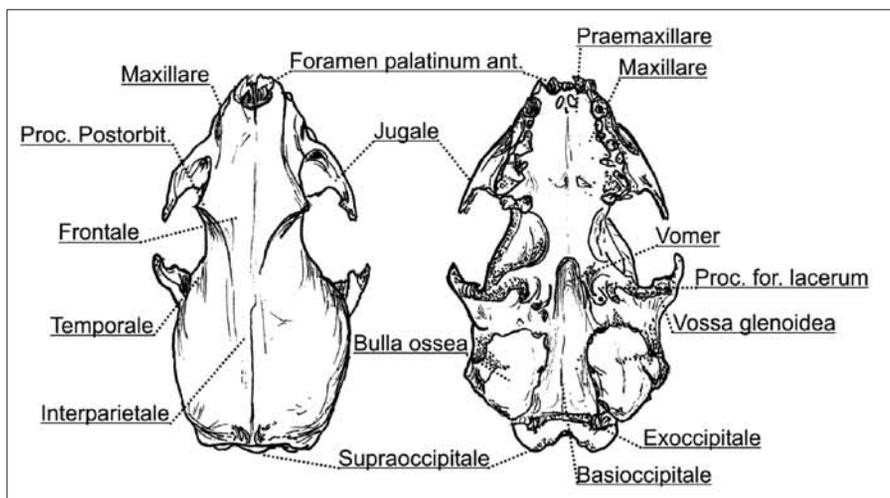


Abb. 21: Schädel eines Iltis (P 28542) mit den Bezeichnungen der für die Vermessung relevanten Merkmale aus dorsaler und ventraler Sicht

Messstrecken am Unterkiefer von *Sus* (Abb. 22)

- 1 Länge vom Winkel aus: Gonion caudale – Infradentale
- 2 Länge vom Gelenkfortsatz aus: Hinterrand des Processus condyloideus s. articularis – Infradentale
- 3 Länge: Gonion caudale – Hinterrand der Alveole des M₃
- 4 Länge des horizontalen Astes: Hinterrand der Alveole des M₃ – Infradentale
- 5 Länge: Gonion caudale – Vorderrand der Alveole des P₂
- 6 Länge: Hinterrand der Alveole des M₃ – Hinterrand der Alveole des C
- 7 Länge der Backenzahnreihe M₃ – P₁ (Alveolenmaß), Buccalseite
- 7a Länge der Backenzahnreihe M₃ – P₂ (Alveolenmaß), Buccalseite
- 8 Länge der Molarreihe (Alveolenmaß), Buccalseite
- 9 Länge der Prämolarrreihe P₁ – P₄ (Alveolenmaß), Buccalseite
- 9a Länge der Prämolarrreihe P₂ – P₄ (Alveolenmaß), Buccalseite
- 10 Länge/Breite von M₃, nahe der Kronenbasis zu messen
- 11 Länge vom Vorderrand der Alveole des P₂ – Hinterrand der Alveole des I₃
- 12 Länge der Symphyse: Kehlrand – Infradentale
- 13 Aborale Asthöhe: Gonion ventrale – höchster Punkt des Processus condyloideus
- 14 Mittlere Asthöhe: Gonion ventrale – tiefste Stelle der Incisura mandibulae
- 15 Orale Asthöhe: Gonion ventrale – Coronion
- 16 Höhe des Kiefers hinter M₃, vom aboralsten Punkt der Alveole aus
Höhe des Kiefers vor M₁
Höhe des Kiefers vor P₂
- 17 Breite der beiden Hälften über die Caninusalveolen
- 18 Breite der beiden Unterkieferkörper zwischen den äußersten Punkten der beiden Unterkieferwinkel
- 19 Breite der beiden Unterkieferkörper zwischen den Gelenkfortsätzen
- 20 Breite der beiden Unterkieferkörper zwischen den Kronfortsätzen
- 21 Größter Durchmesser der Caninusalveole

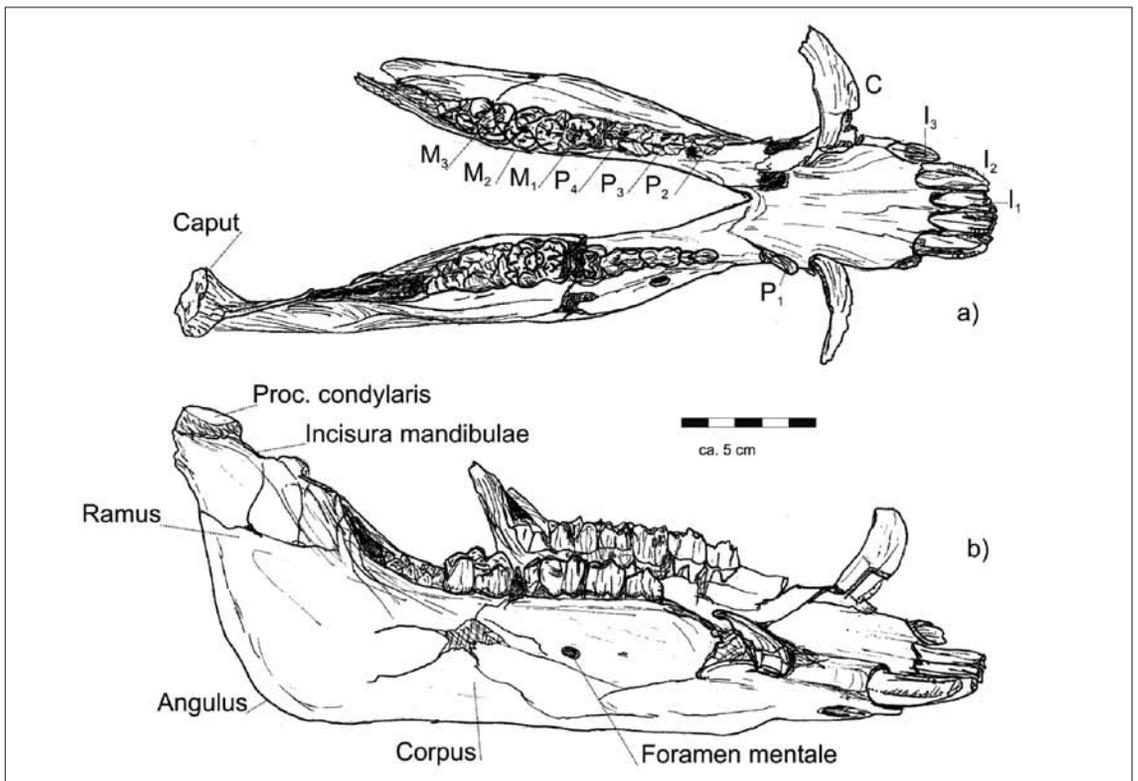


Abb. 22: Unterkiefer eines Schweins (P 28479) mit den für die Messung relevanten Merkmalen

- 7 Länge der Backenzahnreihe (Alveolenmaß), Buccalseite
- 8 Länge der Molarreihe (Alveolenmaß), Buccalseite
- 9 Länge der Prämolarrreihe (Alveolenmaß), Buccalseite

Messstrecken am Unterkiefer von *Canis* (und *Meles*)

- 8 Länge der Backenzahnreihe M₃ – P₁ (Alveolenmaß)
- 9 Länge der Backenzahnreihe M₃ – P₂ (Alveolenmaß)
- 10 Länge der Molarreihe (Alveolenmaß)
- 11 Länge der Prämolarrreihe P₁ – P₄ (Alveolenmaß)
- 12 Länge der Prämolarrreihe P₂ – P₄ (Alveolenmaß)
- 13 Länge/Breite des Reißzahns
- 14 Länge der Reißzahnalveole
- 19 Höhe des Kiefers hinter M₁

Messstrecken am Unterkiefer von *Felis*

- 1 Totallänge: Länge vom Processus condyloideus – Infradentale
- 2 Länge vom Einschnitt des Processus condyloideus und dem Processus angularis – Infradentale
- 3 Länge: Processus condyloideus – Hinterrand der Alveole des C
- 4 Länge vom Einschnitt zwischen dem Processus condyloideus und dem Processus angularis – Hinterrand der Alveole des C
- 5 Länge der Backenzahnreihe P₃ – M₁ (Alveolenmaß)
- 6 Länge/Breite des Reißzahns
- 7 Länge der Reißzahnalveole
- 8 Höhe des Unterkieferastes: Basalpunkt des Processus angularis – Coronion
- 9 Höhe des Kiefers hinter M₁, Buccalseite
- 10 Höhe des Kiefers vor P₃, auf der Buccalseite zu messen

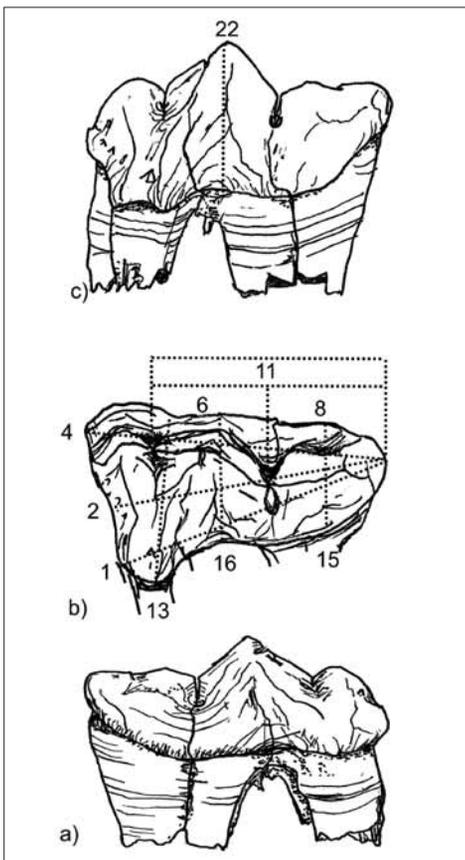


Abb. 23: Messstrecken nach SALA (1990) an Backenzähnen von *Panthera leo spelaea* (P 28511)

Atlas (erster Halswirbel)

GB	Größte Flügelbreite
GL	Größte Länge
BFcr	(Größte) Breite der Facies articularis cranialis
BFcd	(Größte) Breite der Facies articularis caudalis
GLF	Größte Länge von der Facies articularis cranialis zur Facies articularis caudalis
LA d	Länge des Arcus dorsalis, median, nur bei Fleischfressern zu messen
H	Höhe, Im Messkasten zu messen, und zwar in der Weise, dass man den Wirbel mit der Cranialseite auf den Boden des Kastens legt und dessen Backen über den Arcus dorsalis und Arcus ventralis schließt

Os sacrum (Kreuzbein)

	Da die Zahl der Segmente des Kreuzbeins innerhalb einer Art variieren kann, ist es wichtig, bei Längenmaßen die Segmentzahl anzugeben.
GL	Größte Länge (ventral): von den cranialen Rändern der Alae bis zum Caudalrand des letzten Wirbelkörpers
PL	Physiologische Länge, zwischen den Zentren des cranialsten und caudalsten Wirbelkörpers zu messen
GB	Größte Breite (über die Alae)
BFcr	(Größte) Breite der Facies terminalis cranialis
HFcr	(Größte) Höhe der Facies terminalis cranialis

Übrige Wirbel

PL	Physiologische Länge des Körpers, zentral
GLPa	Größte Länge von den Processus articulares craniales zu den Processus articulares caudales (bei Halswirbeln)
BPacr	(Größte) Breite über die Processus articulares craniales (bei Halswirbeln)
BPacd	(Größte) Breite über die Processus articulares caudales (bei Halswirbeln)
BPtr	Größte Breite über die Processus transversi
BF(cr/cd)	(Größte) Breite der Facies terminalis cranialis/caudalis (bei Brustwirbeln einschließlich der Facies articulares costales)
HF(cr/cd)	(Größte) Höhe der Facies terminalis cranialis/caudalis
H	Größte Höhe

Scapula (Schulterblatt)

RS	Höhe längs der Spina
DHA	Diagonale Höhe: vom distalsten Punkt der Scapula zum Angulus thoracicus, bei Scapulae, deren Angulus thoracicus abgerundet ist.
Ld	(Größte) Länge dorsal. Nicht bei Scapulae, bei denen ein Angulus oder beide Anguli abgerundet sind
KLC	Kleinste Länge am Collum
GLP	Größte Länge des Processus articularis
LG	Länge der Gelenkfläche. Zu messen einschließlich des Wulstes der Pfanne parallel zur GLP, da die Begrenzung der Gelenkfläche in vielen Fällen nicht zu erkennen ist.
BG	Breite der Gelenkfläche. Zu messen ist die größte Breite des Gelenkfortsatzes.

Humerus (Oberarmknochen, Abb. 24)

GL	Größte Länge
GLC	Länge des Humerus über das Caput humeri gemessen
KD	Kleinster Durchmesser der Diaphyse
BT	Größte Breite der Trochlea humeri
LAT	Breite des lateralen Abschnitts der Trochlea humeri gemessen vom Außenrand des lateralen Wulstes bis zum höchsten Punkt des mittleren Führungsgrades
MHT	Mediale Höhe der Trochlea humeri, unmittelbar neben dem medialen Rand der Trochlea humeri gemessen
LHT	Laterale Höhe der Trochlea humeri, in der Mitte des Lateralteils der Trochlea humeri gemessen

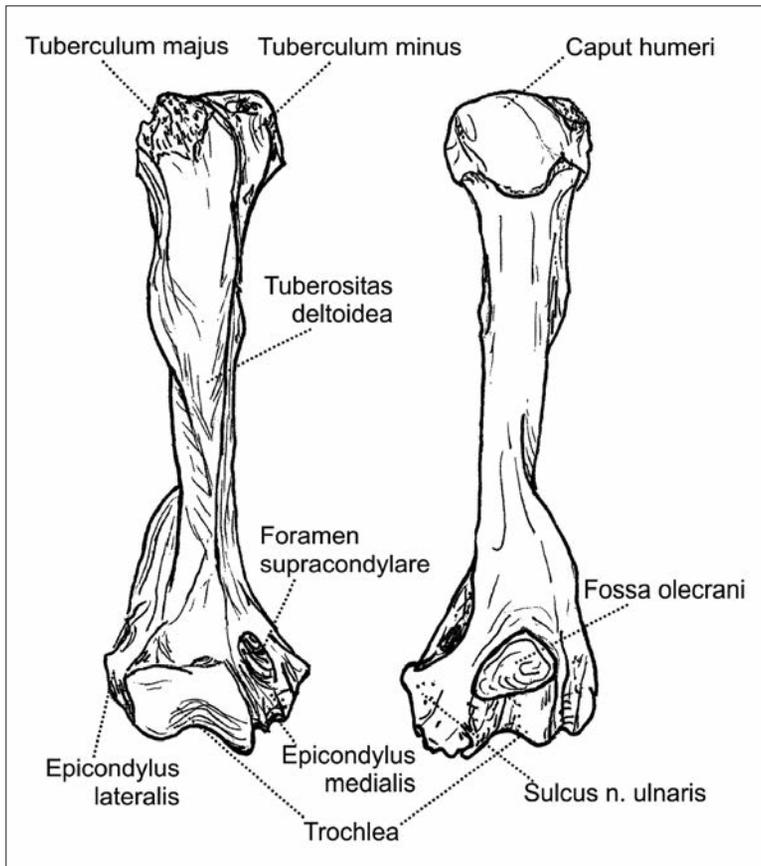


Abb. 24: Humerus eines Dachses (P 28556) aus ventraler und dorsaler Sicht mit den für die Vermessung relevanten Merkmalen

Radius (Speiche)

GL	Größte Länge des Radius
Bp	Größte Breite des proximalen Gelenkkopfes (medio-lateral)
BFp	Größte Breite der proximalen Gelenkfläche (medio-lateral)
TFpm	Größte Tiefe des medialen Teils der proximalen Gelenkfläche (dorso-volar)
KD	Kleinster Durchmesser der Diaphyse (medio-lateral)
Bd	Größte Breite des distalen Gelenkkopfes (medio-lateral)
Bfd	Größte Breite der distalen Gelenkfläche (medio-lateral)
BFdl	Breite des lateralen Abschnittes der distalen Gelenkfläche (BIBIKOVA, 1958)
BFdm	Breite des medialen Abschnittes der distalen Gelenkfläche (BIBIKOVA, 1958)
BI	Breite der Facette für das Intermedium, an der Dorsalseite gemessen
Budd	Breite der Facette für das Ulnare, an der Dorsalkante gemessen
BUd	Breite der Facette für das Ulnare, von dorsal gemessen (LEHMANN, 1949)

Ulna (Elle)

GL	Größte Länge
GLI	Größte Länge lateral (KIESEWALTER (1888), nur beim Pferd)
LO	Länge des Olecranon, nur bei Wiederkäuern
Tpa	Tiefe über dem Processus anconaeus, kürzeste Entfernung vom Processus anconaeus zum caudalen Rand der Ulna
KTO	Kleinste Tiefe des Olecranon
BPC	Größte Breite über die Processus coronarii = größte Breite der proximalen Gelenkfläche

Pelvis (Becken)

GL	Größte Länge einer Hälfte
LA	Länge des Acetabulum einschließlich des Labium
LAR	Länge des Acetabulum auf dem Rand (Kamm)
LS	Länge der Symphyse, nur, wenn beide Beckenhälften verwachsen sind.
KH	Kleinste Höhe der Darmbeinsäule
KB	Kleinste Breite der Darmbeinsäule
KU	Kleinster Umfang der Darmbeinsäule
Lfo	Innenlänge des Foramen obturatum
GBTC	Größte Breite über die Tubera coxarum
GBA	Größte Breite über die Acetabula
GBTi	Größte Breite über die Tubera ischiadica
KBI	Kleinste Breite über die Rami acetabulares ossium ischii

Patella (Kniescheibe)

GL	Größte Länge
GB	Größte Breite

Tibia (Schienbein, Abb. 25)

GL	Größte Länge der Tibia vom proximalsten zum distalsten Punkt gemessen
Bp	Breite des proximalen Gelenkkopfes (medio-lateral)
KD	Kleinster Durchmesser der Diaphyse (medio-lateral)
KT	Kleinste Tiefe der Diaphyse (dorso-plantar)
Bd	Breite des distalen Gelenkkopfes (medio-lateral)
BvF	Medio-laterale Ausdehnung der plantaren Facette der Gelenkfläche für das Os malleolare
BFd	Breite der distalen Gelenkfläche (medio-lateral)
TFd	Tiefe der distalen Gelenkfläche (dorso-plantar)

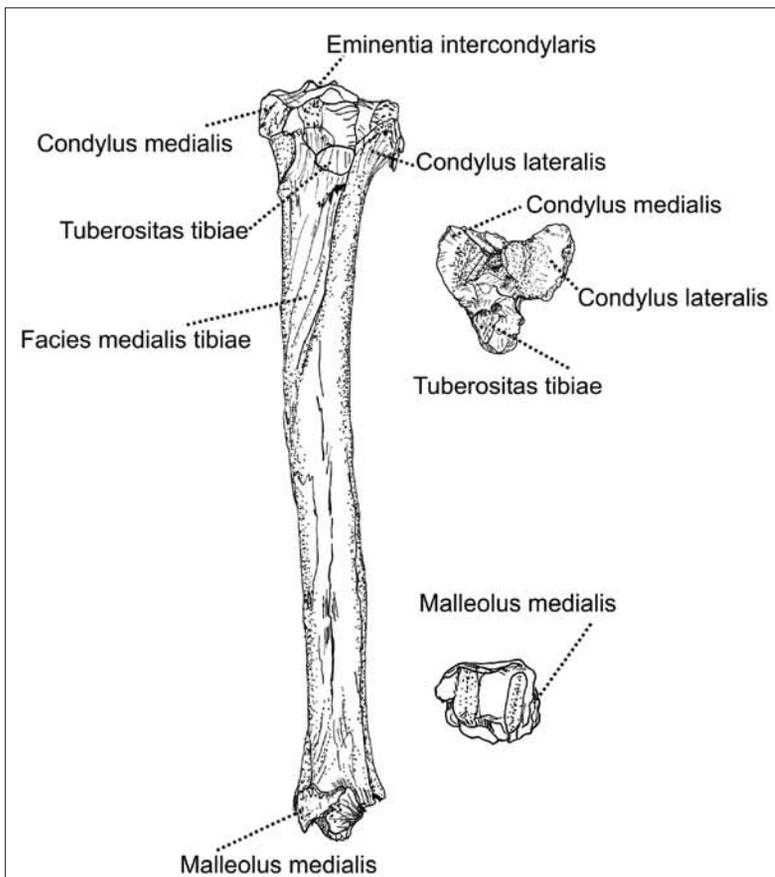


Abbildung 25: Tibia eines Rothirschen (P 28489) aus dorsaler Sicht sowie Aufsicht auf die Gelenkflächen

Fibula (Wadenbein)

GL Größte Länge

Os malleolare

Gt Größte Tiefe

Größere Handwurzelknochen

Gb Größte Breite

Talus/Astragalus (Rollbein) für Artiodactyla (Abb. 26)

GLI Größte Länge der lateralen Hälfte
 GLm Größte Länge der medialen Hälfte
 TI (Größte) Tiefe der lateralen Hälfte
 Tm (Größte) Tiefe der medialen Hälfte
 Bd Größte Breite distal

Talus/Astragalus (Rollbein) für Carnivora und Lagomorpha

GL Größte Länge

Calcaneus (Fersenbein, Abb. 26)

GL Größte Länge
 GB Größte Breite

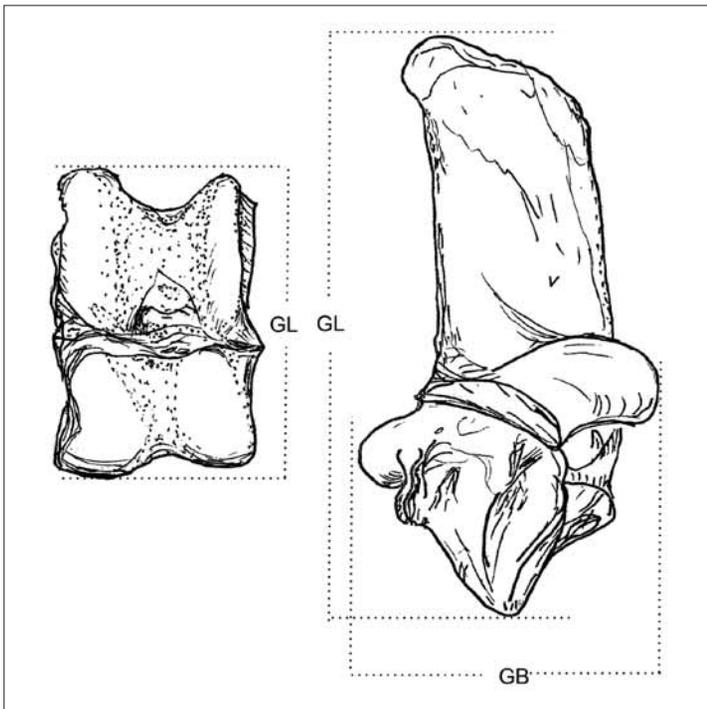


Abb. 26: Astragalus und Calcaneus eines Rothirschen (P 28492 und P 28491) mit den für die Vermessung relevanten Merkmalen

Andere Fußwurzelknochen

GB Größte Breite

Metapodien für Equiden und Ruminantia

GL	Größte Länge
GLI	Größte Länge lateral
LI	Außenlänge lateral (KIESEWALTER (1888) nur beim Pferd)
Bp	Größte Breite proximal
Tp	Größte Tiefe proximal
KD	Kleinste Breite der Diaphyse
DU	Kleinster Umfang der Diaphyse
TD	Kleinste Tiefe der Diaphyse
Bd	Größte Breite distal
Td	Größte Tiefe distal

Metapodien für *Sus*

GL	Größte Länge
LoP	Länge ohne den Plantarvorsprung (Sporn)
Bp	Größte Breite proximal
B	Breite in der Mitte der Diaphyse
Bd	Größte Breite distal

Bei Nebenstrahlen nur GL

Metapodien für Carnivora und Lagomorpha

GL	Größte Länge
Bd	Größte Breite distal

Phalanx 1 (erster Fingerknochen) für Equiden

GL	Größte Länge
Bp	Größte Breite proximal
BFp	(Größte) Breite der Facies articularis proximalis
Tp	Tiefe proximal
KD	Kleinste Breite der Diaphyse
Bd	Größte Breite distal
BFd	(Größte) Breite der Facies articularis distalis

Phalanx 1 (erster Fingerknochen) für Boviden und *Sus*

Glpe	Größte Länge der peripheren Hälfte
Bp	Größte Breite proximal
KD	Kleinste Breite der Diaphyse
Bd	Größte Breite distal

Phalanx 1 (erster Fingerknochen) für Carnivora und Lagomorpha

GL	Größte Länge
Bp	Größte Breite proximal
KD	Kleinste Breite der Diaphyse
Bd	Größte Breite distal

Phalanx 2 (zweiter Fingerknochen) für Equiden

GL	Größte Länge
Bp	Größte Breite proximal
BFp	(Größte) Breite der Facies articularis proximalis
Tp	Tiefe proximal
KD	Kleinste Breite der Diaphyse
Bd	Größte Breite distal

Phalanx 2 (zweiter Fingerknochen, Abb. 27) bei anderen

GL	Größte Länge
Bp	Größte Breite proximal
KD	Kleinste Breite der Diaphyse
Bd	Größte Breite distal

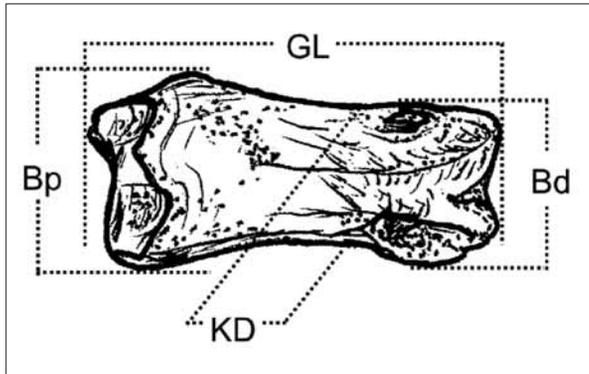


Abb. 27: Fingerknochen von *Cervus elaphus* mit den dazu gehörigen Messstrecken

Phalanx 3 (dritter Fingerknochen) für Equiden

GL	Größte Länge
GB	Größte Breite
LF	Länge der Facies articularis
BF	Breite der Facies articularis
Ld	Länge dorsal
HP	Höhe im Bereich des Processus extensorius

Phalanx 3 (dritter Fingerknochen) für Ruminantia und *Sus*

DLS	Größte (diagonale) Länge der Sohle
Ld	Länge dorsal
MBS	„mittlere“ Breite der Sohle = Breite in der Mitte der Sohle

Sesamum unguulae (Strahlbein) bei Equiden

GB	Größte Breite
----	---------------

Femur (Oberschenkelknochen, Abb. 28)

GI	Größte Länge vom proximalsten bis zum distalsten Punkt des Femurs gemessen
GLC	Größte Länge des Femurs, über das Caput femoris gemessen
Bp	Größte Breite des proximalen Gelenkkopfes (medio-lateral)
TC	Größte Tiefe des Caput femoris, cranio-caudale Ausdehnung des Caput femoris
BC	Größte Breite des Caput femoris, medio-laterale Ausdehnung der Gelenkfläche
KD	Kleinste Breite der Diaphyse, kleinster medio-lateraler Durchmesser der Diaphyse
KT	Kleinste Tiefe der Diaphyse, kleinster cranio-caudaler Durchmesser der Diaphyse
Bd	Größte distale Breite, größte medio-laterale Ausdehnung des distalen Gelenkkopfes
BTp	Proximale Breite der Trochlea femoris, Abstand der die Trochlea femoris begrenzenden Grate, an deren Proximalende (vom Kamm der Grate aus ca. 20mm nach proximal gemessen)
BTd	Distale Breite der Trochlea femoris, Abstand der Grate am Distalende (ca. 20mm nach proximal versetzt gemessen) $W\beta$ Öffnungswinkel der Fossa trochanterica, Winkel, der durch die, die Fossa trochanterica nach caudal begrenzende Knochenkante und die, vom Trochanter minor zum Caput femoris hinaufziehende Kante gebildet wird $W\alpha$ Winkel zwischen der Gelenkfläche des Caput femoris und dem Trochanter maior

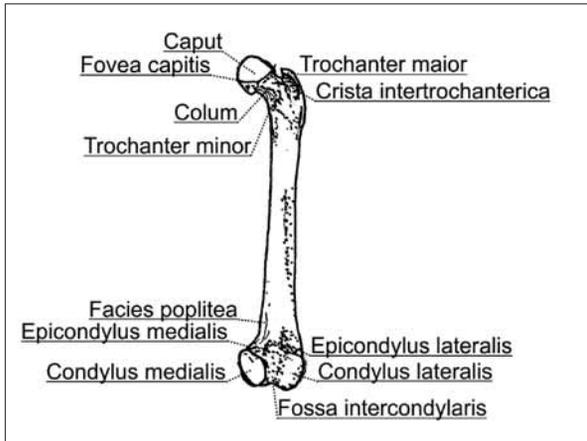


Abb. 28: Femur eines Iltis aus ventraler Sicht mit den für die Vermessung relevanten Merkmalen

Geol. Paläont. Westf.	75	85-104	22 Abb. 5 Tab.	Münster März 2010
--------------------------	----	--------	-------------------	----------------------

Die frühholozänen Kleinsäugetiere der Warsteiner Karstspalte

Martin Berger und Henning Vierhaus*

Inhalt

1. Material und Methoden.	85
2. Artenübersicht und Fundliste	86
3. Bewertung der Funde.	99
4. Zusammenfassende Diskussion	101
5. Literatur	103

Zusammenfassung

Aus Sedimenten einer Karstspalte bei Warstein, Kr. Soest, NRW, wurden Schädelreste von 445 Kleinsäugetieren herausgelesen. Eine Datierung ergab ein Alter von gut 7000 Jahren. Abweichend von der heutigen Fauna dieses Gebietes wurden nachgewiesen: Alpenspitzmaus, Maskenspitzmaus, Nordische Wühlmaus, Waldbirkenmaus und Waldlemming. Bei der Menge der Funde ist es wahrscheinlich, dass der Eintrag wenigstens teilweise auf Eulengewölle zurückzuführen ist. Alle Funde zusammen belegen als Lebensräume krautige Feuchflächen, Gewässer, Busch- und Waldland sowie (periodisch) ein kühleres Klima.

1. Material und Methoden

Bei der Abgrabung im Steinbruch Hillenberg bei Warstein (Kr. Soest, NRW) wurden in einer Karstspalte Fossilien entdeckt. Diese wurden mit fortschreitendem Abbau des Kalkgesteins vom Westfälischen Museum für Naturkunde in den Jahren 1999 und 2000 geborgen. Bei der Bergung durch die Paläontologen wurde festgestellt, dass sich in den Sedimenten auch Kleinfossilien befanden. Daraufhin wurden in allen Schichten Sedimentproben genommen und bei der Bergung auch Fossilien aufgelesen. Die Proben wurden im Museum gesiebt und sämtliches Material auf Fossilien durchgesehen. Insgesamt wurden dabei Reste von 445 Kleinsäugetieren gefunden.

Herrn Manfred Schlösser vom Naturkundemuseum danken wir für das engagierte und vorsichtige Sieben der Proben.

Zur Altersdatierung und Stratigraphie verweisen wir auf die Arbeit von L. SCHÖLLMANN (dieses Heft). Als Alter wurden gut 7000 Jahre ermittelt. Die Bezeichnung der Schichten und Proben ist dort ebenfalls erläutert. Insgesamt wurden 21 Proben genommen bzw. Lesefunde aufgesammelt.

* Anschriften der Verfasser: Dr. Martin Berger, Jupiterweg 18, 48163 Münster; Dr. Henning Vierhaus, Teichstr. 13, 59505 Bad Sassendorf.

Schicht 2

Probe 19
Probe 20
Probe 21

Schicht 3

Probe 2

Schicht 4

Probe 3+24
Probe 4
Probe 6-9
Probe 10
Probe 11
Probe 23
SED 1
Probe 8.5.

Schicht 5

Probe 12-15
Probe 16
SED 2
SED 3

Schicht III

Lesefunde (LF) am Fuß der Wand

- a. Erste Aufsammlung, April 1999 erhalten
- b. Zweite Aufsammlung
- c. Lesefunde, November 1999 erhalten
- d. Aufsammlung 20.10. und 15.11.1999
- e. Aufsammlung vom 8.5.2000

Die gefundenen Arten entsprechen durchweg denen, die heute in Europa nachweisbar sind. Daher stand in schwierigen Fällen entsprechende Literatur zur Verfügung, auf die im Folgenden bei den einzelnen Arten hingewiesen ist. Die Maße wurden teilweise mit einer Schieblehre ermittelt, überwiegend jedoch (z.B. bei den Schmelzschlingendicken der Schermäuse) aus digitalen Fotos mit einem Meßprogramm gewonnen. Dabei wurde ein Vergleichsmaßstab (0,5 oder 1 mm) mit aufgenommen. Einige Fotos nahm Frau Gerda Thomas vom Naturkundemuseum auf, wofür wir herzlich danken.

Eine Inventarisierung wurde später vom Museum für Naturkunde durchgeführt. Hinweise auf diese Nummern finden sich, wenigstens bei kritischen oder seltenen Arten, jeweils im Text.

2. Artenübersicht und Fundliste

Es wurden vorzugsweise die Schädelteile ausgewertet, hier vor allem Unterkiefer, die oft als einziges oder zumindest am besten erhalten sind. Der erste Unterkiefermolar von Schermäusen wurde gesondert untersucht. Gegebenenfalls wurden auch andere Skelettelemente berücksichtigt, etwa die Oberarme des Maulwurfs oder Extremitätenknochen der Schermaus. Folgende Abkürzungen wurden verwendet:

Sch	Oberschädel oder nur Teil des Oberkiefers mit Zahnreihen
Uk	Unterkiefer, Mandibel
M	Molar
Hum	Humerus, Oberarm
Fem	Femur, Oberschenkel
Tib	Tibia, Schienbein (verwachsen mit Fibula, Wadenbein)
Scap	Scapula, Schulterblatt
BS	Beckenschaufel
l	links
r	rechts
CorH	Coronoidhöhe des Unterkiefers

Wenn Maße einer Serie zusammengefasst sind, gilt:

\bar{x} Mittelwert

SD Standardabweichung der Einzelwerte: $\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 / (n - 1)}$

SE Standardabweichung des Mittelwertes: SD/\sqrt{n}

Eine Gesamtübersicht über die ermittelten Individuenzahlen der Arten in den Proben gibt Tab.1.

Tab.1

Probe	2			3	4								5					Lese- funde (LF) a-e
	19	20	21	2	3+24	4	6-9	10	11	23	SED1	8.5.	12-15	16	SED2	SED3	III	
Maulwurf, <i>Talpa europaea</i>		1		1	2	3	1	1	1			3	1		1	1		8
Zwergspitzmaus, <i>Sorex minutus</i>			1				1	1				1			2	4		
Waldspitzmaus, <i>Sorex araneus</i>	4	1	2		1	3	6	5	2	1		20	1		2	13		4
Alpenspitzmaus, <i>Sorex alpinus</i>																		1
Maskenspitzmaus, <i>Sorex caecutiens</i>															1			
<i>Sorex sp.</i>			2								1							
Wasserspitzmaus, <i>Neomys fodiens</i>			1		1	1						1					1	1
Feldspitzmaus, <i>Crocidura leucodon</i>												1						
Wasserfledermaus, <i>Myotis daubentonii</i>	1																	
Mopsfledermaus, <i>Barbastella barbastellus</i>															1			
Haselmaus, <i>Muscardinus avellanarius</i>				1							1	1	1					1
Waldlemming, <i>Myopus schisticolor</i>												1						
Rötelmaus, <i>Myodes glareolus</i>					1		1	1			1	13	1		3	5		1
Scherm Maus, <i>Arvicola scherman</i>	2	1	9	1	7	12	12	11	4	1	1	24	1	1	1	8		33
Feldmaus, <i>Microtus arvalis</i>	1		2			2		3				5			1	3		4
Erdmaus, <i>Microtus agrestis</i>	1	1	3		1	6	4		1	1		20				6		7
<i>Microtus sp.</i>	3	2	6		2	6	6	8	4	1	1	24	1	1	1	10		8
Nordische Wühlmaus, <i>Microtus oeconomus</i>			1			1				1								
Waldmaus, <i>Apodemus sylvaticus</i>												1						
Waldbirkenmaus, <i>Sicista betulina</i>	1	1	1							1		1	1		1	2		1
Summe	13	7	28	3	14	34	32	30	12	7	5	116	6	2	14	52	1	69

Tab. 1: Artenspektrum in den verschiedenen Proben. Es ist jeweils die Absolutzahl der Individuen angegeben. Wenn die Anzahl von Oberschädel, linker und rechter Mandibel nicht gleich war, was meistens der Fall war, wurde die höchste Anzahl (meist die der Mandibel einer Seite) als Individuenzahl genommen.

Im Einzelnen sind, nach Arten geordnet, folgende Schädelteile mit der jeweiligen Anzahl und Probennummer festgestellt:

Maulwurf, *Talpa europaea* Linnaeus, 1758

25 Exemplare

Material

Sch 1 (P10: Bruchstück mit 1 Zahn)

Ukl: 1 (LFc), 3 (P4), 2 (P8.5.), 1 (P12-15)

Ukr: 1 (Lfa), 3 (Lfb), 1 (P2), 1 (P4), 1 (P6-9), 1 (P10), 1 (P11), 2 (8.5.)

Hum 3 (LFc), 2re + 1li (Lfd), 1 (P20), 3 (P3+24), 2 (P4), 2 (P10), 2 (P11), 3li + 1re (P8.5.), 1li (SED2)

Fem 1re (SED3)

Die Art ist in 12 Proben sowie bei den Lesefunden nachgewiesen. Die Größe der Humeri, die wie üblich gut erhalten sind, wird im folgenden wiedergegeben:

Maße der Humeri in mm:

	Minimum	Maximum	Mittelwert	Anzahl	SD	SE
Länge	13,8	16,2	15,41	14	± 0,83	± 0,22
Diaphysenbreite	3,6	4,4	3,98	18	± 0,26	± 0,06
Epiphysenbreite	7,1	8,8	8,16	17	± 0,50	± 0,12

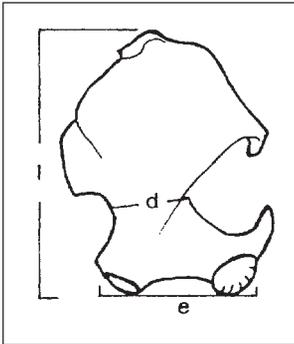


Abb. 1: Humerus eines Maulwurfs, *Talpa europaea*, mit den Messstrecken: Länge l, Diaphysenbreite d und Epiphysenbreite e (aus: v. KOENIGSWALD 1985).

Die bei den Warsteiner Maulwürfen gemessenen Werte liegen mit Mittelwerten und Streubreite im Bereich rezenter Tiere. Sie tendieren weder zur pleistozänen Form „*magna*“ noch zu „*minor*“ (vgl. v. Koenigswald 1985).

Zwergspitzmaus, *Sorex minutus* Linnaeus, 1766

10 Exemplare

Material

Sch 2 (SED3)
 Ukl 1 (P21), 1 (P8.5.), 2 (SED2), 2 (SED3)
 Ukr 1 (P6-9), 1 (P10), 1 (P8.5.), 4 (SED3)
 Fem 1 (P8.5.)
 Scap 1 (P8.5.)

Nach Struktur und Maßen des vorliegenden Materials ist die Bestimmung als *Sorex minutus* zweifelsfrei. Ein linker Unterkiefer ist in Abb. 4 wiedergegeben.

Waldspitzmaus, *Sorex araneus* Linnaeus, 1758

65 Exemplare

Material

Sch 1 (LFC), 3 (P19), 1 (P6-9), 5 (P10), 9 (P8.5.), 3 (SED3)
 Ukl 2 (P21), 2 (P4), 1 (P6-9), 4 (P10), 2 (P11), 1 (P23), 19 (8.5.), 1 (P12-15), 2 (SED2), 5 (SED3)
 Ukr 1 (LFA), 1 (LFC), 2 (LFE), 4 (P19), 1 (P20), 2 (P21), 1 (P3+24), 3 (P4), 6 (P6-9), 3 (P10), 2 (P11), 20 (P8.5.), 1 (P12-15), 1 (SED2), 13 (SED3)

Die insgesamt 65 Exemplare machen 14,6 % aller Kleinsäuger aus. Die Schädel entsprechen heutigen Waldspitzmäusen, *Sorex araneus*. Nach der Form des Processus articularis und des Processus coronoides und weiteren Details des Unterkiefers (VIERHAUS 2008) konnte bei allen Stücken die Schabrackenspitzmaus, *Sorex coronatus*, ausgeschlossen werden.

Die Coronoidhöhen von 20 Unterkiefern (linke sowie rechte) der Probe P8.5 ergaben folgenden Mittelwert. Dabei wurden die kleinen Werte unter 4,50 mm, die von mehr oder weniger beschädigten Unterkiefern stammten, ausgeschlossen:

Corh (in mm) = 4,64 ± 0,087 (SD), Min. = 4,51; Max. = 4,80; n = 20.

Die Messung der Coronoidhöhe ist aus Abb. 7 ersichtlich.

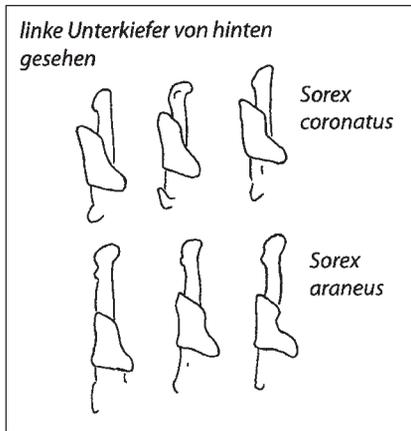


Abb. 2: Durch die Form des Gelenkfortsatzes (P. articularis) am Unterkiefer sind Schabracken- und Waldspitzmaus unterscheidbar. Die Schabrackenspitzmaus (*Sorex coronatus*) hat einen deutlich schlankeren Fortsatz. Das Verhältnis Höhe zu Breite läßt fast alle Stücke der einen oder anderen Art sicher zuordnen. Abbildung aus: VIERHAUS (2008).

	<i>Sorex araneus</i>		<i>Sorex coronatus</i>
	Warstein	Südwestfalen rez.	Südwestfalen rez.
n	40	42	120
M	1,22	1,23	1,47
SD	0,12	0,069	0,070
SE	0,019	0,011	0,0064
Min - Max	1,01 – 1,44	1,04 – 1,37	1,37 – 1,64
M ± 2SD	0,99 – 1,45	1,08 – 1,36	1,33 – 1,61

Tab. 2: Der Quotient Höhe:Breite der Gelenkfortsätze (Processus articularis) am Unterkiefer der Waldspitzmäuse. Die Werte der Warsteiner Tiere sind verglichen mit denen von rezenten Waldspitzmäusen und rezenten Schabrackenspitzmäusen aus Südwestfalen (BERGER et al., 1992).

HAHN & v. KOENIGSWALD (1976; zitiert nach v. KOENIGSWALD 1985) führen an, dass Proben aus dem Spätglazial und aus dem Altholozän differieren können:

Spätglazial: Corh = 4,53 Min. = 4,40 mm Max. = 4,64 mm n = 20
 Altholozän: Corh = 4,76 Min. = 4,48 mm Max. = 5,00 mm n = 22

Die Werte der Warsteiner Exemplare lassen sich keiner dieser beiden Gruppen eindeutig zuordnen. Sie entsprechen rezenten Proben. Als Vergleich seien genannt:

- Maße nach HAUSSETER et al. (1990): Population großer Individuen, junge und alte, aus den Walliser Alpen: 4,55 bis 4,81, Mittelwert 4,66 mm (n = 24).
- Gewölleprobe 1999 aus dem Raum Werne (Westfalen): maximal 4,83 mm (n = 17) (BERGER unpubl.).

***Sorex* sp.**

3 Exemplare

Material:

Sch 2 (P21), 1 (SED1: Bruchstück)

Ukr 1 (P21),

Die Teile stammen vermutlich von Waldspitzmäusen, *Sorex araneus*.

Maskenspitzmaus, *Sorex cf. caecutiens* Laxmann, 1788

1 Exemplar

Material:

Ukl 1 (SED2): Fragment eines linken Unterkiefers, Mandibel mit den Zähnen P₄ bis M₃. Inv.Nr. P51900.

Die Zahnreihe des Stücks ist größer als die von *Sorex minutus* aus derselben Aufsammlung und kleiner als die der gefundenen *Sorex-araneus*-Mandibeln. Die kaum abgenutzten Zähne des Fragments sind relativ höher als gleich stark bzw. schwach angenutzte Zähne von *Sorex araneus* und *S. minutus*. Die rote Färbung der Zähne ist schwach. Die linguale Seite des P₄ weist keinen roten Bereich auf und gleicht damit eher der Färbung von *S. minutus*, aber nicht der von *S. araneus*.

Die Lage des Foramen mentale erlaubt keine Zuordnung zu *Sorex minutus*, *S. araneus* oder *S. caecutiens*, da das von uns daraufhin kontrollierte Material von Zwerg- und Waldspitzmaus sowie das fragliche Unterkieferfragment in dieser Hinsicht sich nicht eindeutig unterscheiden. Die anders lautenden Angaben bezüglich *S. caecutiens* (siehe Abb. bei SULKAVA 1990b) erscheinen wenig geeignet, diese Art sicher zu erkennen. Das Foramen liegt bei allen drei Arten mehr oder weniger klar unter dem vorderen Hauptkonus (Protocoid) des M₁.



Abb. 3: Teil des linken Unterkiefers von *Sorex cf. caecutiens*. Die Einteilung des Maßstabes entspricht 0,5 mm.



Abb. 4: Vergleich der Unterkiefer von *Sorex araneus* (oben), *Sorex caecutiens* und *Sorex minutus* (unten). Deutlich erkennbar die kräftigen Zähne und die geringe Höhe des Unterkieferastes bei *S. caecutiens*. Maßstab Teilung 0,5 mm.

Der Unterkieferast ist deutlich schlanker als der von *S. araneus*. Der von RUPRECHT (1971) abgebildete *S. caecutiens*-Unterkiefer ist gleichfalls schlanker als der von *S. araneus*.

Maße: M₁ – M₃

<i>S. araneus</i> (HAUSSER et al. 1990):	3,72 – 4,0 mm	(n=24)
vorliegendes. Stück:	3,42 mm	
<i>S. minutus</i> : (Mitteleuropa, eigene Messung)	2,97 – 3,29 mm	$\bar{x} = 3,08$ (n=15)

RUPRECHT (1971) zeigt, dass *S. caecutiens* – ohne Überlappung – bezüglich der Mandibellänge zwischen *S. araneus* und *minutus* liegt. VAN LEEUWEN (1954) gibt für zwei lappländische *S. caecutiens* M₁–M₃-Maße an: 3,11 und 3,24mm. Für holländische *S. minutus* hat er 2,88 bis 3,23 mm (n = 24) gemessen. Die Annahme, dass es sich bei dem fraglichen Unterkieferfragment um den Rest von *Sorex caecutiens* handelt, ist demnach wohl begründet.

Alpenspitzmaus, *Sorex alpinus* Schinz, 1837

1 Exemplar

Material

Ukr 1 (LFc) . Inv. Nr. P51885.

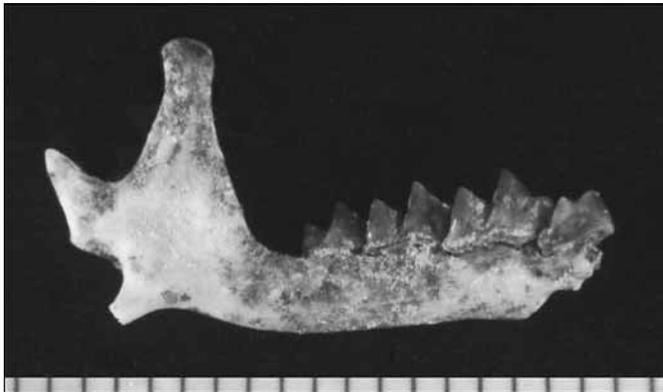


Abb. 5: Der Unterkiefer der Alpenspitzmaus, *Sorex alpinus*. Maßstab Teilung 0,5 mm.



Abb. 6: Alpenspitzmaus, *Sorex alpinus*. Gelenkfortsatz des Unterkiefers

Maße:

CorH	4,03 mm
M ₁ – M ₃	3,85 mm

Eine Zuordnung zu *Sorex alpinus* erfolgte aufgrund der Maße sowie der Zierlichkeit von Processus coronoideus und P. articularis. Am 3. Unterkieferzahn ist die Rotfärbung in der von DANNEID (1989) beschriebenen Weise ausgezogen.

Wasserspitzmaus, *Neomys fodiens* (Pennant, 1771)

6 Exemplare

Material

Ukl	1 (LFc), 1(P4), 1 (P8.5.)
Ukr	1 (LFc), 1 (P6-9), 1 (P21: Bruchstück), 1 (III; Schneidezahn)



Abb. 7: Teil des linken Unterkiefers der Wasserspitzmaus, *Neomys fodiens*. Der Pfeil demonstriert die Messung der Coronoidhöhe. Einteilung des Maßstabes 0,5 mm.

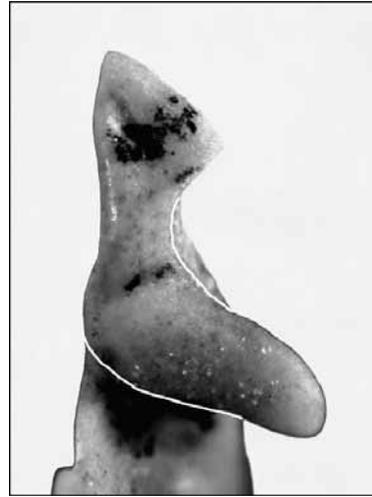


Abb. 8: Gelenkfortsatz am Unterkiefer der Wasserspitzmaus, *Neomys fodiens*.

An 3 Unterkiefen konnte die Coronoidhöhe bestimmt werden. Die Maße sind: 4,6 mm, 4,8 mm und 5,0 mm. Diese Werte liegen im Bereich derer von rezenten Wasserspitzmäusen. Damit kann die Sumpfspitzmaus, *Neomys anomalus*, ausgeschlossen werden, deren Maße deutlich darunter liegen (vgl. SPITZENBERGER 1990). Zumindest ist die letztere Art nicht nachgewiesen.

Feldspitzmaus, *Crocidura leucodon* (Hermann, 1780)

1 Exemplar

Material

UKI 1 (P8.5.). Inv.Nr. P51926.



Abb. 9: Linker Unterkiefer der Feldspitzmaus, *Crocidura leucodon*. Maßstab Teilung 1 mm.

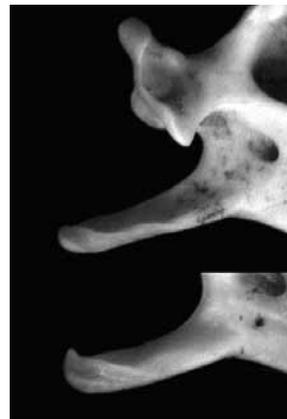


Abb.10: Angularfortsatz der Feldspitzmaus, *Crocidura leucodon* (oben) und einer rezenten Hausspitzmaus, *C. russula* (unten).

Die Bestimmung des Unterkiefers beruht auf der Struktur seines schlanken Angularfortsatzes. Auf der Innenseite verläuft hier ein Grat mehr oder weniger parallel zum unteren Rand, anders als bei der Hausspitzmaus, *C. russula*, wo ein entsprechender Grat in der distalen Hälfte des kräftigeren Proc. angularis diagonal verläuft (Abb. ; KRAPP 1990, VIERHAUS 2008).

Wasserfledermaus, *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817)

1 Exemplar

Material

UKr 1 (P19). Inv. Nr. P51912.



Abb. 11: Teil des rechten Unterkiefers der Wasserfledermaus, *Myotis daubentonii*.
Teilung des Maßstabes 1 mm.

Struktur (VIERHAUS 1994) und Maße der vorhandenen Zähne sichern die Determination als *Myotis daubentonii*.

Mopsfledermaus, *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774)

1 Exemplar

Material

UKI 1 (SED2). Inv. Nr. P51895.

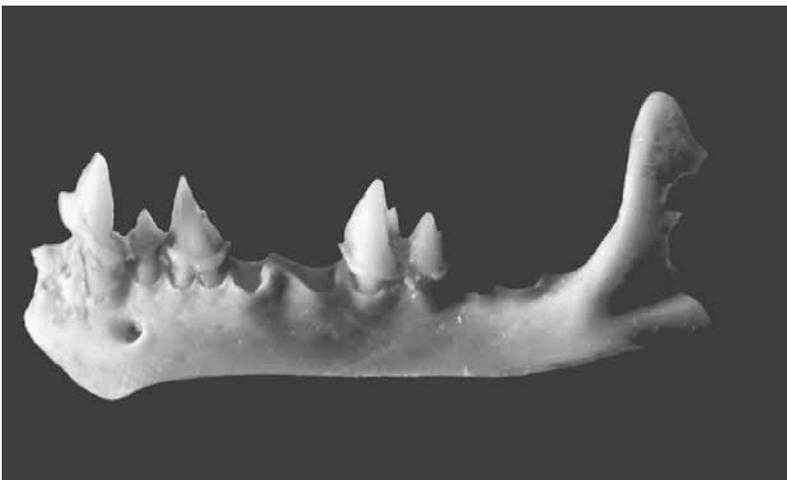


Abb. 12: Teil des Unterkiefers der Mopsfledermaus, *Barbastella barbastellus*. Die Länge des Bruchstückes beträgt 7,3 mm.

Der grazile Unterkiefer ist u. a. daran als zur Mopsfledermaus gehörig zu erkennen, dass die Vorderkante des Koronoidfortsatzes bukkal nur als Wulst und nicht als deutlicher Grat ausgebildet ist. Unter den Vespertilioniden weist nur noch *Plecotus* diese Eigenschaft auf. Bei letzteren fällt der Koronoidfortsatz jedoch weniger stark zum Artikularfortsatz hin ab und die Molaren sind anders und kräftiger gebaut.

Haselmaus, *Muscardinus avellanarius* (Linnaeus, 1758)

5 Exemplare

Material

Sch 1 (SED1: Bruchstück mit M²)

Ukr 1 (LFC), 1 (P23), 1 (SED1), 1 (P8.5.)

BS 1 li (P2)

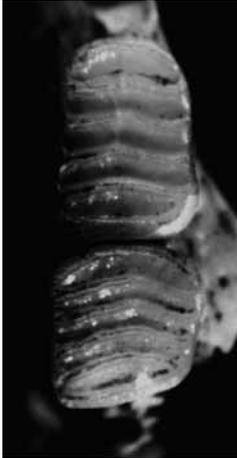


Abb. 13: Haselmaus, *Muscardinus avellanarius*. Aufsicht auf den ersten und zweiten Backenzahn des rechten Unterkiefers..

Waldlemming, *Myopus schisticolor* (Lilljeborg, 1844)

1 Exemplar

Material

UKI 1 (P8.5.). Inv. Nr. P51888.



Abb. 14: Waldlemming, *Myopus schisticolor*. Erster Backenzahn des linken Unterkiefers.

Die Schmelzschlingenstruktur unterscheidet sich bei *Lemmus lemmus* und *Myopus schisticolor* nicht bzw. ist nicht diagnostisch verwertbar, aber auf Grund der Größe können wir bei diesem Fragment *Lemmus lemmus* ausschließen (v. KOENIGSWALD 1985).

Rötelmaus, *Myodes glareolus* (Schreber, 1780)

27 Exemplare

Material

Sch 6 (P8.5.), 1 (P12-15), 2 (SED3)

Ukl 1 (P3+24), 1 (P6-9), 1 (P10: nur 1. Molar), 1 (SED1), 13 (P8.5.), 4 (SED3)
 Ukr 1 (LFa), 1 (P3+24), 8 (P8.5.), 3 (SED2), 5 (SED3)

Schermaus, *Arvicola scherman* (Shaw, 1801)

129 Exemplare

Material

Sch 1 (LFa), 1 (LFc), 3 (LFd), 1 (P20), 1 (P21), 1 (P2), 3 (P3+24), 11 (P4), 4 (P6-9), 1 (P10), 1 (P23), 14 (P8.5.), 2 SED3)
 Ukl + M1l 1 (LFa), 3 (LFb), 10 (LFc), 11 (LFd), 1 (P19), 5 (P21), 1 (P2), 3 (P3+24), 10 (P4), 12 (P6-9), 11 (P10), 4 (P11), 1 (P23), 1 (SED1), 17 (P8.5.), 1 (P12-15), 1 (SED2), 6 (SED3)
 Ukr + M1r 5 (LFa), 1 (LFb), 10 (LFc), 8 (LFd), 2 (P19), 1 (P20), 9 (P21), 7 (P3+24), 12 (P4), 8 (P6-9), 9 (P10), 4 (P11), 24 (P8.5.), 1 (P12-15), 6 (SED3)
 Rad 1 (P16)
 Hum 15 (SED3)
 Fem 7 li + 6 re (SED3), 5 li + 4 re (LF c)
 Tib 8 re + 7 li (LF b)

Die Zahnmaße der einzelnen Stücke entsprechen der kleinen Form der Schermäuse in Mitteleuropa (WARMERDAM, 1982). Diese wird aufgrund jüngster Untersuchungen als eigene Art, *Arvicola scherman*, von der größeren, stärker aquatischen Form *Arvicola amphibius* (= *A. terrestris*) getrennt (MUSSEY & CARLETON 2005).



Abb. 15: Linker erster unterer Backenzahn der Schermaus, *Arvicola scherman*. Die Zahnlänge variierte zwischen 3,5 und 4,3 mm, die Dicke der Schmelzschlingen zwischen 0,04 und 0,09 mm.

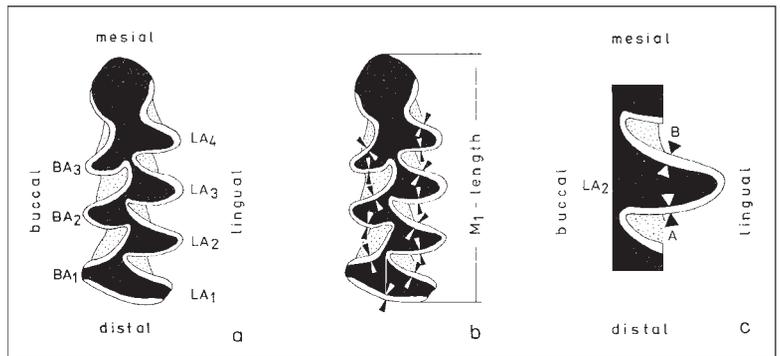


Abb. 16: Schematische Darstellung des ersten unteren Molaren von *Arvicola scherman* und die Messung der Schmelzschlingen-Dicken nach HEINRICH (1990). Es werden an den 4 lingualen und an den 3 buccalen Zacken die Dicken der Schmelzschlingen gemessen und jeweils der Quotient aus mesialem zu distalem Wert gebildet. Die 7 erhaltenen Quotienten werden dann gemittelt.

Probe	Schmelzschlingendicke-Quotient				Länge des M1 [mm]				
	n	M	SD	SE	n	M	SD	SE	M ± 2SD
P21	10	0,98	0,067	0,021	14	3,70	0,192	0,051	3,5 - 3,9
P4	17	0,91	0,056	0,014	22	3,83	0,196	0,042	3,6 - 4,0
P6-9	14	0,96	0,043	0,012	15	3,77	0,263	0,068	3,5 - 4,0
P10	9	0,92	0,066	0,022	16	3,88	0,255	0,064	3,6 - 4,1
P8.5.	37	0,92	0,058	0,0095	42	3,78	0,188	0,029	3,6 - 4,0
LFc	16	0,94	0,055	0,014	15	3,81	0,171	0,044	3,6 - 4,0
LFd	15	0,92	0,056	0,014	15	3,73	0,219	0,057	3,5 - 4,0
gesamt	118	0,93	0,059	0,0054	139	3,79	0,211	0,018	3,6 - 4,0
Linke UK	61	0,93	0,065	0,0084	74	3,85	0,209	0,024	3,6 - 4,1
Rechte UK	57	0,93	0,053	0,0070	65	3,71	0,186	0,023	3,5 - 3,9

Tab. 3: Maße an den ersten unteren Backenzähnen der Schermäuse aus 7 Proben. Quotient der Schmelzschlingendicken von 118 Backenzähnen (Methode s. Abb. 13) und Länge von 139 Backenzähnen, n = Anzahl, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung der Einzelwerte, SE = Standardabweichung des Mittelwertes.

HEINRICH (1990) belegt, dass der Schmelzschlingen-Differenzierungsquotient am ersten unteren Molar bei *Arvicola*-Arten im Verlauf des Pleistozäns stetig abgenommen hat. Das gilt auch noch für die *Arvicola terrestris*-Faunen der Weichsel-Kaltzeit. Eine Analyse von 118 Backenzähnen aus der vorliegenden Aufsammlung (Tab. 3) ergibt einen durchschnittlichen Wert, der im Bereich der jüngsten von v.KOENIGSWALD und HEINRICH (1999) untersuchten Proben liegt. Auch die Werte rezenter Schermäuse aus dem Münsterland (BERGER unpubl.) liegen in diesem Bereich. Eine Altersdatierung ist aufgrund der geringen Unterschiede nicht möglich.

Feldmaus, *Microtus arvalis* (Pallas, 1779)

21 Exemplare

Material

Sch 1 (P19), 2 (P4), 1 (P8.5.), 3 (SED3)
Ukl 1 (LFb), 1 (LFc), 3 (P10), 2 (P8.5.), 1 (SED2)
Ukr 3 (LFb), 2 (P21), 5 (P8.5.)



Abb. 17: Feldmaus, *Microtus arvalis*. Schmelzschlingenmuster des ersten unteren Backenzahnes

Erdmaus, *Microtus agrestis* (Linnaeus, 1761)

51 Exemplare

Material

Sch 1 (LFC), 1 (LFe), 1 (P19), 3 (P21), 1 (P3+24), 6 (P4), 4 (P6-9), 1 (P11), 1 (P23), 20 (P8.5.), 6 (SED3)
Ukl 1 (LFA), 2 (LFb), 2 (LFC), 1 (P19), 2 (P21), 3 (P4), 10 (P8.5.), 2 (SED3)
Ukr 2 (LFb), 2 (LFe), 1 (P6-9), 1 (P20), 1 (P21), 8 (P8.5.), 4 (SED3)

***Microtus* sp.**

84 Exemplare

Material

Sch 1 (LFD), 1 (P21), 1 (P6-9), 1 (P10), 1 (P11), 3 (P8.5.), 5 (SED3),
Ukl 1 (LFA), 4 (LFb), 1 (LFC), 1 (LFD), 2 (P19), 2 (P20), 4 (P21), 1 (P3+24), 6 (P4), 6 (P6-9), 8 (P10),
4 (P11), 1 (SED1), 23 (P8.5.), 1 (SED2), 9 (SED3)
Ukr 5 (LFb), 1 (LFC), 3 (P19), 1 (P20), 6 (P21), 2 (P3+24), 2 (P6-9), 5 (P4), 2 (P10), 3 (P11), 1 (P23),
24 (P8.5.), 1 (P12-15), 10 (SED3)
Hum 1 (P16)

Bei dieser beträchtlichen Anzahl von Teilen war eine Differenzierung zwischen Feldmaus und Erdmaus nicht möglich.

Nordische Wühlmaus (Sumpfmaus), *Microtus oeconomus* (Pallas, 1776)

3 Exemplare

Material

Sch 1 (P23)
Ukl 1 (P21) . Inv.Nr. P51888.
Ukr 1 (P4)



Abb. 18: Nordische Wühlmaus, *Microtus oeconomus*. Schädelteil mit den oberen Backenzähnen. Teilung des Maßstabes 1 mm.

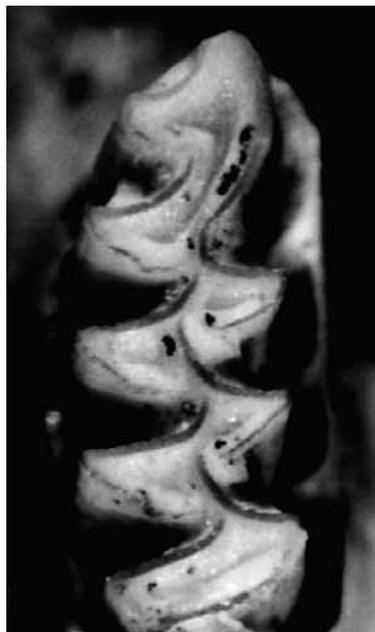


Abb. 19: Nordische Wühlmaus, *Microtus oeconomus*. Erster Backenzahn des rechten Unterkiefers.

Waldmaus, *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758)

1 Exemplare

Material

Sch 1 (P8.5.)

UKr 1 (P8.5.)

Die Bestimmung beruht auf den eher kleinen Maßen, die nicht im Variationsbereich von *A. flavicollis* liegen.

Waldbirkenmaus, *Sicista betulina* (Pallas, 1778)

10 Exemplare

Material

Sch 1 (P19: OKr), 1 (P23), 1 (SED2), 2 (SED3)

UKI 1 (P8.5.)

Ukr 1 (LFC), 1 (P19), 1 (P20: Bruchstück), 1 (P21), 1 (P23), 1 (P8.5.), 1 (P12-15), 1 (SED3)



Abb. 20: Waldbirkenmaus, *Sicista betulina*.
Schädelteil mit den kleinen Prämolaren und den
ersten und zweiten (von 3) Molaren (aus P23).
Teilung des Maßstabes 1 mm.



Abb. 21: Unterkiefer der
Waldbirkenmaus, *Sicista
betulina*.

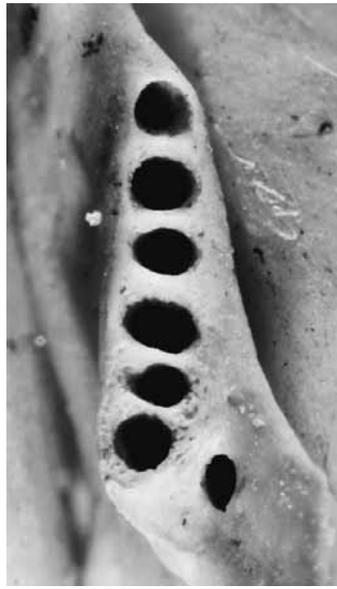


Abb. 22: Waldbirkenmaus, *Sicista betulina*. Ansicht der Backenzähne (aus P 19; Inv. 51897) und des Alveolenmusters (aus SED 3; Inv. 51906). Das Maß M₁-M₃ an den Alveolen ist 3,0 mm.

Probe	Inv. Nr.	Oberkiefer				Unterkiefer			
		P	M1	M2	M3	M1	M2	M3	Alveolen-Länge
P19	51897					1,12x1,79	1,06x0,78	0,85x0,69	
P21	51886						1,07x0,77		2,94
P23	51886	links	0,47x0,57	0,97x1,00	0,95x0,89				
		rechts	0,51x0,57	0,95x0,96	1,05x0,89				
	51891					1,17x0,76			
P8.5.	51926					1,07x0,74	1,06x0,84		2,93
P12-15	51894								2,95
SED2	51900	0,42x0,46	1,04x0,91	1,01x0,87	0,63x0,70				
SED3	51906	0,43x0,54	0,97x0,88	1,01x0,87					3,02
LFc	51896						1,13x0,80		2,84

Tab. 4: Waldbirkenmaus, *Sicista betulina*. Maße der Backenzähne (Länge x Breite in mm) und die Alveolenmaße der Unterkiefer.

Nicht nur die erfassten Maße sprechen für eine Zuordnung zu *Sicista betulina*, sondern auch die Struktur der oberen und unteren Molaren erscheint im Vergleich mit den Abbildungen von Zähnen bei PUČEK (1982), STORCH (1975) und SPITZENBERGER (2001) differenzierter. Wenn auch der diagnostische Wert dieser Eigenschaften infrage gestellt wird (HEINRICH & MAUL 1983), können wir in der hier vorliegenden holozänen Fauna die Steppenbirkenmaus, *Sicista subtilis* ausschließen (v. KOENIGSWALD 1985).

3. Bewertung der Funde

Zwergspitzmaus *Sorex minutus* Linnaeus, 1766

Die Zwergspitzmaus lebt in einem weiten Spektrum von Habitaten, wobei eine gewisse Bevorzugung feuchter Lebensräume zu erkennen ist. In Europa ist sie weit verbreitet und besiedelt höchst unterschiedliche Klimazonen. Auch fossil ist sie seit dem mittleren Pliozän Mitglied der europäischen Säugetierfauna (HUTTERER 1990). Somit hat sie in der untersuchten Aufsammlung keinen Aussagewert.

Waldspitzmaus, *Sorex araneus* Linnaeus, 1758

Wenn etwa in aktuellen Gewölleproben, die aus einem eng begrenzten Zeitraum stammen, oft nur eine der beiden Spitzmausarten, *Sorex araneus* und die Schabrackenspitzmaus *S. coronatus*, vertreten ist, lässt

sich das mit den nicht immer gleich verlaufenden Populationsschwankungen der beiden Arten erklären. Denn in einer Probe aus einem anderen Zeitraum mag dann die andere Art dominieren. Da das vorliegende Material aber sicherlich aus einem länger währenden Abschnitt des Holozäns stammt, dürfte in ihm die Abwesenheit von *S. coronatus* ihr tatsächliches Fehlen in jener Zeit belegen.

Die Schabrackenspitzmaus gilt als westeuropäische Art, die sich nach Nord-Osten ausgebreitet hat (HAUSSER 1978) und heute in Deutschland die Ostgrenze ihrer Verbreitung besitzt. Dieser Vorstellung widerspricht auch nicht die Deutung eines Teils der spätpleistozänen *Sorex*-Reste aus der Sesselfels-Höhle im Altmühltal als *Sorex* cf. *coronatus* durch THOMASSEN (1996), zumal die eindeutige Zuordnung von *Sorex*-Fundstücken aus dieser Zeit zu den rezenten Arten problematisch sein dürfte. Für Westfalen, wo heute beide Arten nebeneinander vorkommen (HUTTERER und VIERHAUS 1984a, b), ist demnach eine Einwanderung von *S. coronatus* nach der Entstehung des untersuchten Fundkomplexes aus dem (Süd-) Westen wahrscheinlich.

Maskenspitzmaus, *Sorex* cf. *caecutiens* Laxmann, 1788

Diese Spitzmausart ist ein boreal-kontinentales Faunenelement, sie besiedelt feuchte Wälder, geht im Norden aber auch in Moore (SULKAVA 1990a).

Nach RZEBIK-KOWALSKA (1998) ist *S. caecutiens* im späten Pleistozän aus Polen und nicht ganz sicher aus Tschechien und der Slowakei bekannt.

Ihre Anwesenheit in dem vorliegenden Material passt gut zu weiteren in der Aufsammlung nachgewiesenen Arten wie Alpenspitzmaus, Nordischer Wühlmaus und Waldbirkenmaus.

Alpenspitzmaus, *Sorex alpinus* Schinz, 1837

Sorex alpinus wurde fossil bzw. subfossil in Deutschland von folgenden Fundstellen bekannt: Erkenbrechtsweiler, Grubenloch, Rohrloch, Skythenloch (Oberfranken bzw. Oberpfalz) und nicht gesichert in der Baumannshöhle (RZEBIK-KOWALSKA 1998). Damit ist der Warsteiner Fund der nordwestlichste vorgeschichtliche Nachweis für diese Art.

In Deutschland gibt es heute eine Reihe isolierter Vorkommen, die als Relikte des ehemals größeren Verbreitungsgebietes anzusehen sind. Die nördlichsten sind Harz und Rhön. Verbreitet ist die Art im Schwarzwald, auf der Schwäbischen Alb, im Bayerischen Wald und im Alpenraum (GÖRNER 2005).

Feldspitzmaus, *Crocidura leucodon* (Hermann, 1780)

Die Feldspitzmaus ist keine atlantische Art, die in Westfalen ihre nordwestliche Verbreitungsgrenze hat. Deren Verlauf unterliegt allerdings auch heute noch starken Änderungen und z. Z. existiert ein wohl isoliertes Vorkommen auf der deutsch-niederländischen Grenze. Ein subfossiler Nachweis liegt bisher aus der Veleda-Höhle bei Bestwig, Hochsauerlandkreis vor (VIERHAUS 1997). Offenbar ist die Feldspitzmaus ein sehr altes Faunenelement auch in Westfalen. HEINRICH (1983a,b) berichtet von einem Fund in dem pleistozänen Material von Piseide, Mecklenburg, was das nördlichste bekannte fossile Vorkommen der Art ist.

Haselmaus, *Muscardinus avellanarius* (Linnaeus, 1758)

Die Haselmaus kommt heute gebietsweise in denselben Großräumen vor, die auch von an kontinentalen, und klimatisch ungünstigere Lebensräume bevorzugenden Arten besiedelt werden. Daraus ist abzuleiten, dass die in der Aufsammlung dokumentierten Haselmäuse nicht zwingend aus einer anderen Zeitphase stammen müssen, als etwa Birkenmaus oder Alpenspitzmaus.

Waldlemming, *Myopus schisticolor* (Lilljeborg, 1844)

Dieser Fund zeigt, dass der Zeitraum, in dem der Fundkomplex entstanden ist, auch spätglaziale Phasen oder doch Zeiten mit einer Abkühlung umfassen muss. Allerdings ist bekannt, dass Waldlemmingvorkommen Kontakt zur Verbreitung von Haselmäusen haben können (v. KOENIGSWALD 1972), während der Berglemming, *Lemmus lemmus* ein Tundrenelement ist, das nicht in das übrige Artenspektrum passt.

Scherm Maus, *Arvicola scherman* (Shaw, 1801)

Soweit es das Material erlaubt, handelt sich um Reste von Tieren, die sich nicht von rezenten Schermäusen unterscheiden. Die an den unteren 1. Molaren genommenen Maße zeigen weiterhin, dass es sich um kleinwüchsige Tiere gehandelt hat, die der heute in Westfalen weit verbreiteten *Arvicola scherman* gleichen (WARMERDAM 1982). Eine Beurteilung der Prognathie ist an dem Material nicht möglich, dennoch können wir die Existenz von Fragmenten, die auf *Arvicola amphibius* zurückgehen, nicht erkennen.

Der Anteil an Schermäusen an dem Gesamtfund ist bemerkenswert hoch. Wenn es auch aktuelle Gewölleaufsammlungen gibt, in denen diese Art gut vertreten ist (ausnahmsweise bis 10,5 bzw. 7,5%, v.BÜLOW u. VIERHAUS 1984), so ist ein Anteil von 29 % für eine Eulenbeute, mit der das Zustandekommen des Gesamtfundes erklärt werden kann, ungewöhnlich. Dieser hohe Wert legt den Verdacht nahe, dass zumindest ein Teil der hier erfassten Tiere doch auf andere Weise in die Spalte gelangten, als über Eulengewölle. Es kann vermutet werden, dass bei den Lesefunden überwiegend große Stücke aufgesammelt wurden. Nach Abzug dieser 33 Exemplare verbleibt aber immer noch ein Rest von 96 Tieren, was 22 % aller Individuen ausmacht. Auch ist vorstellbar, dass bei der Einlagerung des Fundmaterials in die Spalte zum Teil eine Trennung in unterschiedlich große Fragmente erfolgte, so dass die beträchtliche Zahl der Schermäuse als „Artefakt“ anzusehen wäre. Schließlich könnte bei der Aufbereitung des untersuchten knochenhaltigen Materials doch ein Teil gerade der zarteren Fragmente verloren gegangen sein, wogegen allerdings die beachtliche Zahl der isolierten Birkenmausbruchstücke spricht.

Nordische Wühlmaus (Sumpfmaus), *Microtus oeconomus* (Pallas, 1776)

Dies ist ein erster holozäner Nachweis der Art für Westfalen, heute kommt sie hier nicht mehr vor. Allerdings wurde sie in einer nicht genauer datierten eiszeitlichen Thanatozönose aus der inzwischen dem Gesteinsabbau zum Opfer gefallenen „Kösterhöhle“ bei Warstein nachgewiesen (VIERHAUS unpubl.). Im Hochglazial war die Art in Europa viel weiter verbreitet (bis England, Südfrankreich Norditalien). Alt-holozäne Funde kennt man noch aus Süddeutschland und Tschechien (TAST, 1982).

Insgesamt verkleinert sich das Areal der Nordischen Wühlmaus, die boreal und kontinental verbreitet ist und feucht-kühle Lebensräume liebt, so dass heute in Mitteleuropa nur noch Reliktvorkommen existieren. Offenbar ist sie in dem derzeit stärker atlantisch und klimatisch günstiger geprägten Teilen Europas nicht mehr der Konkurrenz ähnlicher Arten gewachsen. So konnte sie etwa auf Texel, Niederlande als bislang einzige Wühlmaus überleben. Sicherlich ist auch der Verlust an geeigneten Lebensräumen Ursache für das Verschwinden der Art aus großen Teilen Europas in historischer Zeit.

Feldmaus, *Microtus arvalis* (Pallas, 1779)

Trotz sorgfältiger Kontrolle der *Microtus*-Reste ließ sich darunter keine Kleinwühlmaus *Microtus subterraneus* nachweisen, eine Art, die in anderen subfossilen bzw. holozänen Aufsammlungen aus westfälischen Höhlen des Sauerlandes und der Egge in geringer Zahl vertreten ist (eigene Daten; VIERHAUS 1982/83).

Waldmaus, *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758)

Das sehr dürftige Material der Gattung enthält keinen Hinweis auf das Vorkommen von *A. flavicollis*.

Waldbirkenmaus, *Sicista betulina* (Pallas, 1778)

Das Vorkommen der Birkenmäuse in dem Fundkomplex passt zur Masken- und Alpenspitzmaus sowie den Nordischen Wühlmäusen in der Probe, alle Arten, die boreo-montane oder kontinentale Verbreitungsmuster aufweisen. Die Warsteiner Birkenmäuse sind nicht der erste holozäne Nachweis der Art für Westfalen, sie wurde bereits in der Veledahöhle bei Bestwig, Hochsauerlandkreis gefunden (PUCEK 1982, VIERHAUS 1984).

4. Zusammenfassende Diskussion

Die Ablagerung der Knochen und die Sammlung der Proben brachten es mit sich, dass in vielen Fällen nicht die kompletten Schädelteile, also Oberschädel sowie linke und rechte Unterkieferhälften, gefunden wurden. So ergab die Probe 8.5. bei der Waldspitzmaus 9 Oberschädel sowie 19 linke und 20 rechte Unterkieferhälften. Oder in Probe P10 wurden von Feld- und Erdmäusen 1 Oberschädel sowie 11 linke und 2 rechte Unterkieferhälften nachgewiesen. Überraschend war allerdings auch eine gelegentliche gute Übereinstimmung. So wurden in P4 von Schermäusen 11 Sch, 9 Ukl und 12 Ukr gefunden, und in P8.5. von Schermäusen 14 Sch, 14 Ukl und 17 Ukr. Dass gelegentlich auch zusammengehörende Stücke in einer Probe nachweisbar waren, zeigt der Fund von 2 Oberkieferhälften der Birkenmaus in Probe 23, die perfekt zusammenpassten. Als Fazit solcher Zahlenvergleiche ergibt sich: wenn in den Zusammenfassungen von Tab. 1 und Tab. 5 jeweils von linken und rechten Unterkieferhälften die höhere Anzahl als Individuenzahl angenommen wurde, so ist es sehr wahrscheinlich, dass die tatsächliche Anzahl an nachgewiesenen Individuen noch höher lag.

Art	Anzahl	Dominanz %	
Maulwurf, <i>Talpa europaea</i>	24	5,4 %	5,4 %
Zwergspitzmaus, <i>Sorex minutus</i>	10	2,2 %	Spitzmäuse 87 ≈ 19,6 %
Waldspitzmaus, <i>Sorex araneus</i>	65	14,6 %	
Alpenspitzmaus, <i>Sorex alpinus</i>	1		
Maskenspitzmaus, <i>Sorex caecutiens</i>	1		
<i>Sorex sp.</i>		3	
Wasserspitzmaus, <i>Neomys fodiens</i>	6	1,3 %	
Feldspitzmaus, <i>Crocidura leucodon</i>	1		
Wasserfledermaus, <i>Myotis daubentonii</i>	1		2 ≈ 0,4 %
Mopsfledermaus, <i>Barbastella barbastellus</i>	1		
Haselmaus, <i>Muscardinus avellanarius</i>	5	1,1 %	Nagetiere 332 ≈ 74,6 %
Waldlemming, <i>Myopus schisticolor</i>	1		
Rötelmaus, <i>Myodes glareolus</i>	27	6,1 %	
Scherm Maus, <i>Arvicola scherman</i>	129	29,0 %	
Feldmaus, <i>Microtus arvalis</i>	21		
Erdmaus, <i>Microtus agrestis</i>	51	35,1 %	
<i>Microtus sp.</i>	84		
Nordische Wühlmaus, <i>Microtus oeconomus</i>	3		
Waldmaus, <i>Apodemus sylvaticus</i>	1		
Waldbirkenmaus, <i>Sicista betulina</i>	10	2,2 %	

Tab. 5: Aufteilung der 445 nachgewiesenen Individuen auf die verschiedenen Arten. Bei Feldmaus und Erdmaus ist wegen des hohen Anteils nicht determinierbarer Stücke eine Gesamtdominanz angegeben.

Aus der Zusammenfassung von Tab. 5 ergibt sich, dass Nagetiere, und hier die Wühlmäuse (Microtinae), mit 71 % den größten Anteil der Kleinsäuger ausmachen. Maulwürfe waren mit 5,4% und Waldspitzmäuse mit 14,6 % vertreten. 7 der 18 Arten waren nur durch 1 Exemplar nachgewiesen.

Die Artenzusammensetzung entspricht einer Fauna des frühen Holozäns. Allerdings lässt sie eine genauere Datierung der Funde nicht zu, wenn auch Alpen- und Maskenspitzmaus, Nordische Wühlmaus und Birkenmaus offenbar während einer eher feucht-kühlen Phase mit montan-kontinentalem Klima lebten.

Das Fehlen von Schabrackenspitzmäusen passt zu der Annahme einer späteren Einwanderung der Art wohl aus dem (Süd-) Westen. Die Bestimmung der Schmelzschichtdicken am ersten unteren Molar von Schermäusen nach der Methode von HEINRICH (v. KOENIGSWALD und HEINRICH 1999) ergibt Werte, die im Bereich rezenter und spätpleistozäner Schermäuse liegen.

Vermutlich sind am Zustandekommen der Ansammlung der Kleinsäugerreste zumindest zum Teil Eulen beteiligt, die in der Karstspalte ihre Gewölle auswürgten. Der bemerkenswert hohe Anteil an den großen und grabenden Arten wie der Scherm Maus und dem Maulwurf legt aber die Vermutung nahe, dass an der Entstehung der untersuchten Thanatozönose noch andere Faktoren beteiligt waren.

Neben Kleinsäufern wurden in dem untersuchten Material auch Reste, überwiegend Darmbeine, von mehreren Amphibien wie auch Vogelknochen nachgewiesen, die noch zu bestimmen sind.

5. Literatur

- BERGER, M., R. FELDMANN, H.O. REHAGE & R. SKIBA (1992): Kleinsäugetierzönosen bachbegleitender Feuchtgebiete des südwestfälischen Berglandes. - Abh. Westf. Mus. Naturkd. 54 (3): 1-47.
- BOLLINGER, T. & M. RUMMEL (1994): Säugetierfunde aus Karstspalten – Die komplexe Genese am Beispiel eines Steinbruches bei Petersbuch, Südliche Frankenalb (Bayern). – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. Hist. Geol. 34: 239-264.
- v. BÜLOW, B., H. VIERHAUS (1984): Gewölleanalysen – ein Weg zur Säugetierforschung. in: SCHRÖPFER, R., R. FELDMANN & H. VIERHAUS: Die Säugetiere Westfalens. Abh. Westf. Mus. Naturkd. 46 (4): 26-37.
- DANNELID, E. (1989): Medial tines on the upper incisors and other dental features used as identification characters in European shrews of the genus *Sorex* (Mammalia, Soricidae). - Z. Säugetierkd. 54: 205-214.
- GÖRNER, M. (2005): Zum Vorkommen der Alpenspitzmaus (*Sorex alpinus*) in Deutschland und Hinweise zum Schutz. – Säugetierkd. Inf. 5 (31): 575-586.
- Hausser, J. (1978): Répartition en Suisse et en France de *Sorex araneus* L., 1758 et de *Sorex coronatus* Millet, 1828 (Mammalia, Insectivora). Mammalia 42, 329-341.
- HAUSSER, J., R. HUTTERER & P. VOGEL (1990): *Sorex araneus* Linneus 1768 – Waldspitzmaus. in: NIETHAMMER, J. und F. KRAPP (Hrsg.) Handbuch der Säugetiere Europas, Bd. 3/1 Insektenfresser, Herrentiere, p.237-278.
- HEINRICH, W.-D. (1983): Untersuchungen an Skelettresten von Insectivoren (Insectivora, Mammalia) aus dem fossilen Tierbautensystem von Pisede bei Malchin. Teil 1: Taxonomische und biometrische Kennzeichnung des Fundgutes. - Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin 32 (6): 681-698.
- HEINRICH, W.-D. (1983): Untersuchungen an Skelettresten von Insectivoren (Insectivora, Mammalia) aus dem fossilen Tierbautensystem von Pisede bei Malchin. Teil 2: Paläoökologische und faunengeschichtliche Auswertung des Fundgutes. - Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin 32 (6): 699-706.
- HEINRICH, W.-D. (1990): Review of fossil arviculids (Mammalia, Rodentia) from the Pliocene and Quaternary in the German Democratic Republic. - Int. Symp. Evol. Phyl. Biostr. Arviculids (Praha): 183-200.
- HEINRICH, W.-D. & L. MAUL (1983): Skelettreste von Nagetieren (Rodentia, Mammalia) aus dem fossilen Tierbautensystem von Pisede bei Malchin. Teil 1: Taxonomische und biometrische Kennzeichnung des Fundgutes. - Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin 32 (6): 729-743.
- HUTTERER, R. (1990): *Sorex minutus* Linneus, 1766 – Zwergspitzmaus. in: NIETHAMMER, J. und F. KRAPP (Hrsg.) Handbuch der Säugetiere Europas, Bd. 3/1 Insektenfresser, Herrentiere, p.183-206.
- HUTTERER, R. & H. VIERHAUS (1984): Waldspitzmaus – *Sorex araneus* Linnaeus, 1758. - In: SCHRÖPFER, R., R. FELDMANN & H. VIERHAUS: Die Säugetiere Westfalens. Abh. Westf. Mus. Naturkd. 46 (4): 54-57.
- HUTTERER, R. & H. VIERHAUS (1984): Schabrackenspitzmaus – *Sorex coronatus* Millet, 1828. - In: SCHRÖPFER, R., R. FELDMANN & H. VIERHAUS: Die Säugetiere Westfalens. Abh. Westf. Mus. Naturkd. 46 (4): 57-60.
- v. KOENIGSWALD, W. (1972): Sudmer-Berg-2, eine Fauna des frühen Mittelpliozäns aus dem Harz. N. Jb. Geol. Abh., Stuttgart 141, 194-221.
- v. KOENIGSWALD, W. (1985): Die Kleinsäuger aus der *Allactaga*-Fauna von der Villa Seckendorff in Stuttgart-Bad Cannstatt aus dem frühen letzten Glazial. - Stuttgarter Beitr. Naturkd. Ser. B 110: 1-140.
- v. KOENIGSWALD, W. & W.-D. HEINRICH (1999): Mittelpleistozäne Säugetierfaunen aus Mitteleuropa - der Versuch einer biostratigraphischen Zuordnung. - Kaupia, Darmstädter Beitr. Naturgesch. 9: 53-112.
- KRAPP, F. (1990): *Crociodura leucodon* (Hermann, 1780) – Feldspitzmaus. in: NIETHAMMER, J. und F. KRAPP (Hrsg.) Handbuch der Säugetiere Europas, Bd. 3/1 Insektenfresser, Herrentiere, p.465-484.
- MUSSER, G.G. & D. CARLETON (2005): Superfamily Muroidea. in: Wilson, D. E.; Reeder, DA. M.: Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. 3. Ed., John Hopkins Univ. Press, Baltimore, p.963-966.
- PUCEK, Z. (1982): *Sicista betulina* (Pallas, 1778) – Waldbirkenmaus. in: NIETHAMMER, J. und F. KRAPP (Hrsg.) Handbuch der Säugetiere Europas, Band 2/1 Nagetiere II, p.516-538.
- RUPRECHT, A. L. (1971): Taxonomic Value of Mandible Measurement in *Soricidae* (Insectivora). – Acta Theol. 16: 341-357.
- RZEBIK-KOWALSKA, B. (1998): Fossil History of shrews in Europe. - In: WÓJCIK, J. M. and M. WOLSAN (Hrsg.): Evolution of Shrews. Mammal Research Institute Polish Academy of Sciences, p. 23 -92, Białowieża.
- SCHÖLLMANN, L. (2009, im Druck): Eine fossillführende Karstspalte im Steinbruch Hillenberg bei Warstein.
- SPITZENBERGER, F. (1990): Gattung *Neomys* Kaup, 1829. in: NIETHAMMER, J. und F. KRAPP (Hrsg.) Handbuch der Säugetiere Europas, Bd. 3/1 Insektenfresser, Herrentiere, p.313-316.
- SPITZENBERGER, F. (2001): Die Säugetierfauna Österreichs. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Band 13, Graz.

- STORCH, G. (1975): Eine mittelpleistozäne Nager-Fauna von der Insel Chios, Ägäis (Mammalia, Rodentia). *Senckenbergiana Biol.* **56**, 165-189.
- SULKAVA, S. (1990a): *Sorex caecutiens* Laxmann, 1788 – Maskenspitzmaus. in: NIETHAMMER, J. und F. KRAPP (Hrsg.) Handbuch der Säugetiere Europas, Bd. 3/1 Insektenfresser, Herrentiere, p. 215-224.
- SULKAVA 1990b: *Sorex isodon* Turov, 1924 – Taigaspitzmaus. in: NIETHAMMER, J. und F. KRAPP (Hrsg.) Handbuch der Säugetiere Europas, Bd. 3/1 Insektenfresser, Herrentiere, p.225.
- TAST, J. (1982): *Microtus oeconomus* (Pallas, 1776) – Nordische Wühlmaus, Sumpfmaus. in: NIETHAMMER, J. und F. KRAPP (Hrsg.) Handbuch der Säugetiere Europas, Band 2/1 Nagetiere II, p.374-396.
- THOMASSEN, H. (1996): De Midden Paleolithische kleine zoogdierfauna uit de Sesselfels-grot (Zuid-Duitsland), met nadruk op de spitsmuizen (Mammalia, Insectivora, *Soricidae*). - *Cranium* **13** (1): 47-52.
- VAN LEEUWEN, L. (1954): On the Characters of *Sorex exiguus* van den Brinck as compared with those of *Sorex minutus* L. - *Proc. Kon. Nd. Akad. Wetensch. Amsterdam, Ser. C*, **57**: 332 –338.
- VIERHAUS, H. (1982/83): Bemerkungen zu holozänen bis jungpleistozänen Fledermausfunden aus Rösenbecker Höhle und Ziegentempel (Briloner Hochfläche). in: ZYGOWSKI, W.: Die Höhlen der Briloner Hochfläche (östliches Rheinisches Schiefergebirge). *Karst und Höhle* 1982/83, München 1983, p. 31-32.
- VIERHAUS, H. (1984): Birkenmaus - *Sicista betulina* (Pallas, 1778). - In: SCHRÖPFER, R., R. FELDMANN & H. VIERHAUS: Die Säugetiere Westfalens. *Abh. Westf. Mus. Naturkd.* **46** (4): 269.
- VIERHAUS, H. (1994): Kleine Bartfledermäuse (*Myotis mystacinus*) in einem bemerkenswerten Winterquartier. *Nyctalus (N.F.) Berlin* **5**, 37-58.
- VIERHAUS, H. (1997): Neue Nachweise der Feldspitzmaus, *Crocidura leucodon*, aus Westfalen. – *Abh. Westf. Mus. Naturkd.* **59** (3): 7-10.
- VIERHAUS, H. (2008): Säugetiere in Eulengewöllen aus Westfalen und Deutschland. Bestimmung ihrer Schädelreste. – *Arb.-gem. Biol. Umweltschutz, Bad Sassendorf-Lohne*.
- WARMERDAM, M. (1982): Numeriek-Taxonomische Studie van de twee Vormen van de Woelrat *Arvicola terrestris* (Linneus, 1759) in Nederland en Belgie. *Lutra* **24**, 33-66.

Ein Verzeichnis der lieferbaren Hefte erhalten Sie beim:

LWL-Museum für Naturkunde
 Sentruper Str. 285, 48161 Münster
 Tel.: (02 51) 5 91 - 60 97
 Fax: (02 51) 5 91 - 60 98
 e-mail: angelika.schacht@lwl.org

Preise zuzüglich Porto- und Verpackungskosten!

ISSN 0176-148X
ISBN 978-3-940726-08-7

