

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 Feuchtplächen, 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						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

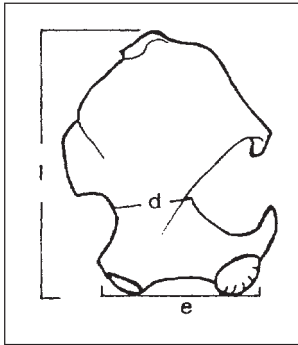


Abb. 1: Humerus eines Maulwurfs, *Talpa europaea*, mit den Messstrecken: Länge l, Diaphysenbreite d und Epiphysenbreite e (aus: v. KOENIGSWALD 1985).

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.

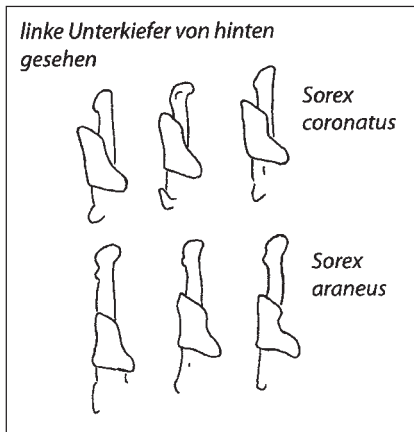


Abb. 2: Durch die Form des Gelenkfortsatzes (P. articularis) am Unterkiefer sind Schabracken- und Waldspitzmaus unterscheidbar. Die Schabrackenspitzmaus (*Sorex coronatus*) hat einen deutlich schlankeren Fortsatz. Das Verhältnis Höhe zu Breite läßt fast alle Stücke der einen oder anderen Art sicher zuordnen.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

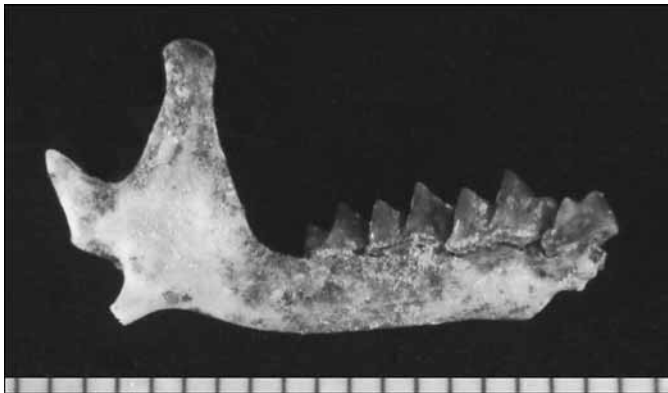


Abb. 5: Der Unterkiefer der Alpenspitzmaus, *Sorex alpinus*. Maßstab Teilung 0,5 mm.

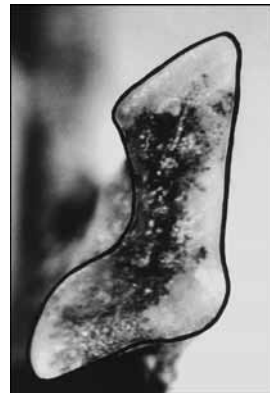


Abb. 6: Alpenspitzmaus, *Sorex alpinus*. Gelenkfortsatz des Unterkiefers

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.

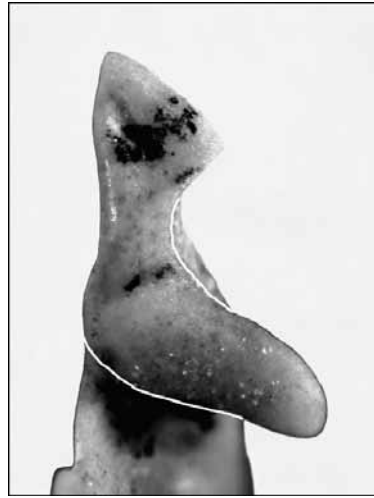


Abb. 8: Gelenkfortsatz am Unterkiefer der Wasserspitzmaus, *Neomys fodiens*.

An 3 Unterkiefern 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.

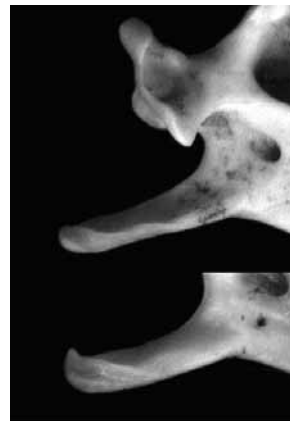


Abb.10: Angularfortsatz der Feldspitzmaus, *Crocidura leucodon* (oben) und einer rezenten Hauspitzmaus, *C. russula* (unten).

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 Hauspitzmaus, *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.

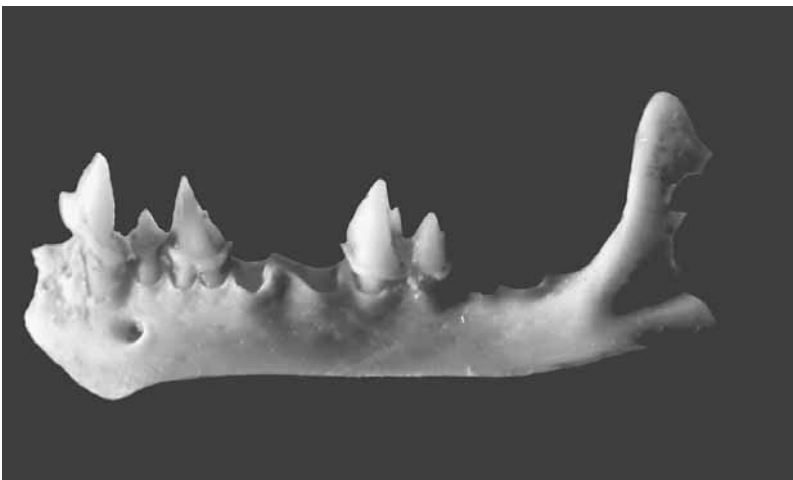


Abb. 12: Teil des Unterkiefers der Mopsfledermaus, *Barbastella barbastellus*. Die Länge des Bruchstückes beträgt 7,3 mm.

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 Vesperilioniden 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)

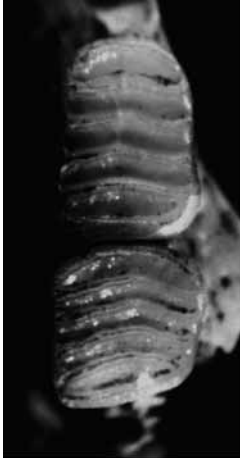


Abb. 13: Haselmaus, *Muscardinus avellanarius*. Aufsicht auf den ersten und zweiten Backenzahn des rechten Unterkiefers..

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.

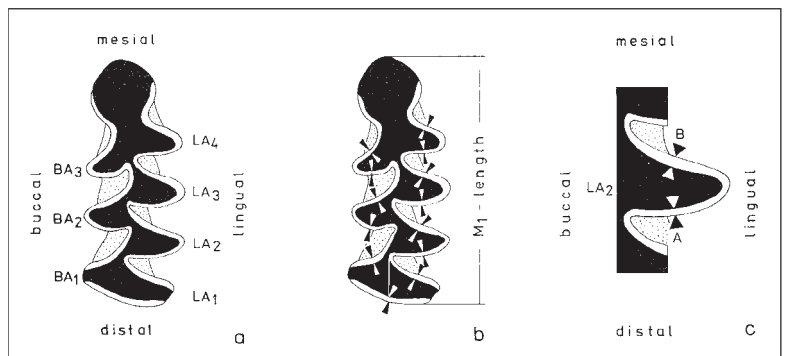


Abb. 16: Schematische Darstellung des ersten unteren Molaren von *Arvicola scherman* und die Messung der Schmelzschlingen-Dicken nach HEINRICH (1990). Es werden an den 4 lingualen und an den 3 buccalen Zacken die Dicken der Schmelzschlingen gemessen und jeweils der Quotient aus mesialem zu distalem Wert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

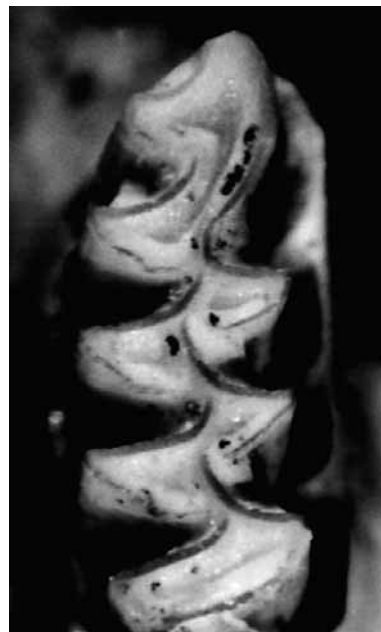


Abb. 19: Nordische Wühlmaus, *Microtus oeconomus*. Erster Backenzahn des rechten Unterkiefers.

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*.

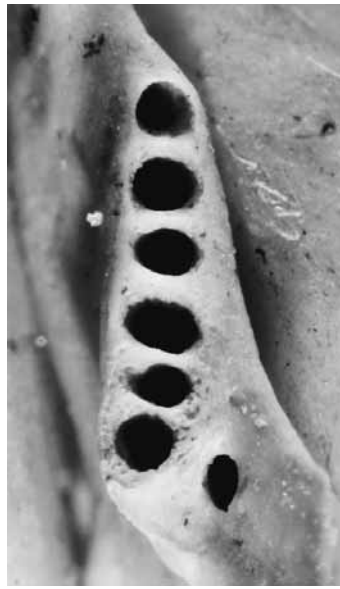


Abb. 22: Waldbirkenmaus, *Sicista betulina*. Ansicht der Backenzähne (aus P 19; Inv. 51897) und des Alveolenmusters (aus SED 3; Inv. 51906). Das Maß M₁-M₃ an den Alveolen ist 3,0 mm.

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.

Schermäus, *Arvicola scherman* (Shaw, 1801)

Soweit es das Material erlaubt, handelt es 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 zusammengehörnde 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!

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Geologie und Paläontologie in Westfalen](#)

Jahr/Year: 2010

Band/Volume: [75](#)

Autor(en)/Author(s): Berger Martin, Vierhaus Henning

Artikel/Article: [Die frühholozänen Kleinsäugetiere der Warsteiner Karstspalte 85-104](#)