

**Der Austausch der terrestrischen Säugetierfauna an der  
Pleistozän/Holozän-Grenze in Mitteleuropa**

**Dissertation**

zur

Erlangung des Doktorgrades (Dr. rer. nat.)

der

Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

vorgelegt von

**Julia M. FAHLKE**

aus

Bad Oldesloe

Bonn 2009

Angefertigt mit Genehmigung der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der  
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

1. Gutachter: Prof. Dr. Wighart von KOENIGSWALD, Bonn

2. Gutachter: Prof. Dr. Thomas MARTIN, Bonn

Tag der Promotion: 18.08.2009

Erscheinungsjahr: 2009

Hinweis:

Die Appendizes 1.A, 6.A, 6.B und 9 sind der gedruckten Version wie angegeben als Excel-Dateien und zusätzlich im Pdf-Format auf CD beigefügt. In der Online-Version stehen entsprechende Dateien zum Download zur Verfügung.

Bisher unpublizierte in App. 1.A aufgeführte Daten aus dem Zoologischen Museum Kopenhagen sind indirekt in die vorliegende Arbeit eingeflossen. Bei Fragen bezüglich dieser, bei weiteren Fragen oder Problemen mit dem Download ist die Kontaktaufnahme mit der Autorin über die ULB Bonn möglich.

## **Der Austausch der terrestrischen Säugetierfauna an der Pleistozän/Holozän-Grenze in Mitteleuropa**

von Julia M. Fahlke

mit 89 Abbildungen, 15 Tabellen, 4 Tafeln und 10 Appendizes

### **Zusammenfassung**

Obwohl die Pleistozän/Holozän-Grenze als Ende der letzten Eiszeit und jüngstes Aussterbeereignis bereits ausgiebig erforscht ist, konnte bisher keine zufriedenstellend detaillierte räumliche und zeitliche Auflösung des Gesamtfaunenwandels im ökologischen Zusammenhang erfolgen. Als temporäres Verbreitungsgebiet vieler Säugetierarten ist Mitteleuropa von besonderem Interesse, da seine Faunenzusammensetzung einem ständigen Wandel unterlag. Das Auftreten von Säugetieren in 289 zentraleuropäischen und südschandinavisches Säugetierfundstellen aus dem Zeitbereich vom Pleniglazial bis zum Boreal (15.000 bis 8.000 <sup>14</sup>C BP) wurde gemeinsam mit absoluten Daten und mit palynologischen, archäologischen und sedimentologischen Informationen in der eigens erstellten CEMPHoB-Datenbank (Central European Mammals at the Pleistocene/Holocene Boundary) dokumentiert. In qualitativen und quantitativen Auswertungen wurden geografische und zeitliche Unterschiede im Auftreten der Säuger festgestellt und vor dem Hintergrund bisheriger Ergebnisse der Quartärforschung interpretiert. Die Säugetierfauna der gut stratifizierten Fundstelle Zigeunerfels bei Sigmaringen (Oberes Donautal) wurde neu bearbeitet und unter Erhebung neuer Radiokarbonaten und Anwendung computergesteuerter Arealanalyse in den mitteleuropäischen Kontext gestellt.

Die Entwicklung der gesamten Landsäugetierfauna Mitteleuropas und Südschandinaviens beruht auf der Einwanderung und dem lokalen Aussterben klimaabhängiger Arten innerhalb kurzer Zeiträume (Stadiale und Interstadiale). Dieser Wandel lässt sich in drei wesentliche Abschnitte gliedern: 1. Pleniglazial bis Allerød: graduelles Aussterben der meisten pleistozänen Formen; außerdem erste "Einwanderungswelle" mit Erhöhung der Diversität unter anfänglicher Dominanz von Kälte- und Trockenheitsanzeigern, im Süden, Westen und Osten gefolgt von der anteiligen Umgestaltung der Fauna zugunsten temperierter Arten. Dieser vergleichsweise langsame Prozess setzte im Norden verzögert ein. 2. Jüngere Dryas: Plötzliche Abnahme der Artenvielfalt bei allen Säugetiergruppen in allen Regionen. 3. Präboreal (und Boreal): zweite "Einwanderungswelle" mit rascher Erhöhung der Diversität

durch Einwanderung und Verbreitung temperiert angepasster Säuger in allen Regionen mit unwesentlicher Verzögerung im Norden. Regionale Unterschiede in der Klimaentwicklung lassen sich aus den Säugetierfaunen ablesen: 1. Pleniglazial: früheste Erwärmung im südlichen Mitteleuropa. 2. Meiendorf/Älteste Dryas: Erwärmung im Westen und Norden, eventuell Temperaturrückgang im Süden (Hochlagen). 3. Bølling-Allerød-Komplex: im Westen und Süden wärmer und feuchter, im Norden trockener. 4. Jüngere Dryas: im Westen und Süden vor allem kälter, im Norden feuchter. 5. Präboreal/Boreal: überall markante Veränderung zu warm-trockenen Bedingungen. Die Abfolge am Zigeunerfels umfasst eine Schichtlücke in der Jüngeren Dryas. Die dortige Faunenentwicklung gliedert sich gut in den südmitteleuropäischen Zusammenhang, belegt jedoch auch ein leicht abweichendes Lokalklima an der Oberen Donau. Die Ergebnisse der durchgeführten Auswertungen werden durch eine statistische Ähnlichkeitsanalyse ausgewählter Faunen gestützt. In der vorliegenden Arbeit wird somit eindrücklich belegt, dass der Klimawandel der ausgehenden letzten Eiszeit trotz seiner kurzen Dauer und Heftigkeit die Säugetierfauna Mitteleuropas asynchron und mit signifikanten regionalen Unterschieden beeinflusst hat. Erstmals konnten dabei ökologische Zusammenhänge und Details innerhalb kürzester zeitlicher und regionaler Abstände aufgelöst werden.

## INHALTSVERZEICHNIS

<b><u>1. Problemstellung</u></b>	9
<b><u>2. Einleitung</u></b>	10
<b>2.1 Das Ende der letzten Eiszeit – Allgemeine Einleitung</b>	10
<u>2.1.1 Zeitlicher Rahmen und Untergliederung des Eiszeitalters</u>	10
<u>2.1.2 Ursachen von Klimaschwankungen</u>	11
<u>2.1.3 Konzepte der Klimarekonstruktion und Datierung</u>	12
<u>2.1.4 Die Bedeutung Mitteleuropas</u>	14
<b>2.2 Material und Methoden</b>	16
<b>2.3 Der Zigeunerfels – Forschungsgeschichte und Neubearbeitung</b>	20
<u>2.3.1 Geografische Lage</u>	21
<u>2.3.2 Grabungen</u>	22
<u>2.3.3 Vorberichte</u>	23
<u>2.3.4 Bisherige <sup>14</sup>C-Daten</u>	29
<u>2.3.5 Die Bearbeitung der Fauna</u>	29
<b><u>3. Fauna und Umwelt in den einzelnen Zeitscheiben</u></b>	31
<b>3.1 Zeitscheibe 1: Pleniglazial (vor 12.500 BP)</b>	33
<u>3.1.1 Zeitliche Abgrenzung und ökologischer Kontext</u>	33
3.1.1.1 <i>Abgrenzung</i>	33
3.1.1.2 <i>Klima</i>	33
3.1.1.3 <i>Eisbedeckung und Landschaft</i>	34
3.1.1.4 <i>Flora</i>	34
3.1.1.5 <i>Gastropoden</i>	35
3.1.1.6 <i>Mensch</i>	35
<u>3.1.2 Lokalitäten</u>	35
<u>3.1.3 Ergebnisse zur Säugetierfauna der Zeitscheibe 1</u>	37
3.1.3.1 <i>Verbreitung einzelner Arten</i>	37
3.1.3.2 <i>Interregionaler Vergleich</i>	46
<u>3.1.4 Einordnung der Zigeunerfels-Fauna</u>	47
<u>3.1.5 Zusammenfassung und Diskussion Zeitscheibe 1</u>	48
<b>3.2 Zeitscheibe 2: Meiendorf und Älteste Dryas (12.500-12.000 BP)</b>	49
<u>3.2.1 Zeitliche Abgrenzung und ökologischer Kontext</u>	49
3.2.1.1 <i>Abgrenzung</i>	49
3.2.1.2 <i>Klima</i>	49

3.2.1.3 <i>Eisbedeckung und Landschaft</i>	49
3.2.1.4 <i>Flora</i>	49
3.2.1.5 <i>Gastropoden</i>	50
3.2.1.6 <i>Mensch</i>	50
<u>3.2.2 Lokaltäten und neue <sup>14</sup>C-Daten</u>	51
<u>3.2.3 Ergebnisse zur Säugetierfauna der Zeitscheibe 2</u>	52
3.2.3.1 <i>Verbreitung einzelner Arten</i>	52
3.2.3.2 <i>Interregionaler Vergleich</i>	60
<u>3.2.4 Einordnung der Zigeunerfels-Fauna</u>	62
3.2.4.1 <i>Daten</i>	62
3.2.4.2 <i>Faunenzusammensetzung</i>	63
3.2.4.3 <i>Arealanalyse</i>	65
<u>3.2.5 Zusammenfassung und Diskussion Zeitscheibe 2</u>	67
<b>3.3 Zeitscheibe 3: Bølling, Ältere Dryas, Allerød (12.000-10.800 BP)</b>	69
<u>3.3.1 Zeitliche Abgrenzung und ökologischer Kontext</u>	69
3.3.1.1 <i>Abgrenzung</i>	69
3.3.1.2 <i>Klima</i>	70
3.3.1.3 <i>Eisbedeckung und Landschaft</i>	70
3.3.1.4 <i>Flora</i>	70
3.3.1.5 <i>Gastropoden</i>	71
3.3.1.6 <i>Mensch</i>	72
<u>3.3.2 Lokaltäten und neue <sup>14</sup>C-Daten</u>	73
<u>3.3.3 Ergebnisse zur Säugetierfauna der Zeitscheibe 3</u>	74
3.3.3.1 <i>Verbreitung einzelner Arten</i>	74
3.3.3.2 <i>Interregionaler Vergleich</i>	83
<u>3.3.4 Einordnung der Zigeunerfels-Fauna</u>	86
3.3.4.1 <i>Daten</i>	86
3.3.4.2 <i>Faunenzusammensetzung</i>	87
3.3.4.3 <i>Arealanalyse</i>	91
<u>3.3.5 Zusammenfassung und Diskussion Zeitscheibe 3</u>	93
<b>3.4 Zeitscheibe 4: Jüngere Dryas (10.800-10.000 BP)</b>	96
<u>3.4.1 Zeitliche Abgrenzung und ökologischer Kontext</u>	96
3.4.1.1 <i>Abgrenzung</i>	96
3.4.1.2 <i>Klima</i>	96

3.4.1.3 <i>Eisbedeckung und Landschaft</i>	97
3.4.1.4 <i>Flora</i>	97
3.4.1.5 <i>Gastropoden</i>	98
3.4.1.6 <i>Mensch</i>	98
<u>3.4.2 Lokalitäten</u>	98
<u>3.4.3 Ergebnisse zur Säugetierfauna der Zeitscheibe 4</u>	100
3.4.3.1 <i>Verbreitung einzelner Arten</i>	100
3.4.3.2 <i>Interregionaler Vergleich</i>	105
3.4.4 <u>Einordnung der Zigeunerfels-Fauna</u>	107
<u>3.4.5 Zusammenfassung und Diskussion Zeitscheibe 4</u>	107
<b>3.5 Zeitscheibe 5: Präboreal und Boreal (10.000-8.000 BP)</b>	110
<u>3.5.1 Zeitliche Abgrenzung und ökologischer Kontext</u>	110
3.5.1.1 <i>Abgrenzung</i>	110
3.5.1.2 <i>Klima</i>	110
3.5.1.3 <i>Eisbedeckung und Landschaft</i>	110
3.5.1.4 <i>Flora</i>	111
3.5.1.5 <i>Gastropoden</i>	111
3.5.1.6 <i>Mensch</i>	112
<u>3.5.2 Lokalitäten und neue <sup>14</sup>C-Daten</u>	112
<u>3.5.3 Ergebnisse zur Säugetierfauna der Zeitscheibe 5</u>	114
3.5.3.1 <i>Verbreitung einzelner Arten</i>	114
3.5.3.2 <i>Interregionaler Vergleich</i>	123
3.5.4 <u>Einordnung der Zigeunerfels-Fauna</u>	126
3.5.4.1 <i>Daten</i>	126
3.5.4.2 <i>Faunenzusammensetzung</i>	127
3.5.4.3 <i>Arealanalyse</i>	128
3.5.5 <u>Zusammenfassung und Diskussion Zeitscheibe 5</u>	130
<b><u>4. Faunenentwicklung und Diskussion: das "Große Bild"</u></b>	135
<b>4.1 Faunen- und Umweltentwicklung in Mitteleuropa</b>	135
<u>4.1.1 Verbreitungsgeschichte</u>	135
4.1.1.1 <i>Aussterben pleistozäner Arten</i>	135
4.1.1.2 <i>Ausbreitung Lokales Aussterben rezenter Spezies</i>	139
4.1.1.3 <i>Exkurs: Marine Säugetiere</i>	146
4.1.2 <u>Entwicklungen in der Faunenzusammensetzung</u>	147

<u>4.1.3 Weitere Implikationen zur Klimaentwicklung</u>	151
<u>4.1.4 Statistischer Faunenvergleich</u>	153
<b>4.2 Entwicklungen im Zigeunerfels</b>	156
<u>4.2.1 Chronostratigrafie</u>	156
<u>4.2.2 Faunenveränderung</u>	157
<u>4.2.3 Weitere Implikationen zum Lokalklima</u>	161
<u>4.2.4 Zigeunerfels: Synthese der Ergebnisse und Interpretationen</u>	162
<b>4.3 Methodenkritische Anmerkungen</b>	163
<u>4.3.1 Regionale Einteilung</u>	163
<u>4.3.2 Zeitscheiben-Einteilung</u>	164
<u>4.3.3 Einteilung nach Klimaanpassungen und anteilige Auswertung</u>	165
<u>4.3.4 Arealanalyse im Licht von "disharmonious assemblages"</u>	167
<u>4.3.5 Statistischer Ähnlichkeitsvergleich</u>	169
<b><u>5. Schlussfolgerungen</u></b>	171
<b><u>6. Ausblick</u></b>	173
<b><u>7. Extended English Summary</u></b>	174
<b><u>8. Danksagung</u></b>	179
<b><u>9. Literatur</u></b>	181
<b><u>Anhang</u></b>	218
Tafeln	218
Appendix 1.A CEMPHoB Database	CD
Appendix 1.B Aufbau und Auswertung von CEMPHoB	223
Appendix 2. Genaueres zu Klimarekonstruktion und Datierung	226
Appendix 3. Die Fundstellen	234
Appendix 4. Die Säugetiere	240
Appendix 5. Neue <sup>14</sup> C-Datierungen (AMS) im Detail	269
Appendix 6.A Statistische Auswertung: Rohmatrix	CD
Appendix 6.B Statistische Auswertung: Ähnlichkeitsmatrix	CD
Appendix 7. Methoden: Details	270
Appendix 8. Zigeunerfels: Lage der Schichten	276
Appendix 9. Zigeunerfels: Faunenfundliste	CD
Appendix 10. Zigeunerfels: Maße Reh	278

## **1. Problemstellung**

Der Säugetier-Faunenwandel an der Pleistozän/Holozän-Grenze in Mitteleuropa und Südkandinavien ist bisher zumeist mit Bezug auf einzelne Fundstellen, Regionen, Zeitabschnitte oder Taxa untersucht worden. Eine umfassende Auswertung vor dem Hintergrund der gesamten ökologischen Entwicklung in hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung ist bislang jedoch ausgeblieben. Um dieses Ziel zu erreichen, werden in der vorliegenden Arbeit u. a. Informationen aus der Paläoklimaforschung, Palynologie und Archäologie in die Faunenauswertung einbezogen. Bei der Auswertung sämtlicher Faunen wird dabei auf eine genaue zeitliche Einordnung durch absolute oder relative Datierung Wert gelegt. Faunen, die einen zu großen Zeitbereich umfassen oder nur ungenau datiert sind, und Mischfaunen werden ausgeschlossen. Aufgrund der Tatsache, dass der Fossilbericht kaum eine hundertprozentige Überlieferung der Faunenelemente gewährleistet, muss das Prinzip gelten: Das Fehlen des Nachweises einer Art ist kein Nachweis ihres Fehlens. Deshalb liegt das Hauptaugenmerk jeweils auf der gesamten Faunenzusammensetzung, die auf dem Vorkommen (nicht auf dem Fehlen) von Säugetieren beruht. Einzelne Arten bringen dieses Gesamtbild nicht ins Wanken. Dennoch wird das Auftreten aussagekräftiger Arten, vor allem wenn sie in einer bestimmten Zeit exotisch anmuten, besonders kritisch untersucht.

Die Revision der Säugetierfunde aus dem Zigeunerfels bei Sigmaringen führt zu neuen Einsichten in den Ablauf des lokalen und regionalen Faunenwandels. Dadurch kann die Zigeunerfels-Fauna in den überregionalen Kontext eingegliedert werden.

Ein übergeordnetes Ziel dieser Arbeit ist es, durch die Synthese vieler bisher getrennt betrachteter Aspekte und durch die Präsentation neuer Daten einen wichtigen Beitrag zur Quartärforschung zu leisten. Letztendlich liefert diese Arbeit bedeutende Erkenntnisse über die ökologischen Toleranzen von Säugetierarten und kann daher, besonders vor dem Hintergrund des derzeitigen Klimawandels, eine Interpretationsgrundlage für rezentökologische Forschungen bieten.

## **2. Einleitung**

### **2.1 Das Ende der letzten Eiszeit – Allgemeine Einleitung**

Das Thema Klimawandel wird derzeit stärker denn je diskutiert. Oft fallen dabei Begriffe wie Eiszeit und Warmzeit, ohne dass man sich ihre tatsächliche wissenschaftliche Bedeutung bewusst macht. Im Laufe der seit rund 200 Jahren andauernden Eiszeit- und Klimaforschung haben unterschiedliche Bezeichnungen in Bezug auf Stratigrafie, Chronologie und Klima Eingang in den Sprachgebrauch gefunden, die im Folgenden kurz eingeführt werden sollen.

#### **2.1.1 Zeitlicher Rahmen und Untergliederung des Eiszeitalters**

Der Begriff "Eiszeitalter" ist gleichbedeutend mit dem Quartär. Dieses wird nach aktuellem Stand als eigenständige Periode angesehen, die mit einem Kälteeinbruch vor etwa 2,6 Millionen Jahren begann und in die Epochen Pleistozän und Holozän gegliedert wird. Der Status als Periode, der Beginn des Quartärs und Stufen und Alter innerhalb des Quartärs sind jedoch nicht eindeutig festgelegt und werden kontrovers diskutiert (LITT 2007). Das Eiszeitalter ist gegliedert in Eis- bzw. Kalt- und Warmzeiten (Glaziale und Interglaziale).

Diese Einteilung beruht vor allem auf sedimentologischen und palynologischen Ergebnissen. Bedingung für die Benennung einer warmen Phase als Interglazial ist das Erreichen des holozänen Klimaniveaus (LITT 2007).

Kalt- und Warmzeiten werden in Mitteleuropa meist nach Landstrichen oder Flüssen im Gebiet der jeweiligen Gletscherrandlage benannt. Am weitesten verbreitet ist der Gebrauch der norddeutschen Bezeichnungen. Das letzte Glazial, die Weichselvereisung, begann vor 115 ka und endete etwa 11,6 ka (Warvenjahre, bzw. kalibrierte Jahre) vor heute und findet seine Entsprechung in den Marinen Isotopen-Stadien MIS 5d-2. Das Ende der Weichselzeit ist zugleich das Ende des Pleistozäns und der Beginn des Holozäns, das bis heute andauert (LITT et al. 2007). Die Korrelation von Kalt- und Warmzeiten im nördlichen zum alpinen Vergletscherungsbereich ist bis zum heutigen Tage nicht vollständig aufgelöst. Das Würm-Glazial ist die südliche Ausprägung der Weichsel-Kaltzeit (HABBE et al. 2007). Für weitere Korrelationen innerhalb Europas und mit Nordamerika siehe STUART (1991).

Ist eine Warmphase zwar nachweisbar (palynologisch, paläontologisch), aber zu kurz oder schwach, um das Klimaniveau des Holozäns zu erreichen, so spricht man von einem Interstadial. Entsprechend werden Stadia als Zeiten eines sekundären Eisvorstoßes innerhalb einer Vereisung angesehen. Stadia und Interstadiale sind palynostratigrafisch definierte Intervalle (LITT et al. 2007).

In der vorliegenden Arbeit ist die Abfolge von Stadialen und Interstadialen seit der weichselzeitlichen Maximalvereisung (LGM = Letztglaziales Maximum) von Bedeutung. Sie ist in der Vergangenheit unter verschiedensten Aspekten erforscht und diskutiert worden. Diese Arbeit richtet sich nach der von LITT et al. (2001, 2003) verwendeten Einteilung, und den Ergebnissen von JÖRIS & WENINGER (2000), RASMUSSEN et al. (2006) und VINTHER et al. (2006). Demnach folgte auf die Maximalvereisung und das späte Pleniglazial um etwa 12.500 BP (unkalibrierte Radiokarbonjahre) die erste Warmphase, das Meiendorf. Diese wurde von einer kurzen Kaltphase, der Ältesten Dryas, abgelöst. Darauf folgte gegen 12.000 BP die Erwärmung des Bøllings und Allerøds, die vom Temperaturrückschlag der Älteren Dryas unterbrochen wurde. An das Allerød schließt sich um 10.800 BP das Stadal der Jüngeren Dryas an. Schließlich erfolgte um 10.000 BP der abrupte Übergang zum Interglazial des Holozäns, das mit den Zonen Präboreal und Boreal begann (Abb. 2.1). Auf die genaue zeitliche Abgrenzung und die Problematik abweichender Benennungen der Chronozonen wird in den jeweiligen Abschnitten eingegangen.

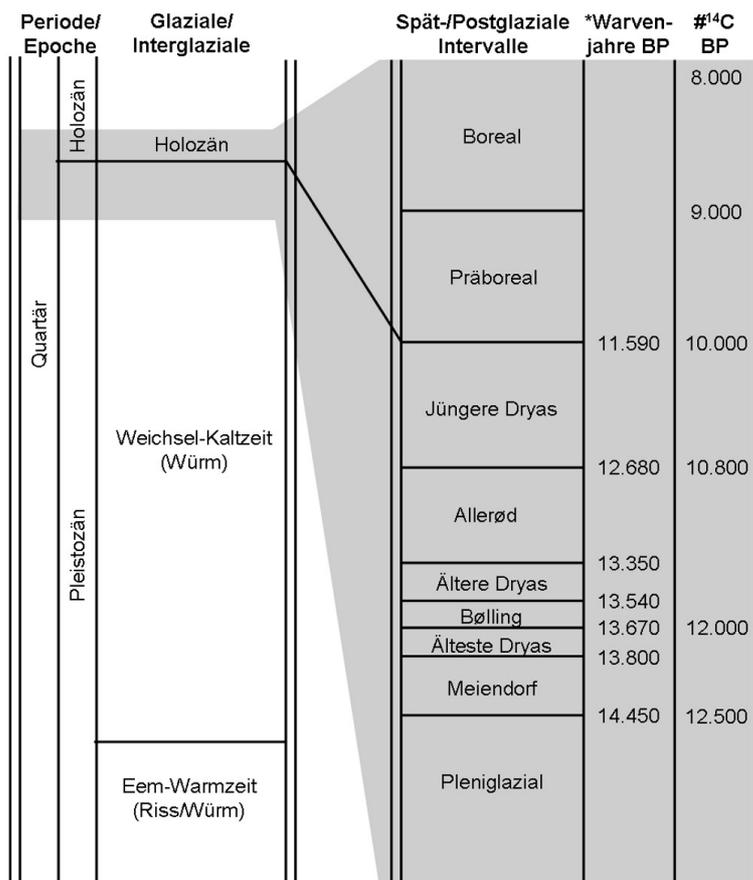


Abb. 2.1. Chronologie des späten Quartärs mit Korrelation der letzten Glaziale und Interglaziale und Darstellung spätweichselzeitlicher und frühholozäner Chronozonen. \*Daten nach LITT (2007); LITT et al. (2001, 2003, 2007). #Gerundete unkalibrierte Radiokarbonaten, Herleitung siehe Abschnitt 2.2.

### 2.1.2 Ursachen von Klimaschwankungen

Das Langzeitklima wird von diversen Variablen bestimmt, deren Zusammenwirken bis zum heutigen Tage nur ungenügend geklärt ist. Die interstellare Position der Erde wird dabei

genauso diskutiert wie die Aktivität der Sonne, atmosphärisches CO<sub>2</sub>, Kontinentaldrift, Ozeanströmungen und Zirkulation, Zusammensetzung oder Verunreinigung (z. B. durch vulkanische Aschen) der Atmosphäre. Die breiteste Anerkennung fand bislang die Erklärung dieser der Entstehung von Glazialen und Interglazialen anhand der Milankovich-Zyklen. Dabei spielen drei astronomische Faktoren eine Rolle, die einzeln wirken und sich gegenseitig verstärken bzw. abschwächen können. 1. Die Exzentrizität, d. h. die Streckung der Ellipsenbahn der Erde um die Sonne variiert im 100.000jährigen Zyklus. 2. Die Schiefe der Ekliptik, d. h. die Neigung der Erdachse relativ zur orbitalen Ebene ändert sich im 41.000jährigen Zyklus. 3. Die Präzession, d. h. das Kreiseln der Erdachse ist im 19.000- bis 23.000jährigen Zyklus veränderlich (Abb. 2.2). Diese Schwankungen lassen sich gut in den Sauerstoffisotopen-Kurven aus der Tiefsee wieder erkennen. Problematisch ist, dass nicht alle rapiden Klimafluktuationen mit den Milankovich-Zyklen korreliert werden können. So bleibt beispielsweise unklar, was den Temperatursturz der Jüngeren Dryas auslöste (s. Abschnitt 3.4). Auch für kürzere Klimaintervalle wird eine Zyklizität angenommen. Diese ist jedoch noch nicht eindeutig belegt. Mögliche Auslöser dieser kurzzeitigen Klimafluktuationen sind Veränderungen der Sonnenflecken-Aktivität, der Oberflächenströmungen der Ozeane, des atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Systems oder auch Tiefenwasserströme aus dem kanadischen Eisschild (ANDERSEN & BORNS 1994; EHLERS 1994).

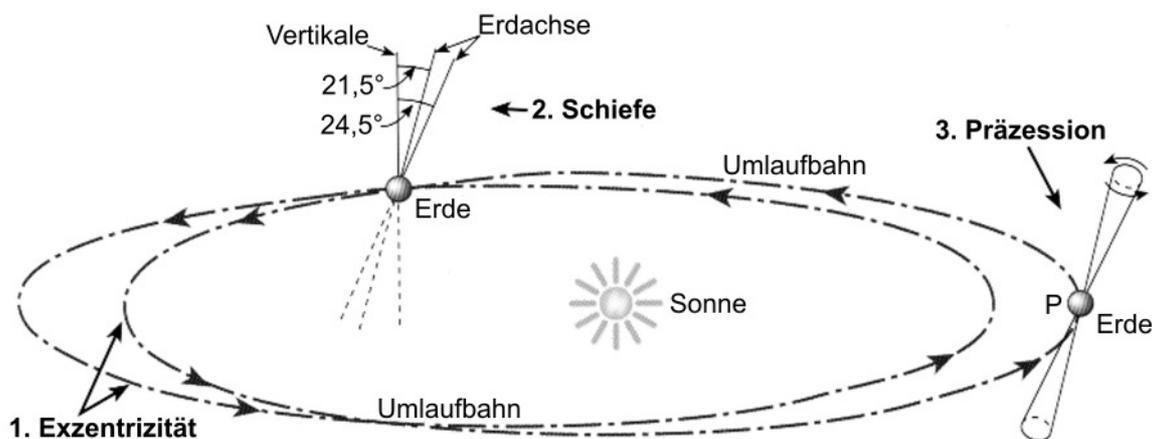


Abb. 2.2. Milankovich-Faktoren. Verändert nach ANDERSEN & BORNS (1994).

### 2.1.3 Konzepte der Klimarekonstruktion und Datierung

Die Veränderungen des Klimas der ausgehenden letzten Eiszeit wirkten sich in gravierendem Maße auf die Landschaft, die Flora und Fauna Mitteleuropas und Skandinaviens aus. Um diesen Wandel der Ökosysteme zusammenhängend darzustellen,

muss man zunächst einen Blick auf die Methoden werfen, die zur Rekonstruktion der Parameter und zur chronologischen Einordnung genutzt werden.

Geologische Untersuchungen in den ehemaligen Vereisungsgebieten und dem Periglazialraum liefern wichtige Hinweise auf Veränderungen der Eisrandlage und somit auf die Klimageschichte, da Gletscheraktivitäten zur Entstehung charakteristischer Landschafts- und Bodenformen bzw. Sedimentablagerungen (z. B. Tunneltäler, Gletscherschrammen, Moränen, etc.) geführt haben (ANDERSEN & BORNS 1994; EHLERS 1994).

Die arktischen und antarktischen Eisschilde stellen wichtige Klimaarchive dar. Grönland-Eisbohrkerne (GRIP) wurden von verschiedenen Arbeitsgruppen untersucht und sowohl miteinander als auch mit terrestrischen und tiefmarinen Klimastratigrafien korreliert. Mit Hilfe der  $\delta^{18}\text{O}$ -Analyse wurden Klimaschwankungen festgestellt und hochauflösend dargestellt (z. B. RASMUSSEN et al. 2006; INTIMATE working group, z. B. BJÖRCK et al. 1998). Weitere Anwendung findet diese Methode in der Untersuchung terrestrischer kalzitischer Sedimente (vor allem Spelaeotheme), hartschaliger Organismen und von in Tiefsee-Sedimenten. So entstanden die weltweit korrelierbaren marinen Isotopenstadien (MIS) (ANDERSEN & BORNS 1994; EHLERS 1994; JANSEN 1989).

Das Konzept der Biostratigrafie beruht auf dem Vorkommen von Faunen- oder Floren-Gemeinschaften, die charakteristisch für einen bestimmten Zeitbereich sind. Dabei sind das erste und das letzte Auftreten einzelner Formen (FAD = First Appearance Date, LAD = Last Appearance Date) von Bedeutung. Untersucht man längere geologische Zeiträume, werden meist phylogenetische Veränderungen betrachtet. Innerhalb kürzerer Abschnitte, wie dem hier behandelten, können diese jedoch nicht stattfinden. Hier sind klimatische Schwankungen von Bedeutung, die zur Ausbreitung oder zum Aussterben von Arten führen (KOENIGSWALD & HEINRICH 1996, 2007). Aufeinander folgende Biozonen treten in unterschiedlichen Regionen zwar generell zeitverschoben auf, sind aber zumeist mit Hilfe von relativer oder absoluter Datierung korrelierbar (ANDERSEN & BORNS 1994; ERIKSEN 2002). Für das Spätpleistozän und Frühholozän werden vor allem Pollenfloren, Mollusken- und Säugetierfaunen ausgiebig biostratigrafisch genutzt.

Neben den Möglichkeiten zur relativen Altersbestimmung anhand von (Bio-)Stratigrafie haben sich in den vergangenen Jahrzehnten einige Methoden der absoluten Datierung etabliert. Die in der Eiszeitforschung am häufigsten eingesetzten Verfahren sind die Radiokarbondatierung, Uran-Thorium-Datierung, Thermolumineszenz und Optisch Stimulierte Lumineszenz (ANDERSEN & BORNS 1994; WAGNER & ZÖLLNER 1989).

Für Details und weitere Referenzen zu gängigen Rekonstruktions- und Datierungsmethoden siehe App. 2.

#### 2.1.4 Die Bedeutung Mitteleuropas

Der mitteleuropäische Raum lag zur Zeit der Weichselvereisung zwischen den Vergletscherungsgebieten in den Alpen und in Skandinavien. Aus dieser besonderen geografischen Position ergibt sich eine Sonderstellung Mitteleuropas in Bezug auf die spät- und postglaziale Floren- und Faunenentwicklung. Klimaschwankungen führten hier zu besonders starken Veränderungen der Landschaft einschließlich der Lage der Gletscher (Abb. 2.3 und 2.4), der Flora (Abb. 2.4) und der Fauna inklusive der Ausbreitung des Menschen. Bei der Betrachtung des Säugetier-Faunenwandels spielt Mitteleuropa also eine herausragende Rolle. KOENIGSWALD (1988, 1992, 2002a, 2002b, 2003) beschreibt für Glaziale und Interglaziale das folgende Modell: Temperiert angepasste Faunenelemente breiten sich unter warmzeitlichen Bedingungen von ihren südwest- bis südosteuropäischen Glazialrefugien nach Mitteleuropa aus, und sterben dort lokal wieder aus, wenn sich die Bedingungen relativ zu ihren ökologischen Anpassungen verschlechtern. Ebenso breiten sich glaziale Formen von ihren Kernverbreitungsgebieten in Nord- und Osteurasien in Kaltzeiten nach Mitteleuropa aus und sterben dort aus, sobald eine Klimaerwärmung eintritt (Abb. 2.5). Man muss von einem lokalen Aussterben ausgehen, denn eine Ab- oder Rückwanderung der Tiere in die Kerngebiete ist unwahrscheinlich. Diese würde voraussetzen, dass die Refugien, die dauerhaft günstige Bedingungen bieten, noch nicht von der entsprechenden Art bis zur Erschöpfung der Kapazität genutzt werden, was unwahrscheinlich ist. Der zentrale Teil Europas dient also als temporäres Verbreitungsgebiet vieler Arten und war einem ständigen klimabedingten Wandel der Säugetierfaunen-Zusammensetzung unterworfen (s. auch STUART 1999). Die Übertragbarkeit dieses Modells auf die kürzer andauernden spätglazialen Stadiale und Interstadiale wird in dieser Arbeit geprüft werden.

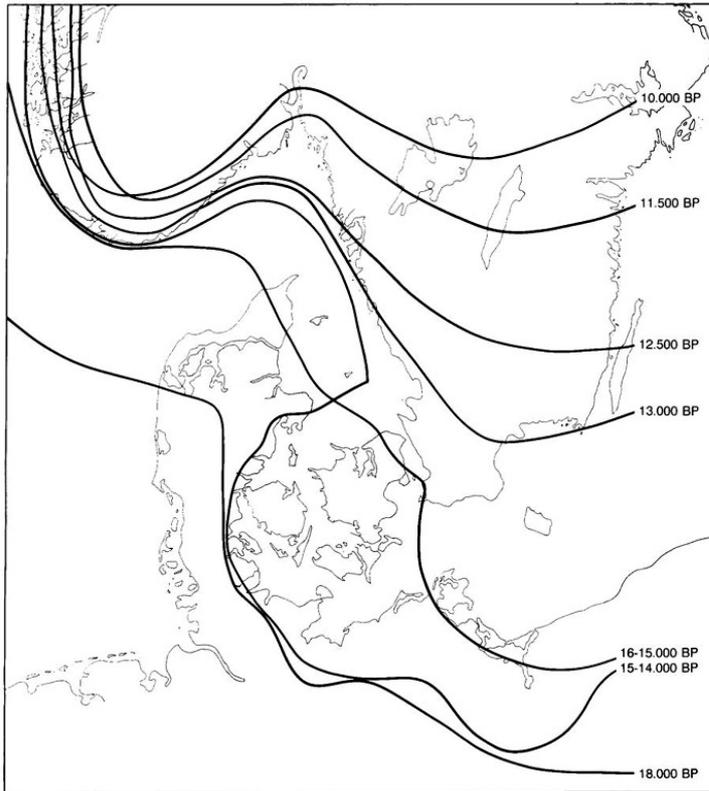


Abb. 2.3. Eisrandlagen des abschmelzenden Gletschers in Südkandinavien. Aus AARIS-SØRENSEN (1992); Angaben in calBP.

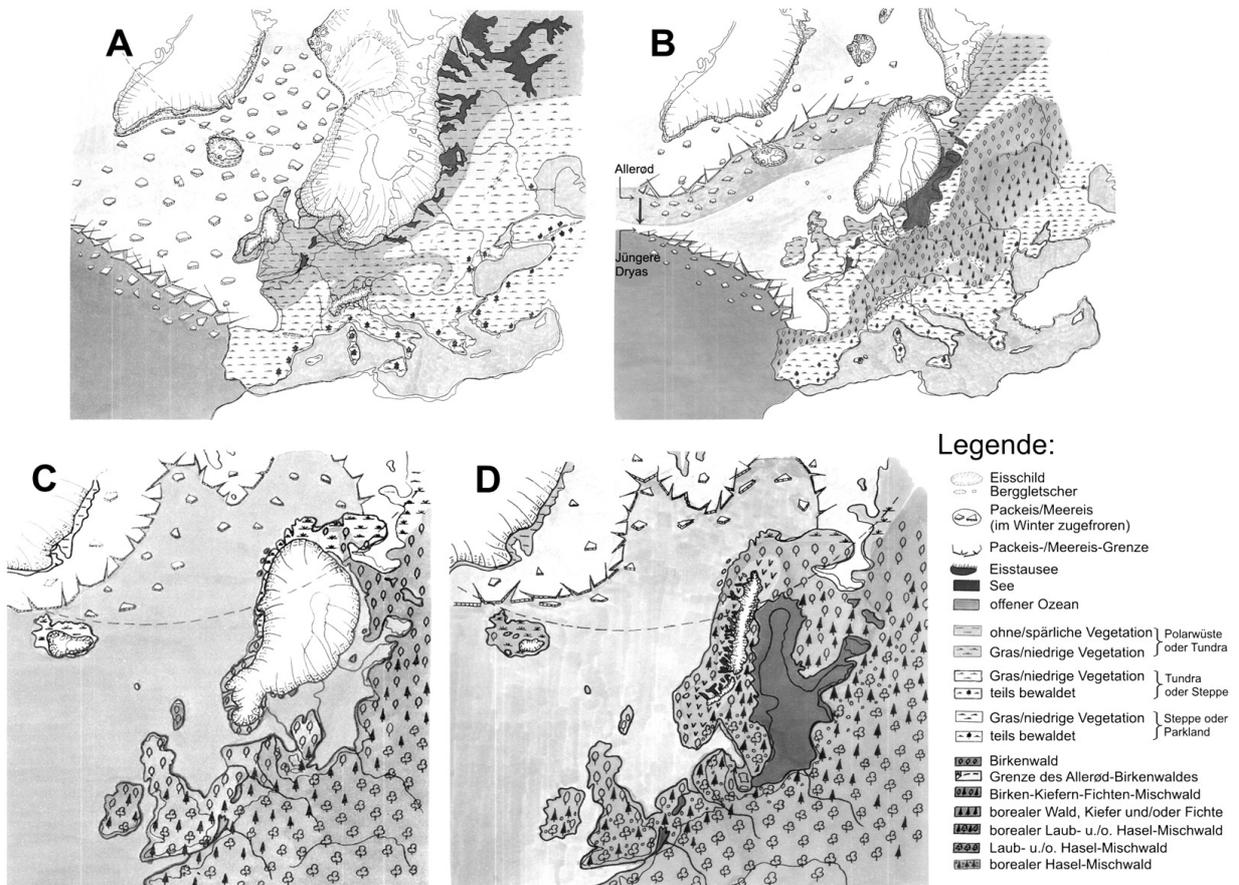


Abb. 2.4. Abfolge der Vegetationszonen (Wiederbewaldung) in Europa in Zusammenhang mit der Eisrandlage und der Land-Meer-Verteilung, verändert nach ANDERSEN & BORNIS (1994). A: 20.000-18.000 BP; B: 11.000-10.000 BP; C: 9.500 BP; D: 9.000-8.600 BP.

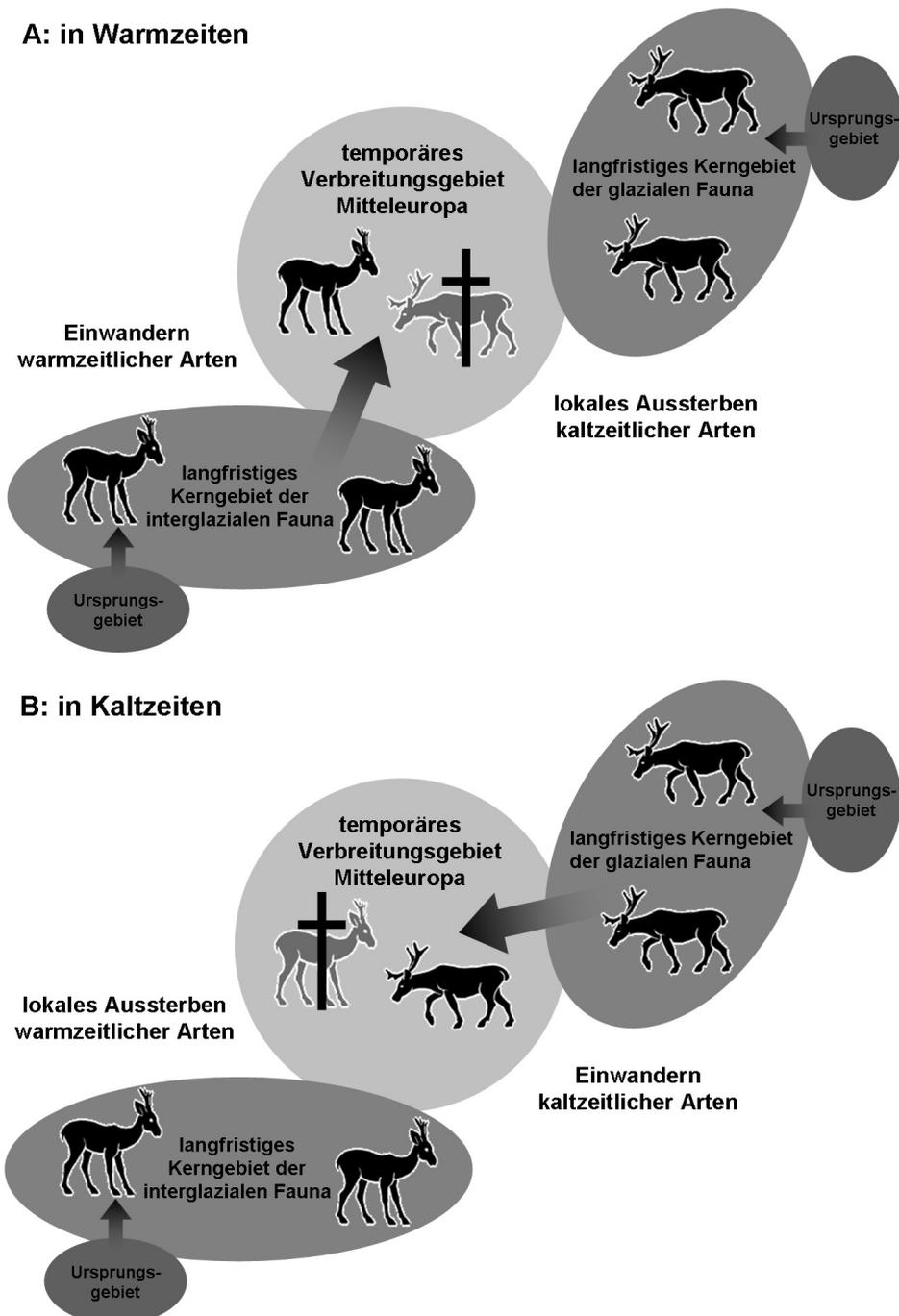


Abb. 2.5. Einwandern und lokales Aussterben von Säugetieren unter verschiedenen Klimabedingungen in Mitteleuropa. A. in Warmzeiten. B. in Kaltzeiten. Nach dem Modell von KOENIGSWALD (2002a). Tierdarstellungen aus AARIS-SØRENSEN (1998).

## 2.2 Material und Methoden

In der vorliegenden Arbeit wurde das Auftreten von Säugetieren in 289 zentraleuropäischen und südschandinavischen Säugetierfundstellen (Abb. 2.6; App. 3) aus dem Zeitbereich vom Pleniglazial bis zum Boreal (ca. 15.000 bis 8.000 BP) gemeinsam mit absoluten Daten und mit palynologischen, archäologischen und sedimentologischen Informationen in der eigens erstellten CEMPHoB-Datenbank (Central European Mammals at

the Pleistocene/Holocene Boundary; App. 1.A, CD) dokumentiert. Eine genaue Beschreibung des Aufbaus und der Abfrage von CEMPHoB findet sich in App. 1.B.

Zum Zweck des überregionalen Vergleiches erfolgte die Gliederung der Fundstellen in Regionen. Dabei dienen natürliche geografische Gegebenheiten als Grundlage, da diese die Faunenausbreitung beeinflussen, im Gegensatz zu subjektiv gewählten Längen- und Breitengraden. Die Gegenden, die im Hochglazial unter direktem Gletschereinfluss standen, wurden in der Region Norden zusammengefasst. Diese sind Schonen, Dänemark, Schleswig-Holstein und Nordostdeutschland nördlich von Berlin (Fundstellen 001-134, 288 und 289). Daher verläuft die Regionalgrenze zwischen Norden und Osten weiter südlich als diejenige zwischen Norden und Westen. Die westliche Region beinhaltet die Niederlande, Belgien, Nordwest- und Westdeutschland und Nordfrankreich (Fundstellen 135-201) und grenzt entlang des Oberrheintales an die südliche. Die Region Süden (Fundstellen 202-269) reicht bis zum Bayerischen Wald im Osten und umfasst Süddeutschland, Nordostfrankreich, die Schweiz und das westliche Österreich. Zur östlichen Region (Fundstellen 270-287) gehören Südostdeutschland, das westliche Polen, Westtschechien und der Osten Österreichs. Insgesamt umfassen die 289 Fundstellen 586 Fundsituationen, d. h. Fundschichten oder isolierte Faunenfunde, wobei generell im Norden überwiegend Einzelfunde, im Süden vermehrt stratifizierte Höhlenfaunen vorliegen.

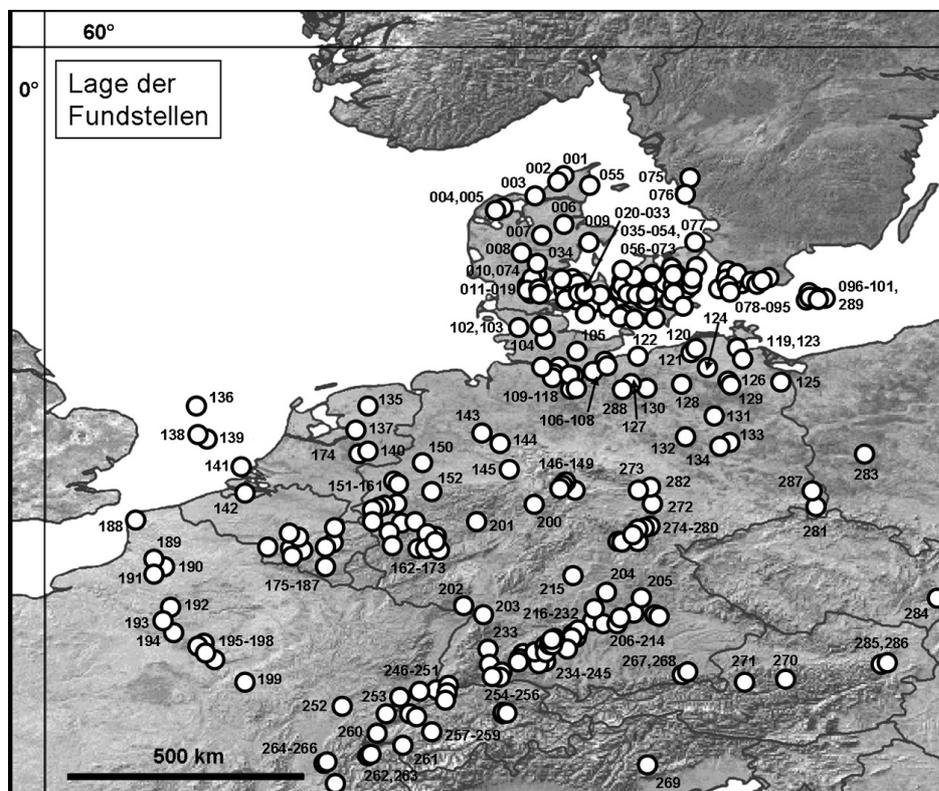


Abb. 2.6. Lage der in CEMPHoB (App. 1.A) aufgeführten Fundstellen. Für Namen und Koordinaten s. App. 3.

In der gesamten vorliegenden Arbeit werden Daten grundsätzlich als unkalibrierte Radiokarbonjahre vor heute (BP) angegeben, sofern die entsprechende Information vorlag. Dies geschieht um Differenzen zwischen verschiedenen von den jeweiligen Autoren verwendeten Kalibrationskurven und -programmen und Einheiten (BC, BP, B2k) auszuschließen. In der Faunenauswertung wurden unkalibrierte Radiokarbonaten zusätzlich auf Kalenderjahre vor heute (calBP) kalibriert (mit CalPal-2007; WENINGER et al. 2009; unter Benutzung der Kalibrationskurve CalPal-2007<sub>Hulu</sub>; WENINGER & JÖRIS im Druck). Beim Zitieren verschiedener Autoren wurden deren Datumsangaben und Einheiten übernommen, zum einen aufgrund der Genauigkeit (z. B. Warvenjahre BP), zum anderen, weil gelegentlich Angaben zur Kalibration fehlen (z. B. "vor heute" oder "vor unserer Zeit").

Zur Gewährleistung einer besseren Handhabung der ungeheuren Datenmenge, wurde die Einteilung des betrachteten Zeitbereiches in fünf Zeitscheiben vorgenommen (Abb. 2.7):

1. **Pleniglazial**, entsprechend dem Greenland Stadial GS-2a (vor ca. 12.500 BP).
2. **Meiendorf und Älteste Dryas**, entsprechend dem Greenland Interstadial GI-1e und -1d (ca. 12.500-12.000 BP).
3. **Bølling, Ältere Dryas und Allerød** (auch Bølling-Allerød-Komplex), entsprechend GI-1c3 bis -1a (ca. 12.000-10.800 BP).
4. **Jüngere Dryas**, entsprechend GS-1 (ca. 10.800-10.000 BP).
5. **Präboreal und Boreal**, entsprechend dem frühen Holozän (ca. 10.000-8.000 BP).

## Die Zeitscheiben

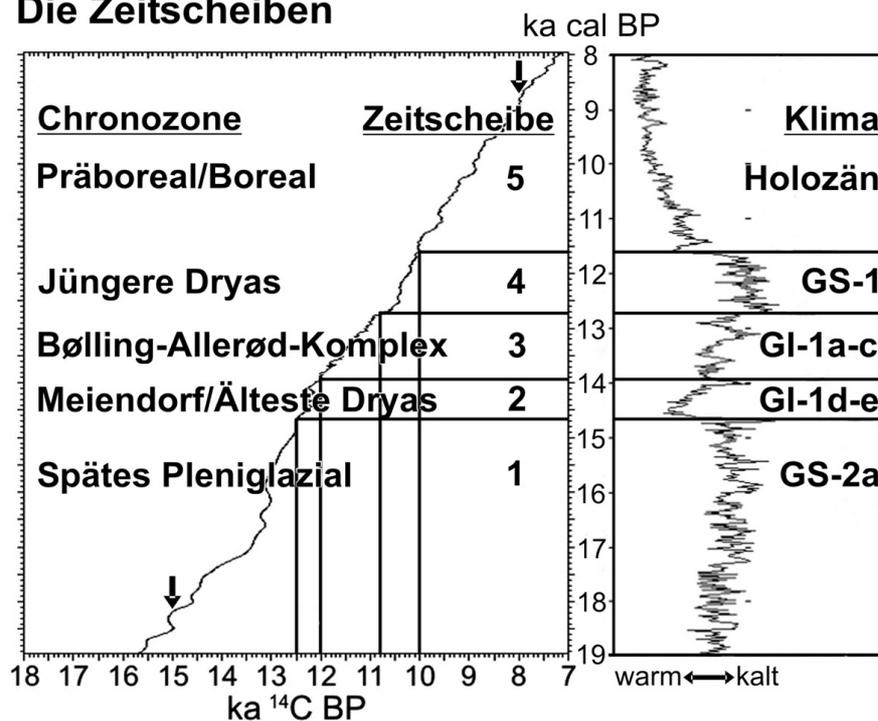


Abb. 2.7. Zeitscheiben 1 bis 5 zur chronologischen Gliederung der Fundstellen und Einzelfunde. Kalibrationskurve: CalPal\_2005\_SFPCP (WENINGER et al. 2006), Klimakurve: GRIP  $\delta^{18}O_{GICC05\_SFPCP}$  (aus CalPal Version Mai 2006; nach RASMUSSEN et al. 2006; VINTHER et al. 2006; SHACKLETON et al. 2004). Korrelation der Chronozonen nach LITT et al. (2001).

Sämtliche in den pleniglazialen bis borealen Fundstellen auftretenden Säugetiere, insgesamt 133 Taxa (Unterart- bis Ordnungs-Niveau), sind mit Angaben zur Rezentverbreitung, Ökologie und Taxonomie in App. 4 aufgeführt. Allgemein erfolgt keine Angabe zur Mindestindividuenzahl, da diese meist nicht der Literatur zu entnehmen war. Weil die meisten der einbezogenen Fundschichten archäologische Horizonte sind, ist zudem mit einer Veränderung des Verhältnisses der Individuenzahl verschiedener Arten zugunsten des bevorzugten Jagdbeutetiers zu rechnen (vgl. KOENIGSWALD 1976). Daher sind diese Werte nur eingeschränkt aussagefähig.

In einer qualitativen Auswertung werden FAD, LAD und Veränderungen der Verbreitungsgebiete einzelner Arten untersucht. Dabei wurde die Anwendbarkeit des Langzeit-Modells von KOENIGSWALD (2002a) (s. Abschnitt 2.1.4, Abb. 2.5) auf kurzzeitige Stadiale und Interstadiale getestet. Darstellungen des Vorkommens ausgesuchter Arten erfolgen in den einzelnen Zeitscheiben mit Hilfe von ArcView GIS 3.2 (ESRI) in Karten, die zusätzlich die jeweilige Land-Meer-Verteilung und Position der Gletscher berücksichtigen. Diese Informationen wurden den Publikationen von AARIS-SØRENSEN (1992, 1998, 2001, 2007), ANDERSEN & BORNS (1990), BJÖRCK (1996), ERIKSEN (2002) und GRIMM (2007) entnommen.

Außerdem wurden regionale Faunenzusammensetzungen quantitativ untersucht. Zu diesem Zweck wurden die vorkommenden Säugetiere in Gruppen klimatischer Präferenzen eingeteilt: an kalte und/oder trockene Bedingungen angepasst (**kt**), feuchte Habitate bevorzugend und kältetolerant (**kf**), temperiert angepasst (**te**) und klimatisch indifferent (**i**). Säuger mit unidentifizierbarer Klimaaussage (**u**), z. B. übergeordnete Taxa oder Gattungen, die verschieden angepasste Arten umfassen, wurden ausgenommen, sind aber in den Appendizes 1A, 4 und 9 einzusehen. Die Anteile dieser ökologischen Gruppen in Faunengemeinschaften wurden errechnet und für jede Zeitscheibe in Säulendiagrammen dargestellt. Zeitliche Veränderungen der Verteilungen wurden in Flächendiagrammen abgebildet. Um weitere Einsichten in Klimaentwicklungen zu erlangen wurden Faunenzusammensetzungen (ohne indifferente Arten) in ternäre Diagramme aufgetragen und Klimapfade nachgezeichnet.

Alle Ergebnisse wurden vor dem Hintergrund bereits bekannter klimatischer, botanischer, kultureller und landschaftlicher Entwicklungen interpretiert.

Die Säugetierfauna der gut stratifizierten Fundstelle Zigeunerfels bei Sigmaringen wurde neu bearbeitet und in den mitteleuropäischen Kontext gestellt. Um die verlässliche zeitliche

Einordnung zu gewährleisten, wurden insgesamt 16 neue  $^{14}\text{C}$ -Datierungen an Knochen und Zähnen aus den Fundstellen Zigeunerfels (236), Burghöhle Dietfurt (237), Kempen (145) und Michelberg (168) vorgenommen. Die Ergebnisse sind in App. 5 aufgeführt. Zusätzlich hierzu wurde der Zahn eines Höhlenlöwen (*Panthera leo spelaea*) aus dem Zigeunerfels durch Prof. Dr. A. J. STUART, London (STUART & LISTER 2007).

Als Hilfestellung zur Klimaaanalyse der Fundschichten im Zigeunerfels erfolgte zusätzlich eine computergestützte Arealanalyse der Verbreitungsgebiete rezent noch vertretener Säuger. Hierzu wurde der "Guilday Calculator" (RAUFUSS 2001, 2002) in Verbindung mit dem Programm ArcView GIS 3.2a der Firma Esri verwendet. Klima-Vergleichsdaten wurden der Seite [www.klimadiagramme.de](http://www.klimadiagramme.de) (MÜHR 2006) entnommen und beruhen auf Quellen des Deutschen Wetterdienstes, des International Panel of Climate Change (World Meteorological Organization und United Nations Environment Programme) und des National Climatic Data Center, Asherville, USA.

Um die Verlässlichkeit der eingeführten Zeitscheiben, Regionen und ökologischen Gruppen zu testen, wurde eine statistische Ähnlichkeitsanalyse an 56 ausgewählten Assoziationen aller Regionen und Zeitscheiben durchgeführt. Diese beruht auf dem absoluten Auftreten von Taxa, unabhängig der Zuweisung zu einer Kategorie (binäre Matrix, Errechnung der Jaccard-Ähnlichkeitskoeffizienten und Hierarchische Clusteranalyse unter Verwendung von Systat Version 7.0, SPSS Inc.). Die Matrizes sind in App. 6.A und 6.B einzusehen.

Eine detaillierte Beschreibung der verwendeten Methoden inklusive Hintergrundinformationen und weiterer Referenzen findet sich in App. 7. Die Stärken und Schwächen der jeweiligen Methoden werden in Abschnitt 4.3 diskutiert.

### **2.3 Der Zigeunerfels – Forschungsgeschichte und Neubearbeitung**

Im Rahmen dieser Dissertation erfolgte eine Neubearbeitung der Säugetierfauna aus der Abri-Fundstelle Zigeunerfels bei Sigmaringen (Oberes Donautal). Zu den archäologischen und paläontologischen Untersuchungen liegen bislang ausschließlich Vorberichte vor (TAUTE 1972a; KOENIGSWALD 1972; KOENIGSWALD & TAUTE 1974; ALBRECHT et al. 1976; SCHWEINGRUBER 1977).

### 2.3.1 Geografische Lage

Der Zigeunerfels liegt im Ortsteil Unterschmeien der Stadt Sigmaringen (Abb. 2.8). Der Bach Schmeie fließt hier in einem Tal, eingeschnitten in das Plateau der Schwäbischen Alb, seiner etwa 1 km südöstlich gelegenen Einmündung in die Donau entgegen. Der Zigeunerfels selbst ist eine nur 8 m breite, 3 m tiefe und 2,5 m hohe Felsnische, die sich in einer Kalksteinwand des Malm Epsilon an der Abzweigung des Kirchtals vom Schmeiental nach Südsüdosten hin öffnet. Die geografischen Koordinaten sind h. 53 27 739 (48,0835° N) und r. 35 11 950 (9,1604° E), Kartenblatt 7920 Leibertingen. Die Höhe über NN beträgt etwa 590 bis 600 m (KOENIGSWALD 1972; KOENIGSWALD & HEINRICH 1996). Seinen Namen verdankt der Zigeunerfels der häufigen Nutzung als Unterstand durch das fahrende Volk. Heute befindet sich dort ein Rast- und Grillplatz (Abb. 2.9).

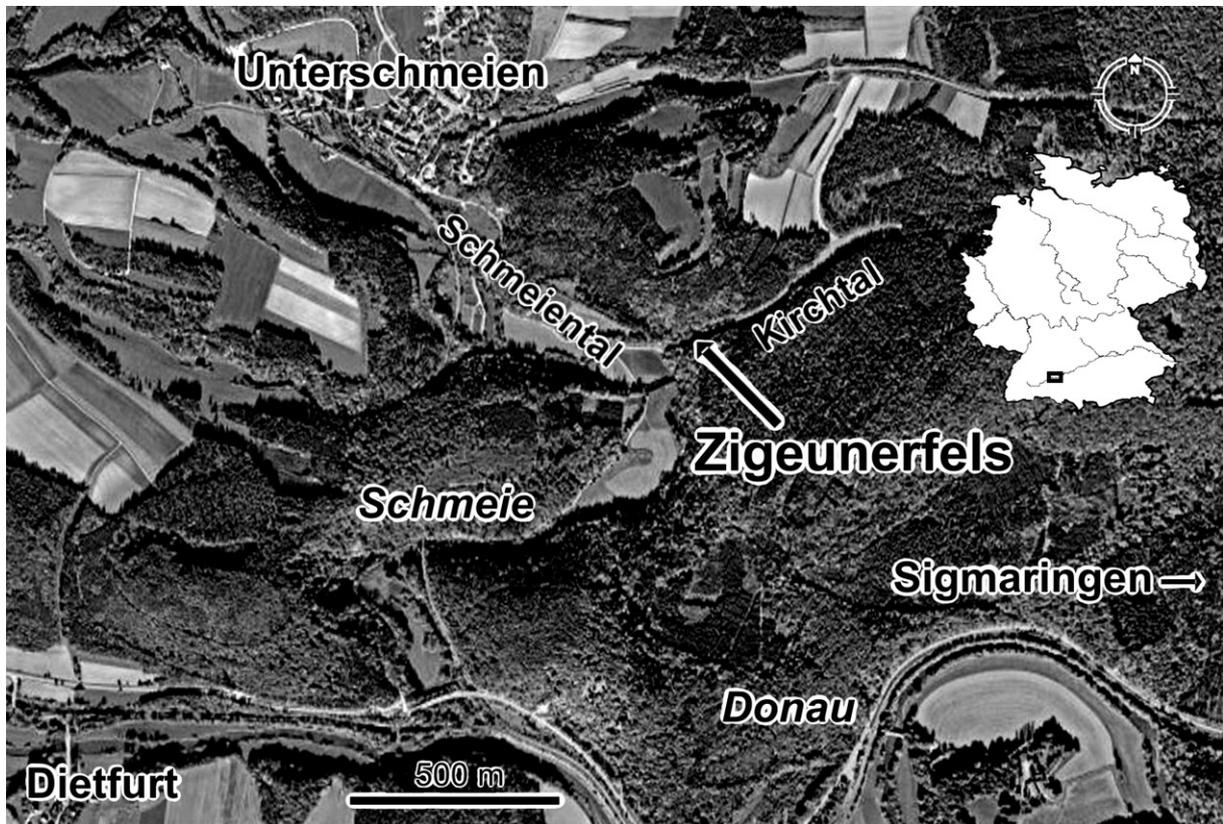


Abb. 2.8. Zigeunerfels: geografische Lage. Karte verändert nach Google Earth, Version 4.3.



Abb. 2.9. Der Zigeunerfels heute (Aufnahme J. FAHLKE, August 2006).

### 2.3.2 Grabungen

Die erste Probegrabung am Zigeunerfels wurde im Herbst 1967 von Prof. Dr. W. TAUTE (†), Tübingen, durchgeführt, der dieses Abri als vorgeschichtliche Jagdstation erkannt hatte und unterschiedliche Begehungshorizonte feststellte. Im Rahmen des DFG-Sonderforschungsbereiches "Palökologie" der Universität Tübingen folgten in den Jahren 1971 bis 1973 weitere Grabungen. Die Grabungsfläche (Höhlenraum und Vorplatz) wurde in Grabungsquadrate von je einem Quadratmeter eingeteilt, die von Osten nach Westen mit Zahlen und von Norden nach Süden mit Großbuchstaben versehen wurden. Diese wurden weiter in Viertelquadratmeter (Quadranten) unterteilt, die von Nordwesten nach Südosten die kleinen Buchstaben a bis d erhielten. Das Sediment wurde in horizontalen Lagen von je 5 cm Mächtigkeit abgetragen und die Abtragungen vom Hangenden ins Liegende durchnummeriert (Abb. 2.10). Der Nullpunkt (Tiefe 0) wurde etwa 60 cm unter der Oberfläche festgelegt (Grenze zwischen Abtragungen 12 und 13). Im unteren Profilabschnitt wich man zum Teil von der horizontalen Abtragungsweise ab, um schärfer abgegrenzten Schichten zu folgen. Profile wurden im Abstand von 50 cm parallel und senkrecht zueinander genommen. Ein Großteil der gefundenen Knochen und Artefakte konnte direkt geborgen werden. Nach dem Sieben wurden Silex- und Knochensplinter, Kleintierknochen, Fischreste und Molluskenschalen ausgelesen (TAUTE 1972a). Dieser detaillierten Grabungsweise ist es zu verdanken, dass mit Ausnahme weniger Streufunde die Lage aller Funde rekonstruiert werden kann.



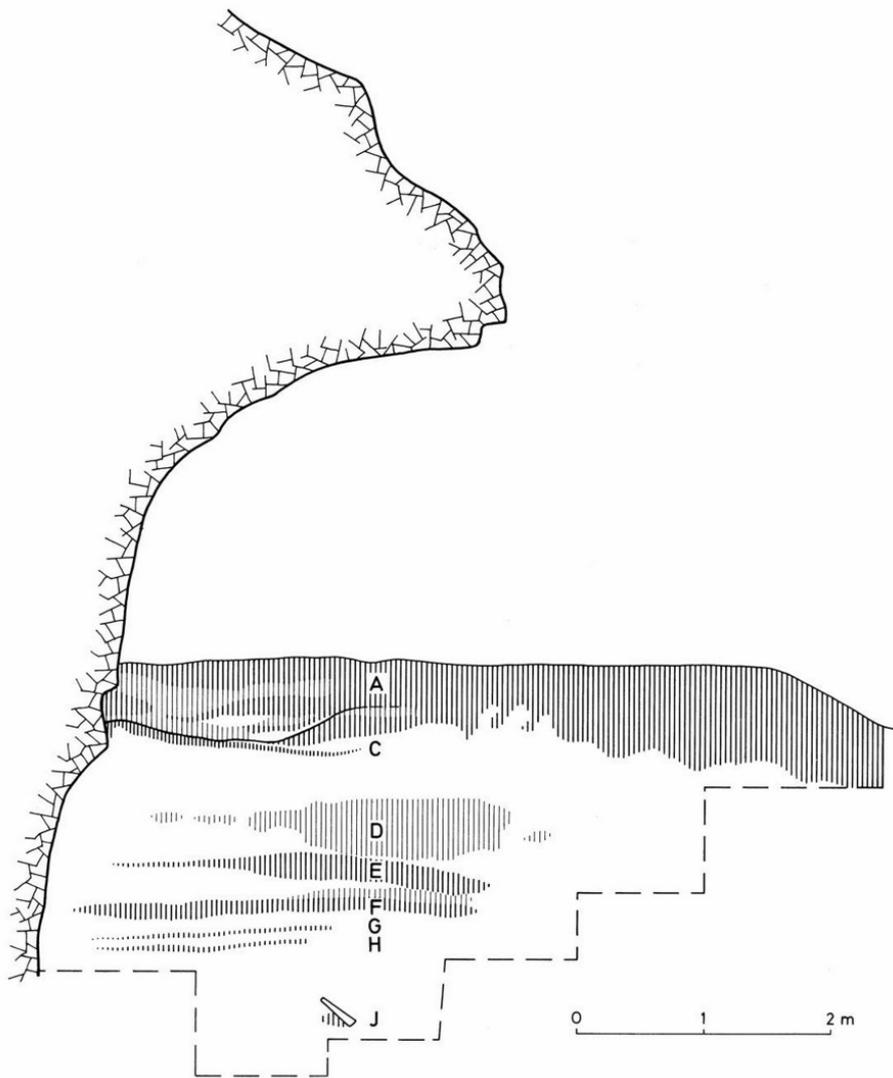


Abb. 2.11.  
Schematisches  
Profil der  
Kulturschichten  
nach TAUTE  
(1972a).  
Kulturschicht B  
ist in diesem  
Profil nicht  
ausgebildet.

Kulturschicht	Sediment	Tiefe	Kultur
A	humos	oberer Profilabschnitt	frühmesolithisch: Beuronien A und B
B	rötlich verfärbt	Grenzbereich Humus/Kalkschutt (nur westlicher Teil der Höhle)	Beuronien A
C	schwarz gefärbt	ca. 30 cm unter B, oberer Bereich des Kalkschutts	frühestes Mesolithikum (ältester Nachweis in Süddeutschland)
D	fleckig grau gefärbt	unterhalb von C (keine Beschreibung)	spätpaläolithisch mit Tendenz zur Mikrolithisierung
E	erheblicher Schluffanteil, wenige Flussgerölle, dunkel	unterer Profilabschnitt (unterhalb 1,6 m unter Oberfläche)	spätpaläolithisch
E/F	hell gelblich, lokal schwach grau	zwischen E und F	spätpaläolithisch, ähnlich F
F	dunkel, grauschwarz	unter E/F	spätpaläolithisch, Magdalénien-Elemente
G	dunkel	unter F (keine Beschreibung)	entweder spätes Magdalénien oder Übergang Magdalénien/Spätpaläolithikum
H	wie G	unter G (keine Beschreibung)	Magdalénien
H/I	unverfärbt	zwischen H und I	spätes Magdalénien
I	keine Angabe	nahe der Basis des Profils	keine Artefakte

Tab. 2.1. Zuordnung der in den Kulturschichten vorkommenden Artefakte nach TAUTE (1972a, 1976).

Die Säugetierfauna des Zigeunerfels enthält Klein- und Großsäuger. Erstere sind vermutlich als Gewölle von Raubvögeln in die Höhle gelangt. Großsäugerreste wurden als Beute von Raubtieren und Menschen eingetragen. Die Taphonomie ist stark durch den Menschen beeinflusst. Die Fragmentierung der Knochen (Abb. 2.12) resultiert zu einem Großteil aus Gewinnung des nahrhaften Knochenmarks. Viele der Knochen(-splitter) sind außerdem verkohlt. KOENIGSWALD (1972) vermerkt die erschwerten Bedingungen der Artbestimmung und die Unmöglichkeit der Errechnung von Mindestindividuenzahlen. Er schätzt diese aber anhand der Gebissreste als relativ gering ein.

In der vorläufigen Bearbeitung der Säugetierfauna vom Zigeunerfels durch KOENIGSWALD (1972) und KOENIGSWALD & TAUTE (1974) bezog sich die Auswertung auf die Kulturschichten C bis H. In der Darstellung des Gesamtfaunenspektrums sind die Taxa nach ihren ökologischen Ansprüchen gruppiert (Gruppe A-D bzw. 1-4), und das Vorkommen ist in den Abtragungen beziehungsweise Kulturschichten abgebildet. Das Einfallen der Schichten nach Westen (s. App. 8) blieb damals unberücksichtigt (Abb. 2.13).

Aufgrund des Auftretens des Pferdes (*Equus* sp.) und des Steinbocks (*Capra ibex*), beide an trockene Habitate angepasst (Gruppe A bzw. 1), ordnet KOENIGSWALD (1972) die Kulturschicht F in eine waldfreie, trockene Phase des Spätpleistozäns ein. Die Kulturschicht E wird wegen des gemeinsamen Vorkommens von Steinbock und Schneehase (*Lepus timidus*) (Gruppe A bzw. 1) ebenfalls als glazial eingestuft, jedoch wird der Nachweis der Waldmaus (*Apodemus* sp.) (Gruppe C bzw. 3) als Indikator der beginnenden Wiederbewaldung angesehen (KOENIGSWALD 1972; KOENIGSWALD & TAUTE 1974). In Kulturschicht D kommen neben den kältetoleranten, feucht angepassten Arten (Gruppe B bzw. 2) Biber (*Castor fiber*), Elch (*Alces alces*) und nordische Sumpfmaus (*Microtus oeconomus*) auch die Trockenheits-Anzeiger Steinbock, Schneehase und Feldhamster (*Cricetus cricetus*) vor. Das Fehlen des Pferdes, das Erstauftreten der an bewaldete Habitate gebundenen Rötelmaus (*Myodes glareolus*) und das Vorkommen der maximal bis in die Taiga vordringenden Feldwühlmaus (*Microtus arvalis*) (beide Gruppe C bzw. 3) werden verzeichnet. Für Kulturschicht D nehmen KOENIGSWALD (1972) und KOENIGSWALD & TAUTE (1974) daher die beginnende Diversifizierung des Lebensraumes in bewaldete Talauen und montane Höhen und ein nicht mehr voll glaziales, aber dennoch härteres Klima als heute an. Es schien sich ein gradueller (kontinuierlicher) Übergang zwischen den kaltzeitlich beeinflussten Schichten F bis D und der warmzeitlichen Schicht C abzuzeichnen. Die faunistische Untersuchung der Kulturschicht C und der darunter liegenden 10 cm mächtigen Sedimente ohne Kulturzuordnung ergab nach KOENIGSWALD (1972), dass sowohl die kalt- als auch die

trocken-angepassten Säugetiere von solchen mit Präferenz temperierter Klimate (Gruppe C bzw. 3) abgelöst wurden, z. B. dem Reh (*Capreolus capreolus*), dessen beträchtliche Körpergröße hier auffällt. Sieht man vom Reliktvorkommen der Nordischen Sumpfmaus ab, hat sich in Kulturschicht C die holozäne Fauna etabliert. Die Schicht wird daher in das Präboreal gestellt (KOENIGSWALD 1972; KOENIGSWALD & TAUTE 1974). Diese vorläufigen Ergebnisse stehen in Übereinstimmung mit der Zuordnung der Kulturschichten durch TAUTE (1972a).



Abb. 2.12. Üblicher Erhaltungszustand des Knochenmaterials der Säugetiere vom Zigeunerfels bei Sigmaringen.

Die Gastropodenfauna aus dem Zigeunerfels ist ebenfalls vorläufig bearbeitet worden. RÄHLE (1976) vermerkt bereits in Kulturschicht G das Auftreten zweier Pionierarten der holozänen Fauna. Nach der Etablierung einer ausgeprägten Waldfauna folgt etwa in der Mitte der Schicht D eine Abnahme der Waldformen mit Ausnahme von *Discus rudertatus*. Diesen Einschnitt setzt RÄHLE (1976) mit der Jüngerer Dryas gleich und stellt die Schicht C schließlich in das Präboreal.

Das von Prof. Dr. W. RÄHLE, Tübingen (schriftl. Mittlgn. 14.08.2000), erstellte Diagramm zur ökologischen Interpretation der Faunenzusammensetzung (Abb. 2.14) wurde jedoch nicht veröffentlicht. RÄHLE teilte die Schneckenarten in fünf ökologische Faunengruppen ein (Waldarten, mesophile Arten, Ubiquisten, Offenlandbewohner und Wasser- und Sumpfmollusken), addiert sie auf und stellte sie im Diagramm dar. RÄHLE, der hier bereits

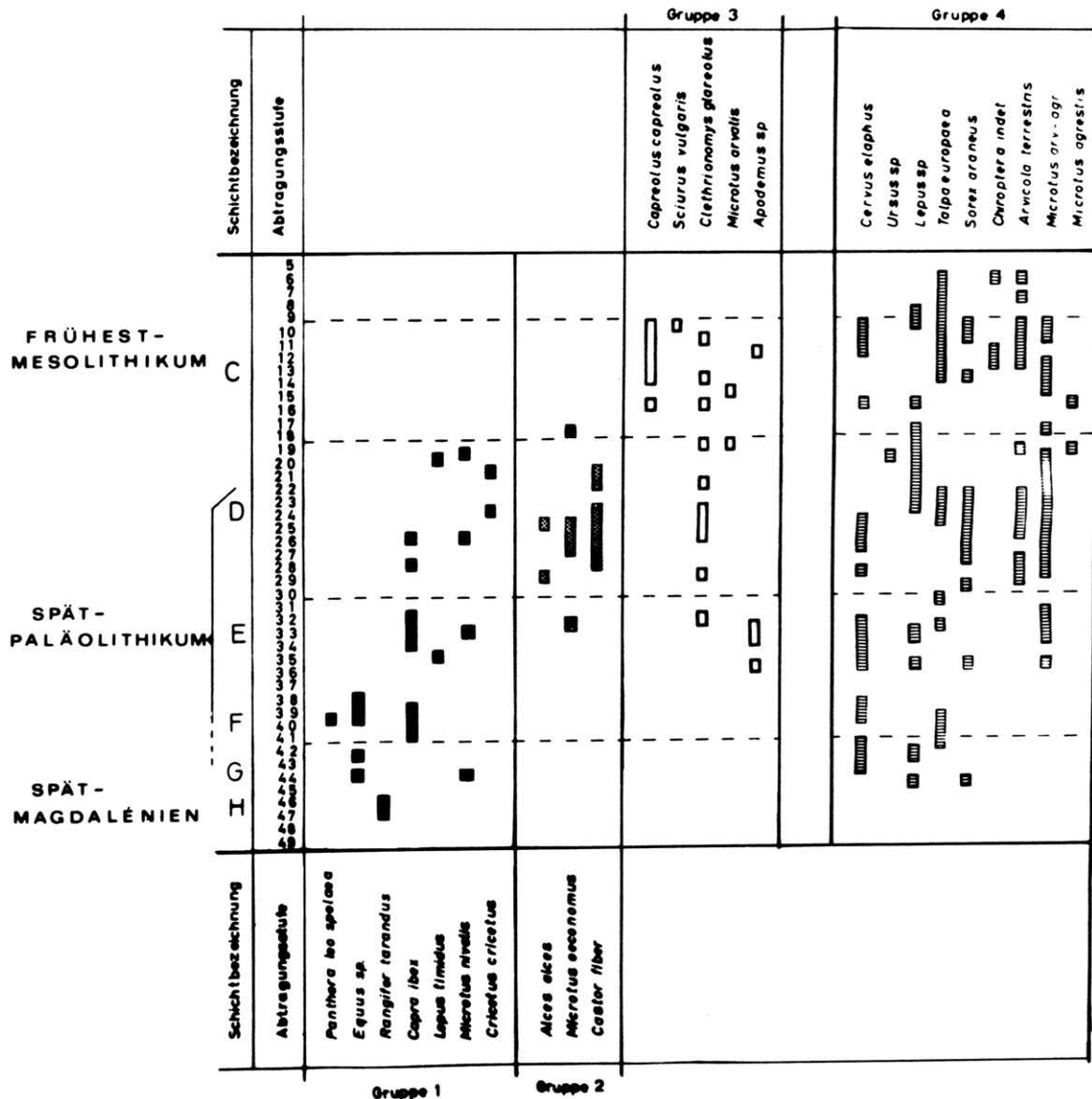


Abb. 2.13. Vorkommen der Säugetierarten in den verschiedenen Abtragungstufen im Zigeunerfels aus KOENIGSWALD & TAUTE (1974). Gruppe A = Säugetiere arktischer bzw. montaner Biotope. Gruppe B = Tiere, die zwar erhebliche Kälte vertragen, aber feuchte Biotope mit Baumbestand bevorzugen. Gruppe C = Waldtiere. Gruppe D = Tiere mit geringer ökologischer Aussagekraft.

die Informationen zur Abtragungstiefe und zur flächigen Fundverteilung berücksichtigte, vermerkt folgende Ergebnisse (schrftl. Mttlgn. 14.08.2000, 14.11.2007): Zwischen dem Schichtübergang E/F und dem unteren Viertel der Kulturschicht D zeichnet sich in der Auswertung der Schneckenfauna ein zweigeteiltes Interglazial ab, das dem Bølling-Allerød-Komplex zugeordnet werden kann. Hier treten erstmals Pioniere der Holozänfauna auf, die sich später erst wieder im obersten Abschnitt von D nachweisen lassen.

Außerdem liegt eine Interpretation von Schmuckschnecken aus dem Zigeunerfels vor (RÄHLE 1978).

## Zigeunerfels bei Sigmaringen

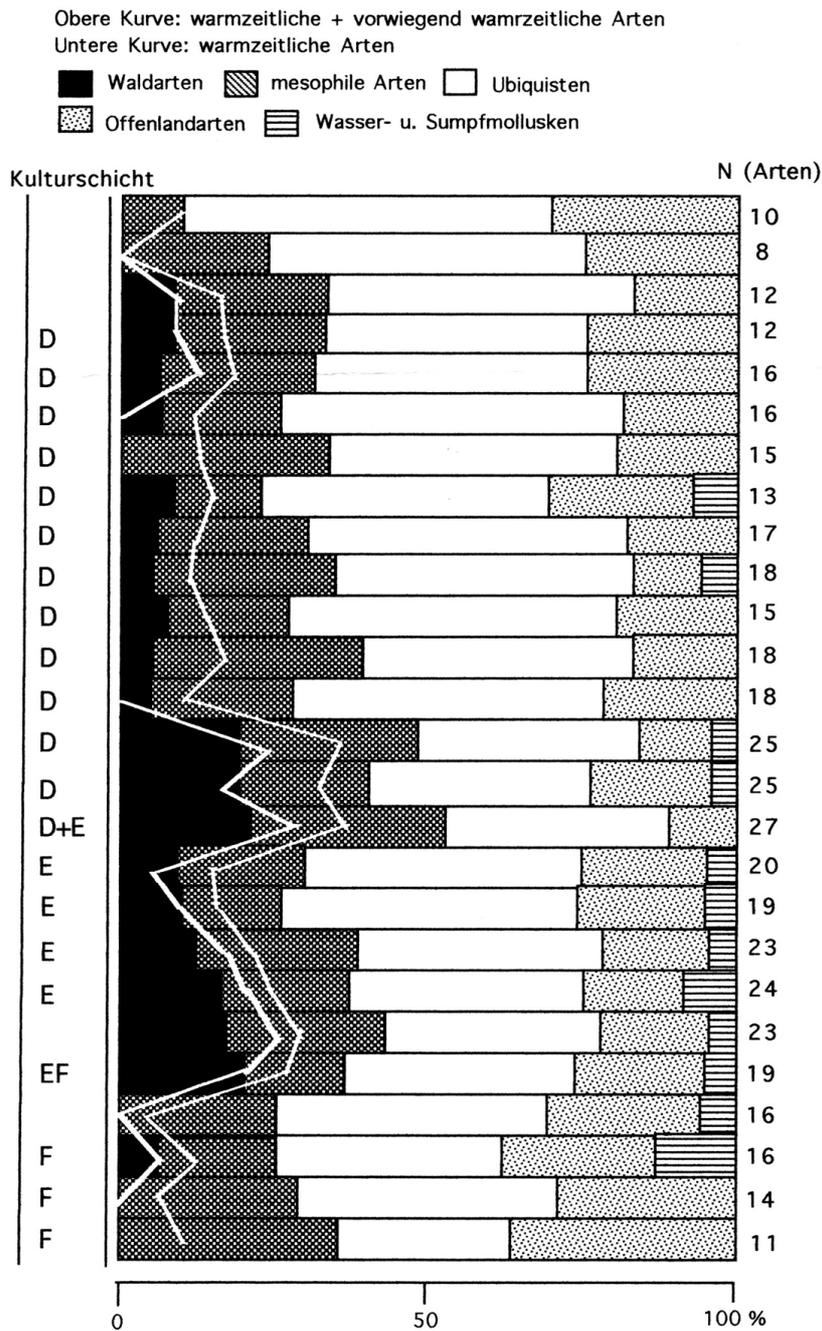


Abb. 2.14.  
 Vorkommen der  
 Landschnecken aus  
 dem Zigeunerfels bei  
 Sigmaringen (RÄHLE  
 schriftl. Mttlg.  
 14.08.2000).

Sedimentbohrungen im Zigeunerfels haben sich leider als palynologisch steril erwiesen (WILLE 1976). SCHWEINGRUBER (1977) veröffentlichte allerdings im Vergleich mit anderen süddeutschen Fundstellen ein Holzkohlendiagramm für den Zigeunerfels, das die Schichten F bis D umfasst. Daraus geht ein Florenwandel am Übergang von Kulturschicht E/F zu E hervor. Der Anteil von *Pinus* nimmt deutlich zu, während *Salix* signifikant zurückgeht. Diese Veränderung setzt SCHWEINGRUBER (1977) mit der Grenze der Pollenzonen I und II gleich (Abb. 2.15).

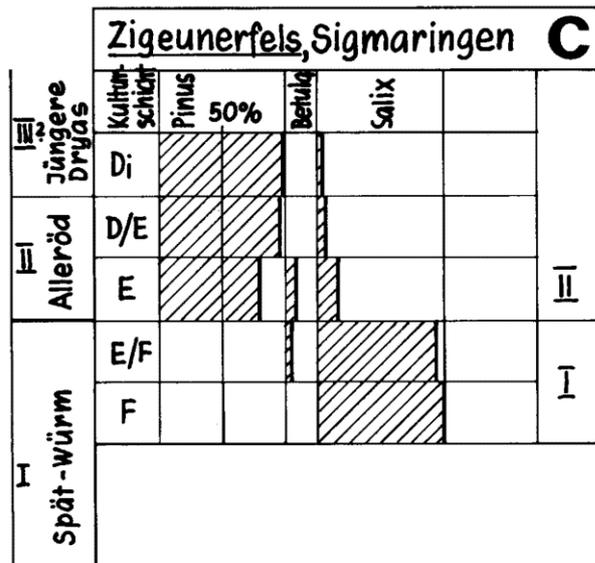


Abb. 2.15. Holzkohlenprofil für die Kulturschichten F bis D aus SCHWEINGRUBER (1977).

### 2.3.4 Bisherige <sup>14</sup>C-Daten

Bereits Mitte der 80er Jahre sind im Auftrag TAUTES 18 Radiokarbondaten aus dem Zigeunerfels erhoben worden. Sie sind sowohl auf der Website des Labors der Universität Köln (<http://www.ufg.uni-koeln.de/radiocarbonlab/>) als auch in der Datenbank "INQUA Radiocarbon Palaeolithic Europe v6" (VERMEERSCH 2006) der Öffentlichkeit zugänglich. Diese Daten sind problematisch. Die Altersangaben für die Schicht F gehen zu stark auseinander, als dass sie sich ausschließlich auf diese Kulturschicht beziehen könnten. Dieser Verdacht wird durch die neuen Datierungen bestätigt. Die Zuordnung dieser Proben (P1-P18) zu Grabungsquadranten und Abtragungstiefen ist nicht aus den zur Verfügung stehenden Unterlagen ersichtlich. Von TAUTE liegen diesbezüglich keinerlei Angaben vor (pers. Mttlgn. W. v. KOENIGSWALD, Bonn; P. VOLLMER, Detmold). Außerdem weisen die Daten zum Teil sehr hohe Standardabweichungen auf. Aus diesen Gründen wurden sie für die vorliegende Arbeit nicht verwendet.

### 2.3.5 Die Bearbeitung der Fauna

Die erste Version einer vollständigen Faunenliste, geordnet nach Grabungsquadranten, erstellte KOENIGSWALD bis zum Jahr 1977, als er von Tübingen nach Darmstadt wechselte. Die Funde verblieben zunächst in Tübingen und wurden später an das Institut für Ur- und Frühgeschichte in Köln verbracht. TAUTE überreichte im Jahr 1990 Pläne mit der Zuordnung der Grabungsquadranten und Abtragungen zu den Kulturschichten an KOENIGSWALD mit der Bitte, vor der endgültigen Veröffentlichung der Säugetierfauna die archäologische Auswertung abzuwarten. Diese kam jedoch nach TAUTES Tod 1995 zum Erliegen, und die Faunenfundes galten seitdem als verschollen. Im Rahmen DFG-Projekt "Wandel der Geo-

Biosphäre" plante KOENIGSWALD, D. C. KALTHOFF, damals Bonn, einer Nachbearbeitung der Faunenlisten (1994-1995) durchführen zu lassen, die jedoch über Vorarbeiten nicht hinaus geführt werden konnten. Im Jahre 2000 fand KOENIGSWALD die vermisste Fauna im Württembergischen Landesmuseum in Stuttgart und entlieh sie an das heutige Steinmann-Institut in Bonn. Aus ungeklärten Gründen hatte es Verluste gegeben, besonders im Bereich der Abtragungen 13 bis 19 und 21 bis 22. Der Verdacht eines möglichen Verbleibs der fehlenden Funde im Württembergischen Landesmuseum Stuttgart und anderen Museen und Instituten in Süd- und Westdeutschland bestätigte sich nicht (pers. Mttlgn. E. KEEFER, Stuttgart; C.-J. KIND, Esslingen; P. VOLLMER, Detmold; U. RICHTER und B. GEHLEN, Köln; S. GRIMM, Monrepos). In der aktuellen Faunenliste werden bezüglich der Fauna aus den genannten Abtragungen die Daten aus den alten Faunenlisten verwendet. Für den übrigen Großteil der Säugetierfunde wurden die Faunenlisten am Material überprüft. Dabei wurde auf die Säugetiersammlungen des Steinmann-Institutes der Universität Bonn, Bereich Paläontologie, und des Zoologischen Forschungsinstitutes Museum Alexander Koenig in Bonn (kurz: Museum Koenig) zurückgegriffen. Einige Boviden-Funde wurden in der Sammlung des Zoologischen Museums und Institutes Biozentrum Grindel in Hamburg überprüft. Als Bestimmungshilfen wurden morphometrische Angaben im Handbuch der Säugetiere Europas (DUGUY & ROBINEAU 1992; KRAPP 2003; NIETHAMMER & KRAPP 1978, 1982a, 1986, 1990a; ROBINEAU et al. 1995; STUBBE & KRAPP 1993a, 1993b) herangezogen. Rund 130 Funde konnten neu bzw. genauer bestimmt werden. Daraus resultieren auch Nachweise bisher nicht für den Zigeunerfels notierter Säugetiertaxa. Die unterschiedlichen Listen wurden entsprechend ergänzt und mit zusätzlichen Informationen von Fund- und Karteikarten zu einer einzigen Liste zusammengefasst. Fehlende Angaben zur Kulturschicht wurden aus TAUTES Grabungsplänen ergänzt. Nicht bestimmbar Fragmente ohne taxonomische und stratigrafische Zuordnung wurden aus der revidierten Fundliste entfernt. Vorkommen von Knochenkohle fanden als Nachweise menschlicher Aktivität hingegen Eingang. Vorliegende Funde von Vogelknochen, Fischgräten und –schuppen, zu denen Abtragung und Grabungsquadrat bekannt waren, wurden neu integriert. Die synthetisierte Fundliste bildet App. 9 (CD).

Aus dieser Datensammlung konnten neue Faunenlisten für die einzelnen Horizonte erstellt werden. Die Neubearbeitung der Theriofauna richtet sich dabei nach den einfallenden Kulturschichten, was zu Veränderungen gegenüber den vorläufigen Veröffentlichungen führte. Zudem erfolgte die Neuvermessung von cranialen und postcranialen Elementen des Rehs (App. 10).

### 3. Fauna und Umwelt in den einzelnen Zeitscheiben

Das Auftreten der behandelten Säugetiere in den entsprechenden Zeitscheiben und Regionen ist in Tab. 3.1 dargestellt. Dabei wurden ausschließlich sicher zeitlich eingeordnete Funde berücksichtigt. Die Arten und Gattungen sind in allen den folgenden Tabellen nach Klimakategorien und innerhalb dieser systematisch geordnet.

Zeit (ka <sup>14</sup> C BP)		12,5	12,0	10,8	10,0	
Taxon	Klima-anpas-sung	1	2	3	4	5
<i>Sorex alpinus</i>	kt					W
<i>Sorex minutissimus</i>	kt	WS				
<i>Ochotona pusilla</i>	kt	WS	S	NWS	WS	
<i>Lepus timidus</i>	kt	WSE	NWS	NWS	W	N
<i>Spermophilus</i> sp.	kt	WS	NS	N	W	
<i>Marmota marmota</i>	kt	S	E	WS		
<i>Cricetus cricetus</i>	kt	S	WS	WS	W	WSE
† <i>Cricetus major</i>	kt	W	S			
<i>Phodopus sungorus</i>	kt	WS	S	W		
<i>Microtus gregalis</i>	kt	WSE	WSE	NWS	WS	SE
<i>Chionomys nivalis</i>	kt	S	WSE	WS	W	S
<i>Dicrostonyx</i> sp.	kt	WSE	WSE	WS	WS	SE
<i>Lemmus lemmus</i>	kt	S	NWSE	NW	NW	NWS
<i>Alopex lagopus</i>	kt	WSE	WSE	WS	W	
<i>Ursus maritimus</i>	kt			N		
<i>Gulo gulo</i>	kt	W	NS	NS		
<i>Mustela nivalis</i>	kt	WS	S	WS	WS	NS
† <i>Mammuthus primigenius</i>	kt	NWSE	WSE			
<i>Equus</i> sp.	kt	WSE	NWSE	NWSE	NWS	NWE
† <i>Coelodonta antiquitatis</i>	kt	W				
<i>Rangifer tarandus</i>	kt	WSE	NWSE	NWSE	NW	NW
† <i>Bison priscus</i>	kt	W		W		
<i>Saiga tatarica</i>	kt	NWE	WSE			
<i>Ovibos moschatus</i>	kt	W		S		
<i>Rupicapra rupicapra</i>	kt	W	S	WS		
<i>Capra ibex</i>	kt	WS	WS	WS	W	
<i>Neomys fodiens</i>	kf	S		WS	W	NS
<i>Desmana moschata</i>	kf		N	N	N	
<i>Castor fiber</i>	kf	S	S	NWS		NWS
<i>Microtus oeconomus</i>	kf	WS	WSE	NWS	WS	WSE
<i>Alces alces</i>	kf	S	WE	NWS	N	NWSE
<i>Erinaceus europaeus</i>	te					NS
<i>Crociodura leucodon-russula</i>	te	S			W	NWS
<i>Neomys anomalus</i>	te	W			W	NW
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	te					WS
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	te					S
<i>Myotis bechsteini</i>	te					W
<i>Myotis myotis</i>	te					WS
<i>Myotis emarginatus</i>	te					W
<i>Nyctalus</i> sp.	te			W		
<i>Nyctalus noctula</i>	te					S
<i>Eptesicus serotinus</i>	te		E			
<i>Barbastella barbastellus</i>	te			S		WS
<i>Lepus europaeus</i>	te					NWS
<i>Sciurus vulgaris</i>	te					NWS
<i>Microtus arvalis</i>	te	W		W		NWS
<i>Microtus subterraneus</i>	te		E			NWS
<i>Myodes glareolus</i>	te	S	WSE	WS	WS	NWSE

<i>Myodes rutilus</i>	te			W		
<i>Apodemus agrarius</i>	te					N
<i>Apodemus flavicollis</i>	te	W	SE	WS	W	NWS
<i>Apodemus sylvaticus</i>	te				W	NWS
<i>Glis glis</i>	te					WS
<i>Eliomys quercinus</i>	te		E			NWS
<i>Muscardinus avellanarius</i>	te					NWS
<i>Vulpes vulpes</i>	te	WSE	WSE	WS	W	NWSE
<i>Lutra lutra</i>	te					NS
<i>Meles meles</i>	te		NE	WS		NWSE
<i>Martes martes</i>	te	S				NWS
<i>Felis silvestris</i>	te	SE				NWS
<i>Sus scrofa</i>	te		WE	WSE		NWS
<i>Capreolus capreolus</i>	te		WE	WS		NWS
† <i>Megaloceros giganteus</i>	te		N	N	N	
<i>Bison bonasus</i>	te				N	NWE
† <i>Bos primigenius</i>	te		E	WS	NWE	NWS
<i>Sorex araneus</i>	i	S	SE	NWS	WS	NWSE
<i>Sorex minutus</i>	i	WS		NWS	W	NWS
<i>Talpa europaea</i>	i	WS	SE	WS	WS	NWSE
<i>Vespertilio murinus</i>	i					S
<i>Plecotus auritus</i>	i			W		NWS
<i>Arvicola terrestris</i>	i	WS	WSE	NWS	WS	NWSE
<i>Microtus agrestis</i>	i	W		WS		NWSE
<i>Micromys minutus</i>	i					W
<i>Sicista betulina</i>	i		W	NW	WS	W
<i>Canis lupus</i>	i	WSE	WSE	WS	NW	NWS
<i>Ursus arctos</i>	i	WSE	WE	NWSE	S	NWSE
† <i>Ursus spelaeus/ingressus</i>	i	S?	S?			
<i>Martes foina</i>	i					WS
<i>Mustela erminea</i>	i	SE	S	WS	W	NWS
<i>Mustela putorius</i>	i	S	NE			NS
† <i>Crocuta crocuta spelaea</i>	i	S?				
<i>Lynx lynx</i>	i	SE	WS			NSE
<i>Panthera pardus</i>	i		E			
† <i>Panthera leo spelaea</i>	i	S	S			
<i>Cervus elaphus</i>	i	WSE	WSE	NWS	W	NWSE
<i>Ovis aries</i>	i		E			S
<i>Canis lupus familiaris</i>	domestiziert	E	WE	W	W	NWSE
<i>Bos taurus</i>	domestiziert			N?		S

Tab. 3.1. Gesichertes Auftreten terrestrischer Säugetiere vom späten Pleniglazial bis zum Boreal in den Regionen (N: Norden; W: Westen; S: Süden; E: Osten), geordnet nach klimatischer Präferenz (kt: kalt und/oder trocken; kf: feucht, kältetolerant; te: temperiert; i: klimatisch indifferent).

Der Säugetier-Faunenwandel hat sich keineswegs unabhängig oder ausschließlich klimainduziert vollzogen. Veränderungen der Landschaft einschließlich der Lage der Gletscher (Abb. 2.3 und 2.4), der Flora (Abb. 2.4) und der übrigen Fauna inklusive der Ausbreitung des Menschen bedingten zusätzlich die Fluktuationen in der Theriofauna, da Säugetiere bestimmte Bedingungen an ihre Umwelt stellen (Nahrung, Unterschlupf, etc.; s. App. 4) bzw. selbst gejagt werden. Die Ergebnisse zur Säugetierfauna werden daher nachfolgend für jede Zeitscheibe im ökologischen Kontext dargestellt. Im Anschluss daran wird auf die jeweilige Faunenzusammensetzung im Zigeunerfels eingegangen.

Im Text werden zunächst die ausgestorbenen (pleistozänen) und anschließend die rezenten Formen behandelt. Dies geschieht zum einen, weil für die ersteren die zur Interpretation ihrer

Verbreitung nicht, wie bei den rezenten Säugern, der aktualistische Ansatz genutzt werden kann und sie daher z. B. nicht in der Arealanalyse eingesetzt werden können. zum anderen wird das Aussterben der pleistozänen Großsäuger ein viel diskutiertes Thema, auf das auch in dieser Arbeit gezielt eingegangen werden soll.

Die Zusammenhänge des Faunenwandels mit biogenen und abiogenen Faktoren sind im Anschluss an dieses Kapitel in Tab. 3.2 zusammenfassend dargestellt.

### **3.1 Zeitscheibe 1: Spätes Pleniglazial (vor 12.500 BP)**

#### 3.1.1 Zeitliche Abgrenzung und ökologischer Kontext

##### *3.1.1.1 Abgrenzung*

Als spätes Pleniglazial wird die Übergangszeit nach der Maximalvereisung und vor der ersten deutlich nachweisbaren Wiedererwärmung um ca. 12.500 BP bzw. 14.450 Warvenjahre BP bezeichnet (BOKELMANN et al. 1983; BRAUER et al. 1999; FISCHER & TAUBER 1986; LITT & STEBICH 1999; LITT et al. 2001).

##### *3.1.1.2 Klima*

Zur Zeit während und kurz nach der Maximalvereisung, dem Greenland Stadial GS-2 der Isotopen-Stratigrafie des Grönlandeises (z. B. BJÖRCK et al. 1998; RASMUSSEN et al. 2006; vgl. App. 2) war das Klima im europäischen Periglazialraum stark von den Gletschern geprägt. Katabatische Winde sorgten (in Zusammenarbeit mit zyklonischen und azyklonischen Luftbewegungen um den Gletscher herum) für arktische Bedingungen. Der beste Nachweis derartiger, starker Winde sind die weit verbreiteten Löss- und Sandablagerungen, aber auch so genannte "Windkanter", Sand geschliffene Steine, die von äolischem Sedimenttransport zeugen. Diese starken Winde sorgten für Trockenheit. Kalte Temperaturen (im Winter bis zu 20°C niedriger als heute) sind in der Frostsprengung von Gesteinen und charakteristischen Strukturen ehemaliger Permafrostböden dokumentiert (EHLERS 1994). Der eisfreie Korridor zwischen den nördlichen und alpinen Vereisungsgebieten bot somit weitestgehend lebensfeindliche Bedingungen (z. B. KOENIGSWALD 2002).

Die erste markante Klimaerwärmung (Greenland Interstadial GI-1e) ist in den Grönland-Eisbohrkernen um 14.650 Kalenderjahren vor heute verzeichnet (z. B. DANSGAARD et al. 1993; BJÖRCK et al. 1998; RASMUSSEN 2006), der wahrscheinlich eine Erhöhung der Sommertemperaturen bereits ab 17.000 BP vorausging (ANDERSEN & BORNES 1994).

### *3.1.1.3 Eisbedeckung und Landschaft*

In Europa erreichte die weichselzeitliche Gletscher-Ausdehnung ihren Höhepunkt zwischen ca. 21.000 und 17.000 BP. Die Linie der Maximalvereisung im Norden zieht sich in Südkandinavien und Mitteleuropa vom Norden Dänemarks nach Süden (nur den Ostteil Dänemarks und Schleswig-Holsteins bedeckend) bis in den Norden der Stadt Hamburg, weiter nach Südosten etwa bis auf die Höhe Berlins und von dort in einem weiten Bogen nordostwärts. Auch die Alpen waren zu dieser Zeit fast vollständig vergletschert (ANDERSEN & BORNS 1994) (s. auch Abb. 4.1 und 4.2). Die Eisfront im Norden begann sich zurück zu ziehen, stieß aber, wie anhand von Endmoränen festgestellt wurde, noch mehrfach vor (Brandenburger, Pommersche und Mecklenburger Phase). Die Datierung dieser Vorstöße führte zu Ergebnissen, die zum Teil um 1.000 Jahre voneinander abweichen. Die neueren dieser Ergebnisse sprechen für die Eisfreiwerdung der Pommerschen Bucht bereits ca. 14.000 BP (GÖRSDORF & KAISER 2001) und die letzte Gletscheraktivität in Schleswig-Holstein für ca. 14.000-13.000 BP an. LITT et al. (2007) nennen für den letzten Vorstoß der Mecklenburg-Phase ein Datum von 17.000-15.000 calBP.

Die Nordsee lag trocken und wurde von der Elbe durchflossen (Abb. 2.4 A). Zwischen 18.000 und 13.000 BP entstanden mit dem einsetzenden Abschmelzen des nordischen Eisschildes subglaziale Rinnen (z. B. das Ahrensburger Tunneltal) und Urstromtäler, und es kam zur Bildung von Eisstauseen, die sich schließlich zum Baltischen Eisstausee vereinigten. Die Größe und Form dieses nach Westen hin entwässerten Sees änderten sich kontinuierlich in Abhängigkeit des weiteren Abschmelzens des Gletschereises und der Landhebung (ANDERSEN & BORNS 1994; EHLERS 1994). Die Öresund-Landbrücke verschwand bereits etwas früher als 13.000 BP (BJÖRCK 1996). In Dänemark und Norddeutschland kam es zur Abschnürung einzelner Toteisblöcke, Oberflächenformen einer Eiszerfallslandschaft blieben zurück. Bereits ab 17.000 BP entstanden derartige Strukturen aufgrund eines kräftigen Gletscherrückganges in den Alpen, und auch hier kam es zur Moränenbildung (ANDERSEN & BORNS 1994; EHLERS 1994; HEUBERGER 1968).

### *3.1.1.4 Flora*

Während der weichselzeitlichen Maximalvereisung dominierten Tundra und offene Steppenvegetation den Großteil des eisfreien Europas. Die Vegetation reagierte zwischen 18.000 und 13.000 BP noch nicht auf den beginnenden Gletscherrückzug, die Lage der Vegetationszonen blieb zunächst ähnlich (Abb. 2.4 A). Ab 13.000 BP begann die Verlagerung der Vegetationszonen nach Nordosten (ANDERSEN & BORNS 1994; EHLERS 1994).

KOENIGSWALD (2002) nimmt an, dass der pflanzliche Bewuchs im eisfreien Gebiet nicht zur Versorgung der Säugetierfauna ausreichte. BJÖRCK (1996) vermutet für das südliche Skandinavien die erste pflanzliche Wiederbesiedlung des ehemaligen Vergletscherungsraumes vor 13.300 BP.

#### 3.1.1.5 *Gastropoden*

Im Pleniglazial herrschte eine artenarme *Pupilla*-Fauna mit maximal 10 Arten vor. Diese sind widerstandsfähig und typisch für die Löss-Steppe, wo sie kalt-trockene Bedingungen anzeigen (MANIA 1973).

#### 3.1.1.6 *Mensch*

Im Hochglazial ist keine menschliche Besiedlung des Raumes zwischen den Vereisungsgebieten der Alpen und Skandinaviens bekannt (KOENIGSWALD & HEINRICH 1996). STREET & TERBERGER (2000) vermuten allerdings für den Zeitraum von 23.000 bis 15.000 BP gelegentliche "Besuche" des Menschen in Mitteleuropa.

Die erste Wiederbesiedlung erfolgte wohl noch vor der beginnenden Wiedererwärmung (TERBERGER 2006a), und die Haupt-Ausbreitungsphase des Magdaléniens von Südwesten her lag zwischen 13.500 und 12.500 BP (STREET & TERBERGER 2000). Im Magdalénien von Gönnersdorf und Andernach-Martinsberg am Mittelrhein wurden dorffähnliche Strukturen nachgewiesen, die lange bewohnt waren. Belege des Kontaktes mit anderen Gruppen existieren. Weiter südwestlich gelegene Fundstellen stellen eher Jäger-Camps an den Wanderrouten des Jagdwildes dar. Derartige Strukturen fehlen im Rheinland (BOSINSKI et al. 1995).

#### 3.1.2 Lokalitäten

In der Zeitscheibe 1 wurden insgesamt 79 Fundschichten aus 43 Fundstellen berücksichtigt (Abb. 3.1.1). Die Armut von Fundstellen im norddeutschen und skandinavischen Raum in dieser Zeit ergibt sich aus dem direkten Einfluss des Gletschers bzw. seines Abschmelzens.

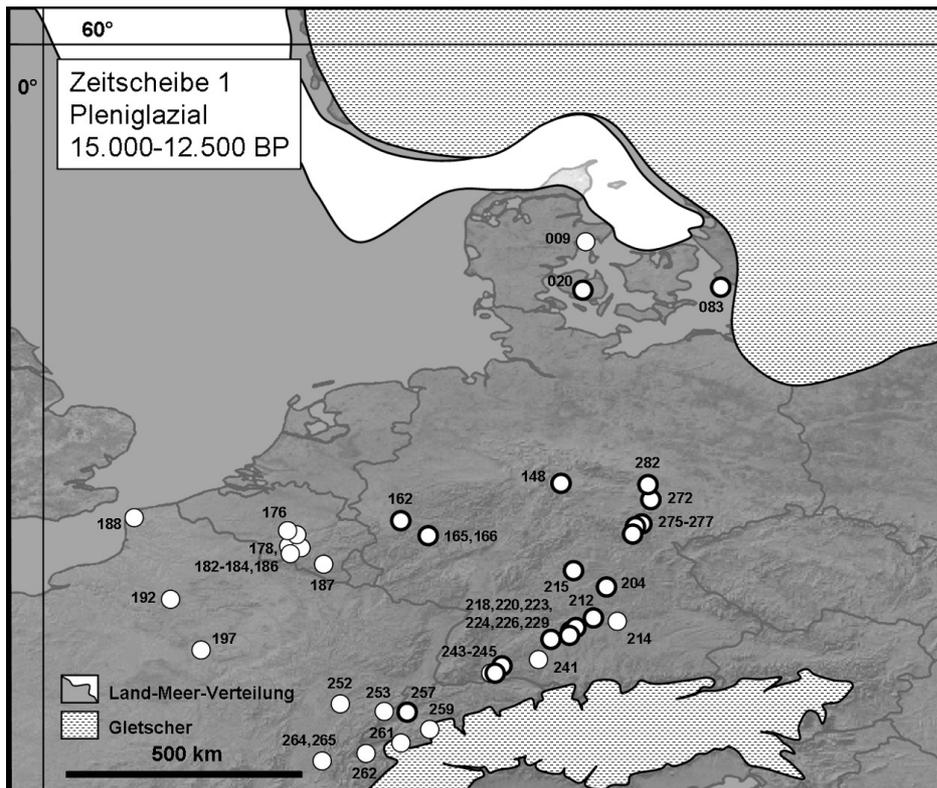


Abb. 3.1.1. Fundstellen der Zeitscheibe 1. 009 Rosmos; 020 Boltinggård's Skov; 083 Lockarp; 148 Stendel; 162 Metternich; 165 Gönnersdorf; 166 Andernach-Martinsberg; 176 Spy, Betche-aux-Rotches; 178 Trou de Burnot; 182 Trou de Chaleux; 183 Trou des Nutons, Furfooz; 184 Trou de Frontal; 186 Trou des Blaireaux; 187 Spy Grotte de Si; 188 Rinxent; 192 Verberie, Buisson Campin; 197 Marolles-sur-Seine; 199 Grotte du Renne, 204 Buttental; 212 Kaufertsberg; 214 Weinberghöhlen bei Mauern; 215 Große Ofnethöhle; 218 Spitalhöhle; 220 Spitzbubenhöhle; 223 Hohlenstein Stadel; 224 Kleine Scheuer am Hohlenstein/Lonetal; 226 Geißenklösterle; 229 Hohle Fels; 241 Schussenquelle; 243 Petersfels; 244 Schweizerbild; 245 Kesslerloch; 253 Champnévevres; 257 Monruz; 259 Schnurenloch; 261 Source-du-Chatelard; 262 Abri Taillefer; 264 La Colombière; 265 Gay; 272 Saaleck; 275 Kniegrotte; 276 Teufelsbrücke; 277 Oelknitz; 282 Nebra. Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder ausschließlich unsicher datierte Fundschicht(en).

Die wichtigsten Fundstellen in dieser Zeit sind im Norden sicherlich Lockarp (083) in Schonen, in der das Auftreten des Mammuts *Mammuthus primigenius* belegt ist, und Boltinggård's Skov (020) auf Fünen, wo die Saiga-Antilope *Saiga tatarica* auftrat (AARIS-SØRENSEN 2006; AARIS-SØRENSEN et al. 1999; FREDÉN 1984). Im Westen spielen die Faunen aus Gönnersdorf (165) und Andernach (166) eine bedeutende Rolle (BOSINSKI 1981; MALEC 1978; POPLIN 1972; STREET 1993; STREET & BAALES 1999; STREET et al. 1994, 2006b). Im südlichen Mitteleuropa sind die Höhlen bzw. Abris im Lonetal bzw. an der Oberen Donau (218, 220, 223, 224, 229, 243) von herausragender Bedeutung für die Umweltrekonstruktion, da sie sehr eingehend untersucht worden sind (z. B. ALBRECHT et al. 1983; HAHN 1981, 1984; HAHN & KOENIGSWALD 1977; HAHN et al. 1973; HELLER 1957; JAGUTTIS-EMDEN 1983; KOENIGSWALD 1984a; KOKEN 1912; MARKERT 1996; STORCH 1983). Fundstellen des Saale-Gebietes (275, 276, 282) geben einen guten Einblick in die Faunenzusammensetzung des

östlichen Mitteleuropas (z. B. FEUSTEL 1974, 1980; 282; GAUDZINSKI & STREET 2003; MANIA 1999; MUSIL 1974, 1980; KNORRE 1980).

### 3.1.3 Ergebnisse zur Säugetierfauna der Zeitscheibe 1

#### 3.1.3.1 Verbreitung einzelner Arten

Im Folgenden werden die in Zeitscheibe 1 auftretenden Säugetiere gelistet (Tab. 3.1.1).

Taxon	Klima-anpassung	Sicherer Nachweis	Erstaufreten	Letztes Auftreten	Unsicherer Nachweis
<i>Sorex minutissimus</i>	kt	x		x	
<i>Ochotona pusilla</i>	kt	x			
<i>Lepus timidus</i>	kt	x			
<i>Spermophilus</i> sp.	kt	x			
<i>Marmota marmota</i>	kt	x			
<i>Cricetus cricetus</i>	kt	x			
† <i>Cricetus major</i>	kt	x			
<i>Phodopus sungorus</i>	kt	x			
<i>Microtus gregalis</i>	kt	x			
<i>Chionomys nivalis</i>	kt	x			
<i>Dicrostonyx</i> sp.	kt	x			
<i>Lemmus lemmus</i>	kt	x			
<i>Alopex lagopus</i>	kt	x			
<i>Gulo gulo</i>	kt	x			
<i>Mustela nivalis</i>	kt	x			
<i>Mustela eversmanni</i>	kt				x
† <i>Mammothus primigenius</i>	kt	x			
<i>Equus</i> sp.	kt	x			
† <i>Coelodonta antiquitatis</i>	kt	x		x	
<i>Rangifer tarandus</i>	kt	x			
<i>Bison priscus</i>	kt	x			
<i>Saiga tatarica</i>	kt	x			
<i>Ovibos moschatus</i>	kt	x			
<i>Rupicapra rupicapra</i>	kt	x			
<i>Capra ibex</i>	kt	x			
<i>Neomys fodiens</i>	kf	x			
<i>Castor fiber</i>	kf	x			
<i>Microtus oeconomus</i>	kf	x			
<i>Alces alces</i>	kf	x	?		
<i>Crociodura leucodon-russula</i>	te	x	x		
<i>Neomys anomalus</i>	te	x	x		
<i>Microtus arvalis</i>	te	x	x		
<i>Microtus subterraneus</i>	te				x
<i>Myodes glareolus</i>	te	x	x		
<i>Apodemus flavicollis</i>	te	x	x		
<i>Glis glis</i>	te				x
<i>Eliomys quercinus</i>	te				x
<i>Muscardinus avellanarius</i>	te				x
<i>Vulpes vulpes</i>	te	x	x		
<i>Lutra lutra</i>	te				x
<i>Martes martes</i>	te	x	x		
<i>Felis silvestris</i>	te	x	x		
† <i>Sorex kennardi</i>	i				x
<i>Sorex araneus</i>	i	x			
<i>Sorex minutus</i>	i	x			
<i>Talpa europaea</i>	i	x			
<i>Arvicola terrestris</i>	i	x			

<i>Microtus agrestis</i>	i	x			
<i>Sicista betulina</i>	i				x
<i>Canis lupus</i>	i	x			
<i>Ursus arctos</i>	i	x			
† <i>Ursus spelaeus/ingressus</i>	i	x			
<i>Mustela erminea</i>	i	x			
<i>Mustela putorius</i>	i	x			
† <i>Crocuta crocuta spelaea</i>	i	x		x?	
<i>Lynx lynx</i>	i	x			
† <i>Panthera leo spelaea</i>	i	x			
<i>Cervus elaphus</i>	i	x			
<hr/>					
<i>Canis lupus familiaris</i>	domestiziert	x	x		

Tab. 3.1.1. Säugetiere der Zeitscheibe 1 und deren klimatische Anpassung (kt: kalt und/oder trocken; kf: feucht, kältetolerant; te: temperiert; i: klimatisch indifferent).

In der Zeitscheibe 1 sind insgesamt 50 Arten und Gattungen, die in eine der ökologischen Gruppen eingestuft werden konnten und nicht domestiziert sind, sicher nachgewiesen. Dabei überwiegen Tiere, die an kalt-trockene Bedingungen angepasst sind über die anderen Kategorien. Ob diese erstmals nach der Maximalvereisung in Mitteleuropa erscheinen, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden. Zwar sind keine Säugetierfaunen während des Hochglazials belegt (KOENIGSWALD & HEINRICH 1996). Dennoch kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass kälteliebende Säugetiere zumindest sporadisch in den eisfreien Korridor zwischen den Gletschern vordrangen. Ähnliches muss für Säugetiere der Kategorien kf und i angenommen werden.

Typische pleistozäne Formen wie das Mammuthus (*Mammuthus primigenius*) und das Wollhaarnashorn (*Coelodonta antiquitatis*) waren noch im späten Pleniglazial in Mitteleuropa verbreitet (Abb. 3.1.2). Die spärlichen Knochenfunde dieser Tiere aus dem Magdalénien von Gönnersdorf (165) datieren etwa 1.000 Jahre älter als die Besiedlung (ca. 13.600 bis 14.400 BP; STUART et al. 2002; entsprechend ca. 16.700 bis 17.600 calBP). Gravierungen auf Schieferplatten belegen jedoch ihr Vorkommen während noch der Besiedlungsphase. Erst um ca. 13.300 BP (ca. 16.200 calBP) trat das erste Mammuthus nach dem Hochglazial in Schonen auf (BERGLUND et al. 1976; LILJEGREN & EKSTRÖM 1996). Ein Nachweis des Mammuthus in Norddänemark (Rosmos, 009) wurde von AARIS-SØRENSEN et al. (1990) ebenfalls in das Pleniglazial datiert, jedoch von STUART et al. (2002) aufgrund einer Neudatierung vor der Maximalvereisung eingeordnet. Dennoch ist das Auftreten des Mammuthus in Zeitscheibe 1 in Dänemark wahrscheinlich (vgl. AARIS-SØRENSEN im Druck). Das Mammuthus näherte sich unter allen nachgewiesenen Säugern am weitesten dem zurückweichenden Gletscher Skandinaviens. Das Wollnashorn trat seltener auf als das weit verbreitete Mammuthus und kam

nur noch im Westen Mitteleuropas sicher vor. Es ist in der Zeitscheibe 1 letztmalig sicher am Mittelrhein (165) belegt.

Ebenfalls nur am Mittelrhein (165) kam der Steppenbison (*Bison priscus*) vor.

Funde des pleistozänen Höhlenlöwen (*Panthera leo spelaea*), der in Süddeutschland (Hohlenstein Stadel III, 223) vorkam, sind selten (Abb. 3.1.2). Auch er ist durch Darstellungen in Gönnersdorf (165) belegt (STUART 1991). Ob die Menschen dieses Tier jedoch direkt vor Ort gesehen haben, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden.

Der Höhlenbär (*Ursus spelaeus* bzw. *U. ingressus*) war gleichfalls nur im Süden verbreitet, ist aber im Fossilbericht etwas häufiger (223, 226, 229, 259). Diese Funde sind indirekt bzw. relativ datiert, nicht jedoch direkt. PACHER & STUART (2008) und STUART & LISTER (2007) vermuten das Aussterben des Höhlenbären anhand von direkten Radiokarbonaten bereits um ca. 24.000 BP. Diese Problematik wird in den Abschnitten 3.2.3.1 und 4.1.1.1 genauer besprochen. Zumindest für das Achtal (hier 226, 229) wird aufgrund genetischer Studien angenommen, dass *U. spelaeus* um 28.000 BP von *U. ingressus* abgelöst wurde (z. B. HOFREITER et al. 2007; MÜNZEL et al. 2007, im Druck), der sich jedoch in der Ökologie nicht wesentlich von *U. spelaeus* unterschied (BOCHERENS et al. 2007). Allerdings ist die Zugehörigkeit speziell der hier angeführten Funde nicht geklärt.

Die Höhlenhyäne (*Crocota crocuta spelaea*) ist wie der Höhlenlöwe aus den spätpleniglazialen Schichten vom Hohlenstein Stadel (223) belegt. Jüngere Funde sind nicht bekannt. Sowohl für den Höhlenbären als auch für die Höhlenhyäne nehmen PACHER & STUART (2008) und STUART & LISTER (2007) bereits ein Aussterben vor dem LGM an. Dieser Umstand wird in Abschnitt 4.1.1.1. diskutiert.

Unter den kalt und/oder trocken angepassten rezenten Säugern zeigt das Auftreten der Saiga-Antilope (*Saiga tatarica*), die heute in asiatischen Steppen und Halbwüsten beheimatet ist, in Dänemark (020) extrem kalte und trockene Bedingungen an. Dies ist das erste (ca. 13.900 bis 14.000 BP; ca. 17.100 bis 17.300 calBP) und nördlichste Vorkommen der Saiga im betrachteten Gebiet (AARIS-SØRENSEN 2006; AARIS-SØRENSEN et al. 1999). Außerdem kam sie am Mittelrhein (165, 166) und in Ostdeutschland vor (275, 276), jedoch nicht weiter südlich. Darin unterscheidet sich die Saiga-Antilope vom Moschusochsen (*Ovibos moschatus*), der zwar rezent ebenfalls kalte und vor allem trockene Bedingungen anzeigt, aber damals nicht so gletschernah vorkam. Der Moschusochse ist aus dem belgischen Troux de Chaleux (182) belegt und seine Überreste auf  $12.860 \pm 140$  BP ( $15.430 \pm 200$  calBP) datiert

(OxA-4129; DE BIE & VERMEERSCH 1998; HEDGES et al. 1993). Der heute ausschließlich alpine Steinbock (*Capra ibex*) kam ebenfalls dort, und zudem weiter südlich vor (Abb. 3.1.3).

Die Gämse (*Rupicapra rupicapra*), die als hervorragend an das Leben im Hochgebirge angepasst gilt, ist auch aus Troux de Chaleux (182), außerdem aus Gönnersdorf (165) und Andernach (166) am Mittelrhein und somit hinab bis auf 80-90 m über NN belegt.

Das als arktische Form mit guter Kälteanpassung geltende Rentier (*Rangifer tarandus*) und das Pferd (*Equus* sp.), ein Anzeiger trockener Bedingungen und offener Landschaften, waren im späten Pleniglazial weit verbreitet und kamen ab ca. 13.100 BP (ca. 16.000 calBP) bereits bis in die nordwestdeutschen Mittelgebirge vor (148; BRONK RAMSEY et al. 2002). Doch auch sie besiedelten noch nicht wieder den Norden Mitteleuropas, geschweige denn Südsandinavien. Beide waren sowohl im Flachland als auch in höheren Regionen verbreitet (Abb. 3.1.4). Beachtlich ist die kurze Entfernung vom alpinen Gletscher, in der das Rentier auftrat (261; VERMEERSCH 2006).

Unter den Arten der Kategorie kt waren in der Zeitscheibe 1 auch viele Kleinsäugern in Mitteleuropa verbreitet. Von der Knirpspitzmaus (*Sorex minutissimus*), heute ein Bewohner der Taiga, sind keine jüngeren Belege im Spätglazial bekannt. Sie kam wie der an das Steppenleben angepasste Steppenpfeifhase (*Ochotona pusilla*) und der heute in Tundra und Taiga verbreitete Schneehase (*Lepus timidus*) im Süden und Westen Mitteleuropas vor (165, 218, 220, 224, 229), der Schneehase ist noch weiter südwestlich und aus Magdalénien-Siedlungen Ostdeutschlands belegt (257, 275, 282). Der steppenbewohnende Ziesel (*Spermophilus* sp.) war im Westen und Süden Mitteleuropas verbreitet (192, 220, 257). Das Alpenmurmeltier (*Marmota marmota*), heute auf Gebirgsregionen beschränkt, trat in der Schweiz (257) auf, dort aber – wie schon für die montanen Artiodactylen festgestellt – bis in sehr niedrige Höhen (etwas über 400 m ü NN; STREET & BAALES 1999; vgl. BRIDAULT & CHAIX 2002).

Unter den heutzutage tundrenbewohnenden Lemmingen war der Halsbandlemming (*Dicrostonyx* sp.) weiter nach Norden (Mittelrhein, 165, und Thüringer Wald, 276) verbreitet als der Berglemming (*Lemmus lemmus*), der etwas feuchtere Habitate vertragen kann und nur in Süddeutschland (220, 229) vorkam (Abb. 3.1.5). Halsbandlemminge hatten somit in der Zeitscheibe 1 ein ähnliches Verbreitungsareal wie die Hamsterarten (*Cricetus* spp.) und der rezent auf Wermutsteppen Ostkasachstans und Südwestsibiriens beschränkte Dschungarische Zwerghamster (*Phodopus sungorus*), das sich von den süddeutschen Höhlen (218, 220, 226) bis zum Mittelrhein (165, 166) erstreckte.

Die Verbreitung der Sibirischen Zwiebelmaus (*Microtus gregalis*), die heute nur noch in der Steppe/Tundra Sibiriens vorkommt, ist zu der des Halsbandlemmings vergleichbar. Die rezent im Gebirge vorkommende Schneemaus (*Chionomys nivalis*) war wie der Berglemming nur im süddeutschen Raum (220, 226, 229) verbreitet.

Der am weitesten verbreitete Carnivore in den spätpleniglazialen Faunen war der Eisfuchs (*Alopex lagopus*) (165, 223, 243, 257, 275, 276, 282), der heutzutage in verschiedenen Lebensräumen der Tundrenzzone auftritt. Außerdem kamen der Vielfraß (*Gulo gulo*) (182, 183, Abb. 3.1.3) und das Mauswiesel (*Mustela nivalis*) (165, 224, 226) vor, die ebenfalls kalt-trockene Bedingungen anzeigen.

Unter den kältetoleranten Tieren des späten Pleniglazials waren nicht nur Trockenheitsanzeiger, sondern auch solche, die feuchte Habitate bevorzugen (kf). So kamen in Süddeutschland der Elch (*Alces alces*) (223) und der Biber (*Castor fiber*) (218, 229) vor (Abb. 3.1.6), jedoch nicht so gletschernah wie beispielsweise das Rentier. Wie der Biber sind auch die Sumpfmaus (*Microtus oeconomus*) und die Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*) in der Schicht 3/IIa in der Fundstelle Hohle Fels (Nische) (229) nachgewiesen, deren ältestes Datum  $17.100 \pm 150$  BP ( $20.560 \pm 170$  calBP) ist (H-5120-4569; MARKERT 1996; STREET & TERBERGER 2000). Daher ist in Betracht zu ziehen, dass diese drei Arten in den Tälern der Schwäbischen Alb das LGM überdauern konnten. Die Sumpfmaus war außerdem weiter nördlich verbreitet (165).

Sichere Ersthinweise für temperiert angepasste Arten existieren für die Feldspitzmaus (*Crocidura leucodon*) von der Schwäbischen Alb (229), sowie für die Sumpfspitzmaus (*Neomys anomalus*) und die Feldmaus (*Microtus arvalis*) vom Mittelrhein (beide 165). Die Rötelmaus (*Myodes glareolus*) und die Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*) waren bereits in der Zeitscheibe 1 im süd- und westdeutschen Raum verbreitet (Abb. 3.1.7).

Carnivoren, die aufgrund ihrer bevorzugten Lebensräume (s. App. 4) als eher temperiert angepasst gelten müssen, waren ebenfalls schon in der Zeitscheibe 1 vorhanden. Der älteste Fund des bereits weit verbreiteten Rotfuchses (*Vulpes vulpes*) stammt aus der Kniegrotte (275) in Thüringen, Schicht VIII, die zwischen 13.100 und 14.500 BP (ca. 16.000 bis 17.600 calBP) datiert (HOUSLEY et al. 1997; HEDGES et al. 1998). Da die Unterscheidung zwischen dem Rotfuchs und dem Eisfuchs anhand weniger postcranialer Überreste schwierig ist, könnte es bei der Bestimmung zu Verwechslungen gekommen sein. Dennoch ist davon auszugehen,

dass der Rotfuchs als Carnivorer nicht allzu streng an warmzeitliche Bedingungen gebunden und sein frühes Auftreten daher durchaus wahrscheinlich ist.

Der Baummarder (*Martes martes*) und die Wildkatze (*Felis silvestris*), beide eher thermophil, sind aus dem Hohlenstein Stadel (223), Horizont III nachgewiesen. Das älteste Datum aus dieser Schicht ist  $13.550 \pm 130$  BP bzw.  $16.740 \pm 160$  calBP (H-3799-3033; HAHN 1981). Die Wildkatze kam zudem weiter östlich vor (282).

Weitere temperiert angepasste Arten sind im späten Pleniglazial nur unsicher bestimmt oder datiert.

Unter den Arten ohne besondere klimatische Aussagekraft (i), die in der Zeitscheibe 1 nachgewiesen sind, waren der Wolf *Canis lupus* (165, 223, 275, 282) und der Braunbär (*Ursus arctos*) (182, 204, 275) besonders weit verbreitet. Gleiches gilt für den Rothirsch (*Cervus elaphus*) (166, 182, 223, 275). Weitere klimatisch eher anspruchslose Arten des späten Pleniglazials waren: die Waldspitzmaus (*Sorex araneus*), die Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*), der Maulwurf (*Talpa europaea*), die Schermaus (*Arvicola terrestris*) und die Erdmaus (*Microtus agrestis*), sowie der Iltis (*Mustela putorius*) und das Hermelin (*Mustela erminea*), die allesamt im südlichen und/oder westlichen Mitteleuropa vertreten waren. Das Hermelin kam zusätzlich im Osten (276) vor. Der Luchs (*Lynx lynx*) ist nur aus der Schicht VIII der Kniegrotte (275) sicher belegt, denn in den Fundschichten GH 8 bzw. GH 3-4 der süddeutschen Fundstellen Spitzbubenhöhle (220) und Geißenklösterle (226) kam es nachweislich zur Beimischung holozäner Elemente (z. B. HAHN et al. 1977; KOENIGSWALD 1984; SOMMER 2007), so dass die autochthone Lagerung bezweifelt werden muss.

Aus der Kniegrotte (275), Schicht VIII, wurden Funde eines Caniden von MUSIL (1974) als "*Canis cf. familiaris*" identifiziert. Diese Schicht datiert auf ca. 13.100 bis 14.500 BP (ca. 16.000 bis 17.600 calBP) (HOUSLEY et al 1997; HEDGES et al. 1998). Somit ist der domestizierte Hund im Magdalénien Ostdeutschlands möglicherweise sogar noch etwas früher zu finden als im Westen (Oberkassel, 159, s. Zeitscheibe 2). Damit übereinstimmend stammen die ersten Funde domestizierter Hunde überhaupt aus Russland (ab ca. 17.000 BP; SABLIN & KHLOPACHEV 2002).

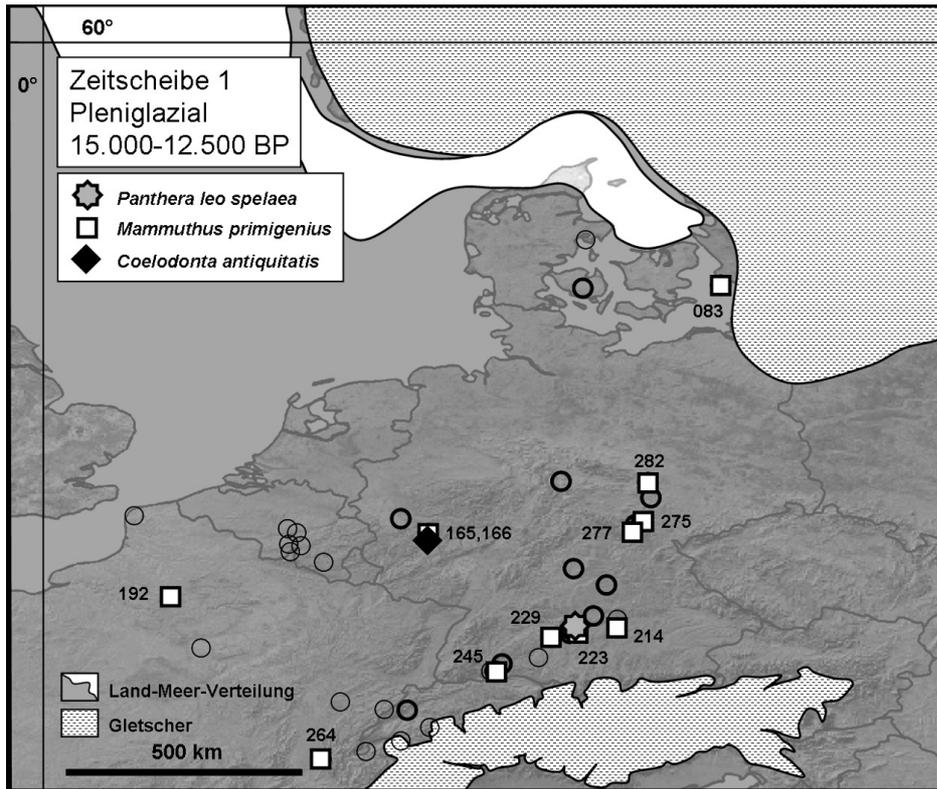


Abb. 3.1.2. Zeitscheibe 1. Sicher eingeordnete Nachweise der ausgestorbenen Formen *Panthera leo spelaea* (i), *Mammuthus primigenius* und *Coelodonta antiquitatis* (beide kt). Lokalitäten s. Abb. 3.1.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

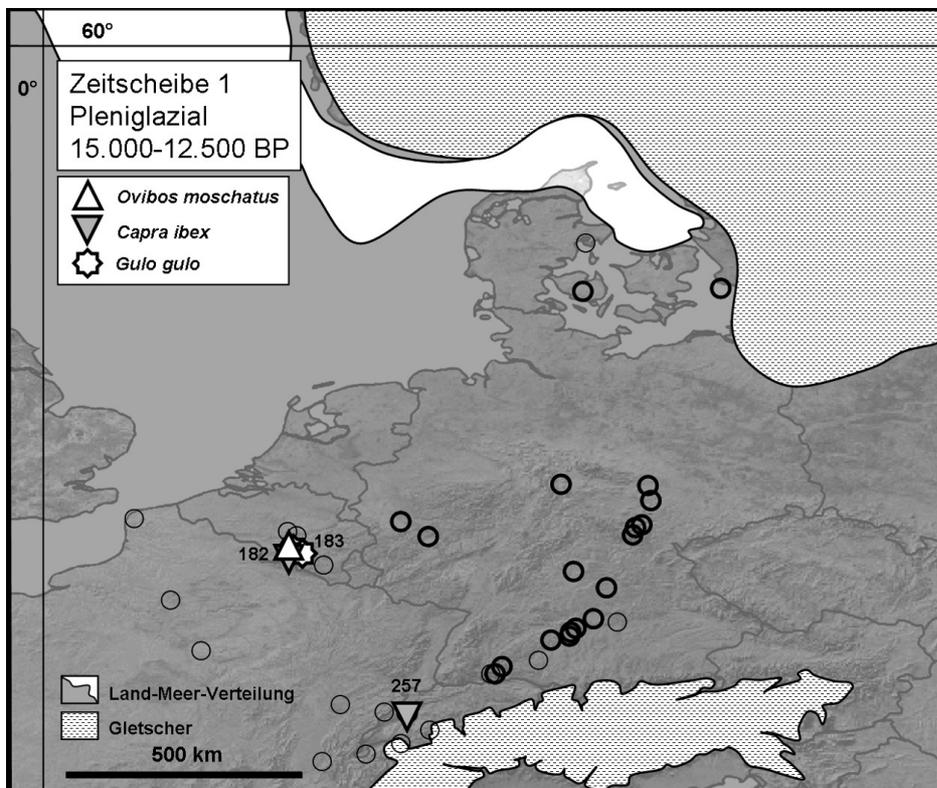


Abb. 3.1.3. Zeitscheibe 1. Sicher eingeordnete Nachweise von *Ovibos moschatus*, *Capra ibex* und *Gulo gulo* (alle kt). Lokalitäten s. Abb. 3.1.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

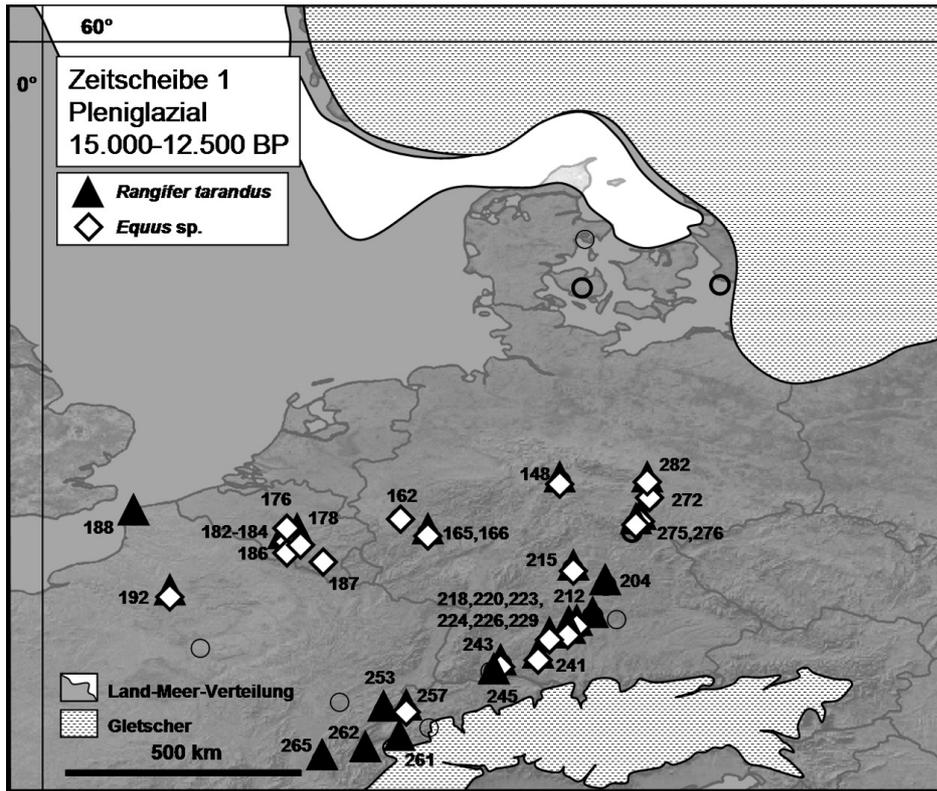


Abb. 3.1.4. Zeitscheibe 1. Sicher eingeordnete Nachweise von *Rangifer tarandus* und *Equus sp.* (beide kt). Lokalitäten s. Abb. 3.1.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

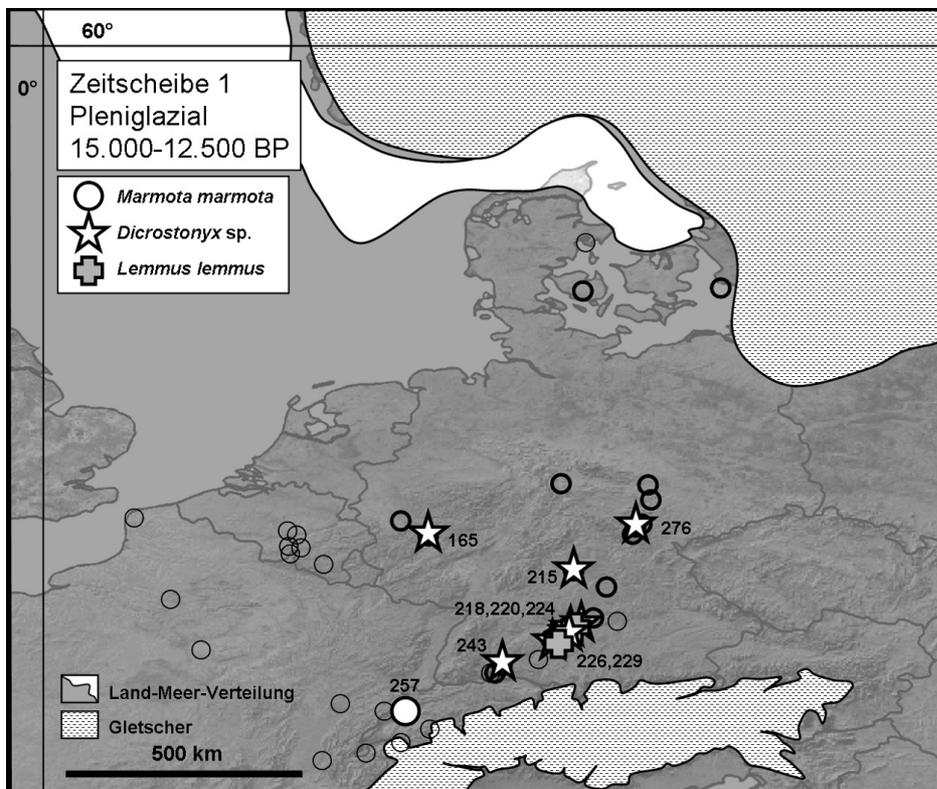


Abb. 3.1.5. Zeitscheibe 1. Sicher eingeordnete Nachweise von *Marmota marmota*, *Dicrostonyx sp.* und *Lemmus lemmus* (alle kt). Lokalitäten s. Abb. 3.1.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

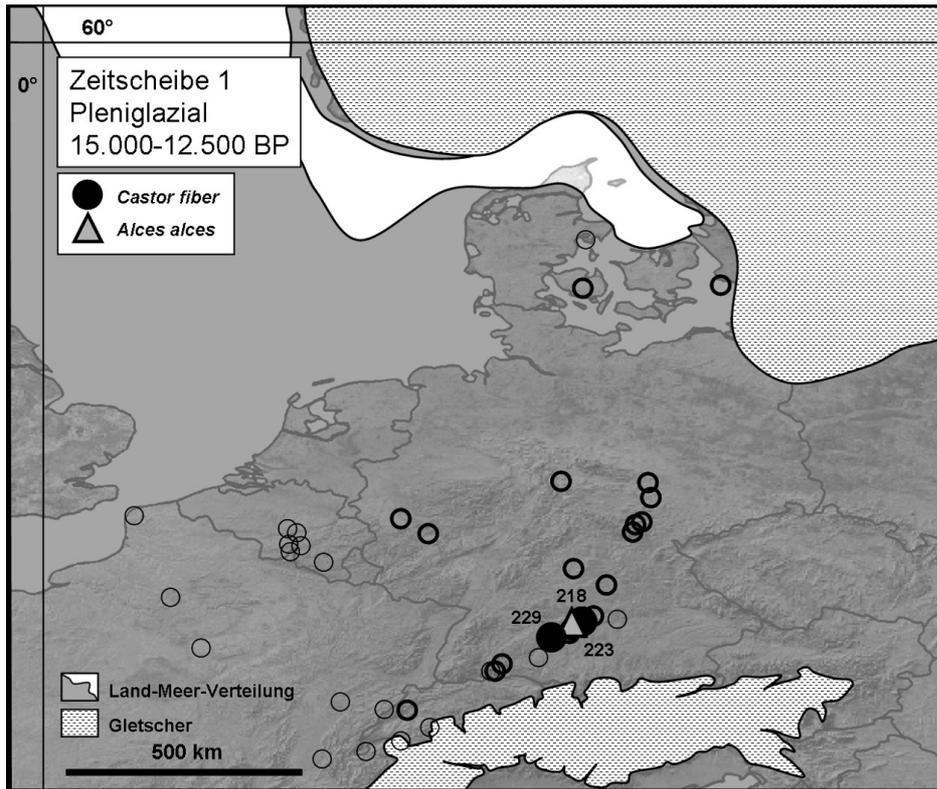


Abb. 3.1.6.  
Zeitscheibe 1.  
Sicher  
eingordnete  
Nachweise von  
*Castor fiber* und  
*Alces alces* (beide  
kf). Lokalitäten s.  
Abb. 3.1.1 bzw.  
App. 3. Leere  
Kreise:  
Fundstellen dieser  
Zeitscheibe ohne  
Nachweis. Leere  
Kreise mit dünner  
Linie: nur  
ausgewählte Arten  
aufgenommen oder  
unsichere  
Datierung. Alter in  
unkalibrierten  
Radiokarbonjahren  
vor heute.

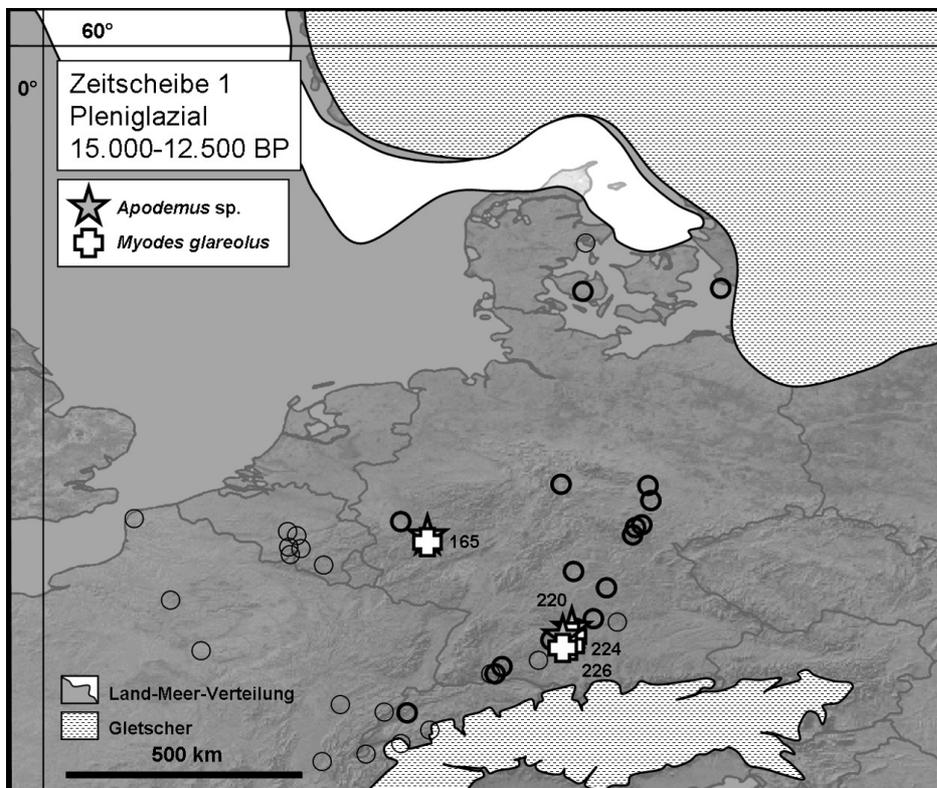


Abb. 3.1.7.  
Zeitscheibe 1. Sicher  
eingordnete  
Nachweise von  
*Apodemus sp.* und  
*Myodes glareolus*  
(beide te).  
Lokalitäten s. Abb.  
3.1.1 bzw. App. 3.  
Leere Kreise:  
Fundstellen dieser  
Zeitscheibe ohne  
Nachweis. Leere  
Kreise mit dünner  
Linie: nur  
ausgewählte Arten  
aufgenommen oder  
unsichere Datierung.  
Alter in  
unkalibrierten  
Radiokarbonjahren  
vor heute.

### 3.1.3.2 Interregionaler Vergleich

Teilt man die Lokalitäten in Regionen und die Säugetiere in Klimakategorien ein (s. App. 7), wird ein überregionaler Vergleich der anteiligen Faunenzusammensetzung in jeder Zeitscheibe möglich.

Die Säugetierfauna des gesamten Mitteleuropas (Abb. 3.1.8) war im späten Pleniglazial geprägt von kalt-trocken angepassten Arten (24 von 50 = 48%). Vier der vorkommenden Säugetiere sind der Kategorie kf zugeordnet (8%). Schon in der Zeitscheibe 1 setzte sich die Fauna zu einem Anteil von 16% (acht Arten/Gattungen) aus Säugern der Gruppe te zusammen. 14 (28%) der Säugetiere aus dieser Zeit sind nicht an spezielle klimatische Bedingungen gebunden.

In Abb. 3.1.9 sind für die Zeitscheibe 1 die Faunenzusammensetzungen des westlichen, südlichen und östlichen Mitteleuropas in Säulendiagrammen gegenübergestellt. Für das nördliche Mitteleuropa und Südschweden sind nicht ausreichend Arten nachgewiesen (n = 2), und es liegen keinerlei Assoziationen aus dieser Region vor.

Insgesamt ergibt sich bei der Betrachtung der Verteilung der Kategorien kt, kf, te und i ein recht einheitliches Bild: Der Anteil der Kälte- und Trockenheitsanzeiger überwog in der Zeitscheibe 1 überall. Den größten Faunenanteil nahm diese Kategorie in der westlichen Region ein (20 von 32 nachgewiesenen Taxa = 63%). Dort kamen außerdem sieben indifferente (22%), aber lediglich vier temperiert angepasste Säuger (13%) und eine Art (3%), die feucht-kalte Bedingungen bevorzugt (kf; *Microtus oeconomus*), vor. Diese Verteilung spricht für sehr kalte bzw. trockene Bedingungen im westlichen Mitteleuropa.

Im Süden sind die meisten Arten und Gattungen nachgewiesen (n = 39). Der Anteil der Gruppe kt war mit 17 Arten/Gattungen niedriger (44%), da mehr Säuger aus den Kategorien kf (4 Arten = 10%) und i (13 Arten = 33%) vorkamen. Der Anteil der thermophilen Spezies war etwa mit dem Westen vergleichbar (5 Arten = 13%). Daraus lässt sich auf etwas feuchtere Bedingungen als im Westen schließen.

Die Fauna im Osten Mitteleuropas war im späten Pleniglazial anscheinend recht artenarm (n = 15 sicher nachgewiesene). Die Anteile, die die Klimagruppen te und i ausmachten, waren ähnlich denen des südlichen Raumes. Zu beachten ist jedoch, dass insgesamt jeweils weniger Arten diese Anteile ausmachen. Die einzigen zwei nachgewiesenen Arten der Gruppe te sind zudem Raubtiere (*Vulpes vulpes* und *Felis silvestris*), die niemals sehr streng in ihren klimatischen Bedürfnissen sind. Die kaltzeitlichen Säuger machten mit acht Taxa 53% der

Fauna aus. Es kamen keinerlei Feuchtigkeitsanzeiger vor. In einzelnen Assoziationen konnte der Anteil der kalt-trocken angepassten Säuger bis zu 75% ausmachen (Teufelsbrücke 1 und 2, 276). Auf Basis dieser Verteilung ist also zu vermuten, dass das harscheste, zumindest aber das trockenste Klima im östlichen Mitteleuropa herrschte.

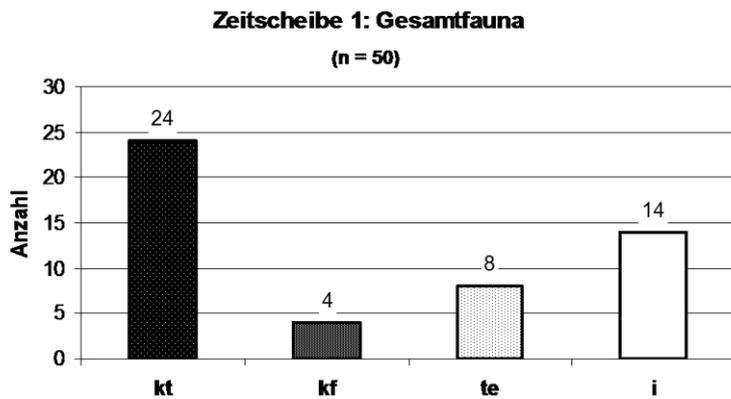


Abb. 3.1.8. Zeitscheibe 1. Faunenzusammensetzung für Gesamt-Mitteleuropa. Darstellung der Anteile von Säugetieren, die an temperierte Bedingungen angepasst sind (te), bei Kältetoleranz feuchte Habitate bevorzugen (kf), kalte und/oder trockene Bedingungen anzeigen (kt) oder klimatisch indifferent sind (i). n: Gesamtzahl.

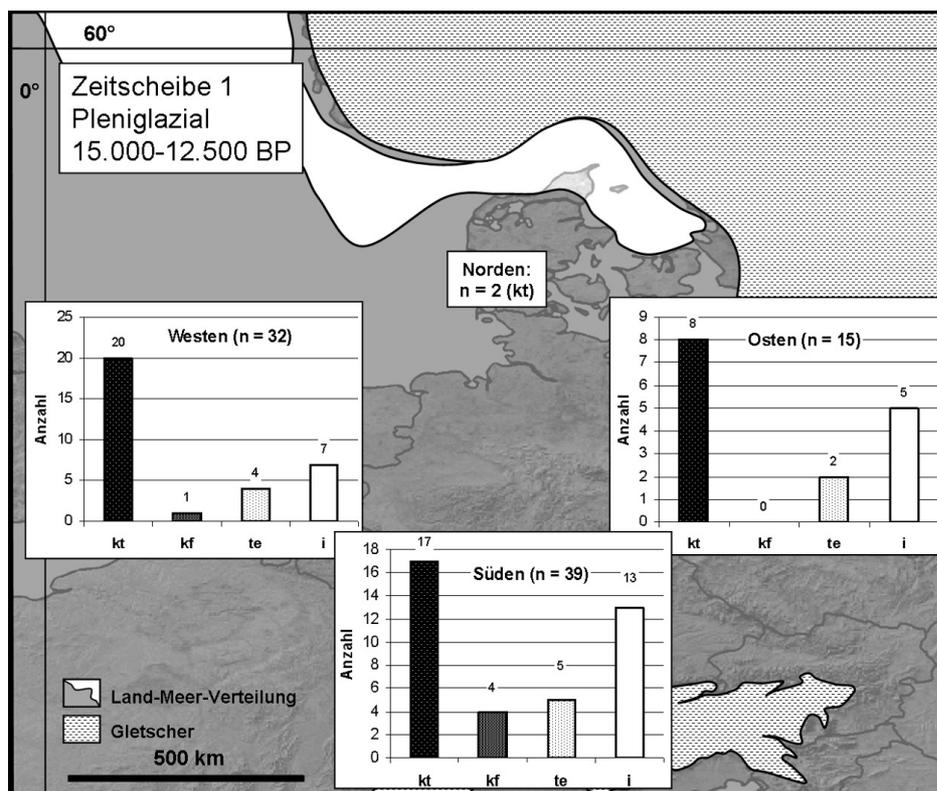


Abb. 3.1.9. Zeitscheibe 1. Überregionaler Vergleich der Faunenzusammensetzungen. Darstellung der Anteile von Säugetieren, die an temperierte Bedingungen angepasst sind (te), bei Kältetoleranz feuchte Habitate bevorzugen (kf), kalte und/oder trockene Bedingungen anzeigen (kt) oder klimatisch indifferent sind (i). n: Gesamtzahl. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

### 3.1.4 Einordnung der Zigeunerfels-Fauna

Die Datierungen ergaben, dass aus dem Zigeunerfels bislang kein Faunennachweis aus dem Pleniglazial existiert.

### 3.1.5 Zusammenfassung und Diskussion Zeitscheibe 1

Zusammenfassend für die Zeitscheibe 1 müssen folgende Punkte hervorgehoben werden: Viele der Taxa des ausgehenden Pleniglazials gehören zum so genannten "*Mammuthus-Coelodonta*"-Faunenkomplex (KAHLKE 1993, 1994). Pleistozäne (ausgestorbene) Formen traten in unterschiedlicher Häufigkeit und Ausbreitung auf. Typisch alpine Säugetiere kamen gemeinsam mit Steppenbewohnern vor und waren bis ins Flachland verbreitet, während arktische Arten auch montane Gegenden besiedelten.

Unter den Tieren der Steppe bildet der Westen Mitteleuropas einen klaren Verbreitungsschwerpunkt (vgl. BRIDAULT 1998). Dies spricht für relativ trockene Bedingungen dort. Dennoch kann eine beginnende frühe Wiedererwärmung im Südwesten nicht ausgeschlossen werden, denn es kamen bereits außerdem warmzeitliche Arten vor.

DELPECH (1975) bemerkt das heutige Fehlen der Gämse (*Rupicapra rupicapra*) und des Steinbocks (*Capra ibex*) im Permafrostbereich. Möglicherweise belegt ihre Verbreitung im Südwesten den dortigen Beginn des Abtauens, und die Nord- bzw. Ostgrenze ihrer Verbreitungsgebiete könnte (zumindest in der Zeitscheibe 1) für die Ausdehnung der Permafrostgebiete stehen.

Aus der Faunenzusammensetzung geht hervor, dass die Klimaveränderung im Süden am weitesten fortgeschritten war. Im Osten herrschten streng kontinentale Bedingungen vor.

Der Entwicklungsstand der regionalen Säugetierfaunen ist im Einklang mit den oben Aufgeführten paläoökologischen Studien: Induziert von der sehr zeitigen Erhöhung der Sommertemperaturen (ANDERSEN & BORNS 1994) breiteten sich die Vegetationszonen um 13.000 BP nach Norden aus (ANDERSEN & BORNS 1994; EHLERS 1994). Ihnen müssen in sehr kurzem zeitlichem Abstand gemeinsam mit dem Menschen (STREET & TERBERGER 2000) die ersten warmzeitlichen Säuger von Südwesten bzw. Feuchtigkeitsanzeiger von Süden her gefolgt sein. Dies gilt jedoch nicht für temperiert angepasste Raubtiere, die schon vor 13.000 BP aus diversen Fundstellen, u. a. im Osten, belegt sind (s. o.). Sie waren möglicherweise flexibel in ihrer Beutewahl und mehr auf die höheren Temperaturen als auf dichten Bewuchs angewiesen.

Nördlich der Mittelgebirge sind ausschließlich Mammut (*Mammuthus primigenius*) und Saiga-Antilope (*Saiga tatarica*) sicher nachgewiesen. Das dortige Fehlen von Faunenassoziationen spricht für lebensfeindliches Klima und bestätigt die Ergebnisse von KOENIGSWALD (2002a), KOENIGSWALD & HEINRICH (1996) und BJÖRCK (1996).

## **3.2 Zeitscheibe 2: Meiendorf und Älteste Dryas (12.500-12.000 BP)**

### 3.2.1 Zeitliche Abgrenzung und ökologischer Kontext

#### *3.2.1.1 Abgrenzung*

Das Meiendorf-Interstadial wurde erstmals von MENKE (1968, 1985) definiert. Es ist auf den Zeitraum von etwa 12.570-11.990 BP bzw. 14.450-13.800 Warvenjahre BP datiert (BOKELMANN et al. 1983; BRAUER et al. 1999; FISCHER & TAUBER 1986; LITT & STEBICH 1999; LITT et al. 2001). Der Begriff "Meiendorf" wird gelegentlich – *nicht* jedoch in dieser Arbeit – zusammenfassend für das eigentliche Meiendorf, die Älteste Dryas und das Bølling verwendet (z. B. DE KLERK 2008), entsprechend dem älteren Bølling-Allerød-Komplex nach USINGER (1985). Dies birgt große Verwechslungsgefahr. Der Term "Bølling-Allerød-Komplex" wird hier in anderem Zusammenhang eingesetzt (s. Abschnitt 3.3). Die unterschiedliche Anwendung der Begriffe Meiendorf und Bølling ist aus der Literatur hinlänglich bekannt (siehe DE KLERK 2004; ERIKSEN 2002; LITT et al. 2007).

Die Älteste Dryas (auch Ältere Tundrazeit oder Dryas 1) ist eine kühlere Phase, die IVERSEN (1942, 1954) in den Ablagerungen des Bøllingsø, Dänemark, erkannte. Sie datiert auf 13.800-13.670 Warvenjahre vor heute (BRAUER et al. 1999; LITT & STEBICH 1999; LITT et al. 2001). Offenbar kam es des Öfteren zu Verwechslungen mit der Älteren Dryas (DE KLERK 2004; LITT et al. 2007).

#### *3.2.1.2 Klima*

RENSSEN & ISARIN (2001) gehen für Nordwesteuropa von einem Anstieg der Januar-Temperatur von -25 bis -15°C auf -5 bis 5°C, der Juli-Temperatur von 10-15°C auf 13-17°C und von einer gleichmäßigen Erhöhung der Verdunstung und des Niederschlages aus. In der Ältesten Dryas folgte ein kurzer Temperaturrückschlag (GI-1d; z. B. LITT et al. 2001)

#### *3.2.1.3 Eisbedeckung und Landschaft*

Im Zeitraum zwischen 13.000 und 11.000 BP erfolgte ein relatives Abschmelzen der Gletscher. Die Nordsee und der Ärmelkanal waren noch immer verlandet. Eine marine Bucht existierte an der Nordspitze Dänemarks, und der Norwegische Kanal entstand (ANDERSEN & BORNIS 1994; EHLERS 1994). Der Öresund war weiterhin eine Wasserstraße (BJÖRCK 1996).

#### *3.2.1.4 Flora*

Das Meiendorf und das Bølling wiesen laut USINGER (1981, 1985) ähnliche Klima- und Vegetationsbedingungen auf. Dieser Befund wird von DE KLERK (2008) bestätigt, der die so

genannte "Open Vegetation phase I" und die *Hippophaë*-Phase in Nordostdeutschland als eher einheitlich ansieht. BOKELMANN et al. (1983) findet das *Hippophaë*-Maximum gegen Ende des Meiendorf-Interstadials. Auch für Dänemark ist der Anstieg von *Hippophaë* verzeichnet (IVERSEN 1954).

#### 3.2.1.5 *Gastropoden*

Im Spätglazial kam es allgemein zur Einwanderung erster mesophiler Molluskenarten. Im Meiendorf und in der Ältesten Dryas gesellte sich zur *Pupilla*-Fauna die für kalt-feuchte Bedingungen stehende *Columella-columella*-Fauna mit ersten anspruchsvolleren Arten. Boreo-alpine Formen waren in Gewässern verbreitet. In der Ältesten Dryas sind erstmals Unterschiede trockener und feuchter Standorte nachweisbar. Vor dem Bølling-Interstadial gingen die Pupillen merklich zurück (MANIA 1973).

#### 3.2.1.6 *Mensch*

Für das Magdalénien im Donautal in Südwestdeutschland, z. B. im Zigeunerfels (TAUTE 1972) und in der Burghöhle Dietfurt (BRUNNACKER et al. 1977; GIETZ 2001), und in der Schweiz ist das kurzzeitig bestehende Jägercamp als Siedlungsstruktur kennzeichnend (WENIGER 1989). Als Jagdwild wurde dort das Rentier präferiert, zweitwichtigstes Beutetier war das Pferd (in der Schweiz vielleicht auch der Steinbock). In den länger bewohnten Siedlungen am Mittelrhein und im Saale-Gebiet wurde hingegen das Pferd dem Rentier vorgezogen (WENIGER 1989). Die Kultur des Magdaléniens drang im Norden bis in das Leinebergland vor (GROTE 1994). Das jungpaläolithische Grab Oberkassel bei Bonn weist zwar Parallelen zu einer älteren Phase des Magdaléniens auf, datiert jedoch um 12.000 calBC, also am Übergang zum Finalen Paläolithikum (STREET et al. 2006a). Die Besiedlung des norddeutschen Raumes durch die Hamburger Kultur fand in einem vergleichbaren Zeitraum, etwa mit Beginn des Meiendorfs, statt (TERBERGER 2006a; vgl. GRIMM & WEBER 2008). Diese Menschen waren spezialisierte Rentierjäger. Ob sie Speer oder Pfeil und Bogen verwendeten ist jedoch unklar (BRATLUND 1990; TERBERGER 2006a). Die Ausbreitung der Hamburger Kultur von Norddeutschland nach Jütland erfolgte früh, etwa um 12.520 BP (HOLM 2003). Die Ausdehnung nach Süden ist nicht vollständig geklärt, es liegen jedoch keine Nachweise aus den norddeutschen Mittelgebirgen vor (TERBERGER 2006a). Wahrscheinlich bestand kein Kontakt zu den Menschen des Magdaléniens (WEBER mdl. Mttl. 2008). Im jüngeren Meiendorf, ab 12.165 BP (Zeit des *Hippophaë*-Maximums), wird die Havelte-Phase von der klassischen Hamburger Kultur unterschieden. Bislang wurden

keine Zeugnisse der klassischen Hamburger Kultur jenseits der Eisrandlinie des Pommerschen Stadiums (z. B. im nördlichen Mecklenburg) gefunden, die Havelte-Phase ist dort hingegen belegt. Möglicherweise waren die Umweltbedingungen zu Anfang des Meiendorfs noch zu feindlich. Das Ende der Hamburger Besiedlung wird für das Ende des Meiendorfs festgestellt (TERBERGER 2006a), eine sehr späte Siedlung der Havelte-Phase ist Ahrenshöft, 12.030 BP (CLAUSEN 1997).

### 3.2.2 Lokalitäten und neue <sup>14</sup>C-Daten

Aus der Zeitscheibe 2 gingen 86 Fundsituationen aus 49 Fundstellen in die Untersuchung ein (Abb. 3.2.1).

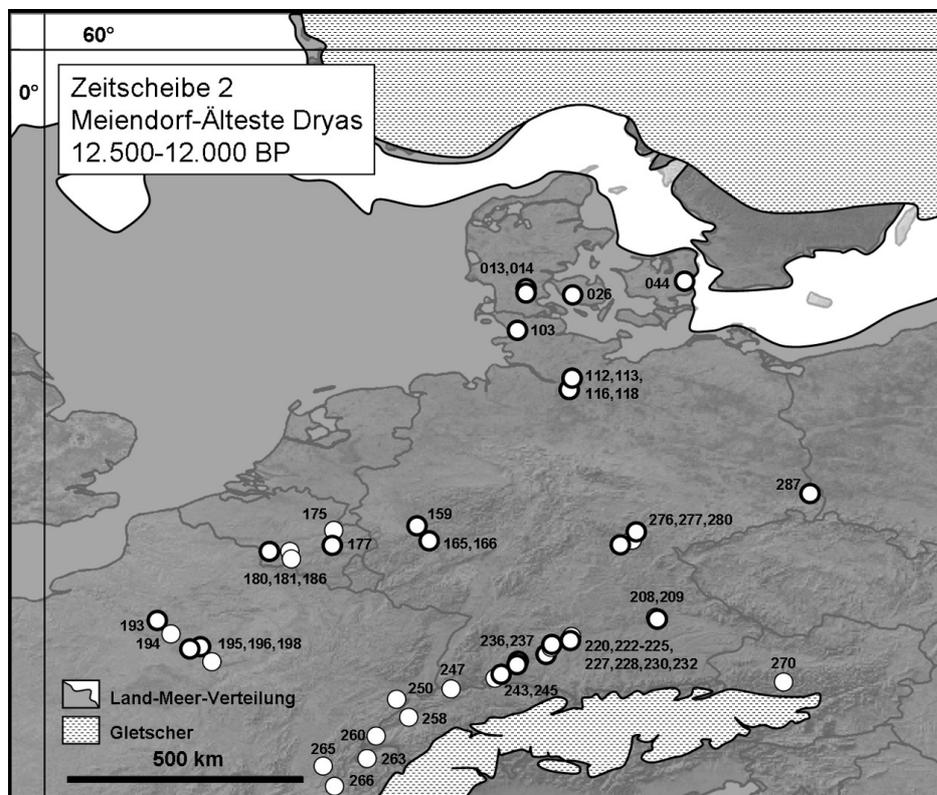


Abb. 3.2.1 Fundstellen der Zeitscheibe 2. 013 Jels; 014 Slotseng; 026 Villestofte; 044 Køge Bugt; 103 Ahrenshöft; 112 Stellmoor; 113 Meiendorf; 116 Hasewisch; 118 Poggenwisch; 159 Oberkassel; 165 Gönnersdorf; 166 Andernach-Martinsberg; 175 Trou Jadot; 177 Coléoptère; 180 Trou da Somme; 181 Presles; 186 Trou des Blaireaux; 193 Le Closeau; 194 Etiolles; 195 Le Tureau des Gardes; 196 Pincevent; 198 Marsangy; 208 Sesselfelsgrötte; 209 Klausenhöhlen (Obere Klaus); 220 Spitzbubenhöhle; 222 Hohlenstein bei Ederheim, Hohlenstein-Schambach; 223 Hohlenstein Stadel; 224 Kleine Scheuer am Hohlenstein/Lonetal; 225 Brillenhöhle; 227 Burkhardtshöhle; 228 Sirgenstein; 230 Schuntershöhle; 232 Felsställe; 236 Zigeunerfels; 237 Burghöhle Dietfurt; 243 Petersfels; 245 Kesslerloch; 247 Eremitage; 250 Rochedane; 258 Praz Rodet; 260 Mollendruz-abri Freymond; 263 Veyrier; 265 Gay; 266 La Fru; 270 Gamssulzenhöhle; 276 Teufelsbrücke; 277 Oelknitz; 280 Fuchskirche; 287 Reichwalde. Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder ausschließlich unsicher datierte Fundschicht(en).

Die wichtigsten Lokalitäten in dieser Zeitscheibe sind neben den Stationen der Hamburger Kultur im Ahrensburger Tunneltal (112, 113, 118) (HERRE & REQUATE 1958; KRAUSE 1937; KRAUSE & KOLLAU 1943) und den Magdalénien-Siedlungen in Belgien und Nordfrankreich

(177, 194, 196) (CORDY 1991; POPLIN 1994; TOUSSANT & BECKER 1991; VIGNE 1994) die Höhlenfundstellen der Schwäbischen Alb (besonders 225, 232, 236, 243) (ALBRECHT et al. 1983; BERKE 1987; BOESSNECK & DRIESCH 1973; JAGUTTIS-EMDEN 1983, 1987; KIND 1987, 2003; KOENIGSWALD 1972; KOENIGSWALD & TAUTE 1974; RIEK 1973; STORCH 1973, 1983, 1987). Weiterhin sind Faunen aus dem Saale-Gebiet (276, 280) sehr aussagekräftig (BENECKE 2006; FEUSTEL 1980; KÜSSNER 2006; MUSIL 1980).

Sechs neu erhobene Radiokarbondaten (Poz-20368, KIA-26997, Poz-20321, Poz-20369, Poz-26895, OxA-17268) ermöglichen die Einordnung der Schichten H/I bis F aus dem Zigeunerfels (236) in diese Zeitscheibe (S. Abschnitt 3.2.4.1 und App. 5).

### 3.2.3 Ergebnisse zur Säugetierfauna der Zeitscheibe 2

#### 3.2.3.1 Verbreitung einzelner Arten

Folgende Säugetiere treten in der Zeitscheibe 2 auf (Tab. 3.2.1):

Taxa	Klima-anpassung	Sicherer Nachweis	Erstaufreten	Letztes Auftreten	Unsicherer Nachweis
<i>Sorex minutissimus</i>	kt				x
<i>Ochotona pusilla</i>	kt	x			
<i>Lepus timidus</i>	kt	x			
<i>Spermophilus</i> sp.	kt	x			
<i>Marmota marmota</i>	kt	x			
<i>Cricetus cricetus</i>	kt	x			
† <i>Cricetus major</i>	kt	x		x	
<i>Phodopus sungorus</i>	kt	x			
<i>Microtus gregalis</i>	kt	x			
<i>Chionomys nivalis</i>	kt	x			
<i>Dicrostonyx</i> sp.	kt	x			
<i>Lemmus lemmus</i>	kt	x			
<i>Alopex lagopus</i>	kt	x			
<i>Gulo gulo</i>	kt	x			
<i>Mustela nivalis</i>	kt	x			
† <i>Mammuthus primigenius</i>	kt	x		x	
<i>Equus</i> sp.	kt	x			
† <i>Coelodonta antiquitatis</i>	kt				x
<i>Rangifer tarandus</i>	kt	x			
<i>Saiga tatarica</i>	kt	x		x	
<i>Ovibos moschatus</i>	kt				x
<i>Rupicapra rupicapra</i>	kt	x			
<i>Capra ibex</i>	kt	x			
<i>Neomys fodiens</i>	kf				x
<i>Desmana moschata</i>	kf	x	x		
<i>Castor fiber</i>	kf	x			
<i>Microtus oeconomus</i>	kf	x			
<i>Alces alces</i>	kf	x			
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	te				x
<i>Myotis myotis</i>	te				x
<i>Nyctalus noctula</i>	te				x
<i>Eptesicus serotinus</i>	te	x	x		
<i>Microtus arvalis</i>	te				x

<i>Microtus subterraneus</i>	te	x	x		
<i>Myodes glareolus</i>	te	x			
<i>Apodemus flavicollis</i>	te	x			
<i>Glis glis</i>	te				x
<i>Eliomys quercinus</i>	te	x	x		
<i>Vulpes vulpes</i>	te	x			
<i>Meles meles</i>	te	x	x		
<i>Felis silvestris</i>	te				x
<i>Sus scrofa</i>	te	x	x		
<i>Capreolus capreolus</i>	te	x	x		
† <i>Megaloceros giganteus</i>	te	x	x		
<i>Bison bonasus</i>	te				x
† <i>Bos primigenius</i>	te	x	x		
<i>Sorex araneus</i>	i	x			
<i>Sorex minutus</i>	i				x
<i>Talpa europaea</i>	i	x			
<i>Microtus agrestis</i>	i				x
<i>Arvicola terrestris</i>	i	x			
<i>Sicista betulina</i>	i	x	x		
<i>Canis lupus</i>	i	x			
<i>Ursus arctos</i>	i	x			
† <i>Ursus spelaeus/ingressus</i>	i	x		x?	
<i>Mustela erminea</i>	i	x			
<i>Mustela putorius</i>	i	x			
<i>Lynx lynx</i>	i	x			
<i>Panthera pardus</i>	i	x		x	
† <i>Panthera leo spelaea</i>	i	x		x	
<i>Cervus elaphus</i>	i	x			
<i>Ovis aries</i>	i	x	x		
<i>Canis lupus familiaris</i>	domestiziert	x			

Tab. 3.2.1. Säugetiere der Zeitscheibe 2 und deren klimatische Anpassung (kt: kalt und/oder trocken; kf: feucht, kältetolerant; te: temperiert; i: klimatisch indifferent).

Die Vielfalt war in der Zeitscheibe 2 mit 49 Gattungen und Arten, die nicht als "u" eingestuft oder domestiziert sind, etwa gleichgroß wie in der Zeitscheibe 1.

Das Mammut (*Mammuthus primigenius*) war in der Zeitscheibe 2 im Süden, Westen und Osten Mitteleuropas noch verbreitet, kann jedoch nicht mehr, wie noch zuvor in der Zeitscheibe 1, in Südschweden nachgewiesen werden (Abb. 3.2.2). Es trat letztmals gesichert in der Schweiz auf (Praz Rodet, 258). Seine Überreste sind dort direkt auf  $12.270 \pm 210$  BP ( $14.440 \pm 390$  calBP) datiert (Ly-877; STUART 1991; STUART et al. 2002). Das Wollhaarnashorn *Coelodonta antiquitatis* ist in dieser Zeitscheibe nicht mehr sicher nachgewiesen.

Ein Caninus des Höhlenlöwen (*Panthera leo spelaea*) aus der Schicht F im Zigeunerfels (236) datiert auf  $12.375 \pm 50$  BP (OxA-17268;  $14.600 \pm 190$  calBP) und gehört zu den jüngsten Funden des Höhlenlöwen in Nordeurasien (STUART schriftl. Mttlg. 2007; STUART & LISTER 2007). Der Höhlenlöwe war in der Zeitscheibe 2 also noch im südlichen Mitteleuropa verbreitet (Abb. 3.2.2).

Das erste sichere Auftreten des Riesenhirsches (*Megaloceros giganteus*) nach dem LGM ist am Übergang von der Ältesten Dryas zum Bølling im betrachteten Gebiet zu verzeichnen. Ein Fund vor der Ostküste Seelands (044) ist direkt auf  $12.005 \pm 65$  BP ( $13.900 \pm 80$  calBP) datiert (OxA-10234; AARIS-SØRENSEN & LILJEGREN 2004).

Überreste des Höhlenbären (*Ursus spelaeus* bzw. *U. ingressus*) von der Schwäbischen Alb (aus der Schicht V der Brillenhöhle, 225) sind wahrscheinlich in die Älteste Dryas zu stellen (BOESSNECK & DRIESCH 1973). Damit in etwa übereinstimmend vermutet STUART (1991, 1999) ein relikartiges Überleben bis ca. 12.500 BP. Folgt man jedoch den Ergebnissen zur zeitlichen Verbreitung des Höhlenbären von RABEDER et al. (2000), die das Aussterben bereits um 16.000 calBP vermuten, sollte auch eine Beimischung aus älteren Schichten in Betracht gezogen werden. PACHER & STUART (2008) und STUART & LISTER (2007) vermuten das Aussterben im alpinen und alpenangrenzenden Raum bereits um ca. 24.000 BP (s. Abschnitt 4.1.1.1). In jedem Fall sind nach der Zeitscheibe 2 keine Höhlenbär-Funde mehr verzeichnet.

Ebenfalls letztmalig nachgewiesen ist der pleistozäne Hamster (*Cricetus major*), der noch von der Oberen Donau (232) notiert ist.

Der Steppenbison (*Bison priscus*) ist in der Zeitscheibe 2 bisher nicht gefunden worden, sein Vorkommen ist aber wahrscheinlich.

Die kälteangepasste Saiga-Antilope (*Saiga tatarica*) war, wie das Mammut, nicht mehr nördlich des Thüringer Waldes verbreitet, dafür (im Gegensatz zu Zeitscheibe 1) südlich bis zur Schwäbischen Alb (225). Knochen der Saiga-Antilope aus Trou da Somme (180) in Belgien sind direkt auf  $12.240 \pm 130$  BP ( $14.370 \pm 290$  calBP) datiert (OxA-4199; HEDGES et al. 1994), was gleichzeitig den letzten mitteleuropäischen Nachweis darstellt.

Das Verbreitungsgebiet des Steinbockes (*Capra ibex*) erstreckte weiter als in der Zeitscheibe 1, vom Süden (225, 232, 236, 243) in den Westen Mitteleuropas (177; Abb. 3.2.3).

Rentier (*Rangifer tarandus*) und Pferd (*Equus* sp.) konnten ihre Verbreitungsgebiete in dieser Zeitscheibe ebenfalls weiter nach Norden ausdehnen (Abb. 3.2.4). Das nördlichste Vorkommen des Pferdes markiert die Hamburger Station Meiendorf (113) im Ahrensburger Tunneltal, für die Daten um 12.300 BP (ca. 14.400 calBP) streuen (FISCHER & TAUBER 1986; KRAUSE & KOLLAU 1943). Das Rentier war weiter nördlich vertreten. Für den Beginn des Meiendorfs ist das erste Auftreten des Rentiers in Dänemark verzeichnet (z. B. Slotseng, 014;

HOLM 1991). AARIS-SØRENSEN (1998) bezeichnet daher das Spätglazial Dänemarks als "Rentierzeit".

Während das Verbreitungsgebiet des Halsbandlemmings (*Dicrostonyx* sp.) im Vergleich mit dem Pleniglazial in etwa konstant blieb, kam der Berglemming (*Lemmus lemmus*) in der Zeitscheibe 2 weiter nördlich vor (112). Auch das Alpenmurmeltier (*Marmota mamota*) konnte sein Gebiet von Süden gen Nordosten ausbreiten (276; Abb. 3.2.5).

Weitere kalt-trocken angepasste Säuger (z. B. Vielfraß, *Gulo gulo*, Abb. 3.2.3, Schneehase, *Lepus timidus*, Ziesel, *Spermophilus* sp.) tendierten ebenfalls zur Arealausbreitung nach Norden (vgl. AARIS-SØRENSEN 1998, 2000, im Druck; AARIS-SØRENSEN et al. 2007).

Unter den Säugetieren, die feuchte Habitate bevorzugen, kam der Biber (*Castor fiber*) weiterhin im Süden Mitteleuropas vor (236), während der Elch (*Alces alces*) sein Verbreitungsgebiet an den Mittelrhein (165) und in das Saale-Gebiet (280) ausdehnen konnte (Abb. 3.2.6). Aus den Fundstellen, die in die CEMPHoB-Datenbank eingingen, liegt kein Nachweis des Elches im Meiendorf und in der Ältesten Dryas Skandinaviens vor. LILJEGREN & EKSTRÖM (1996) datierten Funde des Elches aus Schonen (Arrie) auf 12.400 BP, also noch vor den ersten dänischen Funden. Dieselben Überreste wurden jedoch mittlerweile neu datiert (Aaris-Sørensen im Druck) und sind wahrscheinlich allerødzeitlichen Alters (vergleichbar mit den Funden aus Hässleberga, 080, Zeitscheibe 3).

In dieser Zeitscheibe erschien in Mitteleuropa erstmals ein weiterer Feuchtigkeitsanzeiger. Der Russische Desman (*Desmana moschata*), der heute an Wasserläufen und Seen Russlands, Kasachstans und der Ukraine siedelt, ist aus Meiendorf (113) verzeichnet. Wie den Fundinformationen in der Sammlung im Schloss Gottorf entnommen werden konnte, die der Tibia und Fibula beilagen, handelt es sich dabei um eine größere Form, die auch im Magdalénien Ungarns vorkommt, wie bereits von KRAUSE (1937) angedeutet.

In der Zeitscheibe 2 traten weitere Säugetiere, die an temperierte Klimate angepasst sind, erstmals nach der Maximalvereisung auf. Das Wildschwein (*Sus scrofa*) und das Reh *Capreolus capreolus* sind sicher nachgewiesen (Abb. 3.2.7). In Ostdeutschland (280) und in Nordfrankreich (193) wird das Wildschwein mit Sicherheit vor dem Allerød eingeordnet (BENECKE 2006; BODU & DEBOUT 2005; STREET & BAALES 1999). Das Reh war nur unwesentlich weiter nördlich verbreitet als das Wildschwein. Die Grenze der Verbreitung reicht von Oberkassel (159; VERWORN et al. 1919; NOBIS 1986) im Westen bis nach

Reichwalde (287) im Osten. Funde von dort sind auf  $12.350 \pm 50$  BP ( $14.540 \pm 200$  calBP) datiert (GrA-15437; VOLLBRECHT 2005).

Der Auerochse (*Bos primigenius*) kam ebenfalls erstmals in Mitteleuropa vor. Seine Überreste sind aus dem Abri Fuchskirche im Saale-Gebiet (280), Horizont I 3a, eindeutig bestimmt (genetische Untersuchungen bestätigen die Artzugehörigkeit) und direkt datiert. Das Datum von  $12.030 \pm 52$  BP (KIA 12927;  $13.910 \pm 80$  calBP) ordnet diesen Fund an den Übergang von der Ältesten Dryas zum Bølling ein (BENECKE 2006; BOLLONGINO & WEBER 2006; KÜSSNER 2006). Ein weiteres Datum aus dieser Fundschicht ( $12.232 \pm 50$  BP; KIA 12926;  $14320 \pm 220$  calBP) unterstreicht die Einordnung an das Ende der Zeitscheibe 2.

Die Verbreitungsmuster von Waldmäusen (*Apodemus* sp.) und der Rötelmaus (*Myodes glareolus*) waren sich weiterhin ähnlich, erstreckten sich aber etwas weiter nach Nordosten als in der Zeitscheibe 1. Die Rötelmaus ist zusätzlich erstmals in den Alpen auf 1300 m über NN nachgewiesen (270; NAGEL et al. 1995), wo die Waldmäuse nicht verzeichnet sind (Abb. 3.2.8).

Weitere erstmalig belegte thermophile Arten sind neben der Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*) (276) die Kurzohrmaus (*Microtus subterraneus*) (276), der Gartenschläfer (*Eliomys quercinus*) (276) und der Dachs (*Meles meles*) (113, 276).

Bezüglich der klimatisch indifferenten Arten ist das letztmalige Auftreten des Leoparden (*Panthera pardus*), der heute vor allem in Afrika und Asien verbreitet ist, zu bemerken (vgl. KOENIGSWALD et al. 2006). Diese Art wurde von MUSIL (1980) in der Schicht 4 der Teufelsbrücke (276) in Ostdeutschland identifiziert, die auf  $12.480 \pm 90$  BP (Bln-1727;  $14.870 \pm 180$  calBP) und damit in den Übergangsbereich zwischen den Zeitscheiben 1 und 2 datiert ist.

Generell ist das Fehlen einiger Arten in der Zeitscheibe 2 auffällig, die zuvor und anschließend wieder auftreten, wobei alle ökologischen Gruppen betroffen sind: *Bison priscus* und *Ovibos moschatus* (kt), *Neomys fodiens* (kf), *Microtus arvalis* (te) und *Sorex minutus* und *Microtus agrestis* (i) ("*Microtus arvalis-agrestis*" (u) ist jedoch verzeichnet).

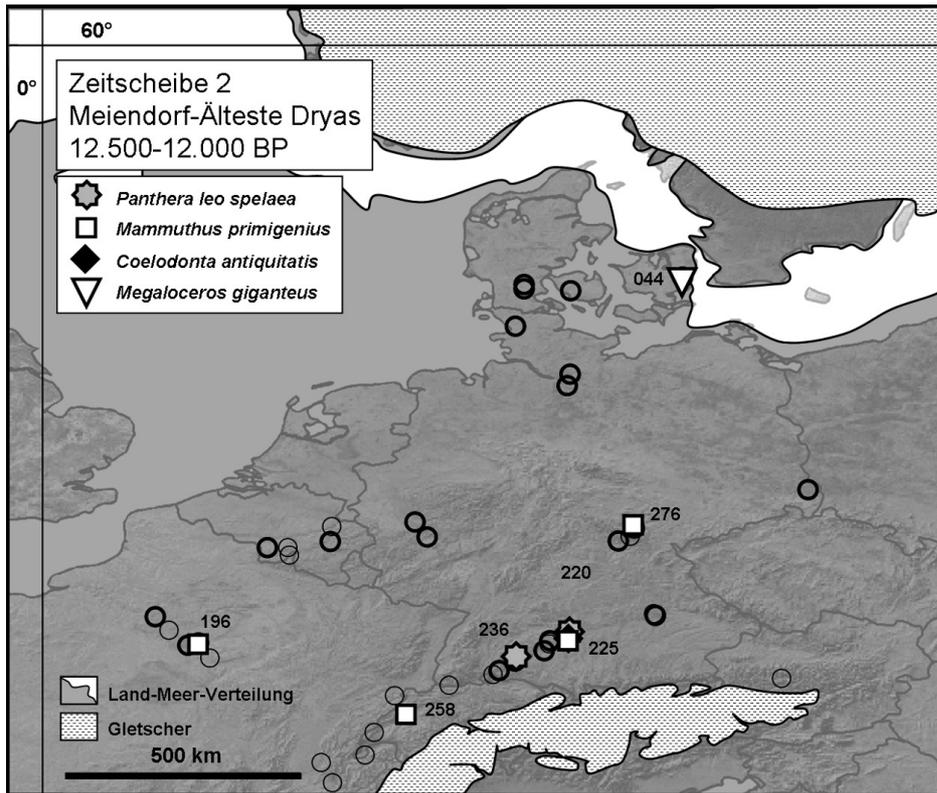


Abb. 3.2.2. Zeitscheibe 2. Sicher eingeordnete Nachweise der ausgestorbenen Formen *Panthera leo spelaea* (i), *Mammuthus primigenius*, *Coelodonta antiquitatis* (beide kt) und *Megaloceros giganteus* (te). Lokalitäten s. Abb. 3.2.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

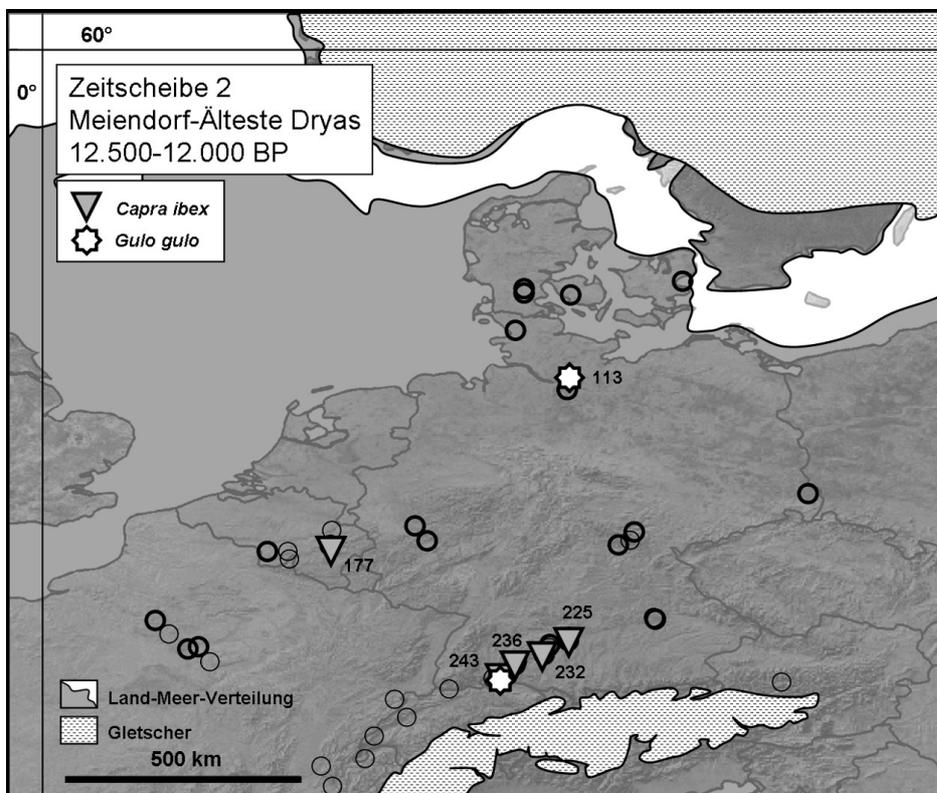


Abb. 3.2.3. Zeitscheibe 2. Sicher eingeordnete Nachweise von *Capra ibex* und *Gulo gulo* (beide kt). Lokalitäten s. Abb. 3.2.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

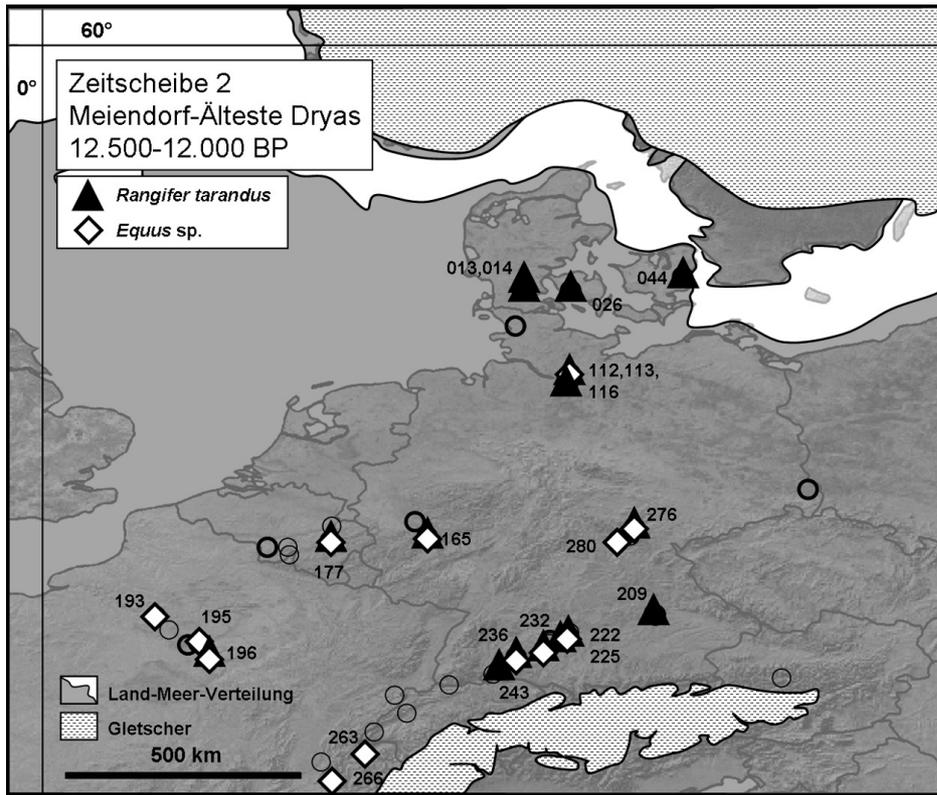


Abb. 3.2.4. Zeitscheibe 2. Sicher eingeordnete Nachweise von *Rangifer tarandus* und *Equus sp.* (beide kt). Lokalitäten s. Abb. 3.2.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

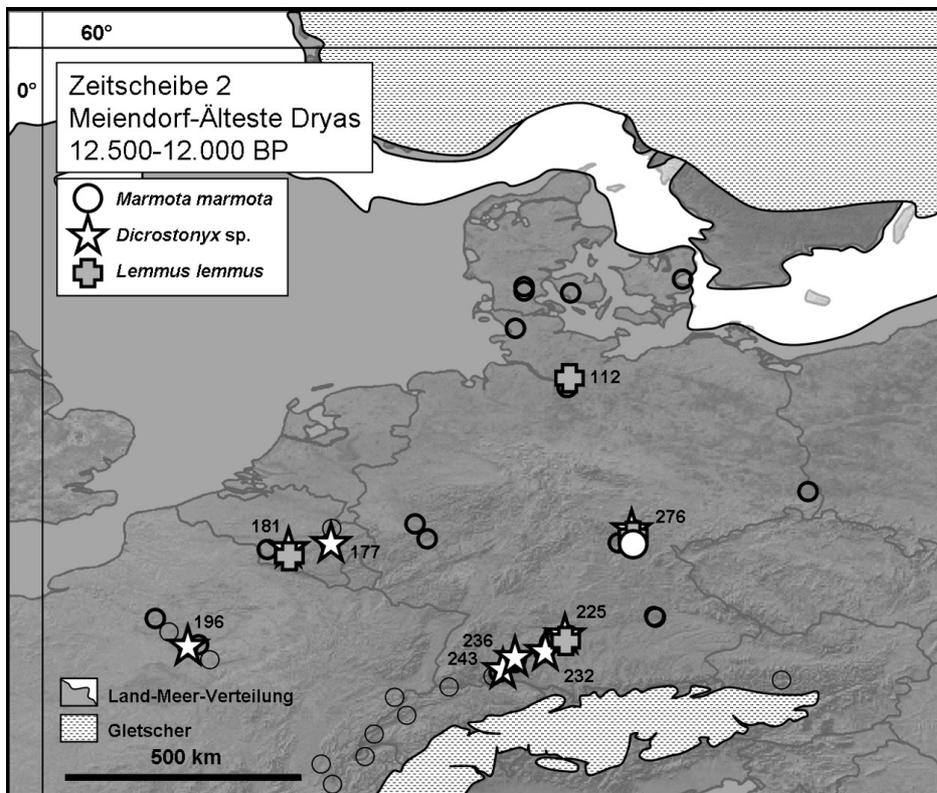


Abb. 3.2.5. Zeitscheibe 2. Sicher eingeordnete Nachweise von *Marmota marmota*, *Dicrostonyx sp.* und *Lemmus lemmus* (alle kt). Lokalitäten s. Abb. 3.2.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

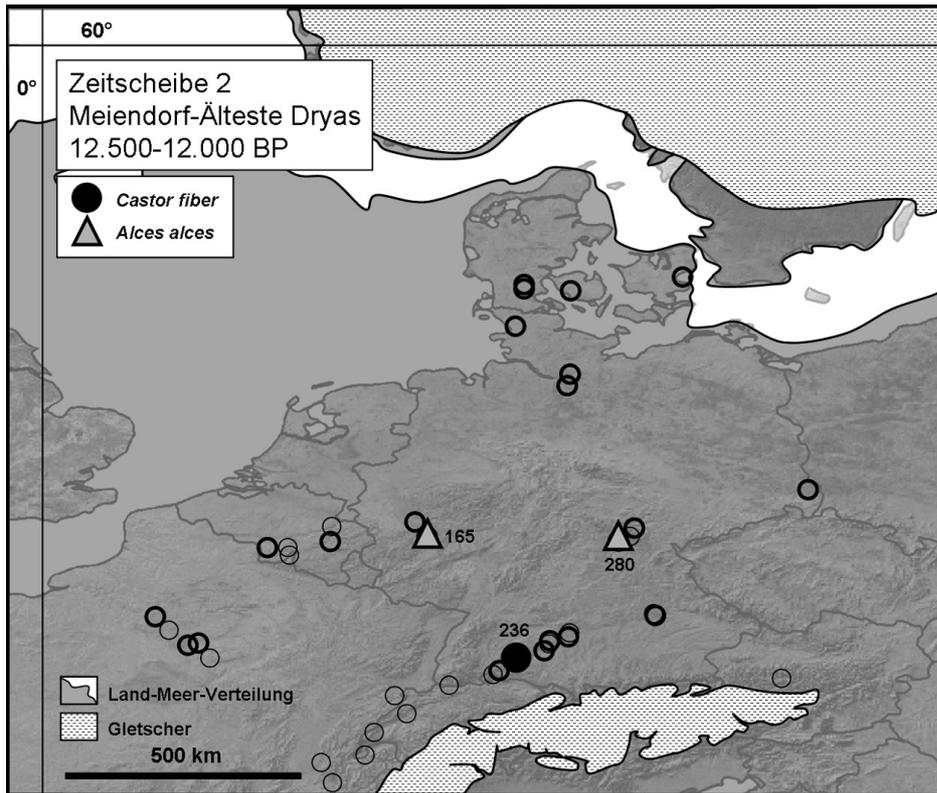


Abb. 3.2.6. Zeitscheibe 2. Sicher eingeordnete Nachweise von *Castor fiber* und *Alces alces* (beide kf). Lokalitäten s. Abb. 3.2.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

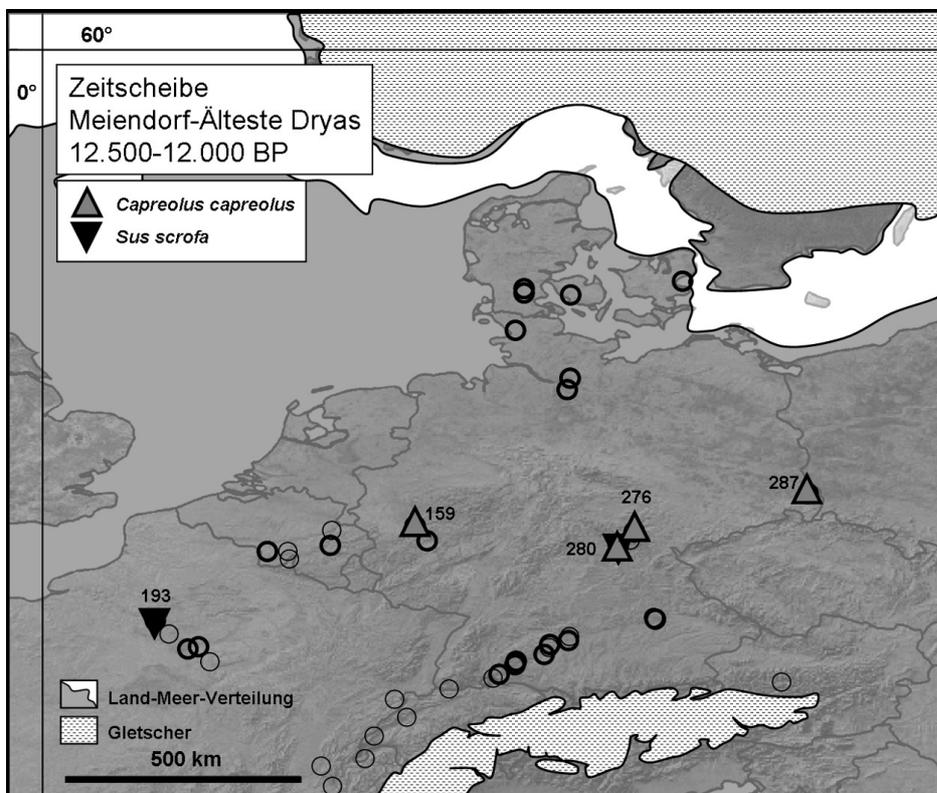


Abb. 3.2.7. Zeitscheibe 2. Sicher eingeordnete Nachweise von *Capreolus capreolus* und *Sus scrofa* (beide te). Lokalitäten s. Abb. 3.2.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

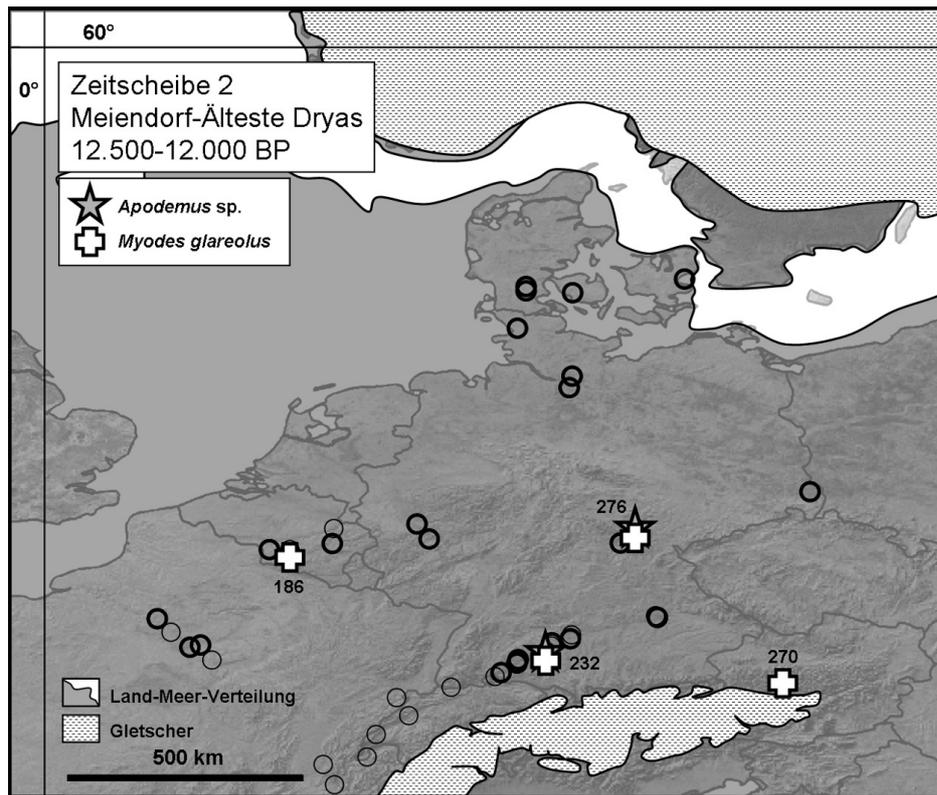


Abb. 3.2.8. Zeitscheibe 2. Sicher eingeordnete Nachweise von *Apodemus* sp. und *Myodes glareolus* (beide te). Lokalitäten s. Abb. 3.2.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

### 3.2.3.2 Interregionaler Vergleich

Die Säugetierfauna des gesamten Mitteleuropas (Abb. 3.2.9) war auch in der Zeitscheibe 2 noch von kaltzeitlichen Formen dominiert. Ihr Anteil sank bei nahezu gleichbleibender Gesamtzahl ( $n = 49$ ) auf 20 (41%). Dies geschah zu Gunsten der warmzeitlichen Säuger, deren Anzahl auf 11 (22%) stieg, während die Anteile der Kategorien kf und i fast unverändert blieben (8% und 29%). Hieraus lässt sich ein allgemeiner Temperaturanstieg vermuten.

Erstmals kann der Norden Zentraleuropas in die Betrachtung regionaler Unterschiede (Abb. 3.2.10) einbezogen werden. Zwar kamen dort weiterhin nur wenige Arten vor ( $n = 10$ ), die Fauna ist jedoch auswertbar. Sechs der vorkommenden Säuger (60%) gehören zur Kategorie kt, je nur eine temperiert angepasste (*Meles meles*) und eine an Wasserkörper gebundene (*Desmana moschata*) Art ist nachgewiesen (je 10%), und zwei fallen der Gruppe i zu (20%).

Im Westen sank im Meiendorf und in der Ältesten Dryas sowohl die Gesamtzahl ( $n = 24$ ) als auch der Anteil der kalt-trocken angepassten Säuger (12 Arten/Gattungen = 50%), die Anteile der übrigen Kategorien stiegen leicht (kf = 2 = 8%; te = 4 = 17%; i = 6 = 25%). Ein wärmerer und möglicherweise humiderer Einfluss als im Pleniglazial ist also denkbar.

Im Süden, wo weiterhin die meisten Taxa nachgewiesen sind (n = 33), veränderte sich die anteilige Verteilung entgegengesetzt dem allgemeinen Trend. Es kamen mehr Säuger der Gruppe kt vor (19 Arten/Gattungen = 57%) und jeweils weniger der Kategorien kf (2 Arten = 6%), te (3 Arten = 9%) und i (9 Arten = 27%). Offenbar hatte der Klimawandel im südlichen Mitteleuropa sehr früh zu einem Wandel in der Theriofauna geführt (Zeitscheibe 1), der dann jedoch in der Zeitscheibe 2 stagnierte. Eine mögliche Erklärung hierfür ist die durchschnittlich höhere Lage der Fundstellen über NN als in anderen Regionen.

Die Verteilungen im Norden, Westen und Süden des Untersuchungsgebietes sind also etwa vergleichbar.

Im Osten stieg die Artenzahl in der Zeitscheibe 2 auf n = 31, was besonders durch den Anstieg der temperiert angepassten Säuger auf 10 Arten (32%) und das Hinzukommen von Feuchtigkeitsanzeigern (2 Arten = 7%) ausgelöst wurde. Im östlichen Mitteleuropa war also der Anteil der Gruppe te am höchsten. Diese Verteilung beruht vor allem auf den Faunen der Teufelsbrücke 3 (276) und der Fuchskirche I 3a (280), in denen viele temperierte Arten nachgewiesen sind. Beide sind aufgrund absoluter Daten (ca. 12.600-12.300 BP bzw. 12.200-12.000 BP, s. o.; HEDGES et al. 1998; KÜSSNER 2006) in die Zeitscheibe 2 zu stellen, was durch den archäologischen Kontext (Magdalénien; FEUSTEL 1980) bestätigt wird.

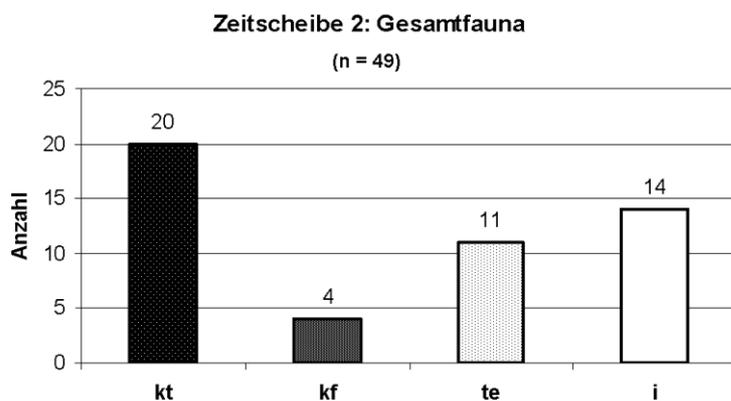


Abb. 3.2.9. Zeitscheibe 2. Faunenzusammensetzung für Gesamt-Mitteleuropa. Darstellung der Anteile von Säugetieren, die an temperierte Bedingungen angepasst sind (te), bei Kältetoleranz feuchte Habitats bevorzugen (kf), kalte und/oder trockene Bedingungen anzeigen (kt) oder klimatisch indifferent sind (i). n: Gesamtzahl.

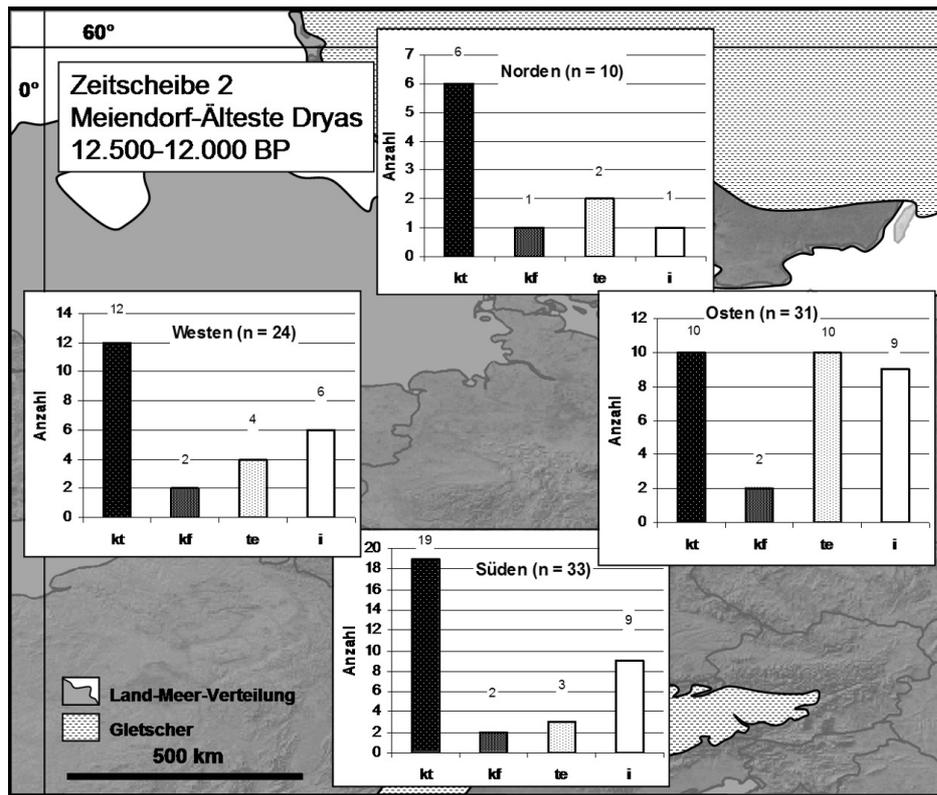


Abb. 3.2.10. Zeitscheibe 2. Überregionaler Vergleich der Faunenzusammensetzungen. Darstellung der Anteile von Säugetieren, die an temperierte Bedingungen angepasst sind (te), bei Kältetoleranz feuchte Habitate bevorzugen (kf), kalte und/oder trockene Bedingungen anzeigen (kt) oder klimatisch indifferent sind (i). n: Gesamtzahl. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

### 3.2.4 Einordnung der Zigeunerfels-Fauna

#### 3.2.4.1 Daten

Die Schichten F bis H/I datieren innerhalb des Zeitbereiches von 12.000 bis 12.500 BP (App. 5) und fallen damit in das Meindorf und die Älteste Dryas. Auffällig dabei ist, dass die Kulturschicht F mit  $12.430 \pm 60$  BP (Poz-20369;  $14.780 \pm 130$  calBP) und  $12.375 \pm 50$  BP (OxA-17268;  $14.600 \pm 190$  calBP) früher datiert als die stratigrafisch darunter liegenden Schichten G und H mit  $12.196 \pm 45$  BP (KIA-26997;  $14.270 \pm 200$  calBP) und  $12.150 \pm 60$  BP (Poz-20321;  $14.210 \pm 200$  calBP). Damit ist F etwa 300  $^{14}\text{C}$ -Jahre älter als erwartet. Dieses Alter wird allerdings dadurch bestätigt, dass die Daten in verschiedenen Laboren ermittelt wurden. Daher ist eine stratigrafische Vermischung der Schichten F-H anzunehmen. Das Datum  $12.300 \pm 60$  BP aus der Schicht H/I (Poz-20368;  $14.450 \pm 200$  calBP) ist unsicher, da der Kollagengehalt mit 0,9% sehr gering ist (App. 5). Dennoch passt es gut in den Kontext mit G und H. Ein Streufund, der unterer Molar und zugleich der einzige Nachweis von *Bos* sp., der unsicher der Schicht F zugewiesen worden war, datiert auf  $955 \pm 30$  BP (Poz-26895;  $1.070 \pm 50$  calAD). Somit handelt es sich um eine Beimischung, und *Bos* sp. kann nicht in der Faunenliste erscheinen.

## 3.2.4.2 Faunenzusammensetzung

Die Faunen aus den Kulturschichten F, G und H werden im Folgenden aufgrund der vermuteten Umlagerung (s. o.) zum Schichtkomplex F-H zusammengefasst (Tab. 3.2.2).

Taxon	Stratigrafische Anmerkungen	Klimaanpassung	Arealanalyse
<i>Lepus timidus</i>		kt	x
<i>Spermophilus</i> sp.		kt	x
<i>Cricetus cricetus</i>		kt	x
<i>Chionomys nivalis</i>		kt	x
<i>Dicrostonyx</i> sp.		kt	x
<i>Alopex lagopus</i>		kt	x
<i>Mustela nivalis</i>	nur E/F, eventuell zu E gehörig	kt	
<i>Equus</i> sp.		kt	x
<i>Rangifer tarandus</i>		kt	x
<i>Rupicapra rupicapra</i>		kt	x
<i>Capra ibex</i>		kt	x
<i>Castor fiber</i>		kf	x
<i>Microtus oeconomus</i>		kf	x
<i>Apodemus</i> sp.	nur E/F, eventuell zu E gehörig	te	
<i>Sorex araneus</i>		i	x
<i>Talpa europaea</i>		i	x
<i>Arvicola terrestris</i>		i	x
<i>Microtus agrestis</i>	nur E/F, eventuell zu E gehörig	i	
<i>Panthera leo spelaea</i>		i	
<i>Cervus elaphus</i>		i	x
<i>Microtus arvalis-agrestis</i>		u	x

Tab. 3.2.2. Säugetierfauna des Schichtkomplexes F-H des Zigeunerfels. Reigenfolge nach klimatischer Affinität (kt: kalt und/oder trocken; kf: feucht, kältetolerant; i: klimatisch indifferent; u: unidentifizierbar). Markierung der in die Arealanalyse eingegangenen Taxa.

Die vorkommenden Faunenelemente sind durchaus typisch für das südliche Mitteleuropa der Zeitscheibe 2. Ausgesuchte, gut erhaltene Funde von Gämse (*Rupicapra rupicapra*), Rentier (*Rangifer tarandus*), Maulwurf (*Talpa europaea*), Ziesel (*Spermophilus* sp.), Pferd (*Equus* sp.) und Hase (*Lepus* sp.) aus dem Schichtkomplex F-H sind in Taf. 1A-F dargestellt. Der Molar von *Bos* sp. und der einzige Fund vom Halsbandlemming *Dicrostonyx* sp. sind in Taf. 2D und E abgebildet.

Außer dem Biber (*Castor fiber*) und dem Feldhamster (*Cricetus cricetus*) kamen alle Arten und Gattungen in weiteren Fundstellen der Region vor. Beide Arten sind eindeutig aus dem Zigeunerfels identifiziert. Der Nachweis des Bibers ist der einzige gesicherte in dieser Zeitscheibe überhaupt, der Feldhamster ist aus Belgien (181; CORDY 1991) sicher nachgewiesen, *Cricetus major* aus dem nahe gelegenen Felsställe GH 3b/AH IIIb (232; STORCH 1987).

Das Vorkommen des Höhlenlöwen (*Panthera leo spelaea*) soll an dieser Stelle hervorgehoben werden. KOENIGSWALD (2002a, S. 116) bildet diesen Fund, einen Caninus, vor der Probenentnahme ab. Er datiert auf  $12.375 \pm 50$  BP (OxA-17268; s. o.) und ist somit einer der jüngsten Funde dieser Art (STUART & LISTER 2007). In der etwa gleichalten Fundschicht V der etwas östlich gelegenen Brillenhöhle (225) ist er ebenfalls vertreten (s. Abb. 3.2.2; BOESSNECK & DRIESCH 1973).

Aufgrund seines Auftretens ab dem Schichtkomplex F-H soll an dieser Stelle näher auf den Rothirsch (*Cervus elaphus*) eingegangen werden. Er kommt im Zigeunerfels als "Durchläufer" in allen Kulturschichten bzw. Schichtkomplexen vor (s. App. 6). Seine Überreste aus allen Schichten fallen durch ihre außerordentliche Größe auf, wie sich im Vergleich mit dem rezenten Rothirsch ergab (Taf. 3). Sie reichen an die Größe des asiatischen Bucharahirsches (*Cervus elaphus bactrianus*) heran, wie ein Direktvergleich im Museum Koenig, Bonn, zeigte. Die Größe hatte in den zuvor erfolgten Bestimmungen zu Verwechslungen mit (*Alces alces*) geführt. Dieser Fehler konnte in der Überarbeitung der Fauna anhand von Vergleichen mit Rezentmaterial ausgeräumt werden. Eine weitere Schwierigkeit, die sich aufgrund der Größe bot, war die Möglichkeit der Verwechslung mit (*Megaloceros giganteus*). Vom Riesenhirsch sind bisher zwar keine Nachweise aus dem südlichen Mitteleuropa bekannt. Dennoch wurden Direktvergleiche mit zwei ausgestellten Individuen im Museum Koenig, Bonn, durchgeführt. Diese ergaben aber keine Übereinstimmung mit dem Riesenhirsch. Sämtliche fraglichen Funde aus dem Zigeunerfels wurden sicher als (*Cervus elaphus*) bestimmt. Unter diesen schienen die spätpleistozänen Elemente noch größer als die präborealen zu sein (Taf. 3B, M1 aus Schicht F vgl. P2-M1 aus C), so dass sich eine kontinuierliche Größenabnahme vom Meiendorf bis heute andeutet. Dass viele pleistozäne Vertreter rezenter Arten größer waren als die heutigen, scheint ein weit verbreitetes Phänomen zu sein (vgl. DEGERBØL 1964; Diskussion s. Abschnitt 4.1.1.2).

Insgesamt ergibt sich folgende anteilige Faunenzusammensetzung für den Schichtkomplex F-H (Abb. 3.2.11): Die Mehrheit der Säugetiere (11 von 17 in der Auswertung berücksichtigten = 59%) sind an kalt-trockene Bedingungen angepasst. Nur zwei Arten bevorzugten feuchtere Habitats (12%), und fünf sind ohne besondere klimatische Ansprüche (29%). Warmzeitliche Säugetiere sind nicht sicher nachgewiesen. Der Nachweis der Waldmaus (*Apodemus* sp.) stammt aus E/F und ist möglicherweise der Schicht E zuzuordnen. Daher geht er an dieser Stelle nicht in die Auswertung ein.

Der hohe Anteil der Kälte- und/oder Trockenheitsanzeiger ist im Einklang mit dem faunistischen Befund für die gesamte südliche Region Mitteleuropas. Das vollständige Fehlen der Säugetiere, die an wärmere Klimate beziehungsweise dichte Bewaldung angepasst sind, ist ein Extremfall, der aber durchaus in den süddeutschen Höhlenfaunen der Zeitscheibe 2 mehrfach auftritt. Schicht V der Brillenhöhle (225) und P1 AH 3 im Petersfels (243) zeigen ähnliche Verteilungen ohne Säuger der Gruppe *te* (vgl. ALBRECHT et al. 1983; BOESSNECK & DRIESCH 1973; RIEK 1973; STORCH 1973, 1983). In größeren Assoziationen anderer Regionen kam diese Konstellation im Meiendorf und der Ältesten Dryas nicht mehr vor. Dies lässt auf ein längeres Anhalten kaltzeitlicher Bedingungen in den höher gelegenen Gebieten der Schwäbischen Alb schließen.

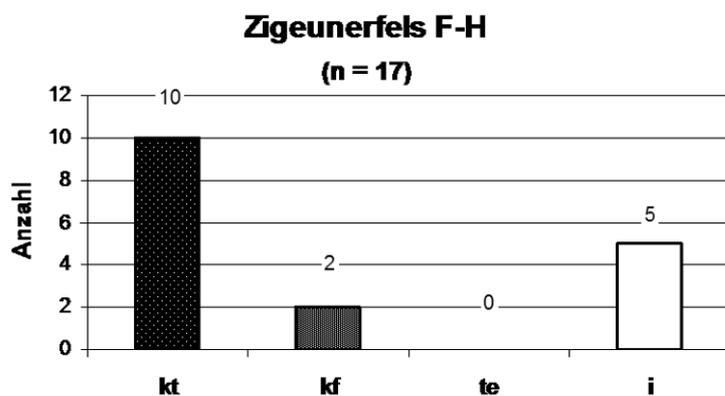


Abb. 3.2.11.  
Faunenzusammensetzung des Schichtkomplexes F-H am Zigeunerfels. Darstellung der Anteile von Säugetieren, die an temperierte Bedingungen angepasst sind (*te*), bei Kältetoleranz feuchte Habitate bevorzugen (*kf*), kalte und/oder trockene Bedingungen anzeigen (*kt*) oder klimatisch indifferent sind (*i*). n: Gesamtzahl.

### 3.2.4.3 Arealanalyse

In der Arealanalyse wird der Vergleich des Klimas zum Ablagerungszeitpunkt einer bestimmten Schicht mit dem heutigen Klima am Zigeunerfels angestrebt. Deshalb soll zunächst das dortige Rezentklima kurz beschrieben werden. Die dem Zigeunerfels nächstgelegene Klimastation, deren Daten verfügbar waren, ist Sigmaringen-Laiz (MÜHR 2006), auf annähernd derselben Höhe (580 m über NN) und ca. 3 km südöstlich der Fundlokalität. Der Jahresniederschlag beträgt dort im dreißigjährigen Mittel 793 mm, die durchschnittliche Jahrestemperatur 7,2 °C. Die Niederschlagskurve erreicht ihr Maximum im Juni (101 mm) und zeigt weitere Spitzen im August (90 mm) und November (60 mm). Die Monate mit dem geringsten Niederschlag sind Februar und März (je 50 mm). Die monatliche Durchschnittstemperatur ist im Juli am höchsten (16,6 °C), im Januar am niedrigsten (-2,2 °C), das Klima ist also feuchtwarm-gemäßigt mit warmen Sommern (Köppen-Geiger-Klassifikation: Cfb) (Abb. 3.2.12).

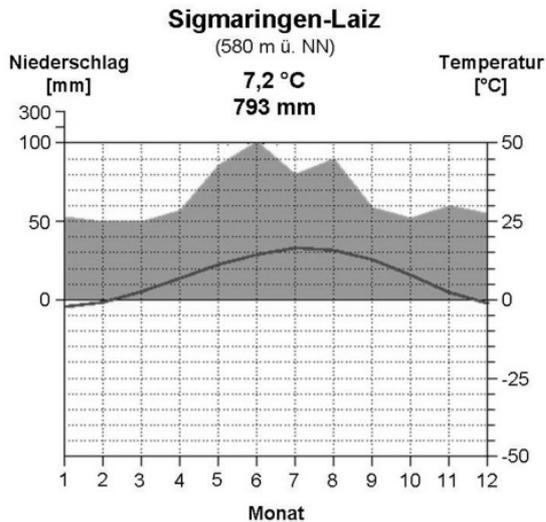


Abb. 3.2.12. Niederschlags- und Temperaturdaten für Sigmaringen-Laiz. Dreißigjähriges Mittel. Grafik verändert nach MÜHR (2006). Grau: monatliche Niederschlagsmenge (y-Achse, links). Linie: monatliche Temperaturen (y-Achse, rechts). Monate auf der x-Achse. Angabe von Jahresdurchschnittstemperatur, Jahres-Gesamtniederschlag und Höhe über NN.

Die Arealanalysen nach GUILDAY et al. (1964) mit dem Guilday Calculator (RAUFUSS 2001) zu den einzelnen Kulturschichten des Zigeunerfelsens bestätigten die aufgrund der Faunenauswertung erfolgte Zusammenfassung der Schichten F-H. Die Arealanalyse der Säugetierfaunen aus F-H ergab folgende Äquivalenzareale mit 10 von 17 überlappenden Verbreitungsgebieten (Abb. 3.2.13): an der Grenze von Polen zu Litauen, im Dreiländereck Weißrussland/Polen/Ukraine, das größte in der nordöstlichen Ukraine und dem südwestlichen Russland, eines weiter östlich an der Samara-Mündung in die Wolga und an der Südküste des Weißen Meeres bei Archangelsk. Eine deutliche Verschiebung der Areale gegenüber der Fundstelle nach Osten bzw. Nordosten zeichnet sich also ab. Somit sind kontinentalere und kältere Bedingungen zur Ablagerungszeit der Schichten F bis H wahrscheinlich. Als repräsentative Klimastationen dieser Areale wurden das weißrussische Brest (52°07'N, 23°41'E), das russische Kursk (51°46'N, 36°10'E) und Archangelsk (64°35'N, 40°30'E) ausgewählt, um die Spannweite der verschiedenen Klimate darzustellen (Abb. 3.2.13). Das Klima aller wird als feuchtes Boreales Klima klassifiziert, wobei in Brest und Kursk die Sommer warm sind (Dfb), in Archangelsk hingegen kühl (Dfc) (MÜHR 2006; vgl. KOTTEK et al. 2006). Bei dem Vergleich der Klimadaten (Abb. 3.2.13) mit denen aus Sigmaringen (Abb. 3.2.12) wird deutlich, dass das Klima zur Zeit der Ablagerung des Schichtkomplexes F-H im Jahresdurchschnitt wahrscheinlich trockener (611, 610 und 545 mm) gewesen ist. Zwar zeichnen sich Kursk und Archangelsk durch kältere Durchschnittstemperaturen aus (5,7 bzw. 0,8 °C), Brest zeigt jedoch einen vergleichbaren Wert wie Sigmaringen heute (7,4 °C). Dies bedeutet, dass eher die Trockenheit die Faunenzusammensetzung der Schichten F-H beeinflusst haben muss als die Temperatur. Die Winter sind in den ausgesuchten Standorten durchweg kälter, die Sommer mit Ausnahme von Brest kühler. Die Temperaturamplituden

sind stets höher als in den Vergleichswerten aus Sigmaringen. Daraus kann – wie schon aus der geografischen Lage des Äquivalenzareals – abgeleitet werden, dass der Zigeunerfels zur Zeit der Sedimentation der Schichten F-H unter weitaus kontinentalerem Klimaeinfluss stand als heute.

Zu bedenken bleibt, dass die rezenten Säuger der Schichten F-H heute nicht mehr gemeinsam vorkommen (nur 10 von 17 möglichen Arealen überlappen) und daher die Guilday-Analyse nur eine Näherung an die tatsächlichen Klimabedingungen im Spätpleistozän liefern kann (s. Abschnitt 4.3.4).

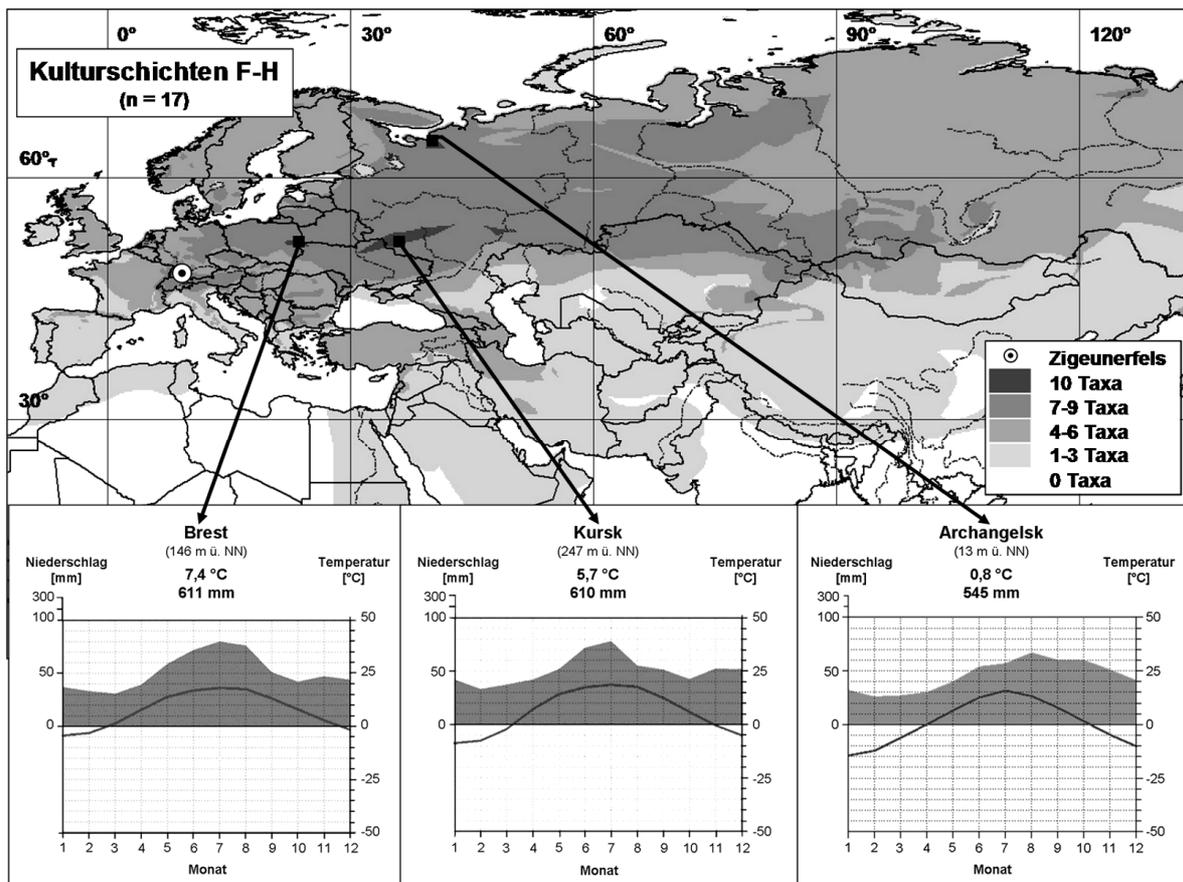


Abb. 3.2.13. Arealanalyse des Schichtkomplexes F-H vom Zigeunerfels bei Sigmaringen. Darstellung der Niederschlags- und Temperaturdaten für die Äquivalenzareale im dreißigjährigen Mittel. Anzahl der eingegangenen Taxa: n = 17. Klimagrafiken verändert nach MÜHR (2006). Grau: monatliche Niederschlagsmenge (y-Achse, links). Linie: monatliche Temperaturen (y-Achse, rechts). Monate auf der x-Achse. Angabe von Jahresdurchschnitts-Temperatur, Jahres-Gesamtniederschlag und Höhe über NN.

### 3.2.5 Zusammenfassung und Diskussion Zeitscheibe 2

Die Trockenheits- bzw. Kälteanzeiger unter den Großsäugern (z. B. Mammut, Pferd und Rentier) sind charakteristisch für den "*Mammuthus-Coelodonta*"-Faunenkomplex (KAHLKE 1993, 1994), der in dieser Zeitscheibe letztmals als solcher bezeichnet werden kann. Die Ausdünnung der eiszeitlichen Arten, die bereits durch die relative Armut ihrer Funde im späten Pleniglazial spürbar war, setzte sich im Meiendorf und in der Ältesten Dryas durch und

ist besonders an der Seltenheit des Mammuts (*Mammuthus primigenius*) und dem Fehlen von Wollhaarnashorn (*Coelodonta antiquitatis*) und Höhlenhyäne (*Crocota crocuta spelaea*) ablesbar (vgl. KOENIGSWALD 2002a; KOENIGSWALD & HEINRICH 1996; STUART 1991).

Das Fehlen einiger im Pleniglazial und im Bølling-Allerød vertretenen Arten könnte auf einen sichtbaren Einfluss der Ältesten Dryas hindeuten. Möglicherweise stellt es jedoch nur ein Sammlungsartefakt dar, da diese Zeitscheibe lediglich den sehr kurzen Zeitraum von 500 Jahren umfasst.

Im Meiendorf war das nord-mitteleuropäische Festland seit etwa 500 bis 1.500 Jahren eisfrei (vgl. GÖRSDORF & KAISER 2001; LITT et al. 2007), als in der norddeutschen Tiefebene und in Dänemark die Wiederbesiedlung durch Säugetiere (inklusive Menschen; HOLM 2003; TERBERGER 2006a) deutlich messbar wurde. Der Anteil der arktischen und der Steppentiere war dabei sehr groß. Die Ausdehnung ihrer Gebiete kann anhand der Verbreitungskarten gut nachvollzogen werden (Abschnitt 3.2.3.1, z. B. Abb. 3.2.4). Nördlich von Schleswig-Holstein fehlten noch immer Faunengemeinschaften. Aus Dänemark sind nur Einzelfunde bekannt. Südschweden war durch den Öresund von Dänemark getrennt (und nach Norden hin von Eis bedeckt), weshalb sich die Ausbreitung dorthin verzögerte. Einzelne Individuen sind möglicherweise als gute Schwimmer nach Schonen gelangt.

Das Artenspektrum im östlichen Mitteleuropa und der dortige hohe Anteil von Säugetieren, die an temperierte Bedingungen angepasst sind, sprechen für eine Wiederbesiedlung zum Teil aus südöstlichen Glazialrefugien – zumindest während dieser Phase der spätglazialen Erwärmung. Diese Hypothese wird durch Untersuchungen von SOMMER & NADACHOWSKI (2006) und SOMMER et al. (2007, 2008a, 2008b) bestätigt, in denen anhand paläontologischer und genetischer Studien Refugien warmzeitlicher Arten in Osteuropa ermittelt wurden.

Der Faunenwandel zugunsten eines höheren Anteils warmzeitlicher Elemente schritt in tiefer gelegenen Regionen und in den Mittelgebirgen in zeitlicher Übereinstimmung mit der Florenveränderung voran (keine Verzögerung detektierbar). In höher gelegenen Gebieten Süddeutschlands und der Schweiz, besonders auf der Schwäbischen Alb, hielt sich aber anscheinend das kältere/trockenere Klima länger. Diese Vermutung konnte im Detail durch die Arealanalyse der Schichten F-H aus dem Zigeunerfels bestätigt werden.

Die Untersuchungen zum Zigeunerfels stützen die zeitliche und klimatische Zuweisung der Schicht F in das Pleistozän, die KOENIGSWALD (1972) vorgenommen hatte. Sicher ist, dass keine Faunenreste aus dem Pleniglazial vorliegen. Die Lage der Schichtgrenze zu E liegt innerhalb der Ältesten Dryas (zwischen 12.150 und 11.950 BP, s. Abschnitt 3.3.4). Die aus

den absoluten Daten ablesbare Umlagerung des Sediments ist in Übereinstimmung mit der Vermutung von TAUTE (1972a), dass die Höhle im Bereich der Schichten H/I bis F mehrfach durchflutet worden sei. Aufgrund dieser Vermischung ist der faunistische Nachweis der Ältesten Dryas im Zigeunerfels trotz genauer Grabungsweise und sorgfältiger Bestimmung nicht möglich.

### **3.3 Zeitscheibe 3: Bølling, Ältere Dryas, Allerød (12.000-10.800 BP)**

#### 3.3.1 Zeitliche Abgrenzung und ökologischer Kontext

##### *3.3.1.1 Abgrenzung*

Das Bølling-Interstadial, beschrieben von IVERSEN (1942, 1954), ist anhand von Warvenzählungen zwischen 13.670 und 13.540 Warvenjahren vor heute anzusetzen (BRAUER et al. 1999; LITT & STEBICH 1999; LITT et al. 2001). In der Literatur ist die Verwechslung mit dem Meiendorf häufig. USINGER (1985) setzt das Bølling mit dem unteren Abschnitt des Allerød gleich. Einige Autoren fassen das Meiendorf, die Älteste Dryas und das eigentliche Bølling unter der Bezeichnung Bølling zusammen, dem dann ein Abschnitt von ca. 13.000 bis 12.000 BP zugeschrieben wird (z. B. ERIKSEN 2002).

Bei der Älteren Dryas (auch Mittlere Tundrazzeit oder Dryas 2) nach IVERSEN (1942, 1954) handelt es sich um eine kühlere Phase, die auf 13.540-13.350 Warvenjahre vor heute datiert ist (BRAUER et al. 1999; LITT & STEBICH 1999; LITT et al. 2001). Auf die Verwechslung mit der Ältesten Dryas wurde bereits oben hingewiesen. Die Ältere Dryas wird in diversen Publikationen nach der Einteilung von USINGER (1981) auch als Allerød b bezeichnet.

Das wärmere Allerød-Interstadial wurde von HARTZ & MILTHERS (1901) anhand von Makroresten aus Allerød auf Seeland, Dänemark, erstmals beschrieben und später von JESSEN (1935) palynologisch bestätigt. Es umfasst eine Zeit von 13.350 bis 12.680 Warvenjahren vor heute (LITT & STEBICH 1999; LITT et al. 2001). Schwierigkeiten bei der Festlegung der Untergrenze (vgl. oben) resultieren aus der Auseinandersetzung zwischen USINGER (1985) und MENKE (1985), der der Iversen'schen Klassifikation folgte (DE KLERK 2004). Der Ausbruch des Laacher See Vulkans fällt mit einem Alter von 12.880 Warvenjahren in das Allerød (BRAUER et al. 1999; LITT et al. 2001). In der vorliegenden Arbeit bezieht sich die Verwendung des Begriffes "Bølling-Allerød-Komplex" auf die Zusammenfassung der Einheiten Bølling, Ältere Dryas und Allerød.

### 3.3.1.2 *Klima*

Eine deutliche Klimaerwärmung umspannt in Europa das Bølling (GI-1c), die Ältere Dryas (ein leichter Temperaturrückgang, GI-1b) und das Allerød (GI-1a) (z. B. ANDERSEN & BORNS 1994). Die mittlere Juli-Temperatur lag im Bølling sogar in Dänemark und Schweden bei etwa 15°C (BERGLUND et al. 1994; vgl. IVERSEN 1954). In der Älteren Dryas sank sie unter 10°C ab (IVERSEN 1954). Die mittleren Sommertemperaturen des Allerøds in Mitteleuropa werden auf ca. 12°C geschätzt, der Nachweis bestimmter Wasserpflanzen lässt sogar auf höhere Werte um 15-16°C schließen (EHLERS 1994; vgl. BJÖRCK 1996; IVERSEN 1954).

Coleoptera-Funde aus Großbritannien belegen, dass sich das Klima nach der Abkühlung in der Älteren Dryas im Allerød nicht wieder gänzlich erholte (COOPE 2004).

### 3.3.1.3 *Eisbedeckung und Landschaft*

Das allgemeine Abschmelzen der Gletscher dauerte an (ANDERSEN & BORNS 1994; EHLERS 1994). Der Daun-Vorstoß im alpinen Vergletscherungsgebiet fiel spätestens in die Ältere Dryas (HEUBERGER 1968).

In Nordostdeutschland begann der Permafrost zu tauen, was im Laufe des Allerøds das Abschmelzen der Toteisblöcke im Untergrund zur Folge hatte, wodurch schließlich Seebecken entstanden (KAISER 2004). Um etwa 11.200 BP bildete sich aufgrund der Absenkung des Spiegels des Baltischen Eissees (Drainage nördlich von Mt. Billingen in Schweden) für 400 Jahre eine Landbrücke im Bereich des Öresunds, die Dänemark und Südschweden verband. In Skandinavien fanden erste Bodenbildungs-Prozesse statt (BJÖRCK 1996). Der Ausbruch des Laacher See Vulkans um 11.200 BP (12.880 Warvenjahre; LITT et al. 2001) führte zwar zu europaweiter Ablagerung von Asche, hatte jedoch anscheinend weder auf die geomorphologische (KAISER 2004) noch auf die biologische Entwicklung in Mitteleuropa einen einschneidenden Einfluss (BAALES & BERG 1999; BAALES et al. 2002; LITT et al. 2003). RIEDE (2007, 2008) korreliert ihn allerdings mit kulturellen Veränderung und – durch Unterbrechung von Kommunikationsrouten aufgrund Tephra-Bedeckung weiter Landstriche – mit der Entstehung der Bromme-Kultur in Nordmitteleuropa und Südschweden (s. Abschnitt 3.3.1.6).

### 3.3.1.4 *Flora*

Während im Bølling Südschwedens noch Tundra mit vereinzelt Holz bildenden Pflanzen vorherrschte (BJÖRCK 1996), ist ein Anstieg von Birkenpollen im west- und

norddeutschen Raum bekannt (z. B. LITT et al. 2001; MENKE 1968, 1985). Im oberen Donautal und in den Alpen fand, im Gegensatz zu Norddeutschland, bereits im Bølling eine erste Wiederbewaldung vom Parktundra-Typ mit *Betula* und *Pinus* statt (GIETZ 2001; FRENZEL 1983; EHLERS 1994).

Die Ältere Dryas ist als "Open Vegetation phase II" deutlich im nördlichen Untersuchungsgebiet ausgeprägt, aber kaum nach Süden zu verfolgen. Aufgrund wärmerer bzw. feuchterer Bedingungen hielt sich dort *Hippophaë* länger, und Birkenwälder breiteten sich rascher aus. Die Vegetation war generell dichter (z. B. DE KLERK 2008). In der Eifel ist die Ältere Dryas floristisch noch nachweisbar (LITT et al. 2001), in Süddeutschland hingegen nicht mehr (GIETZ 2001; FRENZEL 1983).

Im Allerød, der stärksten der drei spätglazialen Warmphasen, kam es zur Ausbreitung von Birken-Kiefernwald bis nach Norddeutschland. Bereits 11.500 BP war ein Großteil Europas bewaldet, ausgenommen eine Zone mit Steppe/Parkland bzw. Tundra-Vegetation weiter nördlich (ANDERSEN & BORNS 1994; EHLERS 1994). Hier traten gegen 11.200 BP vereinzelt Birken und, in geschützten Bereichen, auch Kiefern auf (BJÖRCK 1996). Während dieser spätglazialen Birken-Kiefernwald-Phase hielten sich Birkenwälder im nördlichen Mitteleuropa, *Pinus* dominierte etwas weiter südlich (DE KLERK 2008). Bereits in der Eifel war ein deutlicher Anstieg der Kiefer im Allerød spürbar (LITT et al. 2001). Die Benennung dieser Phasen als Bølling und Allerød wird in der Literatur unterschiedlich gehandhabt, abhängig davon, ob die erste Warmphase in Zeitscheibe 2 als Meiendorf bezeichnet wird (s. Abschnitt 3.2.1.4).

### 3.3.1.5 Gastropoden

Der rasche Anstieg der Artenzahl von Mollusken im Bølling (30-35 Arten je Standort) rührte von der Bereicherung der dominanten *Columella-columella*-Fauna durch einwandernde mesophile Arten her. Auch in Tümpeln und Seen stieg der Artenreichtum. Im Norden Mitteleuropas kamen weiterhin Elemente der Löss-Steppe vor.

In der Älteren Dryas verschwand die Bøllingfauna, und eine ähnlich artenarme Zusammensetzung wie in der Ältesten Dryas stellte sich wieder ein. Jedoch blieb die bøllingzeitliche *Columella-columella*-Fauna vorherrschend.

Im Allerød kamen zusätzlich zu den wieder auftretenden, aus dem Bølling bekannten Arten anspruchsvollere Arten hinzu, so dass sich das Spektrum erstmals seit dem letzten Interglazial (Eem) auf bis zu 40 Arten erweiterte. Diese bewohnten offene, feuchte bis trockene Landschaften. Für erste lichte Wälder war eine anspruchslose Fauna mit der Leitart

*Discus ruderatus* charakteristisch. Gelegentlich konnten auch Taxa vorkommen, die auf Waldsteppen hinweisen. An feuchten Standorten trat die *Arianta*-Fauna auf (MANIA 1973).

### 3.3.1.6 Mensch

Am Beginn des spätglazialen Interstadials war das Spätmagdalénien im Rheinland nur noch wenig verbreitet (BOSINSKI et al. 1995). Das mittlere und spätere Jungpaläolithikum im Rheinland ist durch zunehmende Sesshaftigkeit gekennzeichnet, und die Bevölkerungsdichte in den dorfartigen Siedlungen stieg an (BOSINSKI et al. 1995).

Das Azilien (Federmessergruppen) des Allerøds ist besonders gut in den Fundstellen am Mittelrhein unter der Tephra des Laacher-See-Vulkans erhalten, z. B. in Kettig, Urbar und Niederbieber (BAALES 2006; STREET et al. 2006b). Die dort typischen Steinwerkzeuge finden sich auch in anderen Regionen Europas, was von der Nutzung großer Territorien durch kleine Menschengruppen zeugt (BOSINSKI et al. 1995). Der Hirsch gilt als das dominante Jagdwild am Mittelrhein, daneben waren der Elch, aber auch andere Großsäuger von Bedeutung (STREET et al. 2006b). Die Kultur des Aziliens breitete sich von Südwesten her bis in den heutigen Landkreis Lüchow-Dannenberg aus (TERBERGER 2006a). Die Federmessergruppen breiten sich schon vor dem Beginn des Allerøds, also zeitgleich zum letzten Auftreten der Havelte-Kultur, nach Norddeutschland aus (Klein Nordende, etwas älter als 12.000 BP), und sind dort spezialisierte Elchjäger (TERBERGER 2006a, vgl. CLAUSEN 1997). Eine typische Fundstelle ist Endingen in Mecklenburg-Vorpommern, wo bearbeitete Überreste von Riesenhirsch und Pferd vorliegen und zerschlagene Knochen des Elches diesen eindeutig als Jagdbeute identifizieren (STREET 1996; TERBERGER 1996; KAISER et al. 1999). Eine Einwanderung des Menschen nach Schweden kann vor 11.200 BP nur über die Ostsee stattgefunden haben. Ob die Fähigkeit zum Floßbau bestand und ausreichend große Bäume vorhanden waren oder Wanderungen über den im Winter zugefrorenen Öresund stattfanden ist nicht gesichert. Seit 11.200 BP lag der kreidezeitliche Untergrund trocken, was – zusätzlich zu dem Material aus Moränen – guten Zugang zu großen Mengen an Flint gewährleistete (BJÖRCK 1996). Eine kulturelle Besonderheit, die die allerødzeitlichen Bewohner der Gegend um Göttingen, des Neuwieder Beckens und südlich davon auszeichnet, ist der verbreitete Besitz domestizierter Hunde, die in nördlicheren Gegenden noch nicht nachgewiesen werden konnten. Vom späten Allerød bis in die Jüngere Dryas hinein war im nördlichen Mitteleuropa und Südschweden die Bromme-Kultur verbreitet, in der ebenfalls der Elch das bevorzugte Beutetier war (TERBERGER 2006a).

### 3.3.2 Lokalitäten und neue <sup>14</sup>C-Daten

In der Zeitscheibe 3 wurden insgesamt 138 Fundschichten aus 82 Fundstellen betrachtet (Abb. 3.3.1).

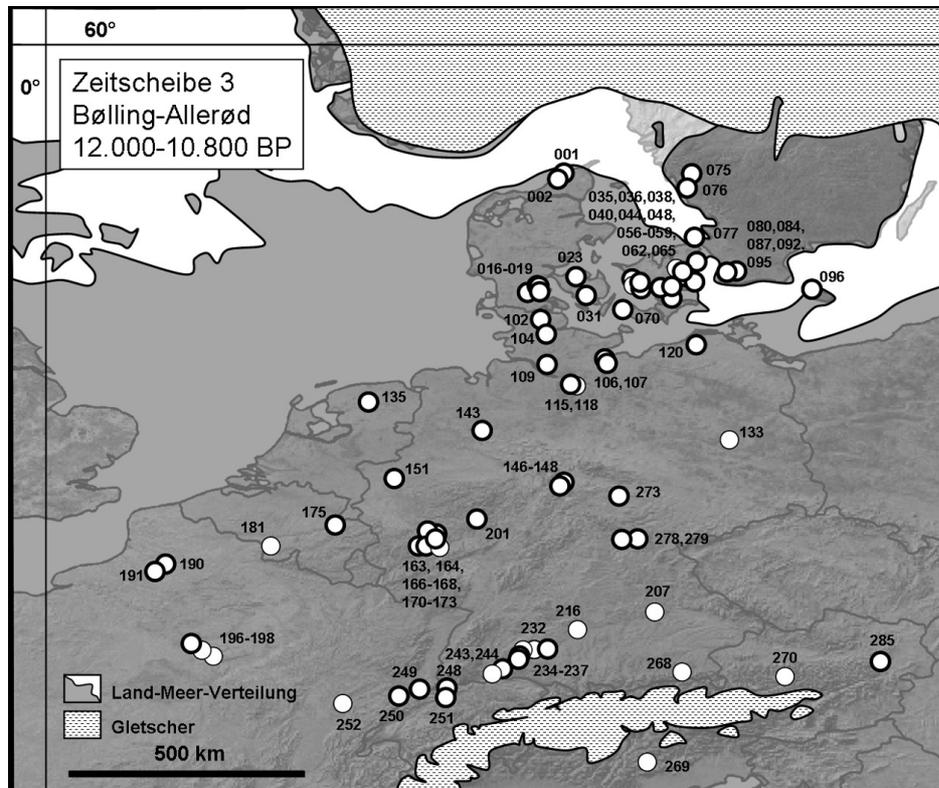


Abb. 3.3.1 Fundstellen der Zeitscheibe 3. 001 Asdal; 002 Nørre Lyngby; 016 Lysmosen; 017 Navtrup Mark; 018 Vonsmose; 019 Grarup; 023 Højbjergsminde; 031 Hesselagergård; 035 Kildeskoven; 036 Gentoft (Adolfsvej); 038 Grundsømagle Nordmark; 040 Allerød Teglværk; 044 Køge Bugt; 056 Ærtebjerggård; 057 Mullerup; 058 Bromme; 059 Fensmark (Skydebane); 062 Flademosen; 065 Trolsegave; 070 Langelandsbælt; 075 Edared; 076 Bönnaprs Mosse; 077 Stora Slågarp; 080 Hässleberga; 084 Törringe; 087 Östra Grevie; 092 Hindby Mosse; 095 Fosie; 096 Pellegård; 102 Klappholz; 104 Alt Duvenstedt; 106 Lübeck-Schlutup; 107 Lüdersdorf; 109 Klein Nordende; 115 Borneck; 118 Poggenwisch; 120 Endingen; 133 Berlin Tiergarten; 135 Donkerbroek Zwembad; 143 Lemförde am Dümmer; 146 Bettenroder Berg; 147 Allerberg Abri; 148 Stendel; 151 Dinslaken; 163 Bad Breisig; 164 Niederbieber; 166 Andernach-Martinsberg; 167 Kettig; 168 Michelberg; 170 Mertloch; 171 Miesenheim; 172 Boppard; 173 Urbar; 175 Trou Jadot; 181 Presles; 190 Saleux; 191 Le Marais; 196 Pincevent; 197 Marolles-sur-Seine; 198 Marsangy; 201 Wildweiberhaus-Felsen; 207 Kastlhänghöhle; 216 Bärenfelsgrotte; 232 Felsställe; 234 Helga Abri; 235 Nikolaushöhle; 236 Zigeunerfels; 237 Burghöhle Dietfurt; 243 Petersfels; 244 Schweizerbild; 248 Grotte du Bichon; 249 Mannlefelden; 250 Rochedane; 251 Rislisberghöhle; 252 Cabones; 268 Neue Laubenstein-Bärenhöhle; 270 Gamssulzenhöhle; 271 Grotta d'Ernesto; 273 Bad Frankenhausen; 278 Lausnitz; 279 Bärenkeller Königsee; 285 Allander Tropfsteinhöhle. Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder ausschließlich unsicher datierte Fundschicht(en).

Von besonderer Bedeutung ist, dass in dieser Zeitscheibe erstmals größere Faunenassoziationen in Südsandinavien (Nørre Lyngby, 002; Bromme, 058) belegt sind (Aaris-Sørensen 1995; Degerbøl 1946). Daneben sind für die nördliche Region weiterhin Einzelfunde kennzeichnend. Am Mittelrhein brachten die gut datierten allerødzeitlichen Fundstellen unter dem Tuff des Laacher-See-Vulkans (z. B. 164, 166, 167, 168, 171, 173) reiche Säugetierfaunen in guter Erhaltung hervor (u. a. BOECKER et al. 1972; KALTHOFF 1998; STREET 1993, 1997; STREET & BAALES 1997, 1999). Besonders diverse und eingehend

untersuchte Faunen aus der südlichen Region stammen aus den Höhlen und Abris in Süddeutschland (232, 236, 237, 243) (ALBRECHT et al. 1983; BERKE 1987; BRUNNACKER et al. 1977; JAGUTTIS-EMDEN 1983; KOENIGSWALD 1972, 1977; KOENIGSWALD & TAUTE 1974, 1977a, 1977b, 1979; STORCH 1983, 1987) und in der Schweiz (251) (KOENIGSWALD 1983; STAMPFLI 1983b). Sicher in den Bølling-Allerød-Komplex datierte Assoziationen sind hingegen im östlichen Mitteleuropa selten. Besonders für Ostdeutschland ist die Datengrundlage für tiefgreifende Interpretationen nicht aussagekräftig genug (SOMMER mdl. Mttlg. 2008).

Vier Radiokarbondaten, die an Funden aus den Schichten E und D vom Zigeunerfels (236) erhoben wurden (Poz-20370, Poz-20318, KIA-26996, Poz-20372), ordnen diese zeitlich in Zeitscheibe 3 (s. Abschnitt 3.3.4.1 und App. 5). Die Datierung des Schichtkomplexes 12a aus der Burghöhle Dietfurt (237), dessen Fauna wegen ihres warmzeitlichen Charakters bislang als präboreal angesehen wurde, erbrachte ein spät-allerødzeitliches Alter von  $11.180 \pm 50$  BP (Poz-20367;  $13.110 \pm 80$  calBP). Eine Nachdatierung der Faunenfundes vom Michelberg bei Ochtendung (168) sollte die Einstufung in das Allerød bestätigen, die aufgrund der Position unter dem Laacher-See-Tuff erfolgt war. Das resultierende Datum ist jedoch viel älter ( $20.280 \pm 160$  BP; Poz-26897;  $24.220 \pm 250$  calBP) aber aufgrund der schlechten Knochenerhaltung unzuverlässig (App. 5).

### 3.3.3 Ergebnisse zur Säugetierfauna der Zeitscheibe 3

#### *3.3.3.1 Verbreitung einzelner Arten*

Folgende Säugetiere treten allgemein in dieser Zeitscheibe auf (Tab. 3.3.1):

<b>Taxon</b>	<b>Klima- anpassung</b>	<b>Sicherer Nachweis</b>	<b>Erstauftreten</b>	<b>Letztes Auftreten</b>	<b>Unsicherer Nachweis</b>
<i>Ochotona pusilla</i>	kt	x			
<i>Lepus timidus</i>	kt	x			
<i>Spermophilus</i> sp.	kt	x			
<i>Marmota marmota</i>	kt	x		(x)	
<i>Cricetus cricetus</i>	kt	x			
<i>Phodopus sungorus</i>	kt	x		x	
<i>Microtus gregalis</i>	kt	x			
<i>Chionomys nivalis</i>	kt	x			
<i>Dicrostonyx</i> sp.	kt	x			
<i>Lemmus lemmus</i>	kt	x			
<i>Alopex lagopus</i>	kt	x			
<i>Ursus maritimus</i>	kt	x	x	x	
<i>Gulo gulo</i>	kt	x		x	
<i>Mustela eversmanni</i>	kt				x
<i>Mustela nivalis</i>	kt	x			
† <i>Mammuthus primigenius</i>	kt				x
<i>Equus</i> sp.	kt	x			

<i>Rangifer tarandus</i>	kt	x			
† <i>Bison priscus</i>	kt	x		x	
<i>Ovibos moschatus</i>	kt	x		x	
<i>Rupicapra rupicapra</i>	kt	x		x	
<i>Capra ibex</i>	kt	x			
<i>Neomys fodiens</i>	kf	x			
<i>Desmana moschata</i>	kf	x			
<i>Castor fiber</i>	kf	x			
<i>Microtus oeconomus</i>	kf	x			
<i>Alces alces</i>	kf	x			
<i>Crocidura leucodon-russula</i>	te				x
<i>Rhinolophus</i> sp.	te				x
<i>Nyctalus</i> sp.	te	x	x		
<i>Barbastella barbastellus</i>	te	x	x		
<i>Sciurus vulgaris</i>	te				x
<i>Microtus arvalis</i>	te	x			
<i>Microtus subterraneus</i>	te				x
<i>Myodes glareolus</i>	te	x			
<i>Myodes rutilus</i>	te	x	x		
<i>Apodemus flavicollis</i>	te	x			
<i>Apodemus sylvaticus</i>	te				x
<i>Glis glis</i>	te				x
<i>Muscardinus avellanarius</i>	te				x
<i>Vulpes vulpes</i>	te	x			
<i>Meles meles</i>	te	x			
<i>Martes martes</i>	te				x
<i>Felis silvestris</i>	te				x
<i>Sus scrofa</i>	te	x			
<i>Capreolus capreolus</i>	te	x			
† <i>Megaloceros giganteus</i>	te	x			
<i>Bos primigenius</i>	te	x	x		
<i>Sorex araneus</i>	i	x			
<i>Sorex minutus</i>	i	x			
<i>Talpa europaea</i>	i	x			
<i>Plecotus auritus</i>	i	x	x		
<i>Arvicola terrestris</i>	i	x			
<i>Microtus agrestis</i>	i	x			
<i>Sicista betulina</i>	i	x			
<i>Canis lupus</i>	i	x			
<i>Ursus arctos</i>	i	x			
<i>Mustela erminea</i>	i	x			
<i>Cervus elaphus</i>	i	x			
<i>Ovis aries</i>	i				x
<i>Canis lupus familiaris</i>	domestiziert	x			
<i>Bos taurus</i>	domestiziert	x	x		

Tab. 3.3.1. Säugetiere der Zeitscheibe 3 und deren klimatische Anpassung (kt: kalt und/oder trocken; kf: feucht, kältetolerant; te: temperiert; i: klimatisch indifferent).

Die Anzahl der sicher nachgewiesenen Arten und Gattungen mit identifizierbarer Klimakategorie ist gegenüber den Zeitscheiben 1 und 2 sehr leicht auf 48 gesunken.

Viele der typischen pleistozänen Formen kamen ab dem Bølling nicht mehr in Mitteleuropa vor. Sichere Nachweise vom Mammut (*Mammuthus primigenius*) und vom Wollhaarnashorn (*Coelodonta antiquitatis*) fehlen. Ebenso ist die pleistozäne Hamsterart *Cricetus major* verschwunden.

Der Steppenbison (*Bison priscus*), der schon in der Zeitscheibe 2 fehlte, ist aus der Älteren Dryas des Leineberglandes noch ein letztes Mal nachgewiesen, nämlich aus der Schicht 3 im Allerberg Abri (147; STAESCHE 1994). Jüngere Belege sind nicht verzeichnet.

Der Riesenhirsch (*Megaloceros giganteus*) erfuhr in der Zeitscheibe 3 – im Gegensatz zu anderen heute ausgestorbenen Säugetieren – im Allerød im nördlichen Mitteleuropa und Südschweden seine weiteste Verbreitung nach dem LGM (Abb. 3.3.2). Das südlichste Vorkommen stellen die Funde aus Schleswig-Holstein dar, genauer aus Lübeck-Schlutup (106) und der mit der Bromme- oder Federmesser-Kultur assoziierten Fundstelle Lüdersdorf (107), wo ein direktes Datum von  $11.600 \pm 105$  BP ( $13.480 \pm 110$  calBP) vorliegt (OxA-3615; BENECKE & HEINRICH 2003; BRATLUND 1993; HEDGES et al. 1993).

Unter den rezenten, kalt bzw. trocken angepassten Säugetieren kam der Moschusochse (*Ovibos moschatus*) in der Älteren Dryas der Burghöhle Dietfurt (237; KOENIGSWALD 1977; KOENIGSWALD & TAUTE 1979) vor. In dieser Arbeit konnte das zeitgleiche Vorkommen in der Schicht D (unten) im Zigeunerfels (236) belegt werden (Abb. 3.3.3). Möglicherweise stellte die Schwäbische Alb ein Reliktareal dieser Art dar. Der Steinbock (*Capra ibex*) ist in der Zeitscheibe 3 ebenfalls in den Höhlen an der Donau und in den bayerischen und Schweizer Alpen belegt (236, 248, 268) und nördlich bis in das Neuwieder Becken (Abb. 3.3.3). In der Fundstelle Niederbieber IV (164) sind Überreste des Steinbocks mit Artefakten der Federmesser-Kultur assoziiert und durch die Position unterhalb des Laacher-See-Tuffs in das Allerød datiert. In Nordfrankreich (252) ist eine Darstellung des Steinbocks (Höhlenmalerei) auf  $11.860 \pm 230$  (Ly-1099;  $13.890 \pm 340$  calBP) datiert (VERMEERSCH 2006). Insgesamt hatte sich das Verbreitungsareal also gegenüber der Zeitscheibe 2 nur unwesentlich verändert (Abb. 3.3.3). Die Gämse (*Rupicapra rupicapra*) ist wie der Steinbock in Süddeutschland (236) nachgewiesen und kommt auch am Mittelrhein vor (166, 168; u. a. STREET & BAALES 1997). Allerdings tritt sie dort im Allerød letztmalig auf und ist in der Jüngeren Dryas Zentraleuropas nicht mehr sicher belegt.

Sowohl das Pferd (*Equus* sp.) als auch das Rentier (*Rangifer tarandus*) waren in der Zeitscheibe 3 im ganzen untersuchten Gebiet verbreitet und sind erstmals sicher in Südschweden nachgewiesen (Abb. 3.3.4). Funde aus Hässleberga in Schonen (080) erbrachten direkte Daten am Übergang Allerød/Jüngere Dryas (LARSSON et al. 2002). AARIS-SØRENSEN (im Druck) vermutet daher das Erstauftreten des Pferdes auch in Dänemark in diesem Zeitraum. Es konnte sich also innerhalb recht kurzer Zeit weit nach Norden hin ausbreiten. Auffällig ist die Konzentration von Knochen entweder des Rentiers (z. B.

Ahrensburger Tunneltal) oder des Pferdes (Mittelrhein), was die Beutepräferenzen der paläolithischen Jäger widerspiegelt. Die Nachweise des Rens aus Süddeutschland und der Schweiz sind nicht jünger als Bølling bzw. Ältere Dryas. Während es sich also im Norden weiter ausbreitete, starb das Rentier bereits im Allerød im südlichen Mitteleuropa aus.

Das Verbreitungsgebiet des Berglemmings (*Lemmus lemmus*) umfasst weitestgehend das aus der Zeitscheibe 2. Außerdem ist auf Seeland (040) Berglemming-Kot aus dem Allerød nachgewiesen (HARTZ & MILTHERS 1901), was darauf schließen lässt, dass sich dieser Nager weit nach Norden ausbreiten konnte. Zudem nennt AARIS-SØRENSEN (im Druck) den Neufund eines einzelnen Molars von *Lemmus lemmus* aus Nørre Lyngby (002). (Abb. 3.3.5). Der Halsbandlemming (*Dicrostonyx* sp.) breitete sich ebenfalls nach Norden hin aus, jedoch nicht so weit wie der Berglemming. Der nördlichste Nachweis von *Dicrostonyx* sp. stammt aus dem Leinebergland (146, 148; STORCH 1994). Der Halsbandlemming erreichte Dänemark nach dem LGM vermutlich nicht wieder. Beide Lemminge sind in der Zeitscheibe 3 nicht aus dem östlichen Mitteleuropa belegt (Abb. 3.3.5).

Das Alpenmurmeltier (*Marmota marmota*) kommt in der Schweiz in der Rislisberghöhle (251) in Horizont II vor, der radiometrisch in die Ältere Dryas datiert ist (KOENIGSWALD 1983). Ob die Funde des Murmeltieres am Michelberg bei Ochtendung (168) tatsächlich das letzte Vorkommen dieser Art außerhalb des alpinen Raumes darstellen, muss infrage gestellt werden. Zwar liegt die Fundschicht nah unter dem LST, weshalb ein allerødzeitliches Alter zu erwarten war. Die direkte Datierung an Knochenmaterial von *Marmota* sp. lieferte jedoch ein wesentlich höheres Alter ( $20.280 \pm 160$  BP; Poz-26897; s. o.). Da dieses aufgrund des geringen Kohlenstoffgehaltes der Überreste allerdings nicht zuverlässig ist, muss die gesamte Situation mit Vorsicht betrachtet werden. Das Alpenmurmeltier ist aus dem betrachteten Gebiet letztmalig (sub-)fossil nachgewiesen. Es ist anzunehmen, dass sich sein Verbreitungsgebiet nach dem Allerød auf die Alpen beschränkte.

Der Eisbär *Ursus maritimus* ist ausschließlich in dieser Zeitscheibe in Dänemark belegt: im Allerød von Asdal in Jütland (001; NORDMANN & DEGERBØL 1929/1930). Das Vorkommen dieser Art gibt recht präzise Auskunft über die Lage der Packeis-Grenze (WOZENCRAFT 1993; GORGAS 1993). Von der Küste Südschwedens sind zeitgleiche Funde des Eisbären bekannt (AARIS-SØRENSEN im Druck).

Zwei weitere Anzeiger von Kälte und Trockenheit kamen letztmalig in der Zeitscheibe 3 vor: der Dschungarische Zwerghamster (*Phodopus sungorus*) im Allerød Westdeutschlands (201; JACOBSHAGEN 1955) und der Vielfraß (*Gulo gulo*) in der Älteren Dryas der Schweiz (252) und am Übergang vom Allerød zur Jüngeren Dryas in Dänemark (058; Abb. 3.3.2).

In der Zeitscheibe 3 breiten die Feuchtigkeitsanzeiger unter den Säugetieren ihre Verbreitungsgebiete weit nach Norden aus, was bedeutet, dass offene Wasserkörper einen Großteil des Jahres über zur Verfügung standen. So trat der Elch (*Alces alces*) erstmals am Beginn des Allerøds (11.770 BP; ca. 13.670 calBP) sowohl in der norddeutschen Tiefebene (115; RIEDE et al. in Vorb.) als auch in Dänemark auf (018; AARIS-SØRENSEN 1998). Wenig später erreichte auch der Biber (*Castor fiber*) Südkandinavien (002, 058). Während der Elch aus Schweden belegt ist (080), fehlen Nachweise des Bibers bislang. Im Süden waren beide Arten in dieser Zeitscheibe selten. Der Elch ist nur noch aus der Schicht D im Zigeunerfels (236, s. Abschnitt 3.3.4) sicher nachgewiesen.

Temperiert angepasste Säugetiere konnten sich in der Zeitscheibe 3 erstmals seit dem LGM nachhaltig etablieren und ihre Areale ausdehnen. Das Reh (*Capreolus capreolus*) war vor allem im Westen verbreitet (146, 166, 167, 168, 171; Abb. 3.3.7). Darüber hinaus kam es im Allerød im Südwesten (Azilien von Rochedane, 250; DRUCKER et al. 2003; BRIDAULT 1998) und erstmals in einer süddeutschen Höhlenfauna vor (Profilabschnitt E9/E10: 370-350 cm in der Burghöhle Dietfurt, 237; KOENIGSWALD 1977). Direkt in die Älteste Dryas datierte Überreste des Rehs liegen nicht vor. Somit ist nicht gesichert, ob die Population auf einen etwaigen Klimarückschlag reagiert hat. Das Wildschwein (*Sus scrofa*) breitete sich ebenfalls bereits im Bølling oder in der Älteren Dryas bis in den nördlichen Harz aus (146). Außerdem war es im Nordosten Frankreichs (249, 250) und im Thüringer Wald (279) vertreten (Abb. 3.3.7).

Der Auerochse (*Bos primigenius*) ist aus Nordfrankreich (191) direkt auf ein Alter von  $10.920 \pm 90$  BP (OxA-4935 / Ly-85;  $12.860 \pm 90$  calBP) datiert (FAGNART 1997; VERMEERSCH 2006). Seeland (Grundsømagle Nordmark, 038) erreicht er möglicherweise bereits um 11.000 BP ( $11.060 \pm 390$  BP;  $12.950 \pm 410$  calBP; NOE-NYGAARD et al. 2005). Allerdings ist diese zeitliche Einordnung aufgrund der hohen Standardabweichung unsicher. TIETZ (2005) gibt zudem zu bedenken, dass aus Skandinavien keine Ur-Funde vor dem Ende der Jüngeren Dryas bekannt sind. Auch aus der CEMPHoB-Datenbank gehen keine weiteren Nachweise für Nord- oder Ostmitteleuropa hervor.

Die Gelbhalsmaus (*Myodes glareolus*) hatte nach wie vor ein sehr ähnliches Verbreitungsgebiet wie die Waldmäuse (*Apodemus* sp.), das auf den Westen und Süden Mitteleuropas beschränkt bleibt. Außerdem traten im Allerød die Polarrötelmaus (*Myodes rutilus*) erstmals im Leinebergland (146, 148), die Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*)

in der Burghöhle Dietfurt (237) und der Abendsegler (*Nyctalus* sp.) am Niederrhein (167) in Erscheinung.

In der Zeitscheibe 3 erscheinen auch solche Säugetiere ohne direkte klimatische Aussagekraft erstmals in Mitteleuropa. Das Braune Langohr (*Plecotus auritus*) ist im Allerød von Andernach (166) erstmals belegt (STREET & BAALES 1997).

Aus den dänischen Fundstellen Bromme (058) und Fensmark (059) liegen Funde des domestizierten Rindes (*Bos taurus*) vor (DEGERBØL 1946; ERIKSEN 2002). Aufgrund der südlicheren Verbreitung des Wildrindes (s. o.) ist jedoch eine Beimischung nicht auszuschließen.

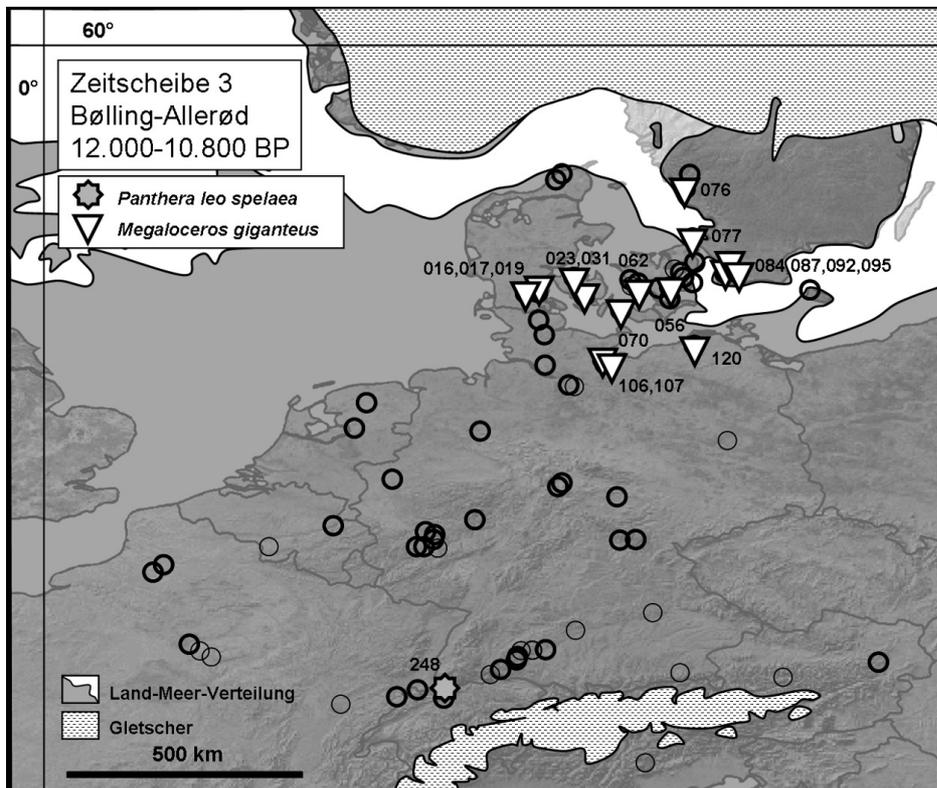


Abb. 3.3.2. Zeitscheibe 3. Sicher eingeordnete Nachweise der ausgestorbenen Formen *Panthera leo spelaea* (i) und *Megaloceros giganteus* (te). Lokalitäten s. Abb. 3.3.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

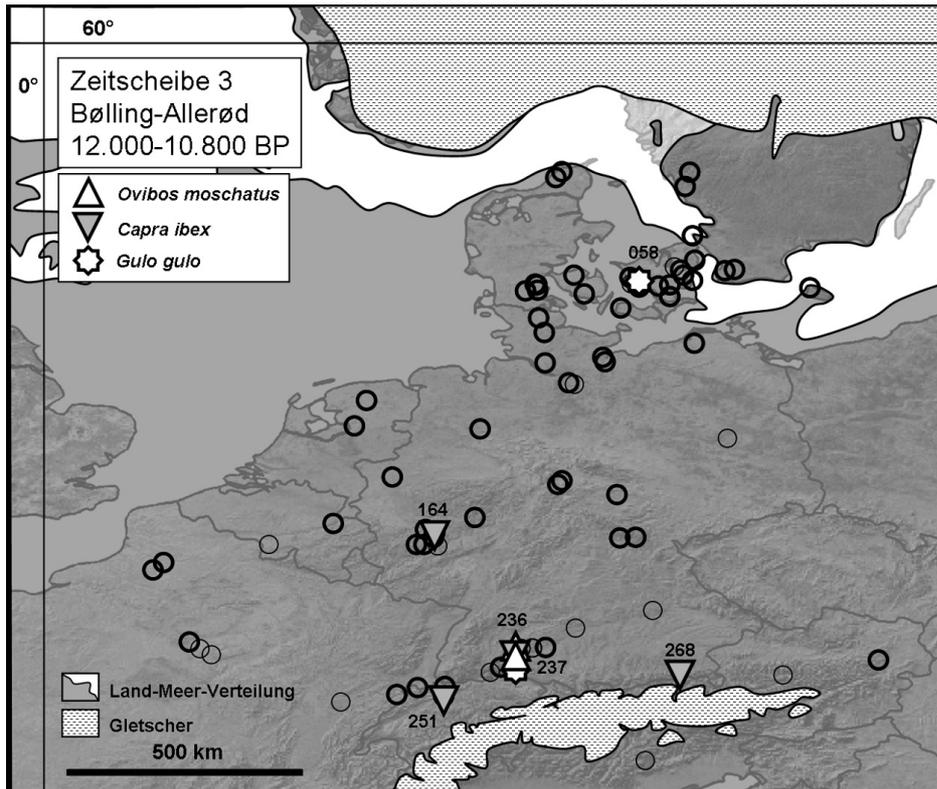


Abb. 3.3.3. Zeitscheibe 3. Sicher eingeordnete Nachweise von *Ovibos moschatus*, *Capra ibex* und *Gulo gulo* (alle kt). Lokalitäten s. Abb. 3.3.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

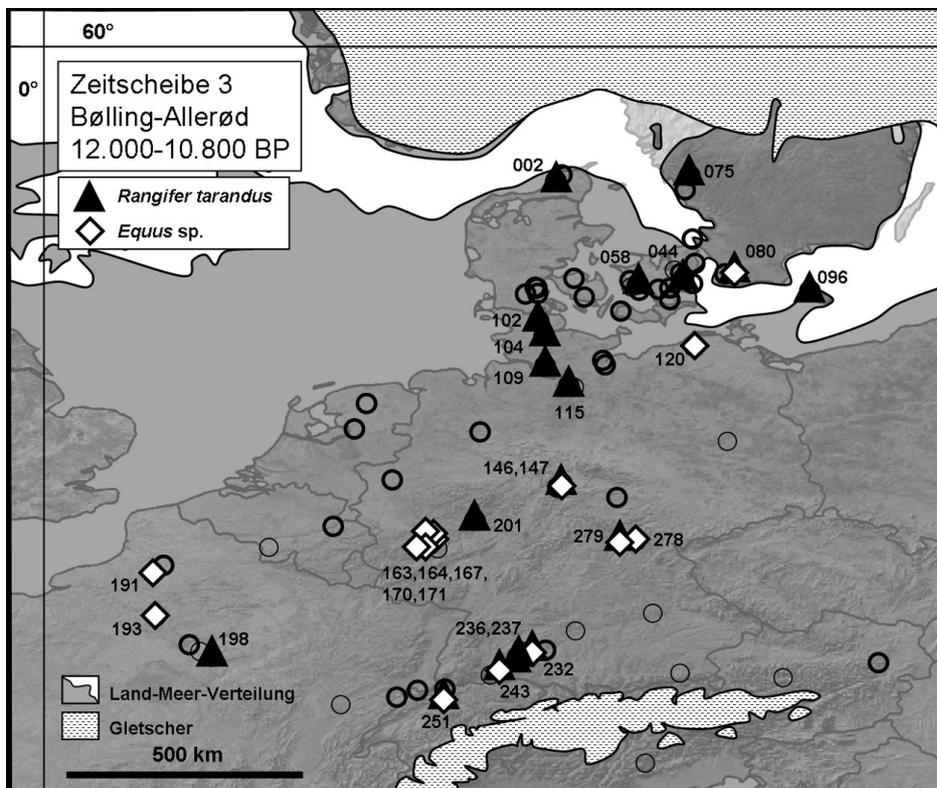


Abb. 3.3.4. Zeitscheibe 3. Sicher eingeordnete Nachweise von *Rangifer tarandus* und *Equus* sp. (beide kt). Lokalitäten s. Abb. 3.3.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

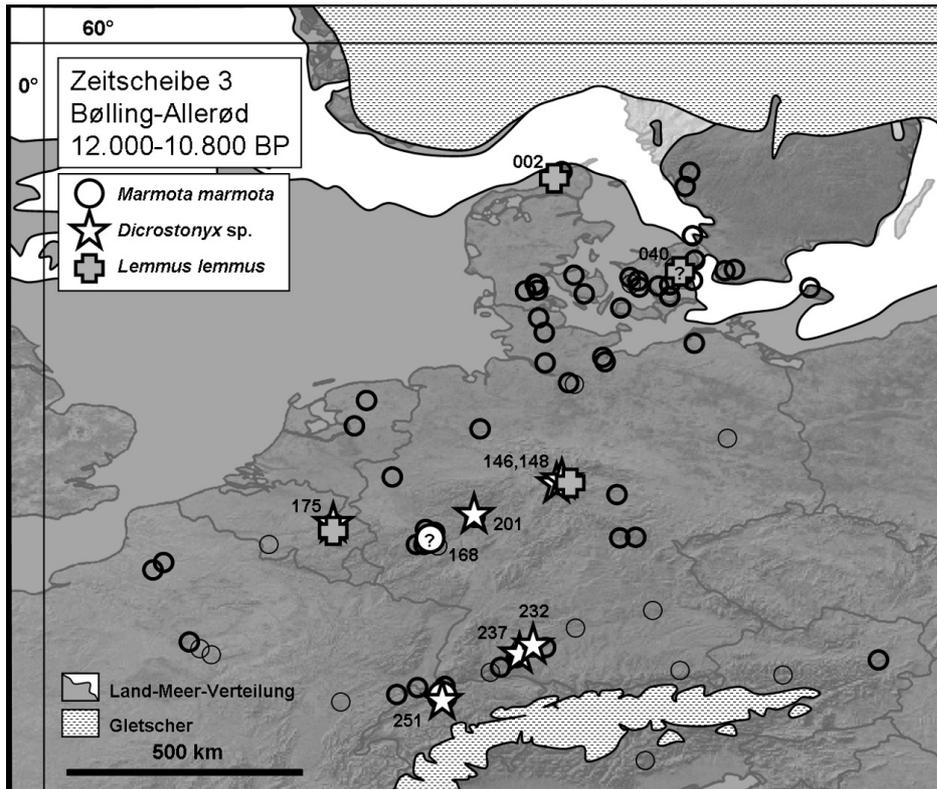


Abb. 3.3.5. Zeitscheibe 3. Sicher eingeordnete Nachweise von *Marmota marmota*, *Dicrostonyx* sp. und *Lemmus lemmus* (alle kt). Lokalitäten s. Abb. 3.3.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

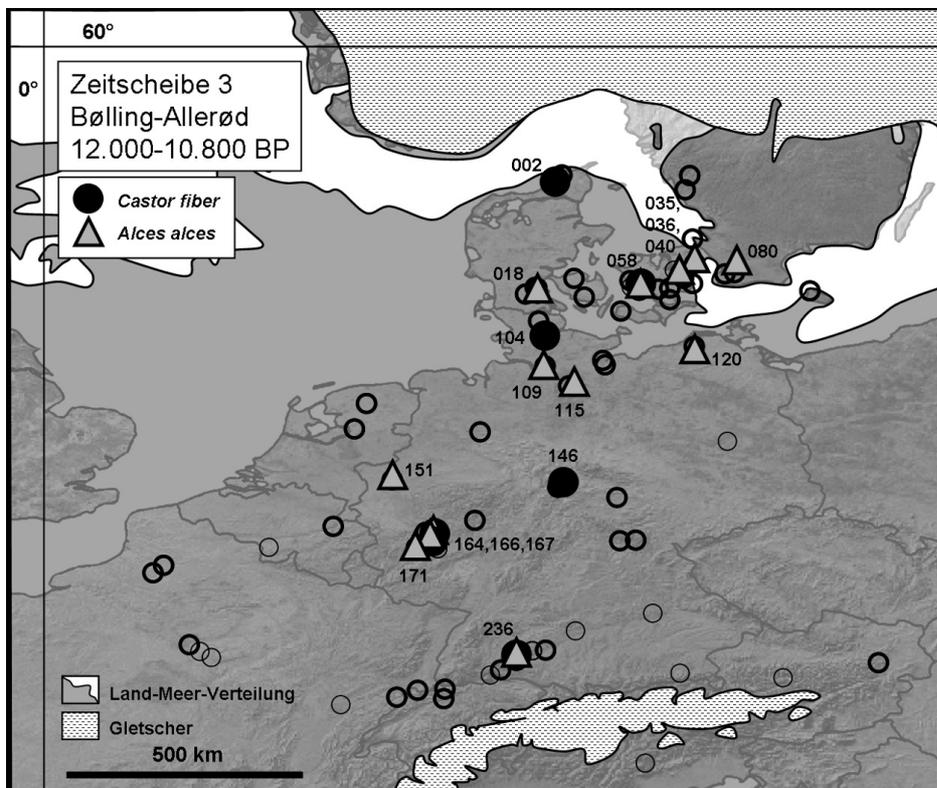


Abb.3.3.6. Zeitscheibe 3. Sicher eingeordnete Nachweise von *Castor fiber* und *Alces alces* (beide kf). Lokalitäten s. Abb. 3.3.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

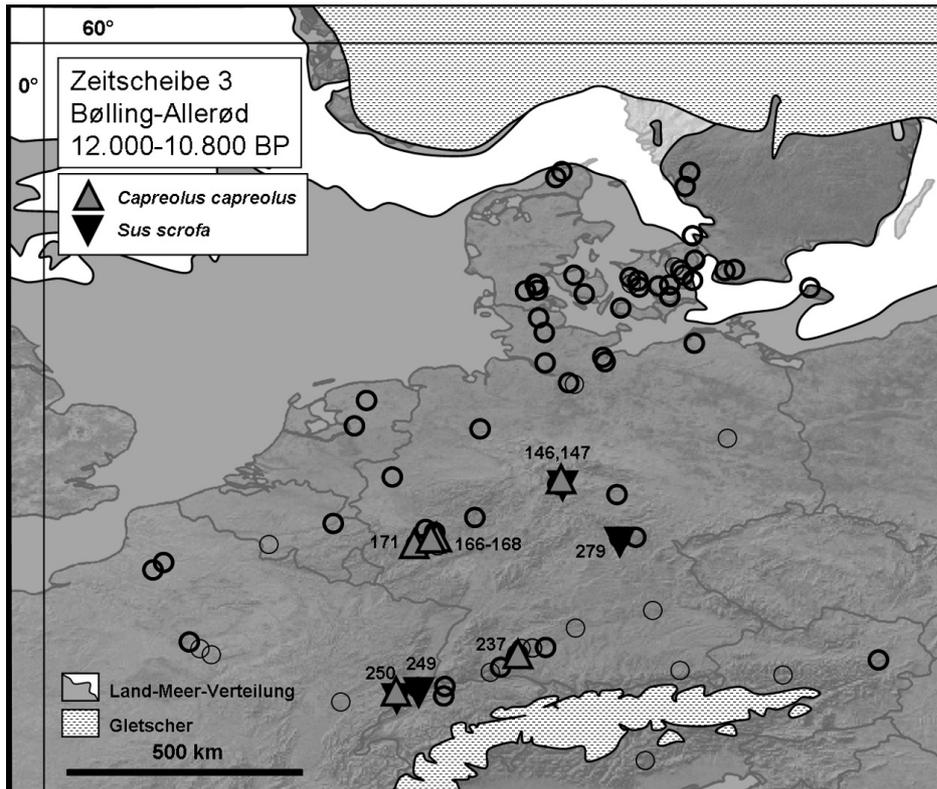


Abb. 3.3.7.  
Zeitscheibe 3.  
Verbreitung von *Capreolus capreolus* und *Sus scrofa* (beide te).  
Lokalitäten s. Abb. 3.3.1 bzw. App. 3.  
Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

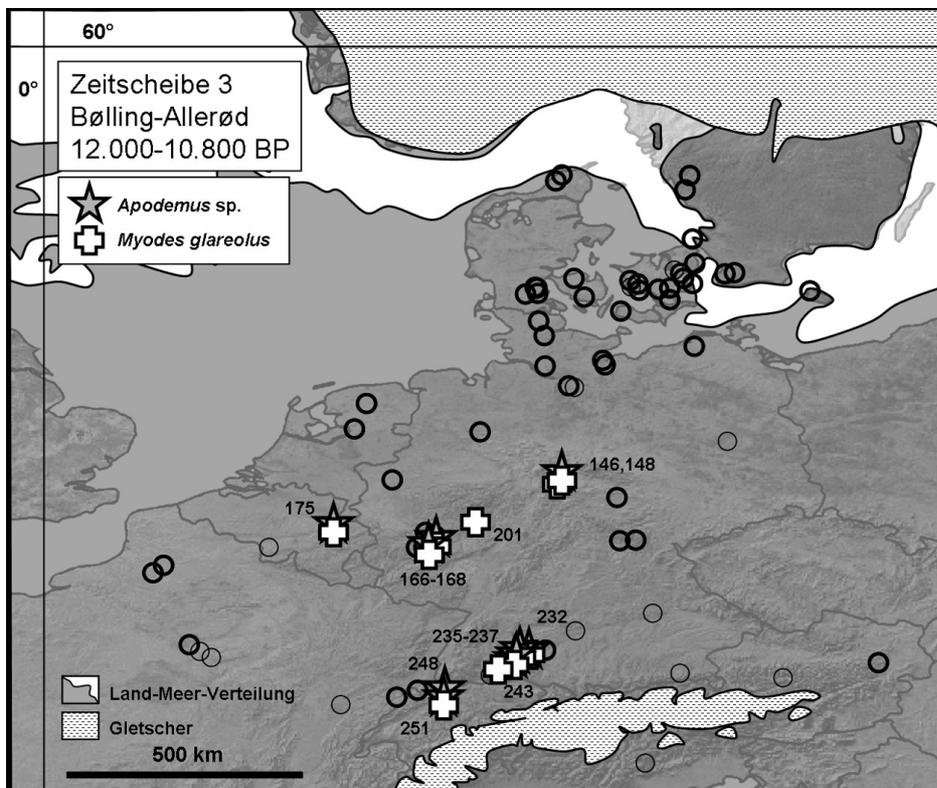


Abb. 3.3.8.  
Zeitscheibe 3.  
Verbreitung von *Apodemus* sp. und *Myodes glareolus* (beide te).  
Lokalitäten s. Abb. 3.3.1 bzw. App. 3.  
Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

### 3.3.3.2 Interregionaler Vergleich

Die Säugetierfauna des gesamten Mitteleuropas (Abb. 3.3.9) veränderte sich in der Zeitscheibe 3 im Vergleich zur Zeitscheibe 2 zugunsten der Kategorien te (12 von insgesamt 48 Taxa = 25%) und kf (5 Arten = 10%). Der Anteil der Kälte- und Trockenheitsanzeiger blieb mit 42% (20 Taxa) etwa gleich, der der klimatisch wenig aussagekräftigen sank auf 23% (11 Taxa). Daraus lässt sich schließen, dass die Bedingungen, gefolgt von der fortschreitenden Wiederbewaldung (s. Abschnitt 3.3.1.4), günstiger für temperiert angepasste Säuger geworden waren (wärmer, möglicherweise auch ozeanischer), jedoch noch nicht so voll warmzeitlich wie später im Holozän.

Wie aus Abb. 3.3.10 ersichtlich, hat sich in der Zeitscheibe 3 im Norden die Gesamtzahl der nachgewiesenen Säuger auf  $n = 20$  verdoppelt. Die Anteile der Kategorien kt (9 Taxa = 45%) und te (1 Art, *Megaloceros giganteus*, 5%). Dies geschah zugunsten klimatisch indifferenter Arten (6 Arten = 30%). Ein höherer Anteil der vorkommenden Säugetiere war an feuchte Habitate gebunden (4 Arten = 20%). Diese Entwicklung lässt noch keine eindeutigen Schlüsse auf Klima- und Lebensbedingungen zu, weshalb an dieser Stelle eine detaillierte Betrachtung muss: Zwar sinkt der Anteil der Kategorie kt, jedoch nicht die absolute Anzahl. Tatsächlich wanderten vier Säugerarten dieser Gruppe in der Zeitscheibe 3 erstmals in das nördliche Mitteleuropa ein: Pfeifhase, Schneehase, Sibirische Zwiebelmaus und Eisbär. Diese zeigen zum einen Steppenbedingungen, zum anderen die Nähe des Packeises (Meer/Küste) an. In Kombination mit dem Erscheinen des Bibers, des Elches und der Sumpfmaus (feuchte Habitate) und des Wildschweins (Bewaldung) kann für den Bølling-Allerød-Komplex Nordmitteleuropas und Südschwedens von einer Differenzierung des Lebensraumes gegenüber der Zeitscheibe 2 ausgegangen werden. Ob diese tatsächlich stattgefunden hat oder durch die Zusammenfassung des Bøllings, der Älteren Dryas und des Allerøds lediglich vorgetäuscht ist, kann nicht mit Sicherheit aufgelöst werden.

Im westlichen Mitteleuropa, wo die höchste Artenzahl ( $n = 41$ ) verzeichnet ist, traten in der Zeitscheibe 3 ebenfalls anteilig, jedoch nicht in der Anzahl, weniger Kälte- und Trockenheitsanzeiger auf (16 Taxa = 39%) als noch im Meiendorf und in der Ältesten Dryas. Es kamen jeweils etwas mehr Säuger in den Kategorien te (10 Arten = 24%), kf (4 Arten = 10%) und i (11 Arten = 27%) vor. Diese Verteilung legt eine Veränderung hin zu wärmeren Klimabedingungen nahe. Eine Erhöhung der Feuchtigkeit kann für die westliche Region nicht ohne weiteres postuliert werden. Hier, wie schon für den Norden beschrieben, traten ebenfalls zusätzliche Säuger der Gruppe kt auf, die jedoch in diesem Fall eher auf Trockenheit

hinweisen (Mauswiesel, Dschungarischer Zwerghamster, Pfeifhase und Steppenbison). Dass diese regionale Zusammenfassung jedoch nur unter Vorbehalt verallgemeinert werden darf, zeigt der beispielhafte Vergleich der allerødzeitlichen Fundstellen Kettig (167) und Wildweiberhaus-Felsen (201), beide mit Ablagerungen direkt unter dem LST (Abb. 3.3.11). Kettig liegt im Neuwieder Becken auf 74 m über NN. Die dortige Faunenzusammensetzung (n = 20) weist mit 25% warmzeitlichen, 15% kalt-feucht-angepassten und 20% kalt-trocken-angepassten Säugern auf ein bereits relativ warmes Klima hin. Der Wildweiberhaus-Felsen, der im Westerwald auf 434 m Höhe gelegen ist, muss hingegen noch unter kälterem und trockeneren Einfluss gestanden haben, wie aus der Verteilung te = 14%, kf = 7% und kt = 50% (n = 13) ablesen lässt.

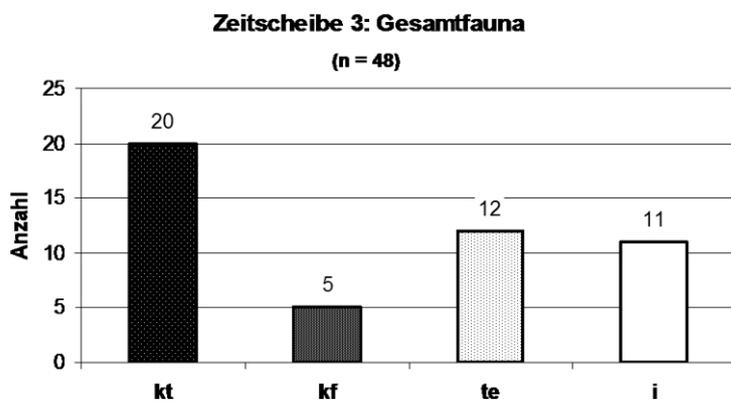


Abb. 3.3.9. Zeitscheibe 3. Faunenzusammensetzung für Gesamt-Mitteleuropa. Darstellung der Anteile von Säugetieren, die an temperierte Bedingungen angepasst sind (te), bei Kältetoleranz feuchte Habitate bevorzugen (kf), kalte und/oder trockene Bedingungen anzeigen (kt) oder klimatisch indifferent sind (i). n: Gesamtzahl.

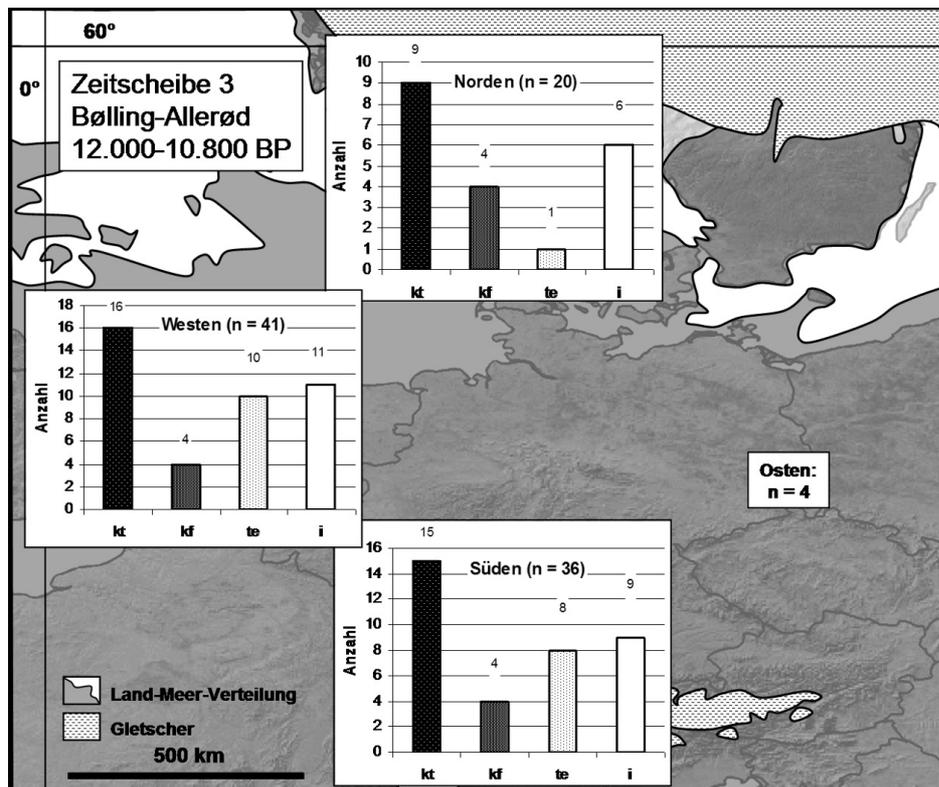


Abb. 3.3.10. Zeitscheibe 3. Überregionaler Vergleich der Faunenzusammensetzungen. Darstellung der Anteile von Säugetieren, die an temperierte Bedingungen angepasst sind (te), bei Kältetoleranz feuchte Habitate bevorzugen (kf), kalte und/oder trockene Bedingungen anzeigen (kt) oder klimatisch indifferent sind (i). n: Gesamtzahl. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

### Zeitscheibe 3, westliche Region

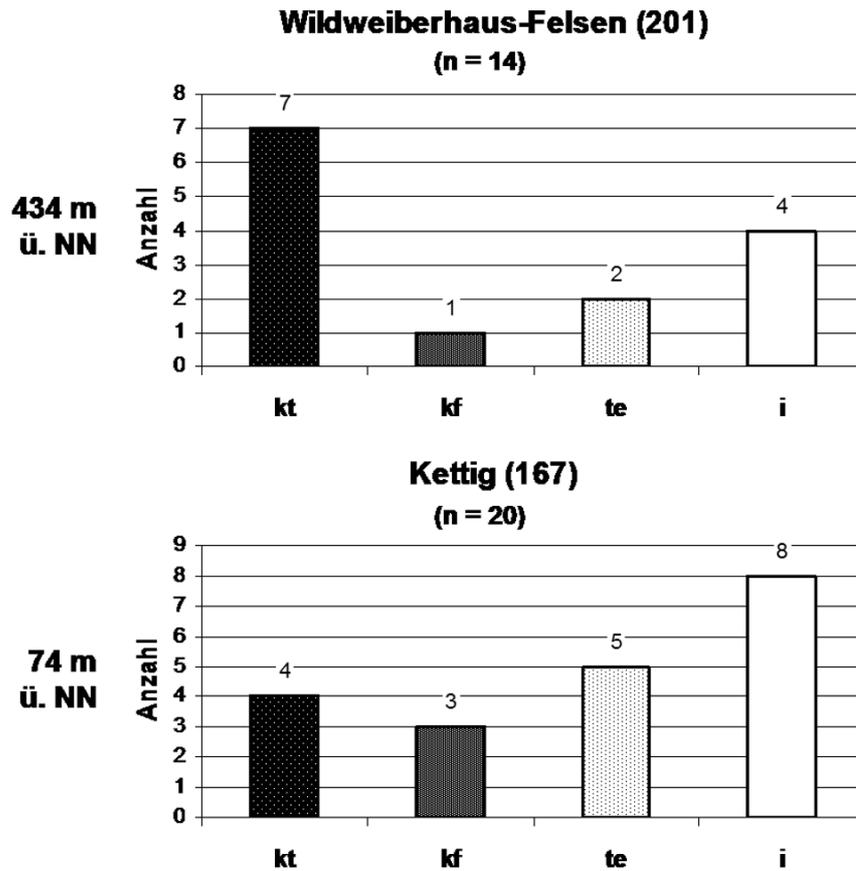


Abb. 3.3.11. Faunenzusammensetzungen der Fundstellen Kettig (167) und Wildweiberhaus-Felsen (201), beide Allerød der westlichen Region, im Vergleich.

Für den Süden sind 36 Arten und Gattungen notiert. Hier stieg der Anteil der temperiert angepassten Säuger am deutlichsten (8 Arten = 22%), der der kalt-trocken angepassten sank auf 42% (15 Taxa). Zwei Arten der Gruppe kf kamen hinzu (4 Arten = 11%). Es ist also eine deutliche Erwärmung im südlichen Mitteleuropa abzulesen, möglicherweise einhergehend mit gesteigertem ozeanischen Einfluss.

Im Osten fällt vor allem die Abnahme der Gesamtzahl nachgewiesener Säugetiere auf (n = 4). Somit kann der anteiligen Darstellung keine Aussagekraft beigemessen werden (s. Abschnitt 4.3.3). Höchstwahrscheinlich ist diese Artenabnahme jedoch nicht auf klimatische Umstände zurückzuführen sondern hängt mit dem schon zuvor (Abschnitt 3.3.2) erwähnten Fehlen bzw. der unzureichenden Dokumentation südostdeutscher, westpolnischer und westtschechischer Fundstellen aus diesem Zeitbereich zusammen. Die Säugetierfaunenzusammensetzungen weiter östlich gelegener Fundstellen, z. B. Deszczowa Cave (Schichten VIII-X) und Oblazowa Cave (Schichten VIII-III) im südlichen Polen, zeigen für das gesamte Spätglazial einschließlich des Bølling-Allerød-Komplexes eine scheinbar kontinuierliche Abnahme der Steppenarten und Zunahme warmzeitlicher Spezies (CYREK et al. 2000; VALDE-

NOWAK et al. 2003). Daraus lässt sich zwar eine generelle Klimaveränderung ablesen, jedoch reicht die dortige stratigrafische (zeitliche) Auflösung nicht aus, um detailliertere Aussagen treffen zu können.

### 3.3.4 Einordnung der Zigeunerfels-Fauna

#### *3.3.4.1 Daten*

Beide Daten aus der Kulturschicht E liegen am Beginn des Bølling-Allerød-Komplexes, also im Bølling, vor etwa 11.800 bis 12.000 Radiokarbon-Jahren. Die zwei datierten Proben stammen aus dem oberen (bis mittleren) stratigrafischen Abschnitt. Daher erstreckt sich die Schicht im Liegenden möglicherweise bis in die Älteste Dryas. Die Probe zum jüngeren Datum  $11.860 \pm 60$  BP (Poz-20318;  $13.720 \pm 90$  calBP) wurde 4 m weiter westlich einer 20 cm tiefer liegenden Abtragung entnommen als diejenige zum älteren Datum  $11.950 \pm 50$  BP (Poz-20370;  $13.850 \pm 70$  calBP). Das vermutete Einfallen der Kultur- und Sedimentschichten nach Westen ist somit anhand der Radiokarbondatierung bestätigt. Für die Kulturschicht D, die mächtigste aller Kulturschichten (bis zu 75 cm), zeichnet sich in den aktuellen  $^{14}\text{C}$ -Daten eine chronostratigrafische Position im oberen Bølling-Allerød-Komplex, also im Allerød, ab. Wie schon in der Schicht E erbrachte auch hier die Probe aus einer tieferen Abtragung des westlichen Bereiches der Fundstelle ( $10.900 \pm 50$  BP, Poz-20372;  $12.830 \pm 60$  calBP) ein jüngeres Datum als eine weiter östlich und höher entnommene ( $11.270 \pm 40$  BP; KIA-26996;  $13.160 \pm 60$  calBP), wodurch das Einfallen der Schichten noch einmal bestätigt wird. Dass in diesem Fall die Daten in verschiedenen Laboren ermittelt wurden, bezeugt die Unabhängigkeit dieses Ergebnisses. Das Fehlen von Daten in der Älteren Dryas ist nicht gleichbedeutend mit dem Vorliegen einer Schichtlücke. Beide Daten der Schicht D gelten für den oberen bis mittleren Abschnitt, somit ist damit zu rechnen, dass D im Liegenden bis in die Ältere Dryas oder sogar in das Bølling, im Hangenden bis zur Grenze Allerød/Jüngere Dryas reicht.

### 3.3.4.2 Faunenzusammensetzung

Taxon	Stratigrafische Anmerkung	Klimaanpassung	Arealanalyse
<i>Lepus timidus</i>		kt	x
<i>Chionomys nivalis</i>		kt	x
<i>Mustela nivalis</i>		kt	x
<i>Equus</i> sp.	nur E/F	kt	
<i>Rangifer tarandus</i>	nur E/F	kt	
<i>Rupicapra rupicapra</i>		kt	x
<i>Capra ibex</i>		kt	x
<i>Microtus oeconomus</i>		kf	x
<i>Alces alces?</i>		kf	
<i>Myodes glareolus</i>		te	x
<i>Apodemus</i> sp.		te	x
<i>Sorex araneus</i>		i	x
<i>Talpa europaea</i>		i	x
<i>Arvicola terrestris</i>		i	x
<i>Microtus agrestis</i>	nur E/F	i	
<i>Mustela erminea</i>		i	x
<i>Cervus elaphus</i>		i	x
<i>Microtus arvalis-agrestis</i>		u	x

Tab. 3.3.2. Säugetierfauna der Kulturschicht E des Zigeunerfelsens. Reihenfolge nach klimatischer Affinität (kt: kalt und/oder trocken; kf: feucht, kältetolerant; te: temperiert; i: klimatisch indifferent; u: unidentifizierbar). Markierung der in die Arealanalyse eingegangenen Taxa.

Taxon	Stratigrafische Anmerkung	Klimaanpassung	Arealanalyse
<i>Lepus timidus</i>		kt	x
<i>Cricetus cricetus</i>	nur D oben	kt	x
<i>Chionomys nivalis</i>		kt	x
<i>Alopex lagopus?</i>		kt	
<i>Rangifer tarandus</i>	nur D unten	kt	x
<i>Ovibos moschatus</i>	nur D unten	kt	x
<i>Capra ibex</i>		kt	x
<i>Castor fiber</i>		kf	x
<i>Microtus oeconomus</i>		kf	x
<i>Alces alces</i>	nur D unten sicher, D oben nicht nachweisbar	kf	x
<i>Myodes glareolus</i>		te	x
<i>Apodemus</i> sp.	nur D unten	te	x
<i>Capreolus capreolus</i>	nur C/D	te	
<i>Sorex araneus</i>		i	x
<i>Sorex minutus</i>	nur D unten	i	x
<i>Talpa europaea</i>		i	x
<i>Arvicola terrestris</i>		i	x
<i>Microtus agrestis</i>		i	x
<i>Canis lupus</i>		i	x
<i>Cervus elaphus</i>		i	x
<i>Microtus arvalis-agrestis</i>		u	x
<i>Ursus</i> sp.		u	x

Tab. 3.3.3. Säugetierfauna der Kulturschicht D des Zigeunerfelsens. Reihenfolge nach klimatischer Affinität (kt: kalt und/oder trocken; kf: feucht, kältetolerant; te: temperiert; i: klimatisch indifferent; u: unidentifizierbar). Markierung der in die Arealanalyse eingegangenen Taxa.

Ausgesuchte Funde aus den Schichten D (Biber, *Castor fiber*, und Moschusochse, *Ovibos moschatus*) und E (Steinbock, *Capra ibex*) sind in Taf. 2A-C abgebildet.

Aus der Fauna der Kulturschicht E (Tab. 3.3.2) können 13 Taxa in die anteilige Auswertung eingehen. Erstmals sind zwei thermophile Säugetiere sicher nachgewiesen: die Rötelmaus (*Myodes glareolus*) und die Waldmaus (*Apodemus* sp.) (15%). Die Sumpfmaus (*Microtus oeconomus*) war der einzige kältetolerante Feuchtigkeitsanzeiger (8%), denn der Elch (*Alces alces*) kann nicht sicher nachgewiesen werden. Der Anteil der kalt-trocken angepassten Taxa verringerte sich gegenüber dem Schichtkomplex F-H drastisch auf 39% (5 Taxa). Ebenfalls 5 der vorkommenden Säuger waren ohne klimatische Aussagekraft (Abb. 3.3.12). Das Rentier (*Rangifer tarandus*) und das Pferd (*Equus* sp.) sind nur bis zum Übergang E/F nachgewiesen. Daher ist nicht sicher, ob sie tatsächlich in E noch präsent waren. Sie sind hier von der anteiligen Darstellung ausgenommen. Der beschriebene Entwicklungstrend in der Verteilung der Taxa wäre aber auch unter ihrer Berücksichtigung erkennbar. Diese Entwicklung in der Faunenzusammensetzung bedeutet eine Klimaveränderung hin zu wärmeren Temperaturen, einhergehend mit der beginnenden Wiederbewaldung. Die Korrelation der Schicht E mit dem Bølling, die anhand der Datierungen erfolgte, ist also auch auf Basis der faunistischen Ergebnisse wahrscheinlich.

Die Fauna der gesamten Schicht D (Tab. 3.3.3) setzt sich anteilig wie folgt zusammen: kt = 6 Arten/Gattungen von 18 (33%), kf = 3 Arten (17%), te = 2 Arten/Gattungen (11%) und i = 7 Arten (39%). Der Trend der Erwärmung setzte sich in der Kulturschicht D also nicht fort. Kühlere und feuchtere Bedingungen zeichnen sich ab. Aufgrund der großen Mächtigkeit der Kulturschicht D (bis zu 75 cm, s. App. 8) ist damit zu rechnen, dass sie eine vergleichsweise lange Zeitspanne und damit möglicherweise auch verschiedene Klimaverhältnisse umfasst. Daher besteht bei der Betrachtung der Gesamtfaua aus D die Gefahr der Mischung von Faunen verschiedener Klimate. Aus diesem Grund werden Teilfaunen aus dem unteren und oberen Bereich der Schicht D getrennt betrachtet. Da sich die Vermerke zu den Funden auf die Fundposition, nicht aber auf den sedimentologischen Zusammenhang beziehen, erfolgt die Unterteilung der Mächtigkeit nach, etwa der stratigrafischen Mitte der Schicht folgend (gestrichelte Linie, App. 8). Die Faunenzusammensetzung ist im unteren und oberen Bereich der Kulturschicht D unterschiedlich (Tab. 3.3.3). Taxa, die ausschließlich zur Zeit der Ablagerung des unteren Bereiches auftraten, sind neben der Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*) (einziger Nachweis im Zigeunerfels, i) die Waldmaus (te), der Moschusochse (*Ovibos moschatus*) (ebenfalls einziger Nachweis) und das Rentier (beide kt) sowie der Elch (kf).

Ausschließlich während der Sedimentation der oberen Hälfte von D kam der kalt/trocken angepasste Feldhamster (*Cricetus cricetus*) vor.

Der untere Abschnitt von D zeichnet sich durch 12% (2 Taxa von 17) temperiert, 18% (3 Arten) kalt-feucht und 29% (5 Taxa) kalte und/oder trocken angepasste sowie 41% (7 Arten) indifferente Formen aus (Abb. 3.3.12). Gegenüber E spiegelt diese Zusammensetzung vor allem feuchtere, jedoch nicht wärmere Bedingungen wider. Möglich ist, dass der untere Bereich der Schicht D noch im Bølling abgelagert wurde. Auffällig ist aber das (wenn auch vereinzelt) Auftreten der ganz klaren Kälteanzeiger Moschusochse und Rentier, was eher auf eine Einordnung in die Ältere Dryas hindeutet, die auch mit den Radiokarbonaten im Einklang stünde. In jedem Fall muss das gemeinsame Auftreten von Steppentieren mit temperierten Formen kritisch betrachtet werden. Entweder hat eine deutliche Habitatdiversifizierung in der Umgebung des Zigeunerfels stattgefunden, oder der untere Abschnitt von D umfasst sowohl interstadiale als auch stadiale Ablagerungen (Bølling und Ältere Dryas).

Im oberen Abschnitt von D sind insgesamt weniger Arten/Gattungen verzeichnet (n = 13). Die Rötelmaus war der einzige Wärmeanzeiger (8%). Zwei Arten bevorzugten feuchte Lebensräume (15%). Vier Kälte- und/oder Trockenheitsanzeiger traten auf (31%), während der Anteil der Taxa ohne klimatische Präferenz auf 46% (6 Arten) anstieg (Abb. 3.3.12). Aus dieser Tendenz lässt sich insgesamt ein leichter Feuchtigkeits- und Temperaturrückgang innerhalb der Schicht D ablesen. Der obere Bereich fällt also wahrscheinlich dem Allerød zu, und eventuell zeichnet hier sogar schon der Übergang zur Jüngeren Dryas ab. Das Vorkommen des Rehs (*Capreolus capreolus*) in C/D kann nicht als sicherer Nachweis gewertet werden, da der Fund den archäologisch fundleeren 10 cm unterhalb der Schicht C entstammt, und somit ebenso der Fauna aus C zugehören kann.

Insgesamt fügen sich die Faunen der Schichten D und E nicht besonders gut in das Bild der südlichen Region, da im Zigeunerfels stets die Gruppen kt und te deutlich geringere Anteile, Gruppe i jedoch einen höheren Prozentsatz ausmachten. Ein ähnlich geringer Anteil der Kälteanzeiger (4 von 13 Taxa = 31%) findet sich sonst nur im Abschnitt 455-370 cm des Profils E9/E10 aus der nahe gelegenen Burghöhle Dietfurt (237), der möglicherweise in die Ältere Dryas fällt (KOENIGSWALD 1977; KOENIGSWALD & TAUTE 1977b). Der Komplex 12b dieser Fundstelle, der durch die neue Datierung (s. o.) in das Allerød gestellt wird, enthält keinerlei Mammalia der Gruppe kt. Daraus sollte jedoch nicht verallgemeinernd auf die Bildung eines wärmeren, feuchteren Mikroklimas für das Obere Donautal geschlossen werden. Es sind zwar wenige Kälte- und Trockenheitsanzeiger nachgewiesen, aber diejenigen,

die vorkamen, sind signifikant. Sowohl aus dem Zigeunerfels als auch aus der Burghöhle sind arktische und Steppentiere (Rentier und Moschusochse) und aus dem Zigeunerfels der alpine Steinbock belegt. Es muss also für diese Gegend innerhalb des südlichen Mitteleuropas vielmehr von einer verstärkten Habitatdifferenzierung ausgegangen werden. Diese ist wahrscheinlich durch das starke Relief der tief eingeschnittenen Donau und ihrer Zubringerflüsse bedingt (dicht bewachsene Niederungen, offene Wasserflächen, karge Höhen des Kalksteinplateaus der Schwäbischen Alb).

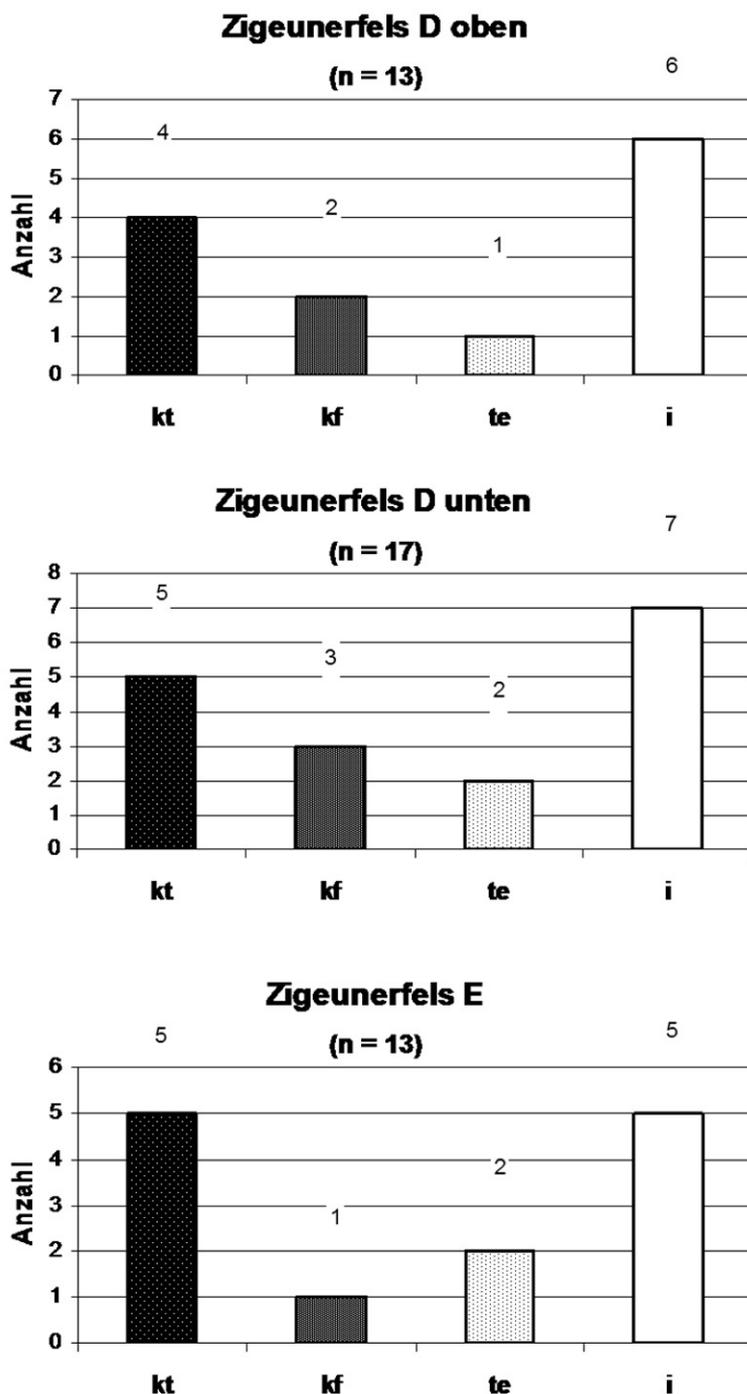


Abb. 3.3.12. Faunenzusammensetzungen der Schichten E und D am Zigeunerfels. Darstellung der Anteile von Säugetieren, die an temperierte Bedingungen angepasst sind (te), bei Kältetoleranz feuchte Habitate bevorzugen (kf), kalte und/oder trockene Bedingungen anzeigen (kt) oder klimatisch indifferent sind (i). n: Gesamtzahl.

### 3.3.4.3 Arealanalyse

Die Arealanalyse der Säugetierfauna der Kulturschicht E ergab ein einziges kleines Äquivalenzareal, in dem 12 der 14 möglichen Verbreitungsgebiete überlappen. Dieses liegt im südlichen zentralen Österreich und reicht bis in den äußersten Südosten Deutschlands (Abb. 3.3.13). Diese Verschiebung gegenüber der Lokalität könnte für leicht wärmeres, kontinentaleres Klima als heute sprechen, würde man sich lediglich nach Längen- und Breitenangaben richten. Als Klimastation wurde Klagenfurt (46°39'N, 14°20'E, Dfb) (MÜHR 2006; vgl. KOTTEK et al. 2006) ausgewählt. Die Jahresdurchschnitts-Temperatur liegt 0,5° C und die Jahres-Niederschlagsmenge 108 mm über den entsprechenden Werten von Sigmaringen-Laiz (vgl. Abb. 3.2.12). Die Zuordnung Klagenfurts in die Boreale oder Schneeklimazone D ist also lediglich auf den leicht kälteren kältesten Monat zurückzuführen, und der Einfluss der Topografie (Abregnen großer Niederschlagsmengen an den Alpen) wird deutlich. Man kann daher davon ausgehen, dass das Klima zur Ablagerungszeit von E eher humider als kontinentaler war als heute am Zigeunerfels. Insgesamt ist das Klima, dem die Fauna der Schicht E unterworfen war, als mild und verhältnismäßig feucht zu beschreiben, sehr ähnlich dem heutigen und somit warmzeitlich geprägt. Die Korrelation mit der Erwärmung im Bølling bietet sich an.

In einem einzigen großen Äquivalenzareal überlappen 15 Verbreitungsgebiete der 20 einbezogenen Säugetiertaxa der Kulturschicht D. Dieses erstreckt sich vom äußersten Osten Weißrusslands entlang der Wolga nach Osten bis zur Kama in Höhe der Stadt Perm (Abb. 3.3.14). Diese Lage bis zu ca. 3.300 km östlich der Fundstelle spiegelt einen stark kontinentalen Einfluss wider. Beispielhaft sollen hier die Klimadaten der Stationen Nizni Novgorod (56°13'N, 43°49'E, Dfb) und Kasan (55°47'N, 49°11'E, Dfb) (MÜHR 2006; vgl. KOTTEK et al. 2006) angeführt werden. In beiden liegt die Jahresdurchschnitts-Temperatur deutlich unter der am Zigeunerfels heute (4,0 bzw. 3,7°C), und der Gesamtniederschlag ist deutlich niedriger (619 bzw. 542 mm) (Abb. 3.3.14 vgl. Abb. 3.2.12). Die Winter sind an beiden Orten kälter, die Sommer leicht wärmer. Zusammenfassend ergeben sich also für die Zeit der Ablagerung von Schicht D Rückschlüsse auf ein kontinentales, vor allem kälteres Klima.

Da sich die Unterteilung der Kulturschicht D in einen oberen und einen unteren Bereich in der Auswertung der Fauna als sinnvoll erwiesen hat, wurde diese auch für eine erweiterte Arealanalyse dieser Schicht verwendet.

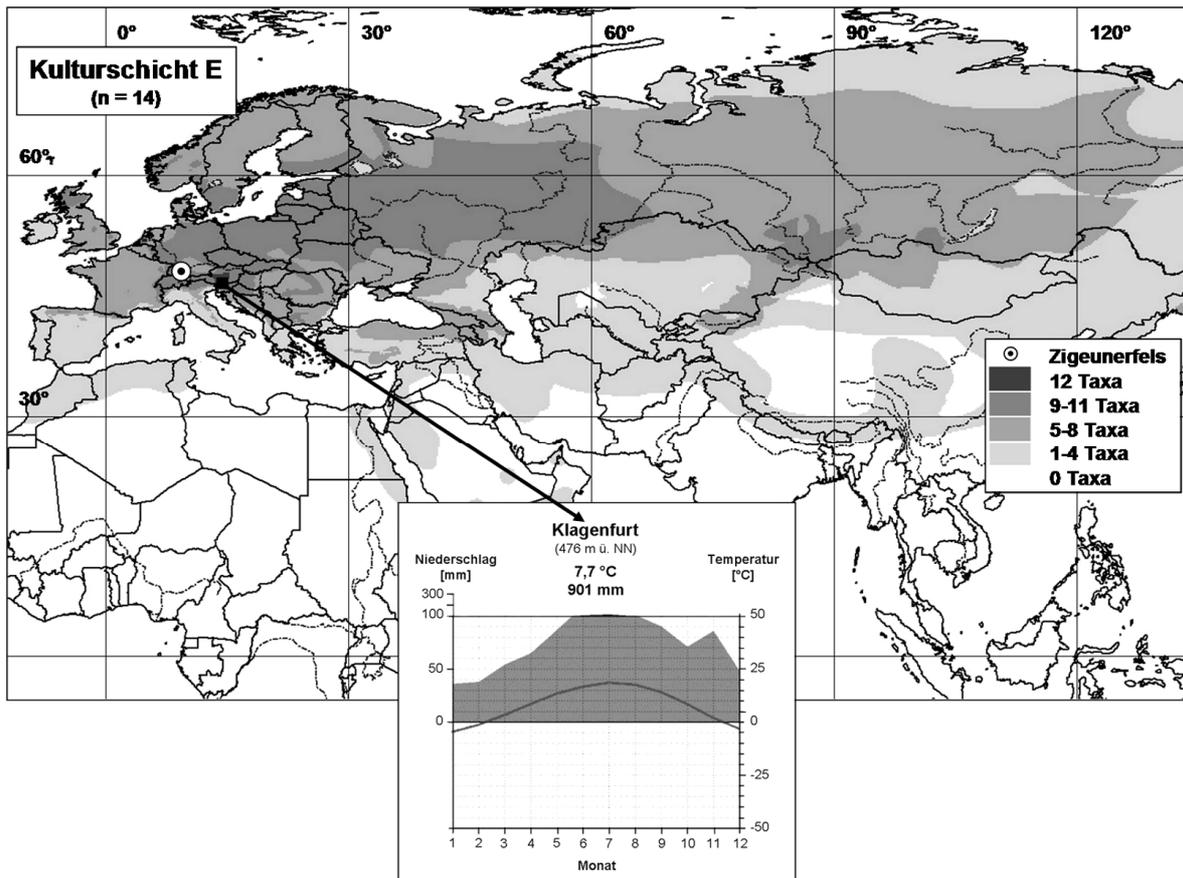


Abb. 3.3.13. Arealanalyse der Kulturschicht E vom Zigeunerfels bei Sigmaringen. Darstellung der Niederschlags- und Temperaturdaten für das Äquivalenzareal im dreißigjährigen Mittel. Anzahl der eingegangenen Taxa:  $n = 14$ . Klimagrafiken verändert nach MÜHR (2006). Grau: monatliche Niederschlagsmenge (y-Achse, links). Linie: monatliche Temperaturen (y-Achse, rechts). Monate auf der x-Achse. Angabe von Jahresdurchschnitts-Temperatur, Jahres-Gesamtniederschlag und Höhe über NN.

Die Äquivalenzareale der Fauna aus der unteren Hälfte von D, in denen 13 von 17 einbezogenen Taxa gemeinsam vorkommen, liegen im russischen Teil des ehemaligen Ostpreußens, im nördlichen Polen, in Litauen und im westlichen Weißrussland. Dies bedeutet zunächst eine geografische Verlagerung nach Norden gegenüber der Fundstelle Zigeunerfels, aber auch gegenüber dem Äquivalenzareal der Schicht E (Abb. 3.3.14, vgl. Abb. 3.2.12 und 3.3.13). Somit ist ein kälteres Klima zu erwarten. An der Klimastation Minsk ( $53^{\circ}52'N$ ,  $27^{\circ}32'E$ , Dfb) (MÜHR 2006; vgl. KOTTEK et al. 2006) herrschen leicht trockenere und kühlere Bedingungen als heute am Zigeunerfels vor.

Bei der Auswertung des oberen Abschnittes der Schicht D finden sich dieselben Äquivalenzareale und zusätzliche weiter östlich (11 Verbreitungsgebiete von 14 einbezogenen Taxa überlappen). Diese umfassen zum einen das für D allgemein beschriebene Areal. Zum anderen liegen drei kleinere noch weiter im Osten: im zentralen Ural und östlich von Novosibirsk im Gebirge Kuzneckij Altai (Abb. 3.3.4). Diese indizieren allein durch die geografische Lage einen verstärkten kontinentalen Einfluss. Zwar liegen aus diesen Arealen

keine genauen Klimadaten vor, jedoch sind sehr kalte Wintertemperaturen und verhältnismäßig geringe (wenn auch nicht extrem trockene) Niederschlagswerte aus benachbarten Klimastationen bekannt (z. B. Barnaul, Dfb, und Tomsk, Dfc; siehe MÜHR 2006). Insgesamt muss also für den oberen Bereich von D eine relativ breite Klimaspanne in Betracht gezogen werden, aber mit starker Tendenz zu kälteren, trockeneren Bedingungen. Somit impliziert die Arealanalyse der Säugetierfauna eine Entwicklung von leicht zu stärker kontinentalem Klima während des Sedimentations-Zeitraumes der Schicht D.

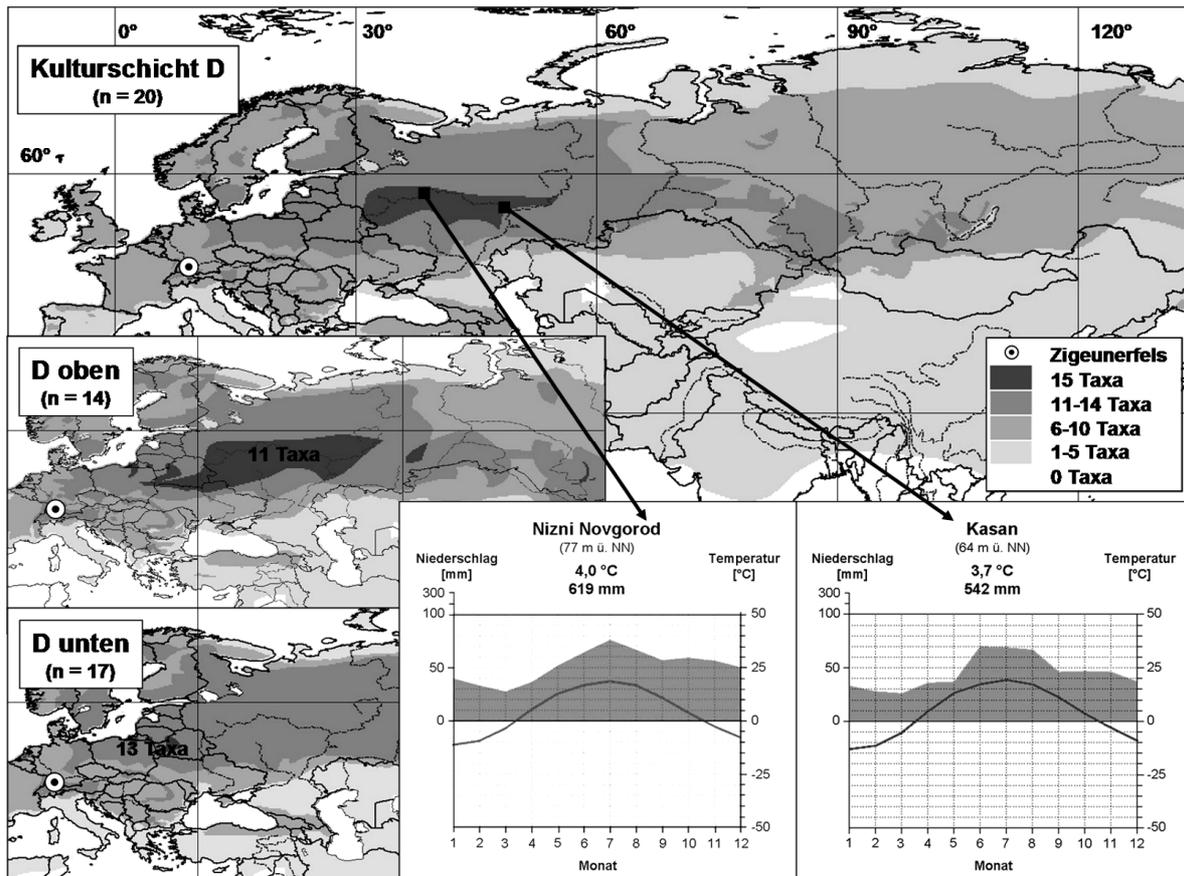


Abb. 3.3.14. Arealanalyse der Kulturschicht D vom Zigeunerfels bei Sigmaringen. Darstellung der Niederschlags- und Temperaturdaten für das Äquivalenzareal im dreißigjährigen Mittel. Anzahl der eingegangenen Taxa: n = 19. Klimagrafiken verändert nach MÜHR (2006). Grau: monatliche Niederschlagsmenge (y-Achse, links). Linie: monatliche Temperaturen (y-Achse, rechts). Monate auf der x-Achse. Angabe von Jahresdurchschnitts-Temperatur, Jahres-Gesamtniederschlag und Höhe über NN.

### 3.3.5 Zusammenfassung und Diskussion Zeitscheibe 3

Im Bølling-Allerød-Komplex kamen an typischen pleistozänen Großsäugern nur noch Steppenbison (*Bison priscus*) und Riesenhirsch (*Megaloceros giganteus*) vor. Die Faunen Mitteleuropas wurden immer mehr von rezenten Säugetieren dominiert, wobei vor allem diejenigen, die warmzeitliche (z. B. Reh, *Capreolus capreolus*, und Waldmaus, *Apodemus* sp.) oder feuchte Bedingungen bevorzugen (z. B. Elch, *Alces alces*), vermehrt auftraten und sich weit verbreiteten. Alpine Formen (z. B. Steinbock, *Capra ibex*, und Gämse, *Rupicapra*

*rupicapra*) kamen noch bis an den Mittelrhein vor, arktische Tiere (z. B. Rentier, *Rangifer tarandus*) in den höheren Lagen des süddeutschen Raumes. Niedrig gelegene Fundstellen (z. B. Kettig im Neuwieder Becken, 74 m. über NN) zeigten vor allem im Allerød eine recht warmzeitliche Faunenzusammensetzung (vgl. KOENIGSWALD & HEINRICH 1996). In Höhenlagen (z. B. Wildweiberhaus-Felsen im Westerwald, 434 m über NN) konnte sich diese jedoch noch nicht durchsetzen, und Anzeiger kalter und trockener Bedingungen überwogen.

Das gemeinsame Auftreten von Säugetieren, deren Verbreitungsgebiete heutzutage nicht mehr überlappen (s. Abschnitt 3.3.4, und Abschnitt 4.1.2), war in der Zeitscheibe 3 besonders häufig und lässt auf eine große Habitatvielfalt schließen. Das Vorherrschen heute nirgends mehr bestehender klimatischer Verhältnisse ist wahrscheinlich.

Für die Zeitscheibe 3 ist eine weitere Erhöhung der Artenanzahl (Diversität) in den einzelnen Regionen kennzeichnend. Diese spricht ebenfalls für eine erhöhte Lebensraumvielfalt. Dass eine besonders hohe Artenvielfalt im Süden und Westen Mitteleuropas vorhanden war, beruht sicher auf der dort schon weiter als im Norden vorangeschrittenen Wiederbewaldung (vgl. LITT et al. 2001; MENKE 1968, 1985; GIETZ 2001; FRENZEL 1983). Eine höhere botanische Vielfalt bot dort anscheinend bereits ein breiteres Spektrum an Nahrung, Schlupfmöglichkeiten, etc., so dass eine stärkere Einnischung selbst von Säugern mit ähnlichen Habitatpräferenzen möglich war.

Viele Säugetiere kamen in der Zeitscheibe 3 erstmals in Dänemark vor, und es kam nun auch dort zur Bildung erster Faunenassoziationen (bedeutend: Nørre Lyngby, 002; AARIS-SØRENSEN 1995). Generell war im Winter das Einwandern großer Säuger nach Schweden über den vereisten Öresund wahrscheinlich möglich, besonders in der Älteren Dryas. Das Fehlen einer Landbrücke in der Zeit zwischen 13.000 und 11.200 BP und das relativ milde Klima limitierten jedoch sicher die Einwanderung (BJÖRCK 1996). Dennoch sind aus Schonen Funde von Riesenhirsch (076, 077) und Ren (080) um 11.400 BP datiert (AARIS-SØRENSEN & LILJEGREN 2004; LARSSON et al. 2002). Die Etablierung einer frühen Fauna in Südschweden wird daher eher auf zufällige Ereignisse wie das Treiben auf Eisschollen zurückgeführt (BJÖRCK 1996).

Der Faunenwandel zu Beginn der Zeitscheibe 3 geht mit Veränderungen menschlicher Kulturen einher. Das klassische Magdalénien im Südwesten und die Hamburger-Kultur (Havelte) im Norden wurden durch Federmessergruppen abgelöst. Die sich ändernden Jagdbedingungen und Beutespektren erforderten eine Anpassung der Strategien und entsprechenden Werkzeuge (BOSINSKI et al. 1995; TERBERGER 2006a).

Im späten Allerød (11.200 BP) kam es zum Ausbruch des Laacher-See-Vulkans. Dass dieser in seiner Frühphase noch keinen Einfluss auf die Säugetierfauna hatte, zeigt die Fährtenplatte von Mertloch (170). Hier sind Spuren von Pferd, Rothirsch und Braunbär in einer mittleren Lage des Laacher-See-Tuffs erhalten. Ein späterer, posteruptiver Einfluss, z. B. über die denkbare Beeinträchtigung der Vegetation durch Asche, Verdunklung oder sauren Regen, ist bislang nicht nachweisbar (BAALES 2002; BAALES et al. 2002; LITT et. al. 2003). Ein indirekter Einfluss auf die Fauna über einen Wandel der Jagdtechniken im Zuge kultureller Veränderungen, die möglicherweise mit dem Ausbruch kausal zusammenhängen (RIEDE 2007, 2008), ist ebenfalls denkbar, aber nicht eindeutig belegt.

Die Untersuchungen am Zigeunerfels ergaben, dass die Kulturschicht E weitestgehend im Bølling abgelagert wurde. Die Klimaerwärmung gegenüber F-H ist deutlich, ein humiderer Einfluss wird angenommen. Die von KOENIGSWALD (1972) aufgrund des Erstauftretens temperiert angepasster Säuger postulierte Einordnung in die Zeit der beginnenden Wiederbewaldung wird in der Neuauswertung somit bestätigt. Diese Befunde stimmen mit den vorläufigen Ergebnissen zur Gastropodenfauna (Abb. 2.14) und zu botanischen Makroresten (Abb. 2.15) überein, nach denen jeweils an der Grenze zwischen dem Übergang E/F und E eine deutliche Klimaerwärmung ablesbar ist (RÄHLE schriftl. Mttlg. 14.08.2000; SCHWEINGRUBER 1977). Die Grenze zwischen den Schichten E und D im Zigeunerfels liegt wahrscheinlich noch im Bølling. KOENIGSWALD (1972) beschreibt das Klima für D insgesamt als nicht voll glazial, aber härter als heute, und nimmt die Differenzierung des Habitats an, da u. a. Biber (*Castor fiber*) und Steinbock gemeinsam nachgewiesen sind. Beide Feststellungen werden in der vorliegenden Arbeit untermauert. Die kontinuierliche Verbesserung des Klimas, die KOENIGSWALD (1972) annimmt, kann hingegen nicht bestätigt werden. Der Einfluss wird in D vielmehr kühler. Die Zweiteilung der Schicht D macht erstmals eine Klimaveränderung innerhalb des Ablagerungszeitraumes sichtbar. So wurde eine verbesserte zeitliche Auflösung der klimatischen Entwicklung erreicht. Wie festgestellt werden konnte, sind in D Faunen aus dem späten Bølling, der Älteren Dryas, dem Allerød und möglicherweise der beginnenden Jüngeren Dryas vertreten.

Obwohl die Ältere Dryas in Süddeutschland sowohl palynologisch nur schwer zu fassen bzw. nicht nachweisbar ist (GIETZ 2001; FRENZEL 1983) und auch faunistisch nicht eindeutig abgegrenzt werden kann (KOENIGSWALD 1976), könnte das Auftreten von Anzeigern kalt-trockener Bedingungen im unteren Teil von D (Rentier, Moschusochse) als Nachweis der Älteren Dryas zu werten sein. Dies steht im Einklang mit Ergebnissen aus der benachbarten

Burghöhle Dietfurt (237; KOENIGSWALD & TAUTE 1977b), widerspricht allerdings den Befunden von STORCH (1987), der keinen Beleg der Älteren Dryas aus der Kleinsäugerfauna der nahe gelegenen Lokalität Felsställe (232) erhielt. Das in der Auswertung der Schneckenfauna deutliche zweigipfelige Interstadial zwischen E/F und D (Abb. 2.14; RÄHLE schriftl. Mttlg. 14.08.2000), bestätigt die anhand der Säugerfauna vorgenommene Einordnung der Kulturschichten E und D in das Bølling und Allerød. Aufgrund des kühleren Klimaeinflusses in der oberen Partie des Horizontes D wird die Lage dieses Abschnittes in Einklang mit den Datierungsergebnissen und den malacologischen Ergebnissen von RÄHLE (1976) im Allerød bzw. am Beginn Jüngerer Dryas angenommen.

### **3.4 Zeitscheibe 4: Jüngere Dryas (10.800-10.000 BP)**

#### 3.4.1 Zeitliche Abgrenzung und ökologischer Kontext

##### *3.4.1.1 Abgrenzung*

Der Klimarückschlag der Jüngerer Dryas (auch Jüngere Tundrazzeit oder Dryas 3) nach JESSEN (1935) und IVERSEN (1942, 1954) fällt, wie anhand vieler <sup>14</sup>C-Datierungen belegt, in die Zeit zwischen 10.800 und 10.000 BP (LITT et al. 2007), entsprechend 12.680-11.590 Warvenjahren (BRAUER et al. 1999; LITT & Stebich 1999; LITT et al. 2001). Dendrochronologisch ist das Ende dieser Phase auf 11.570 den BP festgelegt (FRIEDRICH et al. 1999).

##### *3.4.1.2 Klima*

Ein starkes Abfallen der Sommertemperaturen um 8-10°C im Nordwesten Europas ist ab ca. 11.000 BP zu verzeichnen und hält während der Jüngerer Dryas an (ANDERSEN & BORNS 1994). BJÖRCK (1996) nimmt für Südschweden einen Sommertemperatur-Rückgang um 5° an (vgl. IVERSEN 1954), einhergehend mit hohen Niederschlägen (hohe geschlossene Schneedecke im Winter). Es ist nicht geklärt, ob die Temperaturen im Verlauf der Jüngerer Dryas gestiegen oder gefallen sind (vgl. USINGER 2004; DE KLERK 2008). Die Klimabedingungen im nördlichen Mitteleuropa erreichten insgesamt jedenfalls wieder periglaziales Niveau (KAISER 2004), und es wird ein nach Südosten hin stärker werdender kontinentaler Einfluss angenommen (USINGER 2004). Die Begründung für diesen Klimarückschlag liegt höchstwahrscheinlich nicht in Milankovich-Faktoren. In Betracht gezogen werden u. a. Schmelzwasserzuströme in den Atlantik, vulkanische Aschen in der Atmosphäre (ANDERSEN & BORNS 1994) und neuerdings auch ein Meteoriteneinschlag (FIRESTONE et al. 2007).

### 3.4.1.3 Eisbedeckung und Landschaft

Zwischen 11.000 und 10.000 BP stoßen die Gletscher erneut vor (ANDERSEN & BORNES 1994; EHLERS 1994). In den Alpen wird das Egesen-Stadium mit der Jüngeren Dryas assoziiert (HEUBERGER 1968).

Während der Jüngeren Dryas war das Gebiet der heutigen Nordsee noch immer nicht vom Meerwasser bedeckt (ANDERSEN & BORNES 1994; EHLERS 1994). Zu dieser Zeit war die Ostsee weiterhin ein Großsee (GÖRSDORF & KAISER 2001), dessen Entwässerung durch das erneute Vorstoßen des Gletschers unterbrochen wurde, was zur Aufstauung führte (Abb. 2.4 B). Der Südrand des Baltischen Eisstausees lag etwa auf Höhe der Faxe-Bucht (BJÖRCK 1996). Der Stausee existierte bis zur endgültigen Entwässerung um ca. 10.200 BP. Durch das Eindringen des Meerwassers entstand das Yoldia-Meer, benannt nach dem Vorkommen der Leitmuschel *Portlandia (Yoldia) arctica* (Abb. 2.4 C), das bis etwa 9.300 BP Bestand hatte (EHLERS 1994). Dänemark und Schweden wurden erneut durch eine Landbrücke verbunden. Die Verbindung des Yoldia-Meeres mit dem offenen Ozean erfolgte zumindest in der Frühphase über weiter nördlich in Schweden gelegene Meeresstraßen (BJÖRCK 1996). In Norddeutschland ist für die Jüngeren Dryas ein erhöhter Oberflächenabfluss und das Steigen sämtlicher Seespiegel verzeichnet, resultierend aus dem erneuten dauerhaften Einfrieren des Bodens. Dennoch trockneten sandige Flächen aus, und in der Spätphase der Jüngeren Dryas lagerten sich charakteristische Flugdeckensande ab (KAISER 2004).

### 3.4.1.4 Flora

In der Jüngeren Dryas kam die Verschiebung der Waldgürtel nach Norden durch den Klimarückschlag zum Erliegen, die Waldgrenze verlagerte sich sogar wieder nach Süden. Die Breite des Tundregürtels im Norden wuchs und bedeckte weite Teile Dänemarks und Schwedens (EHLERS 1994; BJÖRCK 1996). Die exakte Position der Baumgrenze ist jedoch unbekannt (USINGER 2004). Südlich dieser Zone herrschte Parktundra vor, wobei im Nordwestteil des nördlichen Mitteleuropas Birke dominierte, im östlichen und südlichen Teil Kiefer. Dies wird mit unterschiedlicher Humidität begründet, denn im Nordwesten war außerdem eher *Empetrum* (typisch für ozeanisches Klima), im Südosten *Artemisia* und *Juniperus* (eher kontinental) verbreitet (USINGER 2004; vgl. LITT & STEBICH 1999).

In der Jüngeren Dryas, der "Open Vegetation phase III", war der Norden Mitteleuropas von Heideland mit vereinzelt Birken geprägt, Kiefern-Parkland breitete sich weiter südlich aus (DE KLERK 2008) (Abb. 2.4 B). Offener Kiefernwald bedeckte Teile Ostdeutschlands und Polens (USINGER 2004). Auch in den Alpen wurde *Pinus* nicht wie im Norden in der Jüngeren

Dryas verdrängt, sondern blieb durchgängig bis Holozän in Süddeutschland erhalten. Somit zeichnet sich hier ein schwächerer Einfluss dieses Stadials ab (EHLERS 1994; GIETZ 2001; FRENZEL 1983).

#### 3.4.1.5 *Gastropoden*

Zwar verarmte die Molluskenfauna in der Jüngeren Dryas auf 15-20 Arten, aber zumindest im östlichen Teil Mitteleuropas blieben die Elemente aus der vorangegangenen Warmphase (*Discus ruderatus*- und *Columella-columella*-Fauna) erhalten (MANIA 1973).

#### 3.4.1.6 *Mensch*

In der Jüngeren Dryas konnte sich im Süden wahrscheinlich das Azilien halten, während die Rentierjäger der Ahrensburger Kultur bis in die Kölner Bucht und an den Nordrand der Eifel (Kartstein) vordrangen, wo die Rentiere im Sommer zu finden waren. Flint als Werkzeug-Material belegt die Verbindung mit Gruppen weiter im Nordosten (BOSINSKI et al. 1995). In Norddeutschland war die Ahrensburger-Kultur schon vor Beginn der Jüngeren Dryas vertreten (CLAUSEN 1996; TERBERGER 2006a) und auch dort an die saisonalen Wanderungen der Rentiere angepasst. Die klassische Fundstelle ist Stellmoor, die an das Ende der Jüngeren Dryas datiert und aus der Überreste von mehr als 600 Ren-Individuen geborgen wurden (RUST 1943; BRATLUND 1990). Die Benutzung von Pfeil und Bogen ist nachgewiesen (TERBERGER 2006a). Wahrscheinlich waren Schweden und der direkte Ostsee-Raum wegen unwirtlicher Bedingungen, wenig Bewuchs, und dem Fehlen von Jagdtieren in Jüngerer Dryas nicht dauerhaft besiedelt (BJÖRCK 1996).

#### 3.4.2 Lokalitäten

In dieser Zeitscheibe wurden Faunenreste aus insgesamt 56 Fundhorizonten aus 50 Lokalitäten in betracht gezogen (Abb. 3.4.1).

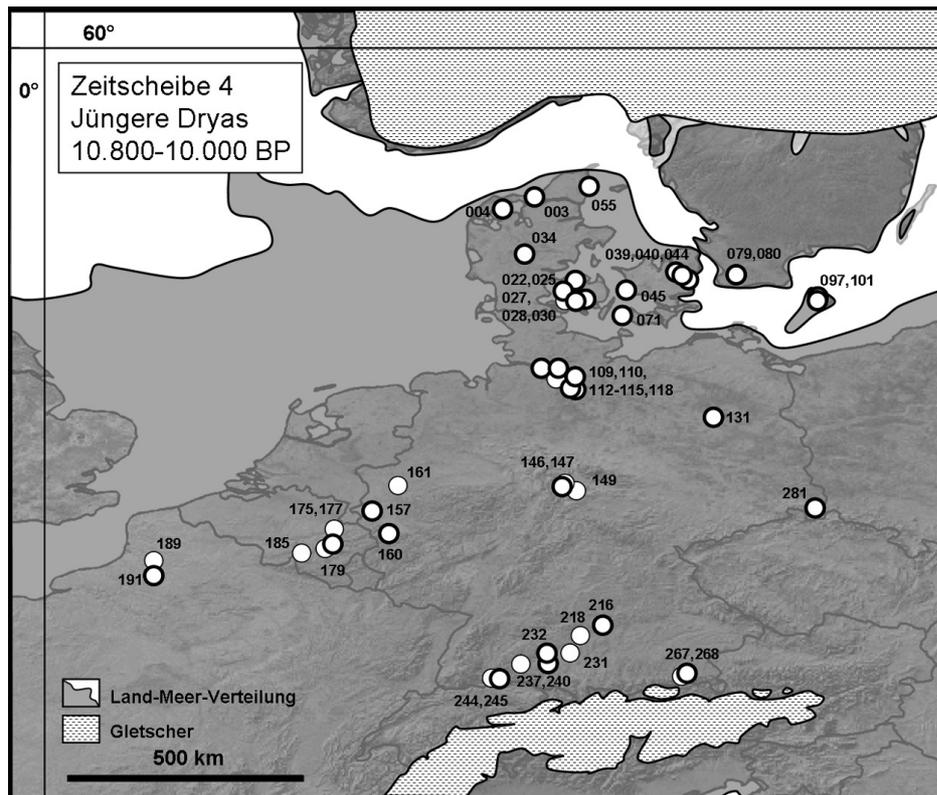


Abb. 3.4.1. Fundstellen der Zeitscheibe 4. 003 Jarmsted Mose; 004 Tranum; 022 Vævlinge; 025 Harndrup; 027 Arreskov; 028 Akkerup Mose; 030 Faaborg; 034 Bølling Sø; 039 Veddelev Havn; 040 Allerød Teglværk; 044 Køge Bugt; 045 Odsherred; 055 Ulvmose; 071 Sølbjerg; 079 Assartorp; 080 Hässleberga; 097 Klemensker; 101 Strangegård; 109 Klein Nordende; 110 Nahe; 112 Stellmoor; 113 Meiendorf; 114 Rissen 14/14a; 115 Borneck; 118 Poggenwisch; 131 Bützsee; 146 Bettenroder Berg; 147 Allerberg Abri; 149 Einhornhöhle; 157 Kaster; 160 Kartstein; 161 Schermbeck; 175 Trou Jadot; 177 Coléoptère; 179 Remouchamps; 185 Trou Balleux; 189 Belloy-sur-Somme; 191 Le Marais; 216 Bärenfelsgrotte; 218 Spitalhöhle; 231 Fohlenhaus-Höhle; 237 Burghöhle Dietfurt; 240 Henauhof; 244 Schweizersbild; 245 Kesslerloch; 267 Schlüssellochhöhle; 268 Neue Laubenstein-Bärenhöhle; 281 Berzdorf. Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder ausschließlich unsicher datierte Fundschicht(en).

Im Norden ist die Assoziation aus der Ahrensburger-Station Stellmoor (112) gut untersucht (BENECKE 2000; BRATLUND 1999; KRAUSE & KOLLAU 1943). Die archäologische Fundschicht im Kartstein (160), die ebenfalls dieser Kultur zugerechnet wird, brachte eine sehr reiche Säugerfauna hervor (BAALES 1996; RABENSTEIN 1991). Im südlichen Mitteleuropa sind es erneut Höhlenfundstellen in Süddeutschland (z. B. 216; HELLER 1957), die am besten Aufschluss über die Faunenzusammensetzung dieser Zeit geben. Eine umfassende Fauna liefert der Profilabschnitt E9/E10: 350-300 cm in der Burghöhle Dietfurt (237). Jedoch enthält dieser Abschnitt möglicherweise auch Elemente aus dem Präboreal (KOENIGSWALD 1977), weshalb er als Ganzes als leider zeitlich unsicher eingestuft werden muss. Aus der östlichen Region liegen nur wenige Einzelfunde bzw. Funde unsicherer zeitlicher Einordnung vor.

### 3.4.3 Ergebnisse zur Säugetierfauna der Zeitscheibe 4

#### 3.4.3.1 Verbreitung einzelner Arten

Folgende Säugetiere treten allgemein in dieser Zeitscheibe auf (Tab. 3.4.1):

Taxon	Klima-anpassung	Sicherer Nachweis	Erstauftreten	Letztes Auftreten	Unsicherer Nachweis
<i>Ochotona pusilla</i>	kt	x		x	
<i>Lepus timidus</i>	kt	x			
<i>Spermophilus</i> sp.	kt	x		x	
<i>Marmota marmota</i>	kt				x
<i>Cricetus cricetus</i>	kt	x			
<i>Microtus gregalis</i>	kt	x			
<i>Chionomys nivalis</i>	kt	x			
<i>Dicrostonyx</i> sp.	kt	x			
<i>Lemmus lemmus</i>	kt	x			
<i>Alopex lagopus</i>	kt	x		x	
<i>Mustela nivalis</i>	kt	x			
<i>Equus</i> sp.	kt	x			
<i>Rangifer tarandus</i>	kt	x			
<i>Capra ibex</i>	kt	x		x	
<i>Neomys fodiens</i>	kf	x			
<i>Desmana moschata</i>	kf	x		x	
<i>Castor fiber</i>	kf				x
<i>Microtus oeconomus</i>	kf	x			
<i>Alces alces</i>	kf	x			
<i>Crocidura leucodon-russula</i>	te	x			
<i>Neomys anomalus</i>	te	x			
<i>Myotis myotis</i>	te				x
<i>Lepus europaeus</i>	te				x
<i>Sciurus vulgaris</i>	te				x
<i>Microtus arvalis</i>	te				x
<i>Microtus subterraneus</i>	te				x
<i>Myodes glareolus</i>	te	x			
<i>Apodemus flavicollis</i>	te	x			
<i>Apodemus sylvaticus</i>	te	x			
<i>Glis glis</i>	te				x
<i>Eliomys quercinus</i>	te				x
<i>Muscardinus avellanarius</i>	te				x
<i>Vulpes vulpes</i>	te	x			
<i>Martes martes</i>	te				x
<i>Felis silvestris</i>	te				x
<i>Sus scrofa</i>	te				x
<i>Capreolus capreolus</i>	te				x
† <i>Megaloceros giganteus</i>	te	x		x	
<i>Bison bonasus</i>	te	x	x		
† <i>Bos primigenius</i>	te	x			
<i>Sorex araneus</i>	i	x			
<i>Sorex minutus</i>	i	x			
<i>Talpa europaea</i>	i	x			
<i>Arvicola terrestris</i>	i	x			
<i>Microtus agrestis</i>	i				x
<i>Sicista betulina</i>	i	x			
<i>Canis lupus</i>	i	x			
<i>Ursus arctos</i>	i	x			
<i>Mustela erminea</i>	i	x			
<i>Cervus elaphus</i>	i	x			
<i>Canis lupus familiaris</i>	domestiziert	x			

Tab. 3.4.1. Säugetiere der Zeitscheibe 4 und deren klimatische Anpassung (kt: kalt und/oder trocken; kf: feucht, kältetolerant; te: temperiert; i: klimatisch indifferent).

Die Anzahl der klimatisch kategorisierbaren Arten und Gattungen (Haushund ausgeschlossen) verringerte sich gegenüber der Zeitscheibe 3 drastisch (35 sicher belegte, klimatisch relevante Arten und Gattungen gegenüber vormals 48) und war somit die niedrigste im gesamten Spätglazial.

Der Riesenhirsch (*Megaloceros giganteus*) kam als letzter der typischen Pleistozänen Großsäuger in der Jüngeren Dryas letztmals im untersuchten Gebiet vor. Er ist in Vævlinge auf Fünen (022) direkt auf  $10.700 \pm 115$  BP (K-5658;  $12.660 \pm 90$  calBP) datiert (AARIS-SØRENSEN & LILJEGREN 2004). STUART (1991) und STUART et al. (2002, 2004) beschreiben damit übereinstimmend sein letztes Auftreten für etwa 10.500 BP in Nordwesteuropa, in Westsibirien existierte er bis etwa 7.000 BP (ca. 7.850 calBP).

Unter den Anzeigerarten für kaltes und/oder trockenes Klima waren einige in der Jüngeren Dryas letztmals vertreten, bevor sie lokal ausstarben. Es wanderten keine weiteren Säugetiere dieser Klimakategorie ein.

Der Steinbock (*Capra ibex*) ist nur noch in der Eifel (160) nachgewiesen. Nach der Zeitscheibe 4 existieren keine Belege mehr aus den einbezogenen Mitteleuropäischen Fundstellen. Somit ist anzunehmen, dass sich das Verbreitungsgebiet dann auf alpine Regionen beschränkt. Der Fund aus der Ahrensburger Fundschicht am Kartstein (160; RABENSTEIN 1991) markiert demnach das letzte Vorkommen dieser montanen Spezies im Mittelgebirge am Ende der Jüngeren Dryas. Möglicherweise handelt es sich um ein Reliktareal, da der Steinbock aus keinen weiteren Fundstellen belegt ist.

Weitere rezente Säuger der Klimakategorie kt, die in der Zeitscheibe 4 zum letzten Mal in Mitteleuropa bzw. Südkandinavien in Erscheinung traten, sind folgende:

Der Pfeifhase (*Ochotona pusilla*), ein ausgeprägtes Steppentier, ist gegen Ende der Jüngeren Dryas am Kartstein (160) belegt (RABENSTEIN 1991) und auch in der Schicht II/o der Bärenfelsgrotte (216) in Baden-Württemberg (HELLER 1957) sowie in Coléoptère (177) in Belgien (CORDY 1999).

Der Steppen bewohnende Ziesel (*Spermophilus* sp.) ist nur noch am Kartstein (160) belegt, ebenso wie der Eisfuchs (*Alopex lagopus*) (RABENSTEIN 1991).

Das Pferd (*Equus* sp.) und das Rentier (*Rangifer tarandus*) waren in der Zeitscheibe 4 mit Ausnahme des Ostens und äußersten Südwestens in ganz Mitteleuropa verbreitet. Das Rentier war besonders in Südkandinavien häufig (Abb. 3.4.2). Nach bisherigem Kenntnisstand (AARIS-SØRENSEN 1998, 2000, 2007) war das Wildpferd in der Jüngeren Dryas nicht in

Dänemark vertreten, ist jedoch aus Hässleberga (080) in Südschweden mehrfach direkt auf etwa 10.500 BP datiert (LARSSON et al. 2002). AARIS-SØRENSEN (im Druck) liefert nun jedoch einen Beleg aus Ulvmose (055), der an das Ende der Jüngeren Dryas datiert. Im westlichen Mitteleuropa überdauerte das Pferd mit hoher Wahrscheinlichkeit die gesamte Jüngere Dryas, wie das direkte Datum aus Kaster (157) von  $10.380 \pm 140$  BP (OxA-1392;  $12.250 \pm 260$  calBP) nahe legt (HEDGES et al. 1989).

Während der Halsbandlemming (*Dicrostonyx* sp.) im Süden und Westen verbreitet war, war der Berglemming (*Lemmus lemmus*) in Fundstellen des Nordens und Westens vertreten (Abb. 3.4.3). Diese Verbreitungsmuster deuten auf eher kalt-feuchtes Klima im nördlichen und eher kalt-trockenes im südlichen Mitteleuropa hin. Zu bemerken ist, dass die Häufigkeit des Halsbandlemmings abgenommen hat. Aus dem Kartstein (160), wo beide Lemminge vorkommen, liegen mehr *Lemmus*- als *Dicrostonyx*-Funde vor (BAALES 1996), was auf feuchteres Klima als vor der erstmaligen Erwärmung schließen lässt.

In der Zeitscheibe 4 kam der feuchte Habitate bevorzugende Elch (*Alces alces*) ausschließlich im Norden des untersuchten Gebietes vor (Abb. 3.4.4). Dies spricht möglicherweise für eine höhere Feuchtigkeit dort als in den anderen Teilen Mitteleuropas. Die Fundschichten datieren entweder in die frühe Jüngere Dryas (z. B. Veddelev Havn, 039; AARIS-SØRENSEN 1998) oder an deren Ende (Stellmoor, 112; BENECKE 2000; BRATLUND 1999; KRAUSE & KOLLAU 1943; LANTING & PLICHT 1996), so dass nicht mit absoluter Sicherheit gesagt werden kann ob der Elch tatsächlich die gesamte Jüngere Dryas überdauerte. Auch die Einmischung von Überresten des Elches aus jüngeren Horizonten wird diskutiert (z. B. für Borneck, 115; BENECKE & HEINRICH 2003; HERRE & REQUATE 1958). AARIS-SØRENSEN (im Druck) bemerkt ebenfalls die Möglichkeit des zeitweiligen Fehlens des Elches während der Jüngeren Dryas in Dänemark und nimmt gleiches für den Biber (*Castor fiber*) an. Funde des Bibers sind aus dem gesamten hier untersuchten Gebiet selten und nur unsicher in die Zeitscheibe 4 datiert.

Der Russische Desman (*Desmana moschata*), ebenfalls ein Indikator kalt-feuchter Umweltbedingungen, kam in dieser Zeitscheibe nur noch am Ende der Jüngeren Dryas im südlichen Schleswig-Holstein vor (112; BRATLUND 1999; KRAUSE & KOLLAU 1943) und ist danach nicht mehr aus Mitteleuropa belegt.

Das Wisent (*Bison bonasus*) wanderte als einzige an temperierte Bedingungen angepasste Säugerart noch während dieser Zeitscheibe nach Mitteleuropa ein. Es ist ganz am Ende der

Jüngeren Dryas in Stellmoor (112) vertreten und direkt auf  $10.070 \pm 50$  BP (KIA-3331;  $11.610 \pm 150$  calBP) datiert (BENECKE 2000; BRATLUND 1999; KRAUSE & KOLLAU 1943).

Waldmäuse (*Apodemus* sp.) und die Rötelmaus (*Myodes glareolus*) scheinen hingegen die Jüngere Dryas im Süden und Westen Mitteleuropas überdauert zu haben. Dabei ist eine deutliche Ausdünnung der Belege beider zu bemerken, die die Waldmäuse stärker betrifft (nur noch im Westen Mitteleuropas sicher belegt) als die Rötelmaus (Westen und Süden) (Abb. 3.4.5). Auch die Verbreitungsgebiete anderer thermophiler Formen engten sich stark ein. Für diese Zeitscheibe liegen außerdem vergleichsweise viele zeitlich unsicher eingeordnete Funde vor (s. Abschnitt 3.4.5).

Viele Arten der Gruppe te, aber auch kf und i, die sowohl bereits im Bølling-Allerød nachgewiesen waren als auch im Präboreal wieder auftraten, sind aus der Jüngeren Dryas nicht oder nur unsicher belegt. Folgende sind betroffen: das Reh (*Capreolus capreolus*), Der Dachs (*Meles meles*), die Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*) und die Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) (alle te), der Biber (*Castor fiber*) (kf) und das Braune Langohr (*Plecotus auritus*) (i). Auch das Wildschwein (*Sus scrofa*) fehlt. Der von Koenigswald (2002a) für die Jüngere Dryas erwähnte Nachweis des Wildschweins aus Stellmoor (112) ist dem Präborealen Horizont zugeordnet (BRATLUND 1999; BENECKE & HEINRICH 2003). Es ist zu vermuten, dass die genannten Spezies äußerst selten während des Kälteeinbruches in Mitteleuropa vorkamen oder sogar für mehrere 100 Jahre gänzlich lokal ausstarben.

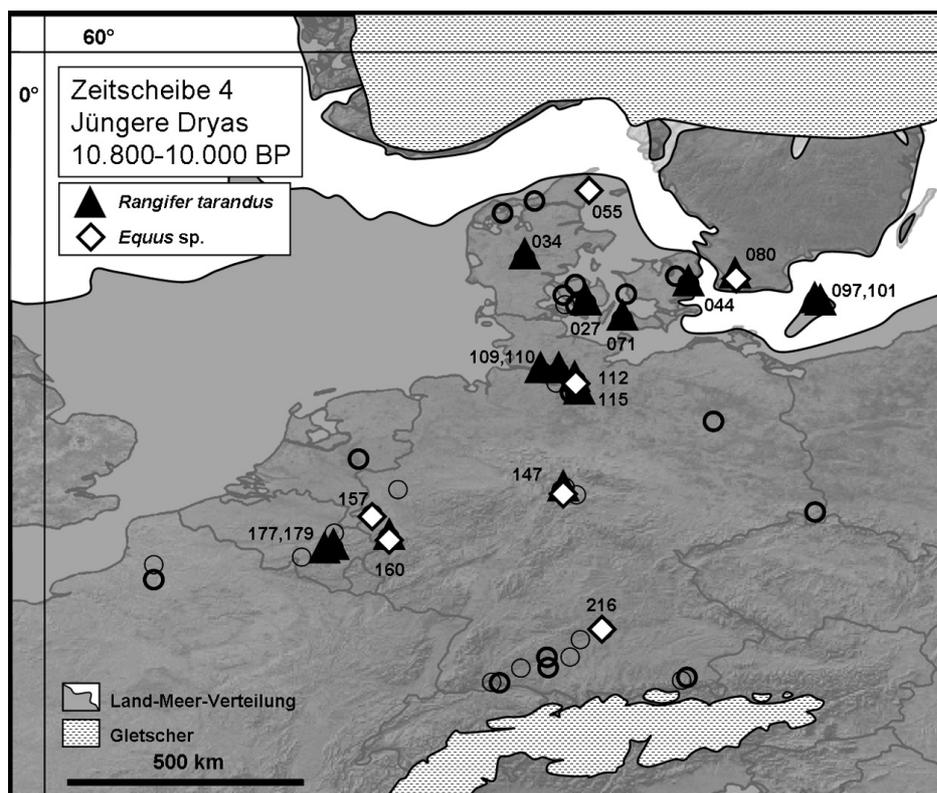


Abb. 3.4.2. Zeitscheibe 4. Sicher eingeordnete Nachweise von *Rangifer tarandus* und *Equus* sp. (beide kt). Lokalitäten s. Abb. 3.4.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

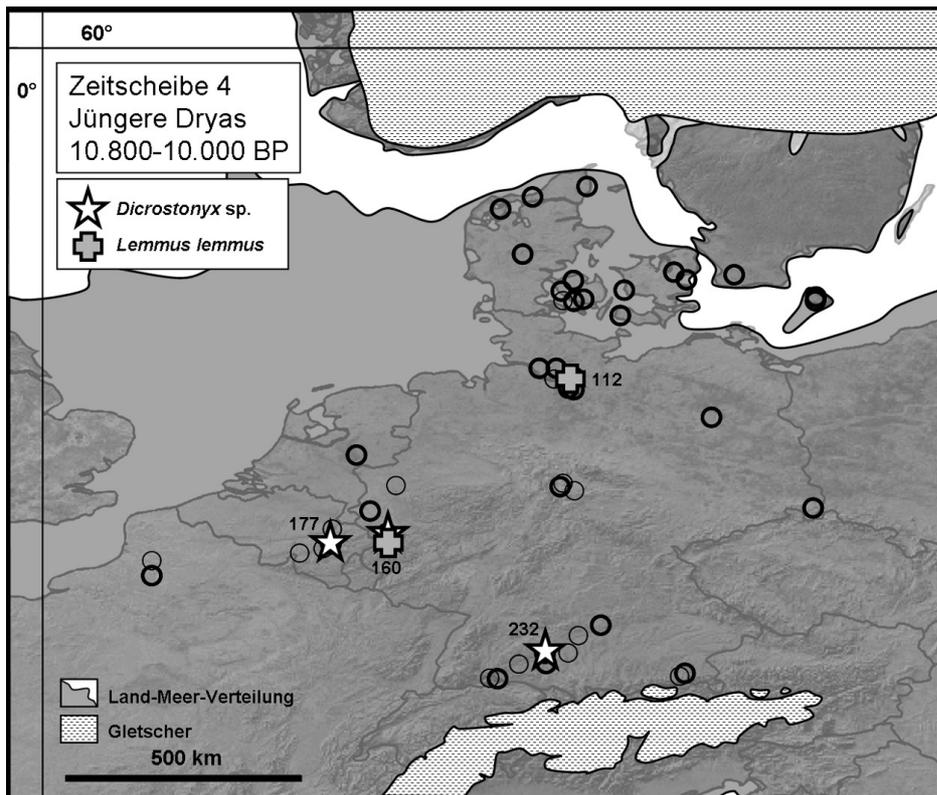


Abb. 3.4.3. Zeitscheibe 4. Sicher eingeordnete Nachweise von *Dicrostonyx* sp. und *Lemmus lemmus* (beide kt). Lokalitäten s. Abb. 3.4.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

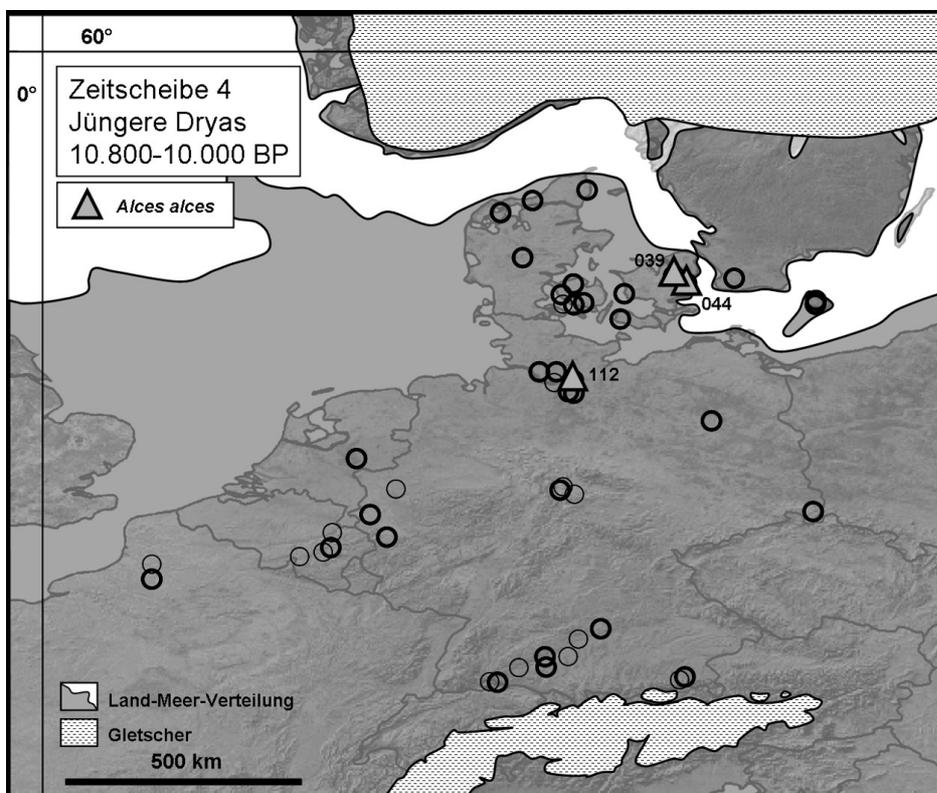


Abb. 3.4.4. Zeitscheibe 4. Sicher eingeordnete Nachweise von *Alces alces* (kf). Lokalitäten s. Abb. 3.4.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

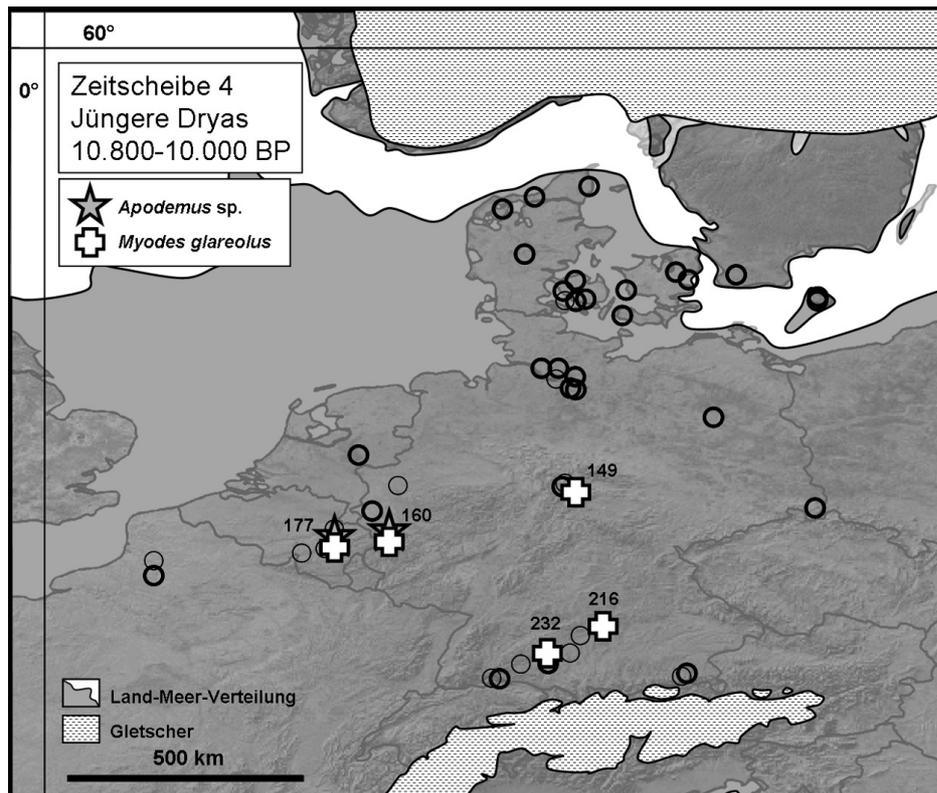


Abb. 3.4.5. Zeitscheibe 4. Sicher eingeordnete Nachweise von *Apodemus* sp. und *Myodes glareolus* (beide te). Lokalitäten s. Abb. 3.4.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: nur ausgewählte Arten aufgenommen oder unsichere Datierung. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

### 3.4.3.2 Interregionaler Vergleich

Bei Betrachtung der Gesamt-Faunenzusammensetzung für das zentrale Europa überrascht zunächst, dass sich trotz des allseits anerkannten Klimarückschlages der Jüngeren Dryas die Anteile der Klimagruppen gegenüber der Zeitscheibe 3 weiter zugunsten der Gruppe te und zu Ungunsten der Gruppe kt verschoben haben. Dieses Ergebnis ist jedoch weniger verblüffend, wenn man die drastische Abnahme der Gesamtzahl der Taxa in betracht zieht ( $n = 35$ ). In allen (!) Gruppen klimatischer Präferenz nahmen die absoluten Anzahlen nachgewiesener Arten und Gattungen ab. Die Verteilung ist: kt = 13 Arten/Gattungen (37%), kf = 4 Arten (11%), te = 9 Arten/Gattungen (26%) und i = 9 Arten (ebenfalls 26%) (Abb. 3.4.6).

Im nördlichen Mitteleuropa und in Südkandinavien kam es in der Zeitscheibe 4 zu einer Halbierung der Anzahl nachgewiesener Arten ( $n = 9$ ) (Abb. 3.4.7). Der Anteil (und die Anzahl) warmzeitlicher Säuger (3 von 10 Taxa = 33%) erhöhte sich jedoch, und der Prozentsatz der Kälte- und Trockenheitsanzeiger sank (ebenfalls 33%). Die Gruppen kf und i waren mit zwei bzw. einer von zehn Arten (22% und 11%) vertreten. In dieser Region wirkte sich der Kälteeinbruch der Jüngeren Dryas also auf die Artenzahl aus und nicht auf den Fortgang der anteiligen Umgestaltung der Säugetierfauna hin zu Anzeigern temperierter Bedingungen.

Anders im Westen (Abb. 3.4.7): Zwar sank dort die Anzahl nachgewiesener Arten und Gattungen auf  $n = 30$  ab, was aber keinen so starken Einbruch wie im Norden und Süden bedeutete (ca. drei Viertel der Anzahl aus Zeitscheibe 3 blieb bestehen). Allerdings stieg in der westlichen Region der Anteil kaltzeitlicher Säuger auf 43% (13 Arten und Gattungen). Der der Arten mit humider Habitatpräferenz sank auf 7% (zwei Arten), und die Anteile der Gruppen *te* und *i* blieben etwa gleich (23% und 27%). Diese Verteilung ist allerdings problematisch, da sie überwiegend die klimatischen Bedingungen der Mittelgebirge widerspiegelt, denn sie beruht vor allem auf der gut untersuchten Fauna vom Kartstein in der Eifel (160). Für höhere Lagen muss ein harscheres Klima als für die Niederungen angenommen werden, aber die Überlieferung aus dem Flachland des westlichen Mitteleuropas ist für die Zeitscheibe 4 arm und bietet lediglich Einzelfunde.

Die stärkste Reduktion der Artenvielfalt in der Zeitscheibe 4 trat im Süden ein, hier sank die Anzahl belegter Säugetiertaxa auf  $n = 12$  (Abb. 3.4.7; ein Drittel derer aus Zeitscheibe 3). Dabei sanken in allen Kategorien die absoluten Artenzahlen. Jeweils fünf der vorkommenden Säuger gehören den Gruppe *kt* und *i* an (42%). Am stärksten von der Ausdünnung betroffen waren die Kategorien *te* und *kf*, in denen jeweils nur eine Art sicher nachgewiesen ist, die zudem zu den weniger anspruchsvollen ihrer Gruppe gehört (Rötelmaus und Nordische Sumpfmaus). Anscheinend hat sich also die Jüngere Dryas im überregionalen Vergleich am stärksten auf die Säugetierfauna des südlichen Mitteleuropas ausgewirkt.

Für den Osten liegen keine Informationen zu Faunenassoziationen vor. Die möglichen Gründe hierfür wurden bereits in Abschnitt 3.3 angesprochen.

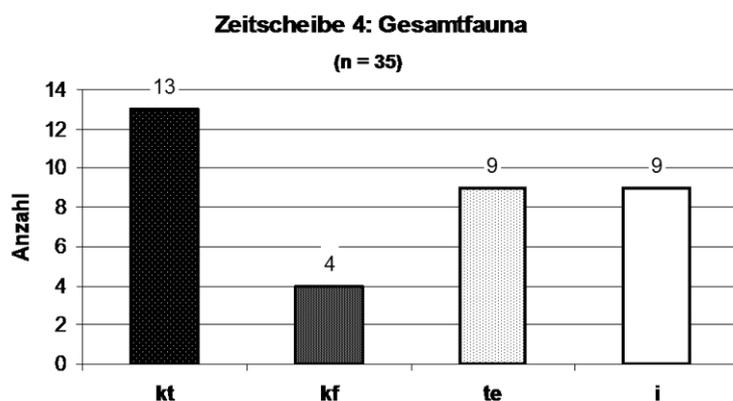


Abb. 3.4.6. Zeitscheibe 4. Faunenzusammensetzung für Gesamt-Mitteleuropa. Darstellung der Anteile von Säugetieren, die an temperierte Bedingungen angepasst sind (*te*), bei Kältetoleranz feuchte Habitats bevorzugen (*kf*), kalte und/oder trockene Bedingungen anzeigen (*kt*) oder klimatisch indifferent sind (*i*). n: Gesamtzahl.

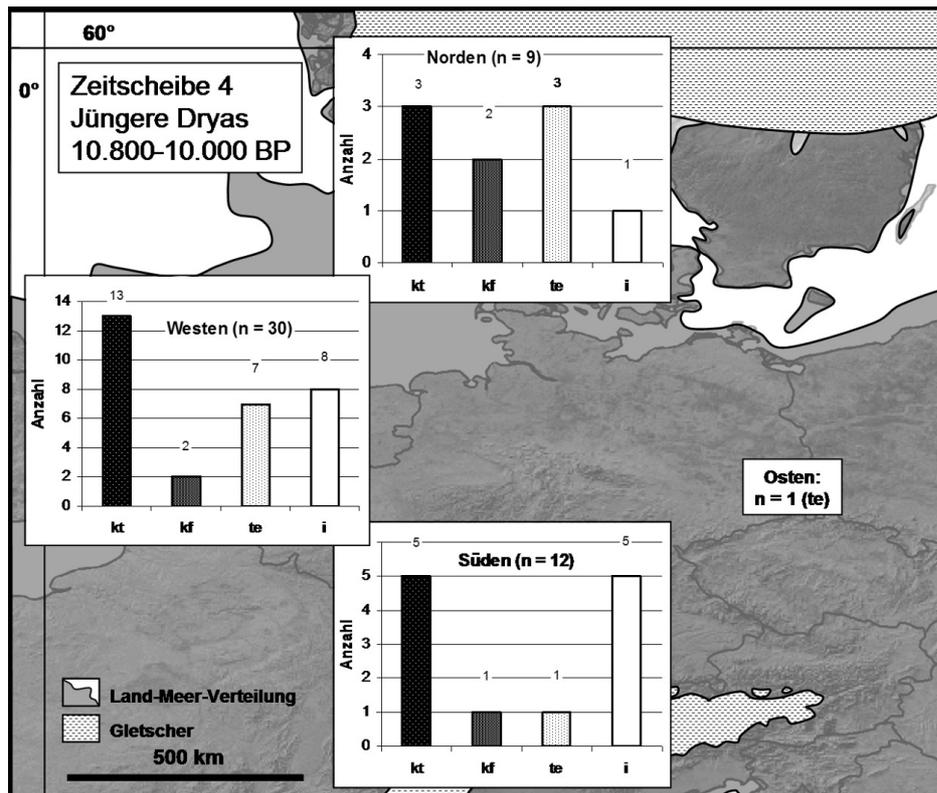


Abb. 3.4.7. Zeitscheibe 4. Überregionaler Vergleich der Faunenzusammensetzungen. Darstellung der Anteile von Säugetieren, die an temperierte Bedingungen angepasst sind (te), bei Kältetoleranz feuchte Habitate bevorzugen (kf), kalte und/oder trockene Bedingungen anzeigen (kt) oder klimatisch indifferent sind (i). n: Gesamtzahl. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

### 3.4.4 Einordnung der Zigeunerfels-Fauna

Zwischen dem oberen Abschnitt der Schicht D und dem mittleren Bereich der Schicht C liegt ein großer Zeitsprung von mehr als 800 Radiokarbon-Jahren (s. App. 5). Da die Schicht C nur geringmächtig ist, ist es unwahrscheinlich, dass ihr unterer Abschnitt weit in die Jüngere Dryas zurückreicht. Eine Erstreckung des oberen Bereiches der Kulturschicht D in die Jüngere Dryas ist möglich, aber kann aufgrund der Radiokarbonaten aus diesem Abschnitt nicht sehr weit reichen. Auffällig ist zudem das Fehlen einer klar kaltzeitlichen Fauna im oberen Bereich von D oder direkt unterhalb des Schichtkomplexes A-C (s. Abschnitte 3.3.4 und 3.5.4), deren Ausprägung aufgrund des Klimarückschlages zu erwarten wäre. Ein Hiatus in der Jüngeren Dryas ist in den Ablagerungen im Zigeunerfels also wahrscheinlich. Eine Überprüfung dieser Vermutung anhand von  $^{14}\text{C}$ -Daten ist jedoch unmöglich, da genau aus diesem stratigrafischen Bereich das Fossilmaterial nicht auffindbar ist (s. Abschnitt 2.3.5).

### 3.4.5 Zusammenfassung und Diskussion Zeitscheibe 4

Die Jüngere Dryas nahm regional unterschiedlich Einfluss auf die Säugetierfauna. Im Westen kam es nicht zu einer so starken Verringerung der Diversität wie im Süden und Norden, wobei im Süden und Westen anteilig mehr arktische und montane Arten auftraten. Diese Unterschiede sind im Einklang mit den klimatologischen und paläobotanischen

Befunden (z. B. BJÖRCK 1996; USINGER 2004; DE KLERK 2008; LITT & STEBICH 1999), die für das nördliche Mitteleuropa kalt-feuchtes und für weiter südlich gelegene Gebiete kontinentales Klima während der Jüngeren Dryas annehmen. Damit übereinstimmend überwog der Berglemming (*Lemmus lemmus*) den Halsbandlemming (*Dicrostonyx* sp.), der im Norden sogar gar nicht vorkam.

Die Ergebnisse aus der Säugetierpaläontologie werden durch die Untersuchungen der Schneckenfaunen bestätigt (vgl. MANIA 1973).

Die Vermutung, dass die Jüngere Dryas im Süden bzw. Westen Mitteleuropas nur anhand des Auftretens montaner, nicht jedoch arktischer, Arten fassbar ist (KOENIGSWALD & HEINRICH 1996), muss etwas verfeinert werden: Es kommen mit dem Pfeifhasen (*Ochotona pusilla*) und dem Halsbandlemming auch durchaus ausgeprägte Steppenanzeiger vor.

In der Jüngeren Dryas tritt mit dem Steinbock (*Capra ibex*) letztmals eine heute streng montane Form im Mittelgebirge (160; RABENSTEIN 1991) auf.

Arktische Formen wie das Ren (*Rangifer tarandus*) kamen noch vom Norden bis in die Rheinischen Mittelgebirge vor (BAALES 1996). Unter den Menschen dieser Gegenden ist eine starke Spezialisierung auf die Rentierjagd zu erkennen, die weiter südlich nicht augenfällig wird (TERBERGER 2006a; vgl. BOSINSKI et al. 1995).

BJÖRCK (1996) nimmt an, dass in Skandinavien erneut feindliche Lebensbedingungen für Säuger herrschten. Das Auftreten von zehn verschiedenen Arten und Gattungen, darunter sogar temperiert angepassten Formen lässt allerdings darauf schließen, dass zwar wesentlich harschere Klimabedingungen geherrscht haben müssen als noch zuvor im Allerød. Die Ausmaße des Periglazialklimas des späten Pleniglazials wurden aber wahrscheinlich, bedingt durch die bereits relativ weit entfernte Gletscherfront (ANDERSEN & BORNS 1994; EHLERS 1994; vgl. Abb. 2.3), nicht wieder erreicht.

Viele Lokalitäten sind zeitlich nur unsicher der Jüngeren Dryas zuzuordnen (z. B. Schichten aus der Fohlenhaus-Höhle, 231, der Burghöhle Dietfurt, 237, oder dem Schweizersbild, 244), da es einerseits verstärkt zu Einmischungen, besonders von holozänen Elementen kam. Dies liegt sicher in veränderten taphonomischen Bedingungen begründet: erneute Einstellung des Permafrostes, Anhalten von Bodenbildungsprozessen und erhöhter Oberflächenabfluss (vgl. KAISER 2004). Andererseits liegt außerdem ein <sup>14</sup>C-Plateau innerhalb und eines am Ende dieses Zeitraumes (BJÖRCK et al. 1998).

Das Fehlen einiger Arten in der Zeitscheibe 4, die in den Zeitscheiben 3 und 5 vorkamen (Wildschwein, *Sus scrofa*, Reh, *Capreolus capreolus*, Dachs, *Meles meles*, Gelbhalsmaus, *Apodemus flavicollis*, und Biber, *Castor fiber*) belegt die Anwendbarkeit des Langzeitmodells

von Einwandern und lokalem Aussterben (Abb. 2.5; nach KOENIGSWALD 2002a) auf kurzzeitige Intervalle. Diese Ergebnisse für Gesamtmitteleuropa stehen in Einklang mit Resultaten aus Dänemark (AARIS-SØRENSEN im Druck). Dort wird eine "Younger Dryas induced pause" angenommen. Möglicherweise ist von diesem mitteleuropäisch-südsandinavischen Aussterben in der Zeitscheibe 4 auch der Elch (*Alces alces*) betroffen. Diese Vermutung führt zu neuen Einsichten in die spätglaziale Populationsdynamik dieser Art. SCHMÖLCKE & ZACHOS (2005) fassen im Spätglazial Allerød und Jüngere Dryas zusammen, weshalb dort die Ausdünnung des Bestandes und das mögliche zeitweise Fehlen des Elches in der Jüngeren Dryas nicht aufgelöst werden.

Aufgrund der Säugetier-Zusammensetzung und der <sup>14</sup>C-Daten der Schichten C und D im Zigeunerfels wird in der vorliegenden Arbeit ein Hiatus angenommen, der die Jüngere Dryas mit Ausnahme ihres Beginns umspannt. Da das Fossilmaterial aus dem oberen Abschnitt von D verschollen ist, kann keine genauere zeitliche Einordnung anhand absoluter Daten erfolgen. TAUTE (1972a) notiert in der Beschreibung der Ablagerungen im Zigeunerfels das Auftreten von Frostschutt zwischen 160 und 80 cm unter der Oberfläche und vermutet dessen Entstehung in der Jüngeren Dryas. Diese Tiefe umfasst die Schicht D und möglicherweise E (App. 8), die teils unter warmzeitlichem Einfluss abgelagert wurden. Möglicherweise muss die sedimentologische Interpretation des Kalkschuttes als frostbedingt überdacht und seine Korrelation mit der Jüngeren Dryas angezweifelt werden.

Das von RÄHLE (schrftl. Mttlg. 14.11.2007) erwähnte Wiederauftreten von Pionieren der Weichtierfauna des Holozäns im obersten Abschnitt von D steht im Widerspruch mit dem hier postulierten Hiatus und der erstmaligen Etablierung der holozänen Theriofauna an der Basis von C. Da auch RÄHLE bereits das Einfallen der Kulturschichten berücksichtigt hat, ist eine dadurch bedingte Fehlzuordnung der Funde auszuschließen. Möglicherweise bezieht sich RÄHLE nicht auf den oberen Abschnitt von D im hier geführten Sinne, sondern auf den archäologisch fundleeren Übergang D/C, der säugetierfaunistisch eindeutig schon zu C gehört.

### **3.5 Zeitscheibe 5: Präboreal und Boreal (10.000-8.000 BP)**

#### 3.5.1 Zeitliche Abgrenzung und ökologischer Kontext

##### *3.5.1.1 Abgrenzung*

Das Holozän ist paläobotanisch unterteilt in Präboreal, Boreal, Atlantikum und Subatlantikum (LITT et al. 2007), deren Zonengrenzen auf der absoluten Chronologie nach MANGERUD et al. (1974) beruhen. In dieser Arbeit spielen das Präboreal (10.000-9.000 BP) und das Boreal (9.000-8.000 BP) eine bedeutende Rolle.

##### *3.5.1.2 Klima*

Das Präboreal (ab 10.000 BP) war von einem schnellen, markanten Temperaturanstieg gekennzeichnet. Für den südschandinavischen Raum wird ein Anstieg des jährlichen Mittels um 6 bis 8°C beschrieben (BJÖRCK 1996), womit bereits im Präboreal heutige Temperaturen erreicht wurden. RENSSON & ISARIN (2001) vermuten ähnliche Anstiege der Winter- und Sommertemperaturen wie am Übergang GS-2a/GI-1e (s. o.), womit diese dann im Präboreal Nordwesteuropas bei -5 bis 5°C bzw. 13-17°C gelegen haben müssten. BJÖRCK et al. (2001) vermerken ein Abkühlungsereignis um 9.100 BP, das weniger als 200 Jahre andauerte und wahrscheinlich ein Resultat veränderter Sonnenaktivität war. Der Trend der Erwärmung setzte sich jedoch im Boreal weiter fort. Aus palynologischen Hinweisen wird für diesen Zeitraum auf höhere Sommertemperaturen als heute geschlossen (u. a. EHLERS 1994).

##### *3.5.1.3 Eisbedeckung und Landschaft*

Der Rückzug des skandinavischen Gletschers während des Holozäns wurde nur noch einmal, etwa 9.200 BP, unterbrochen. Nach etwa 10.000 BP war der Nordatlantik weitestgehend eisfrei (ANDERSEN & BORNS 1994; EHLERS 1994) (Abb. 2.3; 2.5). Weitere Oszillationen sind für die alpinen Gletscher verzeichnet, u. a. um 8.500 BP (EHLERS 1994). Im frühen Holozän begann auch die Bildung der typischen Landschaftsstrukturen auf dem skandinavischen Festland, einschließlich der Entstehung von Toteislöchern. Etwa 9.200 BP wurde diese stetige Entwicklung unterbrochen, was in Norwegen zur Bildung der letzten Endmoränen führte. Die Transgression der Nordsee setzte ein und schritt rasch fort (Verlagerung der Küstenlinie ca. 270 m landeinwärts pro Jahr), erreichte jedoch noch nicht ihre heutige südliche Ausdehnung. Durch die andauernde Landhebung wurde das Yoldia-Meer von der salzhaltigen Tiefenströmung abgetrennt, und der Ancylus-See, benannt nach der Schnecke *Ancylus fluviatilis*, entstand (Abb. 2.4 D). Sein Abfluss erfolgte über die Darßer Schwelle. Erst gegen 8.000-8.500 BP wurde der Ärmelkanal zur Meeresstraße. Das

Vorkommen von Torf deutet aber darauf hin, dass zumindest die Doggerbank im Boreal noch Festland war. Etwa 8.000 Jahre vor heute kam die horizontale Transgression der Nordsee zum Erliegen und die Bildung der heutigen Küstenformen begann. Der Ancylus-See bekam über den Sund, den Großen und den Kleinen Belt Verbindung zum Meer. Dadurch kam es zur rapiden Drainage und anschließenden allmählichen Versalzung, und das bis heute bestehende Littorina-Meer (nach dem Vorkommen der Schnecke *Littorina littorea*) entwickelte sich (ANDERSEN & BORNS 1994; BJÖRCK 1996; EHLERS 1994). Die landschaftliche Umgestaltung des norddeutschen Festlandes verlangsamte sich, und schon mit dem vermuteten Ende des Permafrostes im Präboreal traten dort stabile Bedingungen ein (KAISER 2004).

#### 3.5.1.4 Flora

Im Holozän kam es zur weiten Expansion von Waldgebieten. Mit dem Beginn des Präboreals verschwanden die Heliophyten (z. B. *Artemisia*), und Birkenwälder, später auch Kiefern, breiteten sich rasant aus (Abb. 2.4). Gräser überlebten die Wiederbewaldung, und das Vorkommen weniger Kräuter (*Filipendula* und *Urtica*) stieg sogar an (USINGER 2004). Für Nordwestdeutschland wird das erste Auftreten von Eiche, Hasel und Ulme vermerkt (LITT & STEBICH 1999; LITT et al. 2001). Weiter im Norden Mitteleuropas und in Skandinavien war die präboreale Waldentwicklung verzögert, dort trat zunächst vermehrt Wachholder auf. Ein kurzzeitiger Temperaturrückgang, genannt Preboreal Oscillation (PBO), ist ablesbar an Birken-Minima im mittleren Präboreal (LITT et al. 2003; USINGER 2004).

Im Boreal folgt die weite Ausbreitung von Hasel, Eiche, Ulme und Linde (LITT und STEBICH 1999; LITT et al. 2001), und auch Mistel, Efeu und Stechpalme kommen nun vor (ANDERSEN & BORNS 1994; EHLERS 1994; FRENZEL 1989; LANG 1994).

PETEET (2000) beschreibt ganz ähnliche Reaktionen der Flora auf die Klimaschwankungen an der Pleistozän/Holozän-Grenze in Nordamerika.

#### 3.5.1.5 Gastropoden

Das Präboreal und das Boreal waren vom Verschwinden der Arten der *Pupilla*- und *Columella-columella*-Faunen gekennzeichnet. In Nadelwäldern hielt sich noch eine artenärmere Ausprägung der *Discus ruderatus*-Fauna. Viele thermophile Arten wanderten ein, so dass bis zu 50 und mehr Arten an einem Standort vorkommen konnten. Im Boreal breitete sich zunehmend eine an (Misch-)Wald angepasste Fauna aus, die aber zumindest im kontinentaleren Osten einen hohen Anteil von Trockenstandort-Bewohnern und boreo-alpinen Arten aufwies (MANIA 1973).

### 3.5.1.6 Mensch

Der Beginn des Präboreals war gekennzeichnet von fundamentalen kulturellen Veränderungen (TERBERGER 2006b). Das präboreale Mesolithikum am Niederrhein (z. B. Bedburg Königshoven) steht in Ahrensburger Tradition (BOSINSKI et al. 1995) und unterscheidet sich damit von dem des südlichen Rheinlandes. Am Oberrhein und im Oberen Donautal (z. B. Zigeunerfels und Jägerhaus-Höhle; TAUTE 1972a, 1972b, 1978), entwickelte sich das anhand der Form der Microlithe klar abgrenzbare Beuronien A. Im Boreal waren das Beuronien B und C am Oberrhein vertreten, am Niederrhein traten andere Gruppen des Mesolithikums in Erscheinung (Hambacher Gruppe, Abdissenbosch-Gruppe) (BOSINSKI et al. 1995). Im Norden Mitteleuropas und in Südsandinavien war die frühmesolithische Maglemose-Kultur ab dem Präboreal, durch das Boreal hindurch, bis in das Atlantikum vertreten (TERBERGER 2006b), z. B. in Duvensee (BOKELMANN 1972, 1999) in Schleswig-Holstein oder in Lundby auf Seeland (HANSEN et al. 2004). In Nordostdeutschland, z. B. in Friesack (GRAMSCH 2002), ist die Einflussnahme des Menschen auf die Vegetation in größerem Stil erstmals nachweisbar (TERBERGER 2006b). Die borealen Horizonte in Duvensee liefern den Beleg für das Rösten von Haselnüssen (BOKELMANN et al. 1985). Ab dem Präboreal ist der Hund auch in Norddeutschland nachgewiesen (BENECKE 2004). Die Maglemose-Siedlungen waren klein mit einer zentralen Feuerstelle. Diverse Großsäuger wurden bejagt (TERBERGER 2006b). Der rasche Wandel der Umwelt im Präboreal förderte das Einwandern des Menschen nach Südsandinavien (BJÖRCK 1996). Die Verbreitung des Mesolithikums nach Norden war entweder die Folge der Kolonisierung durch mesolithische Jäger-Fischer-Sammler-Populationen, die aus südlicheren Federmessergruppen entstanden waren, oder das Ergebnis einer Migration der Ahrensburger Jäger (TERBERGER 2006a vgl. SØRENSEN & STERNKE 2004).

### 3.5.2 Lokalitäten und neue <sup>14</sup>C-Daten

Für die Zeitscheibe 5 wurden 204 Fundsituationen aus 119 Fundstellen in die Untersuchungen einbezogen (Abb. 3.5.1).

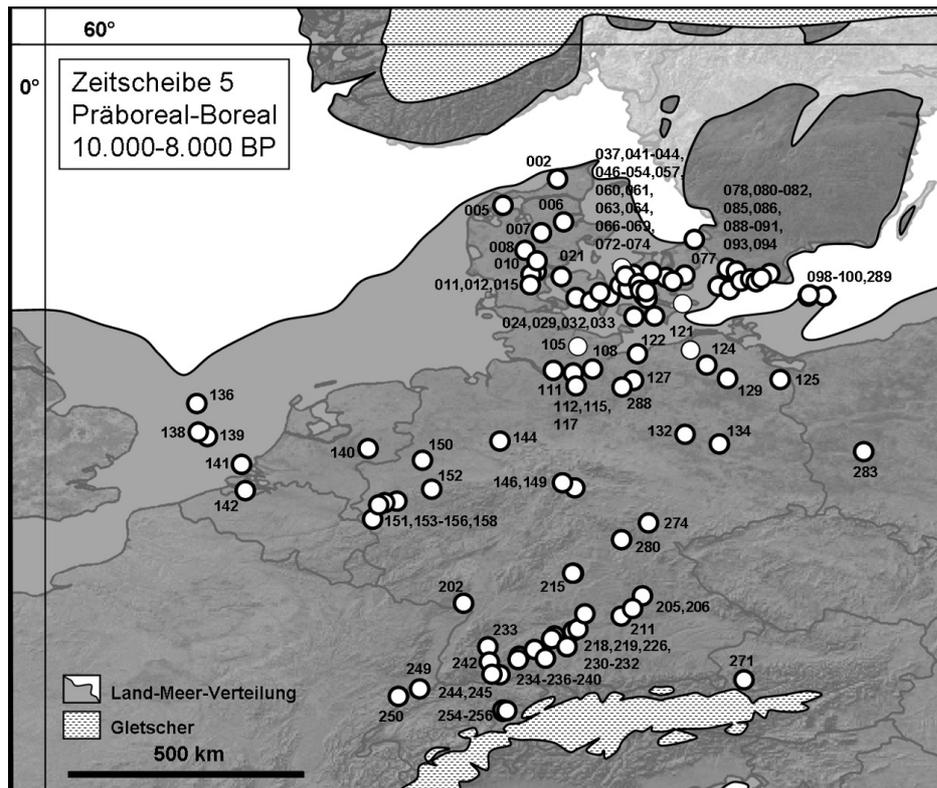


Abb. 3.5.1 Fundstellen der Zeitscheibe 5. 002 Nørre Lyngby; 005 Hundesømose; 006 Terp Mose; 007 Skavngård Mose; 008 Klosterlund; 010 Knabberup; 011 Tudvad Mose; 012 Jordrup; 015 Almind Mose; 021 Vedelshave; 024 Ullerslev; 029 Millinge; 032 Bro; 033 Flaadet 037 Dyrehøjgårds Mose; 041 Store Tåstrup; 042 Øgaarde; 043 Vig; 044 Køge Bugt; 046 Stokholthuse; 047 Risbanke; 048 Favrbø; 049 Prejlerup; 050 Baldersbrønnde; 051 Mosegården; 052 Hallenslev; 053 Kongemose; 054 Ulkestrup; 057 Mullerup; 060 Maglemose; 061 Bisserup; 063 Rønnebæksholm; 064 Holmegård; 066 Hunstrup Mose; 067 Lundby; 068 Sværdborg; 069 Kamsmose; 072 Grænge Mose; 073 Skottemark; 074 Overgaard's Mergelleje; 077 Stora Slågarp; 078 Gullåkra Mosse; 080 Hässleberga; 081 Ageröd; 082 Esperöd; 085 "skånsk torvmosse"; 086 Vesum; 088 Önnarp; 089 Sjörup's torvmosse; 090 Bjersjöholm; 091 Svarte Mosse; 093 Ugglarp; 094 Slågarp; 098 Ølene; 099 Bornholm; 100 Lindegård; 105 Theresienhof; 108 Duvensee; 111 Pinneberg; 112 Stellmoor; 115 Borneck; 117 Hopfenbach (Aalfang); 121 Tribsees; 122 Jäckelberg-Huk; 124 Pisede; 125 Rothenklempenow; 127 Hohen Viecheln; 129 Kessin; 132 Friesack; 134 Potsdam-Schlaatz; 136 Nordsee 1; 138 Nordsee 2; 139 Nordsee 3; 140 Zutphen-Ooijehoek, site M; 141 Nordsee, Südliche Bucht; 142 Eurogeul; 144 Sassenberg-Hilgenbrink; 146 Bettenroder Berg; 149 Einhornhöhle; 150 Gladbeck; 152 Blätterhöhle; 153 Dormagen-Staberg; 154 Grevenbroich; 155 Gustorf; 156 Bedburg-Königshoven; 158 Scherpenseel; 202 Kleine Kalmit; 203 Ettlingen; 205 Bettelküche; 206 Euerwanger Bühl; 210 Breitenfurter Höhle; 215 Große Ofnethöhle; 219 Spitalhöhle; 219 Malerfels; 226 Geißenklosterle; 230 Schuntersöhle; 231 Fohlenhaus-Höhle; 232 Felsstätte; 233 Rottenburg-Siebenlinden; 234 Helga Abri; 236 Zigeunerfels; 237 Burghöhle Dietfurt; 238 Falkensteinhöhle; 239 Felsdach Inzigkofen; 240 Henaufhof; 242 Jägerhaus-Höhle; 244 Schweizersbild; 245 Kesslerloch; 249 Mannlefelden; 250 Rochedane; 254 Bärenfalle Silbern; 255 Höhle 92/2; 256 Milchbalmhöhle; 269 Laufenbergloch; 274 Urdhöhle; 280 Fuchskirche; 283 Chwalim; 288 Raguth; 289 Årsballe. Kreise mit dünner Linie: ausschließlich unsicher datierte Fundsicht(en).

Die Anzahl der für die Auswertung verfügbaren Fundstellen ist im Vergleich zur vorherigen Zeitscheibe in Zeitscheibe 5 stark angestiegen. Im Norden überwiegen weiterhin Einzelfunde, doch gibt es nun auch diverse Faunen aus teils geschichteten Freilandfundstellen in Dänemark und Schweden (besonders 051, 057, 067, 068, 081) (AARIS-SØRENSEN 1976; HANSEN et al. 2004; LEPIKSAAR 1978; MØHL 1979,1985; ROSEN LUND 1971) und in Nordostdeutschland (besonders 124, 127, 132) (BENECKE 2000, 2004; GRAMSCH 2000, 2004; TEICHERT 1999). Im Westen sind neben den Fundstellen am Niederrhein (z. B. 156)

(KOLFSCHOTEN 1994; STREET 1989, 1999) die Höhlenfundstellen im Leinebergland und Harz detailliert untersucht (146, 149) (GROTE 1990, 1994; NIELBOCK 1987, 1989, 1990).

Einzelfunde terrestrischer Großsäuger vom Nordseeboden (136, 138, 139, 141)

(GLIMMERVEEN et al. 2006) sind ebenfalls zu nennen, da sie die späte Transgression dokumentieren. Viele der schon in spätglazialen Zusammenhang genannten Höhlen und Abris in Baden-Württemberg beinhalten ebenfalls präboreale und boreale Faunen (z. B. 231, 232, 236, 237) (z. B. BERKE 1987; BOESSNECK 1978d; BRUNNACKER et al. 1977; JAGUTTIS-EMDEN 1987; KOENIGSWALD 1972, 1977; KOENIGSWALD & TAUTE 1974, 1977a, 1977b, 1979; STORCH 1978b, 1987) weitere kommen hinzu (z. B. 219, 238, 242) (ALBRECHT 1984; BOESSNECK 1978a, b; KOENIGSWALD 1984b; TAUTE 1972b, 1978). Die Urdhöhle bei Döbritz (274) beinhaltet eine recht diverse Säugerfauna aus diesem Zeitbereich (KNORRE 1971; MUSIL 1971).

Am Zigeunerfels (236) bestätigen vier neu erhobene Radiokarbondaten (Poz-20317, KIA-26995, Poz-20319, Poz-20320) das holozäne Alter der Schichten C bis A (s. Abschnitt 3.5.4.1 und App. 5). Überreste eines Pferdes aus Kempen (145), deren Kontext ursprünglich als Präboreal angenommen worden war (SPRINGHORN 2003), datieren auf ein Alter von  $285 \pm 30$  BP (Poz-27624;  $1.570 \pm 60$  calAD; App. 5). Somit wurde diese Fundstelle nicht in der Zeitscheibe 5 berücksichtigt.

### 3.5.3 Ergebnisse zur Säugetierfauna der Zeitscheibe 5

#### 3.5.3.1 Verbreitung einzelner Arten

Folgende Säugetiere treten allgemein in dieser Zeitscheibe auf (Tab. 3.5.1):

Taxon	Klima-anpassung	Sicherer Nachweis	Erstauftreten	Letztes Auftreten	Unsicherer Nachweis
<i>Sorex alpinus</i>	kt	x	x		
<i>Lepus timidus</i>	kt	x		x	
<i>Cricetus cricetus</i>	kt	x			
<i>Microtus gregalis</i>	kt	x			
<i>Chionomys nivalis</i>	kt	x			
<i>Dicrostonyx</i> sp.	kt	x		?	
<i>Lemmus lemmus</i>	kt	x		x	
<i>Mustela nivalis</i>	kt	x			
<i>Equus</i> sp.	kt	x			
<i>Rangifer tarandus</i>	kt	x		x	
<i>Neomys fodiens</i>	kf	x			
<i>Castor fiber</i>	kf	x			
<i>Microtus oeconomus</i>	kf	x			
<i>Alces alces</i>	kf	x			
<i>Erinaceus europaeus</i>	te	x	x		

<i>Crociodura leucodon-russula</i>	te	x			
<i>Neomys anomalus</i>	te	x			
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	te	x	x		
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	te	x	x		
<i>Myotis bechsteini</i>	te	x	x		
<i>Myotis myotis</i>	te	x	x		
<i>Myotis emarginatus</i>	te	x	x		
<i>Nyctalus noctula</i>	te	x	x		
<i>Barbastella barbastellus</i>	te	x			
<i>Lepus europaeus</i>	te	x	x		
<i>Sciurus vulgaris</i>	te	x	x		
<i>Microtus arvalis</i>	te	x			
<i>Microtus subterraneus</i>	te	x			
<i>Myodes glareolus</i>	te	x			
<i>Apodemus agrarius</i>	te	x	x		
<i>Apodemus flavicollis</i>	te	x			
<i>Apodemus sylvaticus</i>	te	x	x		
<i>Glis glis</i>	te	x	x		
<i>Eliomys quercinus</i>	te	x			
<i>Muscardinus avellanarius</i>	te	x	x		
<i>Vulpes vulpes</i>	te	x			
<i>Lutra lutra</i>	te	x	x		
<i>Meles meles</i>	te	x			
<i>Martes martes</i>	te	x			
<i>Felis silvestris</i>	te	x			
<i>Sus scrofa</i>	te	x			
<i>Capreolus capreolus</i>	te	x			
† <i>Megaloceros giganteus</i>	te				x
<i>Bison bonasus</i>	te	x			
† <i>Bos primigenius</i>	te	x			
<i>Sorex araneus</i>	i	x			
<i>Sorex minutus</i>	i	x			
<i>Talpa europaea</i>	i	x			
<i>Vespertilio murinus</i>	i	x	x		
<i>Plecotus auritus</i>	i	x			
<i>Arvicola terrestris</i>	i	x			
<i>Microtus agrestis</i>	i	x			
<i>Micromys minutus</i>	i	x	x		
<i>Mus musculus</i>	i				x
<i>Sicista betulina</i>	i	x			
<i>Canis lupus</i>	i	x			
<i>Ursus arctos</i>	i	x			
<i>Martes foina</i>	i	x	x		
<i>Mustela erminea</i>	i	x			
<i>Mustela putorius</i>	i	x			
<i>Lynx lynx</i>	i	x			
<i>Cervus elaphus</i>	i	x			
<i>Ovis aries</i>	i	x			
<i>Canis lupus familiaris</i>	domestiziert	x			
<i>Bos taurus</i>	domestiziert	x			

Tab. 3.5.1. Säugetiere der Zeitscheibe 5 und deren klimatische Anpassung (kt: kalt und/oder trocken; kf: feucht, kältetolerant; te: temperiert; i: klimatisch indifferent).

Die Gesamtzahl der sicher nachgewiesenen Arten und Gattungen stieg gegenüber der Jüngeren Dryas deutlich auf 61. Somit wurde eine wesentlich höhere Diversität als im Spätglazial erreicht (maximal 50), jedoch hatte sich das Artenspektrum völlig zugunsten temperiert angepasster Formen gewandelt.

In der Zeitscheibe 5 starben nur wenige Arten lokal aus, und nahezu alle nachgewiesenen Taxa sind – im Gegensatz zur Zeitscheibe 4 – sicher bestimmt und zeitlich eingeordnet.

Eine Ausnahme bildet der vermeintliche Nachweis des Riesenhirsches (*Megaloceros giganteus*) aus Theresienhof bei Plön (105). Die Überreste wurden aus einem Horizont an der Grenze von der Jüngeren Dryas zum Präboreal geborgen und das anhaftende Sediment palynologisch in das Präboreal eingeordnet (GUENTHER 1960). Sollte sich diese Bestimmung durch Radiokarbondatierungen bestätigen lassen, wäre dies der bislang einzige Nachweis des Riesenhirsches in Mitteleuropa nach dem Beginn der Jüngeren Dryas und somit ein Beleg für das Überleben bzw. für die Reimmigration nach der Kaltphase. Leider konnte der Fund, der nach GUENTHER (1960) im Institut für Geowissenschaften in Kiel verwahrt wird, nicht lokalisiert werden, ein Problem, das schon STUART et al. (2004) anführen.

Unter den rezenten Kälte- und Trockenheitsanzeigern kam der Schneehase (*Lepus timidus*), heute in Tundra- und Taigagebieten verbreitet, letztmals ganz zu Beginn der Zeitscheibe 5 vor. Der Beleg aus Dänemark (074) wird auf  $9.910 \pm 65$  BP ( $11.400 \pm 130$  calBP) datiert (AAR-4176; AARIS-SØRENSEN im Druck). Allgemein ist die Verkleinerung der Verbreitungsareale bei den Kälte- und Trockenheitsindikatoren zu beobachten. So war das Rentier (*Rangifer tarandus*) mit einer Ausnahme nur noch in Südkandinavien verbreitet (Abb. 3.5.2). Das südlichste Vorkommen ist am Bettenroder Berg (146; IX, Schichten 10-14) belegt und durch eine Holzkohledatierung aus Schicht 14 in das Präboreal zu stellen (GROTE 1990, 1994). Die jüngsten Überreste des Rentieres aus Dänemark datieren an das Ende des Präboreals, u. a.  $9.180 \pm 80$  BP ( $10.380 \pm 100$  calBP) aus Risbanke (047) und  $9.110 \pm 65$  BP ( $10.310 \pm 80$  calBP) an einer Geweihaxt aus Nørre Lyngby (002) (AARIS-SØRENSEN 2006, in press; AARIS-SØRENSEN et al. 2007). Exotisch mutet daher der Fund eines Metapodiums des Rentiers im Präboreal Süddeutschlands an (Horizont 1 AH II von Rottenburg-Siebenlinden, 233). Dieser ist direkt auf  $9.110 \pm 80$  BP (ETH-8265;  $10.310 \pm 90$  calBP) datiert, ist aber mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht autochthon (KOKABI 1994; s. Abschnitt 3.5.5). Ähnliches muss für den Rentierfund aus der grauen Kulturschicht vom Schweizersbild (244) vermutet werden.

Das Pferd (*Equus* sp.) wanderte am Übergang der Jüngeren Dryas zum Präboreal nach Dänemark ein (z. B. Vedelshave, 021), etwa zeitgleich mit Wisent (*Bison bonasus*) und Auerochse (*Bos primigenius*). Die Zeit zwischen 9.550 und 8.250 BP bezeichnet AARIS-SØRENSEN (1998) daher als "Bison-Wildhest-Tiden" – Wisent-Wildpferd-Zeit. Neben dem

hier geführten Nachweis belegen weitere neue Radiokarbonaten aus Dänemark das dortige Erstauftreten des Pferdes um 10.000 BP (ca. 11.500 calBP; AARIS-SØRENSEN im Druck). Das Pferd war generell bis in südlichere Breiten vertreten als das Rentier, kam aber nicht mehr, wie noch in der Zeitscheibe 4, im äußersten Süden Mitteleuropas vor (Abb. 3.5.2). Nachweise des Pferdes im Boreal sind selten (Südschweden, 081; LEPIKSAAR 1978; VERMEERSCH 2006; und Ostdeutschland, 132; GRAMSCH 2000; und 274; MUSIL 1971). Der Grund hierfür ist wohl in der dichten borealen Bewaldung (z. B. LITT & STEBICH 1999; LITT et al. 2001) zu suchen. Erst im Atlantikum, mit der anthropogenen Lichtung der Wälder, kam das Pferd wieder häufiger vor (SOMMER mdl. Mttlg.).

Die Verbreitungsgebiete der Lemminge *Dicrostonyx* sp. und *Lemmus lemmus* verlagerten sich in der Zeitscheibe 5 weiter nach Osten, wobei der Berglemming noch immer bis in die norddeutsche Tiefebene (Pisede, 124) vorkam, während der Halsbandlemming nur im Süden (218, 219, 226) und Osten (274) verbreitet war (Abb. 3.5.3). Die Nachweise des Berglemmings fallen in das Präboreal, die des Halsbandlemmings sowohl in das Präboreal als auch in das Boreal (Urdhöhle, 274, Horizonte IX a und b; KNORRE 1971). Der Halsbandlemming kam während der gesamten Zeit nach dem LGM nicht in Dänemark vor, und war nach der Zeitscheibe 5 nicht mehr in Mitteleuropa nachgewiesen (vgl. AARIS-SØRENSEN im Druck).

Der feuchtigkeitsgebundene Biber (*Castor fiber*), der in der Jüngeren Dryas nicht sicher nachgewiesen werden konnte, war im Frühholozän im gesamten Gebiet verbreitet (Abb. 3.5.4). Der Großteil der Fundschichten, in denen der Biber vorkommt, ist in das Boreal datiert. Den einzigen sicher präborealen Nachweis liefert ein Biberknochens aus Stellmoor (112), der direkt auf  $9.220 \pm 90$  BP (OxA-2874;  $10.410 \pm 110$  calBP) datiert ist (BRATLUND 1999; KRAUSE & KOLLAU 1943; HEDGES et al. 1993).

Der Elch (*Alces alces*) war im Präboreal und Boreal weit verbreitet mit einem klaren Schwerpunkt im Nordosten (Abb. 3.5.4). Auffällig ist, dass keine Belege des Elches aus den reichen Höhlenfaunen Süddeutschlands und der Schweiz vorliegen. SCHMÖLCKE & ZACHOS (2005) dokumentieren allerdings, dass diese Gegend noch einmal im weiteren Verlauf des Holozäns besiedelt wird. Das bedeutet, dass der Elch sein Verbreitungsgebiet nicht in derselben Geschwindigkeit wie andere Arten im Präboreal erweiterte, sondern im Verlauf mehrerer Jahrtausende.

Unter den an temperierte Bedingungen angepassten Großsäuger Mitteleuropas waren das Reh (*Capreolus capreolus*) und das Wildschwein (*Sus scrofa*) seit der Zeitscheibe 5 sicher die häufigsten. Beide Arten breiteten sich, nachdem sie in der Jüngeren Dryas höchstwahrscheinlich nicht vorkamen, innerhalb kürzester Zeit über das gesamte Untersuchungsgebiet aus (Abb. 3.5.5). Das Wildschwein ist bereits im frühen Präboreal aus Süddeutschland (236; s. Abschnitt 3.5.4) und aus Nordostdeutschland (134; BENECKE 2002) belegt. Bereits im mittleren Präboreal war es bis nach Duvensee (108) in Schleswig-Holstein verbreitet (MØHL 1979), und im späten Präboreal war das Wildschwein auch in Südsandinavien vertreten (z. B. 289; AARIS-SØRENSEN im Druck; vgl. AARIS-SØRENSEN 1998, 2000). Die Ausbreitungsgeschichte des Rehs ist nahezu identisch, mit etwas späterem (frühborealem) Erscheinen in Dänemark (044; AARIS-SØRENSEN im Druck).

Mit dem Beginn des Holozäns traten viele Säugetiere, die temperiertes Klima bevorzugten, erstmals in Mitteleuropa auf, bzw. erweiterten ihr Verbreitungsgebiet von dort erstmals nach Südsandinavien.

Der Braunbrüstigel (*Erinaceus europaeus*) trat in Zeitscheibe 5 in Erscheinung. Er ist möglicherweise im Übergang vom Präboreal zum Boreal (124; BENECKE 2000), auf jeden Fall jedoch im Boreal von Nord- bis Südmitteleuropa verbreitet (064, 068, 211, 238). SOMMER (2007) betont die klimatische Aussagekraft dieses rein holozänen Faunenelements und nimmt die Wiederbesiedlung Zentraleuropas aus Glazialrefugien in Spanien und Italien an.

Ebenfalls erstmals sicher nachgewiesen und auf Spezies-Ebene identifiziert, jedoch auf Fundstellen des südlichen und westlichen Raumes beschränkt, sind verschiedene warmzeitliche Fledermausarten: die Kleinhufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*) (149, 237), die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) (238), die Bechstein-Fledermaus (*Myotis bechsteini*) (149), das Mausohr (*Myotis myotis*) (149, 238), die Wimpernfledermaus (*Myotis emarginatus*) (149) und der Gemeine Abendsegler (*Nyctalus noctula*) (231, 238). Sie sind zum Teil auf das Vorhandensein von Baumhöhlen angewiesen (s. App. 3) und daher Anzeiger dichter Bewaldung.

Der Feldhase (*Lepus europaeus*) kam bereits im frühen Präboreal im Schichtkomplex A-C am Zigeunerfels (236) vor (s. Abschnitt 3.5.4). Im mittleren Boreal erschien er im Nordosten; der Komplex 4/I von Friesack (132) datiert zwischen 9.450 und 9.700 BP (ca. 10.700 bis 11.050 calBP). Im Boreal erweitert sich sein Verbreitungsgebiet im Norden bis nach Seeland (057; MØHL 1979). Eine sehr ähnliche Ausbreitungsgeschichte trifft für das Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) zu.

Sowohl die Waldmäuse (*Apodemus* sp.) als auch die Rötelmaus (*Myodes glareolus*) kamen in der Zeitscheibe 5 weiter im Norden und Osten vor als bisher (Abb. 3.5.6). Die Waldmäuse waren bereits fester Bestandteil der präborealen Fauna der Schwäbischen Alb, wo sie auch im Boreal Bestand hatten. Im Präboreal trat erstmalig die Brandmaus (*Apodemus agrarius*) in Pisede (124) in Erscheinung, und zwar gemeinsam mit der Waldmaus (*A. sylvaticus*), die ebenfalls erstmals sicher belegt ist und auch im Westen und Süden vorkommt, und der Gelbhalsmaus (*A. flavicollis*) (BENECKE 2000). Im Boreal traten die Waldmäuse schließlich in Südschweden in Ageröd (081) auf (LEPIKSAAR 1978; VERMEERSCH 2006). Die Rötelmaus war im gesamten mitteleuropäischen Gebiet im Präboreal und Boreal nachgewiesen, erreicht aber nicht Skandinavien.

Der Siebenschläfer (*Glis glis*) und die Haselmaus (*Muscardinus avellanarius*) sind erstmals von der Schwäbischen Alb und aus den nordwestdeutschen Mittelgebirgen belegt, wobei sie sicher im frühen Boreal (z. B. GH 2a3/2b am Felsställe, 232; STORCH 1987), möglicherweise bereits am Übergang vom Präboreal vorkamen (Malerfels I/1b, 219, Daten zwischen 8.600 und 9.600 BP bzw. ca. 9.550 und 11.000 calBP; ALBRECHT 1984; KOENIGSWALD 1984b; KIND 2003). Die Haselmaus ist außerdem im Nordosten (Pisede, 124; BENECKE 2000) nachgewiesen.

Der Fischotter (*Lutra lutra*) ist in der spätpräborealen Schicht 4/II von Friesack (132) in Brandenburg belegt (GRAMSCH 2000) und ist im Boreal bereits mit Ausnahme des äußersten Westens in ganz Mitteleuropa und Südsandinavien verbreitet.

Carnivoren der Gruppen *te* und *i* (z. B. Rotfuchs, *Vulpes vulpes*, Wildkatze, *Felis silvestris*, und Iltis, *Mustela putorius*) breiteten sich etwa Mitte des Präboreals nach Dänemark aus, also noch vor Reh und Wildschwein (057, 064, 067, 068; AARIS-SØRENSEN 1998, 2000, im Druck). Sie waren weiter südlich bereits längere Zeit vorher verbreitet. Etwas später folgte der Rothirsch (*Cervus elaphus*). Seine Überreste aus Ølene (098) sind auf  $9.270 \pm 130$  BP (K-4879;  $10.480 \pm 170$  calBP) direkt datiert (AARIS-SØRENSEN im Druck). Rotfuchs, Wildkatze und Rothirsch sind schließlich im Boreal auch in Südschweden verbreitet (081; LEPIKSAAR 1978).

Einige Säugetiere, denen keine klimatische Aussagekraft zugeschrieben werden kann, traten erst in der Zeitscheibe 5 zum ersten Mal in Zentraleuropa auf. Die Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) und der Steinmarder (*Martes foina*) kamen an der oberen Donau vor

(238 bzw. 238 und 226; BOESSNECK 1978b; HAHN et al. 1977) und die Zwergmaus (*Micromys minutus*) im Harz (149; NIELBOCK 1987, 1989, 1990).

Die Hausmaus (*Mus musculus*) ist mit nicht näher datierbaren Resten aus Pisede (124) nachgewiesen (BENECKE 2000). Die Zuordnung zu einer der mesolithischen Kulturschichten ist jedoch eher unwahrscheinlich. Die Hausmaus trat zwar bereits um 8.500 calBC im östlichen Mittelmeerraum auf, breitete sich jedoch über 5.000 Jahre lang nicht in das westliche Mittelmeergebiet aus. Von dort aus kolonisierte sie als reiner Kulturfolger erst ab ca. 1.000 calBC weitere Regionen Europas (CUCCHI et al. 2005).

Zu bemerken ist zusätzlich, dass sich die markante Ausbreitungsbewegung nach Südkandinavien in der Zeitscheibe 5 nicht auf die Säugetiere beschränkt und auch bei anderen Vertebraten zeigt, so z. B. bei der Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*), die auf warme, sonnige Sommer und entsprechende Bodenbedingungen zur Eiablage und Embryonenentwicklung angewiesen ist. Sie erreichte Dänemark im Boreal (KOENIGSWALD 2002a; SOMMER et al. 2007).

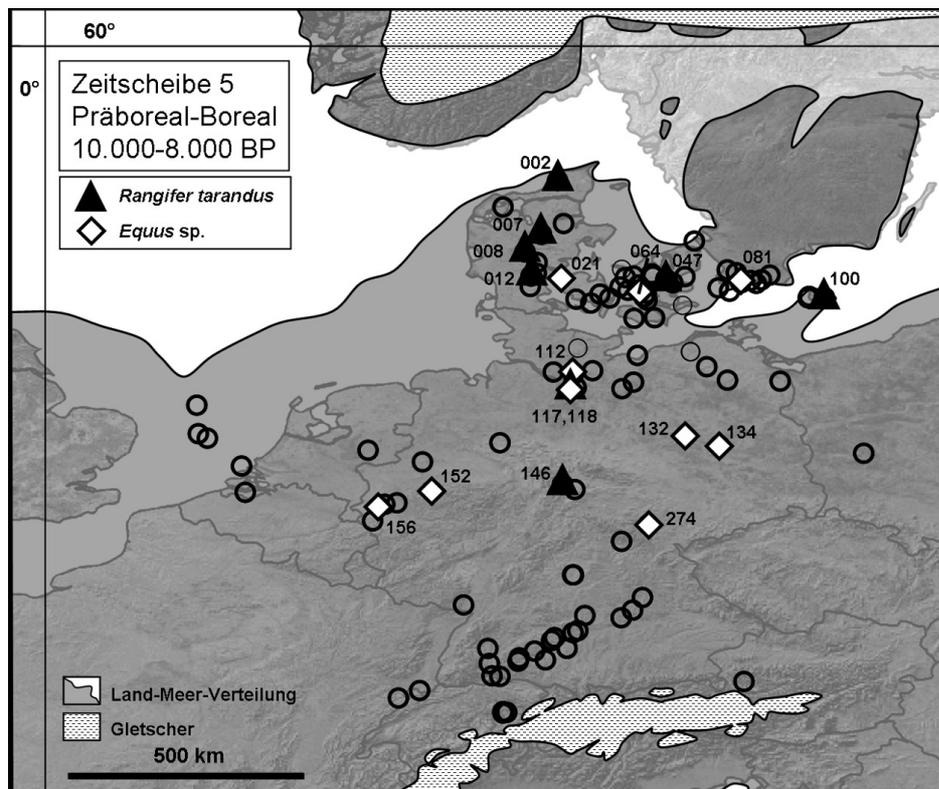


Abb. 3.5.2. Zeitscheibe 5. Sicher eingeordnete Nachweise von *Rangifer tarandus* und *Equus* sp. (beide kt). Lokalitäten s. Abb. 3.5.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: Funde aufgrund unsicherer Datierung nicht berücksichtigt. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

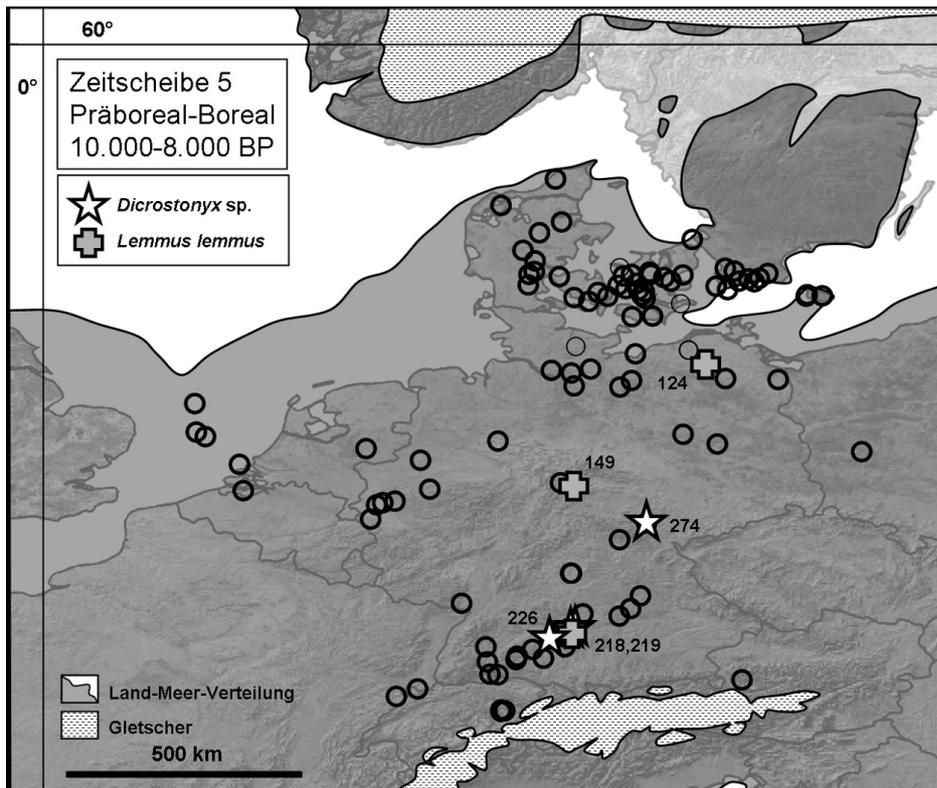


Abb. 3.5.3. Zeitscheibe 5. Sicher eingeordnete Nachweise von *Dicrostonyx* sp. und *Lemmus lemmus* (beide kt). Lokalitäten s. Abb. 3.5.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: Funde aufgrund unsicherer Datierung nicht berücksichtigt. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

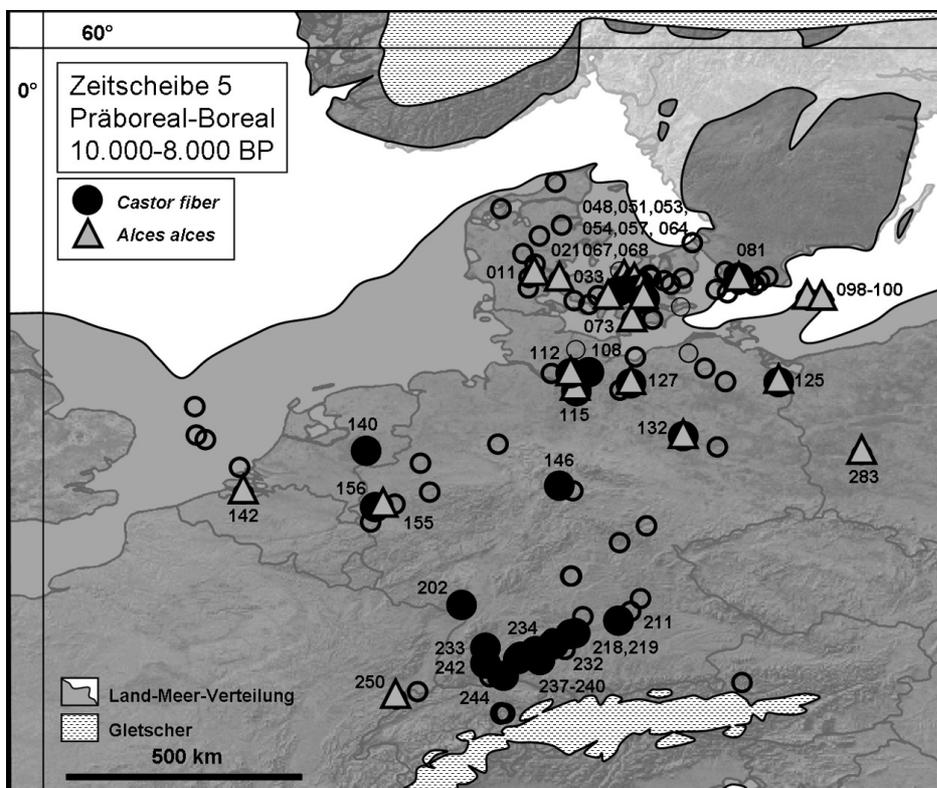


Abb. 3.5.4. Zeitscheibe 5. Sicher eingeordnete Nachweise von *Castor fiber* und *Alces alces* (beide kf). Lokalitäten s. Abb. 3.5.1 bzw. App. 3. Leere Kreise: Fundstellen dieser Zeitscheibe ohne Nachweis. Leere Kreise mit dünner Linie: Funde aufgrund unsicherer Datierung nicht berücksichtigt. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

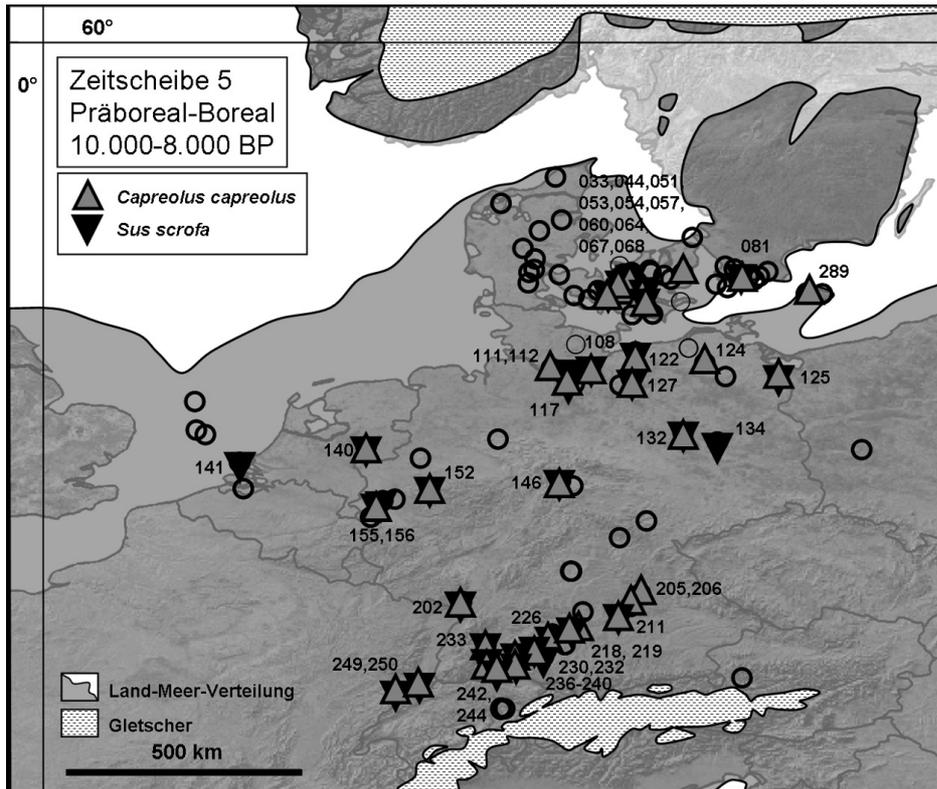


Abb. 3.5.5.  
Zeitscheibe 5. Sicher  
eingordnete  
Nachweise von  
*Capreolus capreolus*  
und *Sus scrofa*  
(beide te).  
Lokalitäten s. Abb.  
3.5.1 bzw. App. 3.  
Leere Kreise:  
Fundstellen dieser  
Zeitscheibe ohne  
Nachweis. Leere  
Kreise mit dünner  
Linie: Funde  
aufgrund unsicherer  
Datierung nicht  
berücksichtigt. Alter  
in unkalibrierten  
Radiokarbonjahren  
vor heute.

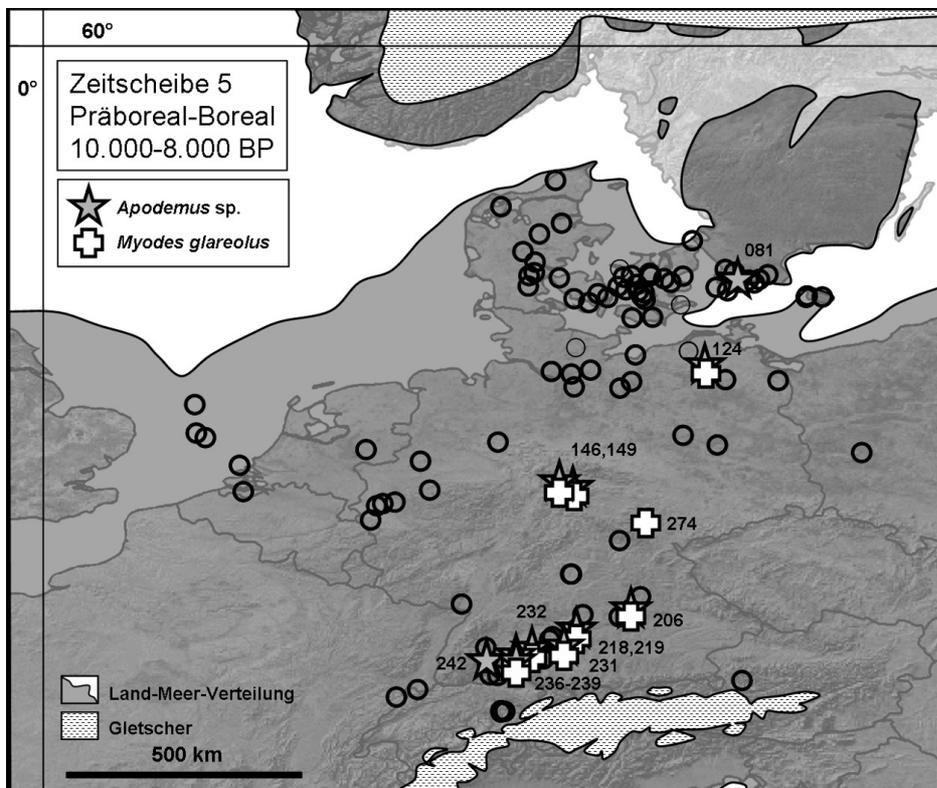


Abb. 3.5.6.  
Zeitscheibe 5. Sicher  
eingordnete  
Nachweise von  
*Apodemus sp.* und  
*Myodes glareolus*  
(beide te).  
Lokalitäten s. Abb.  
3.5.1 bzw. App. 3.  
Leere Kreise:  
Fundstellen dieser  
Zeitscheibe ohne  
Nachweis. Leere  
Kreise mit dünner  
Linie: Funde  
aufgrund unsicherer  
Datierung nicht  
berücksichtigt. Alter  
in unkalibrierten  
Radiokarbonjahren  
vor heute.

### 3.5.3.2 Interregionaler Vergleich

Die Anzahl nachgewiesener Arten und Gattungen war in der Zeitscheibe 5 höher als jemals im Spätglazial ( $n = 61$ ; Abb. 3.5.7). Im gesamten mitteleuropäischen und südschandinavischen Raum überwog der Anteil temperiert angepasster Säuger (30 Arten/Gattungen = 49%). Die Anzahl der Anzeiger von Kälte und/oder Trockenheit ging auf 10 Taxa zurück (16%). Die Kategorie kf war mit 4 Arten (7%) vertreten, und es kamen 17 klimatisch indifferente Arten vor (28%). Diese Verteilung und die hohe Diversität der Säugetierfauna sprechen für eine deutliche und rasche Veränderung des Klimas an der Pleistozän/Holozän-Grenze hin zu warmzeitlichen Bedingungen.

Im Norden, Westen und Süden zeigt sich ein einheitliches Bild (Abb. 3.5.8): Die Gesamtanzahl nachgewiesener Arten und Gattungen lag dort in der Zeitscheibe 5 zwischen  $n = 42$  (Norden) und  $n = 50$  (Süden), und die Anteile der Kategorien klimatischer Präferenz waren wie folgt verteilt: te sehr hoch (22-25 Taxa, entsprechend 50-54%), kt sehr niedrig (5-6 Taxa, entsprechend 11-12%) und kf ebenfalls niedrig (3-4 Arten, entsprechend 6-8%). Indifferente Arten machten die übrigen 28-30% aus. Dass von dieser Verteilung auch Fundstellen höherer Lagen nicht ausgeschlossen sind, belegen für den Süden die Ergebnisse zum Zigeunerfels (236; s. Abschnitt 3.5.4), für den Westen die Faunen aus dem Bettenroder Berg, Schichten 14 unten und 10-14 oben (146; STORCH 1994; STAESCHE 1994), und Schicht 0 aus der Einhornhöhle (149, Jacob-Friesen-Gang; NIELBOCK 1987, 1989, 1990), die jeweils 50% oder mehr wärmeliebende Arten beinhalten (Abb. 3.5.9). Eine gewisse Vorsicht bei der zeitlichen Zusammenfassung des Präboreals und des Boreals ist geboten, da beispielsweise anhand der gut stratifizierten Fauna von Friesack (132) durchaus leichte klimatische Unterschiede feststellbar sind (Abb. 3.5.10). So sind in der zwischen 9.180 und 9.420 BP (ca. 10.350 bis 10.650 calBP) datierten Schicht 4 II ein Rückgang der Artenzahl und eine Abnahme des Anteils te erkennbar (vgl. GRAMSCH 2000; BENECKE 2004).

Im Osten Mitteleuropas kamen in der Zeitscheibe 5 insgesamt weniger ( $n = 17$ ) und anteilig mehr kalt und/oder trocken angepasste Säuger (vier Arten/Gattungen = 24%) als in den anderen Regionen vor. Ebenfalls vier temperiert angepasste Säuger waren vertreten. Die Gruppe kf (2 Arten) machte 12% aus. 7 von 17 belegten Säugern waren klimatisch indifferent (41%). Scheinbar kam es im östlichen Mitteleuropa zur Verzögerung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Theriofauna. Um feststellen zu können, ob es sich dabei möglicherweise um Spätfolgen eines besonders starken Effekts der Jüngerer Dryas im

kontinentalen Bereich handelt, wie in Abschnitt 3.4.3 angenommen, liegen aus der Zeitscheibe 4 nicht genügend Informationen vor.

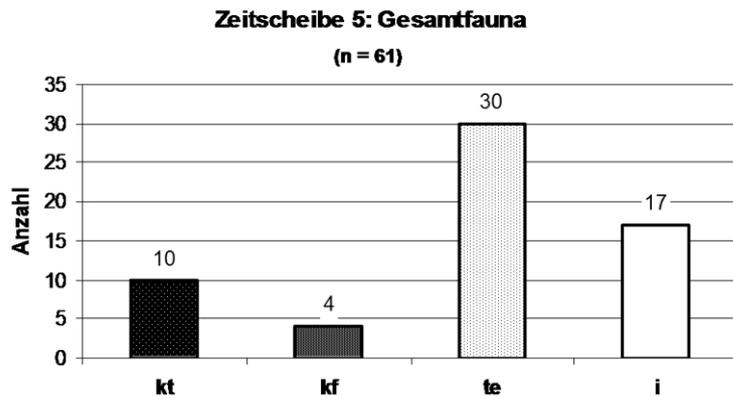


Abb. 3.5.7. Zeitscheibe 5. Faunenzusammensetzung für Gesamt-Mitteleuropa. Darstellung der Anteile von Säugetieren, die an temperierte Bedingungen angepasst sind (te), bei Kältetoleranz feuchte Habitate bevorzugen (kf), kalte und/oder trockene Bedingungen anzeigen (kt) oder klimatisch indifferent sind (i). n: Gesamtzahl.

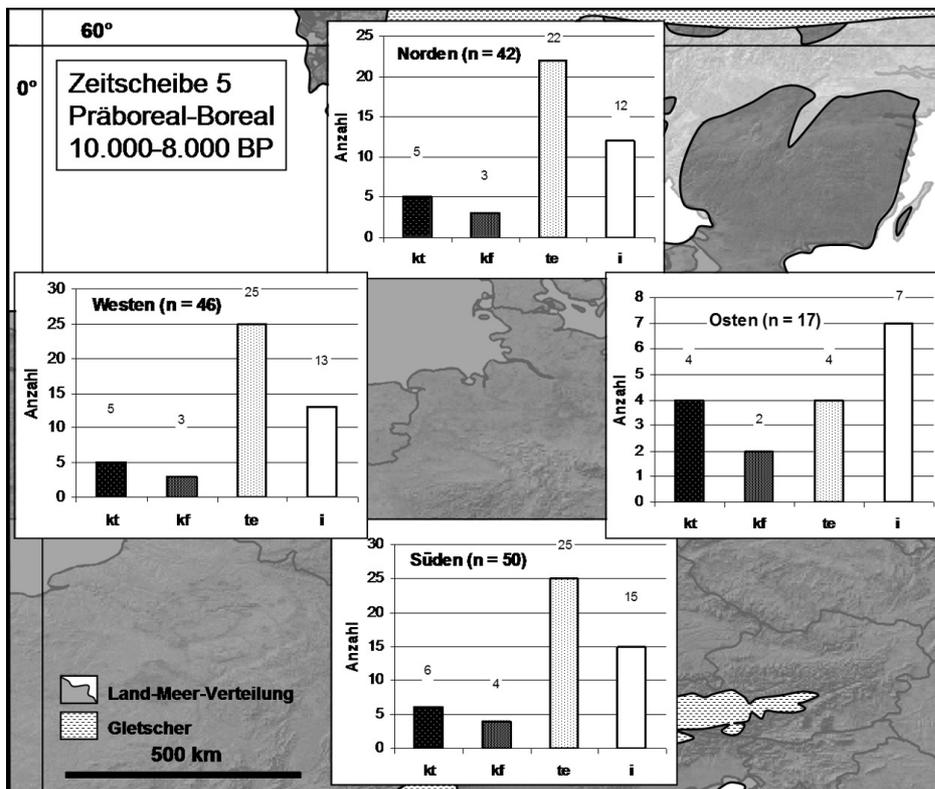


Abb. 3.5.8. Zeitscheibe 5. Überregionaler Vergleich der Faunenzusammensetzungen. Darstellung der Anteile von Säugetieren, die an temperierte Bedingungen angepasst sind (te), bei Kältetoleranz feuchte Habitate bevorzugen (kf), kalte und/oder trockene Bedingungen anzeigen (kt) oder klimatisch indifferent sind (i). n: Gesamtzahl. Alter in unkalibrierten Radiokarbonjahren vor heute.

## Zeitscheibe 5, Mittelgebirge NW Deutschland

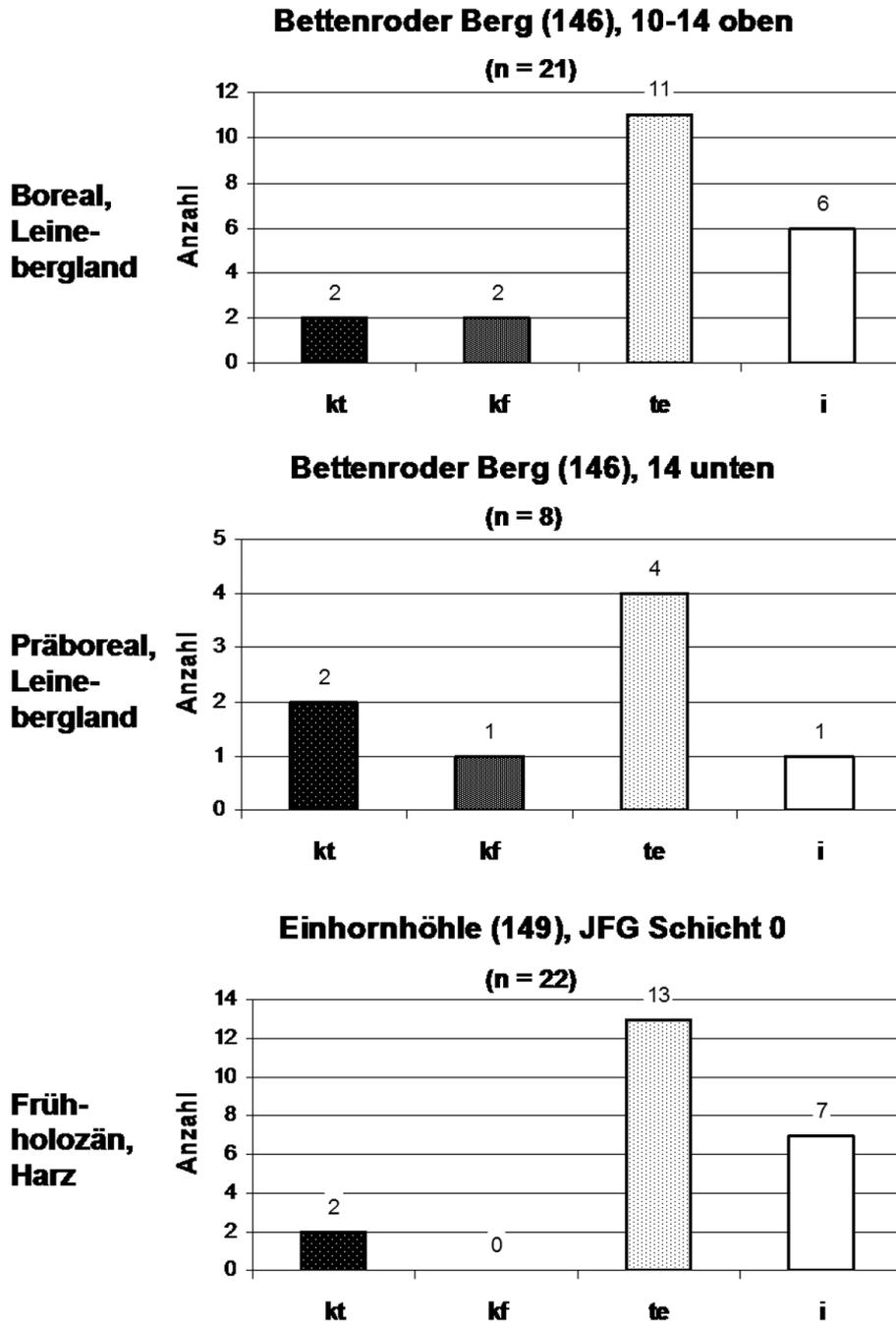


Abb. 3.5.9.  
Zeitscheibe 5.  
Faunen aus dem  
Leinebergland  
(Bettenroder Berg,  
146) und dem  
Harz  
(Einhornhöhle,  
149). Nach  
Faunenlisten von  
STORCH (1994);  
STAESCHE (1994);  
NIELBOCK (1987).

**Zeitscheibe 5,  
Friesack (132)**

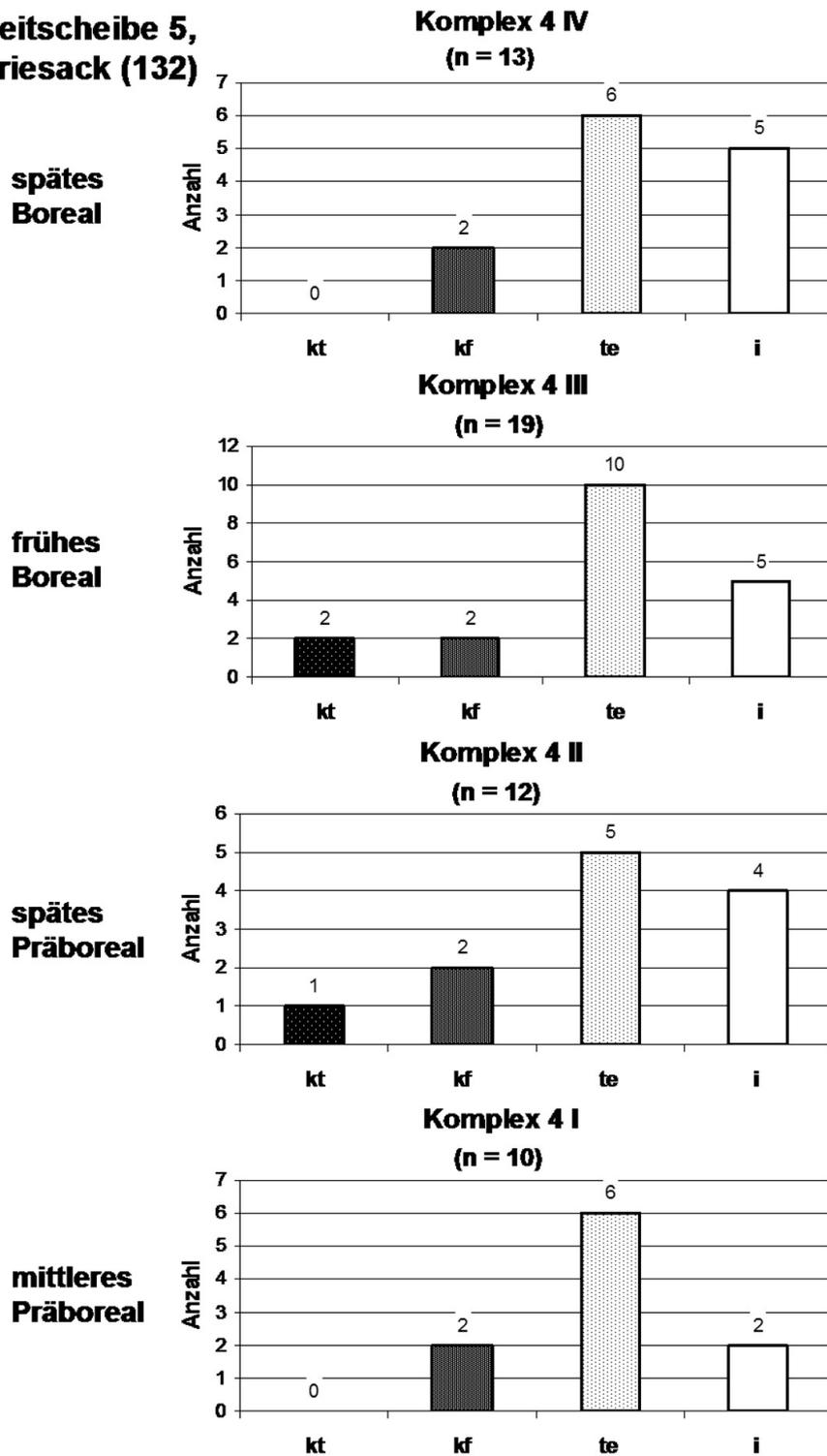


Abb. 3.5.10. Präboreale (4 I-II) und boreale (4 III-IV) Faunen der Fundstelle Friesack (132) im Vergleich. Nach Faunenlisten von BENECKE (2004).

3.5.4 Einordnung der Zigeunerfels-Fauna

*3.5.4.1 Daten*

Im Zigeunerfels gehören die Kulturschichten C, B und A in die Zeitscheibe 5. Sie datieren etwa zeitgleich direkt an den Beginn des Präboreals, zwischen 10.000 und 9.800 BP (ca. 11.500 bis 11.200 calBP; App. 5). Das Datum  $9.840 \pm 50$  BP (Poz-20319;  $11.260 \pm 50$  calBP)

aus der Kulturschicht B stellt höchstwahrscheinlich aufgrund des zu geringen Kollagengehaltes (s. o.) das jüngste dieser insgesamt vier Daten dar. Die Daten wurden in den AMS-Laboren in Kiel und Poznań ermittelt, deren Unabhängigkeit ist daher gewährleistet. Aus dem Profil (App. 8) ist ersichtlich, dass die Kulturschichten A und B sich nicht in die Fläche erstrecken sondern vielmehr diskontinuierlich in der Schicht C liegen. Daher und aufgrund ihrer übereinstimmenden Zusammensetzungen werden die Faunen der Schichten A, B und C von vornherein als Einheit betrachtet (Tab. 3.5.2).

### 3.5.4.2 Faunenzusammensetzung

Taxon	Stratigrafische Anmerkung	Klimaanpassung	Arealanalyse
<i>Chionomys nivalis</i>	nur C/D, evtl. zu D gehörig	kt	
<i>Lepus europaeus</i>		te	
<i>Sciurus vulgaris</i>		te	x
<i>Myodes glareolus</i>		te	x
<i>Apodemus</i> sp.		te	x
<i>Meles meles</i>		te	x
<i>Sus scrofa</i>		te	x
<i>Capreolus capreolus</i>		te	x
<i>Sorex araneus</i>		i	x
<i>Talpa europaea</i>		i	x
<i>Arvicola terrestris</i>		i	x
<i>Cervus elaphus</i>		i	x
<i>Microtus arvalis-agrestis</i>		u	x

Tab. 3.5.2. Gruppierte Säugetierfauna der Kulturschichten A, B und C des Zigeunerfels . Reihenfolge nach klimatischer Affinität (kt: kalt und/oder trocken; te: temperiert; i: klimatisch indifferent; u: unidentifizierbar). Markierung der in die Arealanalyse eingegangenen Taxa.

Keine der Schichten A, B und C enthält kaltzeitliche Faunenelemente oder solche, die für feuchte Bedingungen stehen. Die Säugetierfauna des zusammengefassten Komplexes A-C (n = 11; Abb. 3.5.11) enthält 7 thermophile Arten/Gattungen (64%) und 4 klimatisch anspruchslose Arten (36%). Somit passt sie relativ gut in das Bild der südmitteleuropäischen Region, bzw. des gesamten Mitteleuropas mit Ausnahme des Ostens. Möglicherweise waren die Bedingungen jedoch noch wärmer und trockener als in den umliegenden Gebieten.

Erstmals erschienen am Zigeunerfels das Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*), der Dachs (*Meles meles*), das Wildschwein (*Sus scrofa*) und das Reh (*Capreolus capreolus*). Der Fund der Schneemaus (*Chionomys nivalis*) stammt nur unsicher aus C/D, gehört möglicherweise eher zur Schicht D und kann daher nicht als Nachweis der Art in C gelten.

Der Klimawandel gegenüber der Schicht D muss einschneidend gewesen sein. Die holozäne Waldfauna hat sich etabliert. Die Gesamtzusammensetzung lässt den Schluss auf ein

bewaldetes Habitat mit Lichtungen (der Dachs meidet Wälder ohne Lichtungen, s. App. 4; LÜPS & WANDELER 1993) und wenigen offenen Flächen zu.

Das Reh trat im Zigeunerfels ausschließlich in den Schichten A-C (inklusive den archäologisch fundleeren 10 cm unterhalb von C) auf. Auffällig ist die enorme Körpergröße gegenüber dem rezenten Reh (Taf. 4). Die Unterlagen zum Zigeunerfels beinhalten eine nicht publizierte morphometrische Untersuchung einzelner Elemente des Craniums und Postcraniums von *Capreolus capreolus*. KOENIGSWALD (unpubl.) stellt in einem Größenvergleich die Überreste des präborealen Rehs aus dem Zigeunerfels Funden aus dem Allerød (Burghöhle Dietfurt), aus dem Neolithikum (Burgäschisee; JÉQUIER 1962) und rezenten Tieren (BOESSNECK 1956; BOSOLD 1968; LEMPPENAU 1964) gegenüber. In Bonn vorliegende Funde wurden neu vermessen und ggf. Verhältnisse neu berechnet (App. 10).

In Einklang mit den Ergebnissen von KOENIGSWALD (unpubl.) wurde festgestellt, dass die vermessenen Elemente zwischen 1,1mal und 1,3mal größer sind als diejenigen rezenter Rehe und außerdem größer als die entsprechenden neolithischen und allerødzeitlichen Funde. Wie aus der vorliegenden Studie hervorgeht, starb das Reh möglicherweise in ganz Mitteleuropa während der Jüngeren Dryas aus. Dieses Ergebnis steht in Übereinstimmung mit den Schlussfolgerungen von SOMMER et al. (2008a). Wahrscheinlich wanderte also im Präboreal ein größerer Morphotyp ein, gefolgt von einer Größenabnahme. Dieser Umstand wird in Abschnitt 4.1.1.2 näher diskutiert.

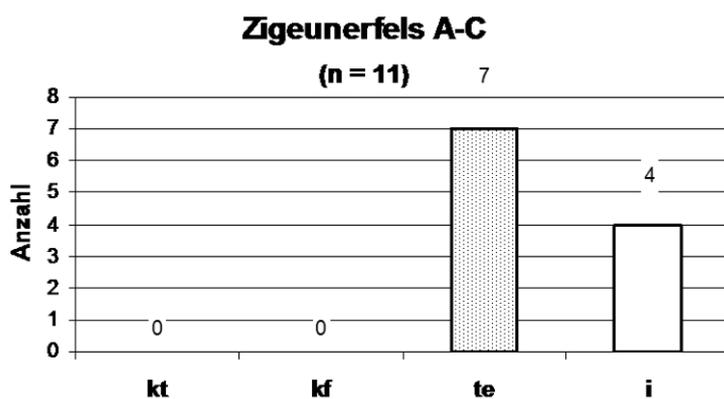


Abb. 3.5.11.  
Faunenzusammensetzung des Schichtkomplexes A-C. Darstellung der Anteile von Säugetieren, die an temperierte Bedingungen angepasst sind (te), bei Kältetoleranz feuchte Habitats bevorzugen (kf), kalte und/oder trockene Bedingungen anzeigen (kt) oder klimatisch indifferent sind (i). n: Gesamtzahl.

### 3.5.4.3 Arealanalyse

Die Arealanalyse der Säugetiere des Schichtkomplexes A-C ergab insgesamt acht mittel- bis osteuropäische Äquivalenzareale, in denen erstmals in der Faunengeschichte des Zigeunerfels die Verbreitungsgebiete aller Taxa (n = 11) überlappen. Diese Areale erstrecken sich von den westlichen Niederlanden über weite Teile Deutschlands, Tschechien,

der Slowakei und Polens über den russischen Teil des ehemaligen Ostpreußens bis nach Litauen, zur Ostseeküste Lettlands und in das westliche Weißrussland. Die nördlichsten Äquivalenzareale liegen in Schonen (Südschweden). Der südliche Bereich reicht von der französisch-schweizerischen Grenze über Teile Österreichs, die küstenfernen Bereiche der Slowakei und Kroatiens, den Norden Bosniens und Herzegowinas bis in den Westen Ungarns. Der östlichste Teil zieht von dort über die Südwestukraine bis nach Zentralrumänien. Das südlichste Äquivalenzareal liegt in Westserbien und Ostbulgarien (Abb. 3.5.12). Diese Verteilung lässt keinen eindeutigen Schluss auf die Temperatur oder Aridität zu, da Verschiebungen sowohl nach Norden und Osten, als auch nach Süden und Westen vorliegen. Als Stationen, die das Klima im Großteil der Äquivalenzareale widerspiegeln, können Maastricht (50°55'N, 05°46'E, Cfb), Prag (50°06'N, 14°17'E, Cfb) und Sofia (42°49'N, 23°23'E, Dfb) (MÜHR 2006; vgl. KOTTEK et al. 2006) angesehen werden.

In diesen Orten liegen die Jahresdurchschnitts-Temperaturen 0,6 bis 2,5 °C über dem Mittel in Sigmaringen. Die Niederschlagsmengen sind mit den heutigen am Zigeunerfels vergleichbar (760 mm im küstennahen Maastricht) oder arider (563 bzw. 526 mm in Sofia und Prag). Die Durchschnittstemperaturen sinken nicht (Maastricht) oder in vergleichbarem Maße (Prag, Sofia) unter den Gefrierpunkt, die Sommertemperaturen liegen durchweg höher (Abb. 3.5.12). Auch die Klimastation Sigmaringen-Laiz selbst (Abb. 3.1.12) liegt innerhalb der oben beschriebenen Äquivalenzareale, deshalb kommt durchaus für die Schichten A-C ein Klima ähnlich dem heutigen in Frage. Somit wird insgesamt für den Zeitraum der Ablagerung von A-C am Zigeunerfels ein gemäßigtes, vergleichbares bis leicht wärmeres Klima als heute angezeigt, das von vergleichbarer oder geringerer Humidität geprägt war. Die Höhe des kontinentalen bzw. ozeanischen Einflusses kann nicht im Detail determiniert werden, da auch die bereits erwähnten Klimastationen Klagenfurt (in Jahresdurchschnitt wärmer, humider, Dfb) und Minsk (kälter, arider, Dfb) in den Äquivalenzarealen zu A-C liegen. Die Einordnung der Schichten A-C ins beginnende Holozän wird dadurch jedoch nicht in Frage gestellt.

In der getrennten Arealanalyse der Säugetierfaunen aus den Kulturschichten C und B zeigt sich dasselbe Bild wie in der Zusammenfassung der Faunen aus A-C. Untersucht man die Verbreitungsgebiete der Säugetiere aus Kulturschicht A unabhängig von B und C, so ergibt sich ein einziges Äquivalenzareal, welches die für A-C beschriebenen umfasst und sich zusätzlich bis nach Südfinnland, Russland, Mazedonien, Serbien und Montenegro erstreckt.

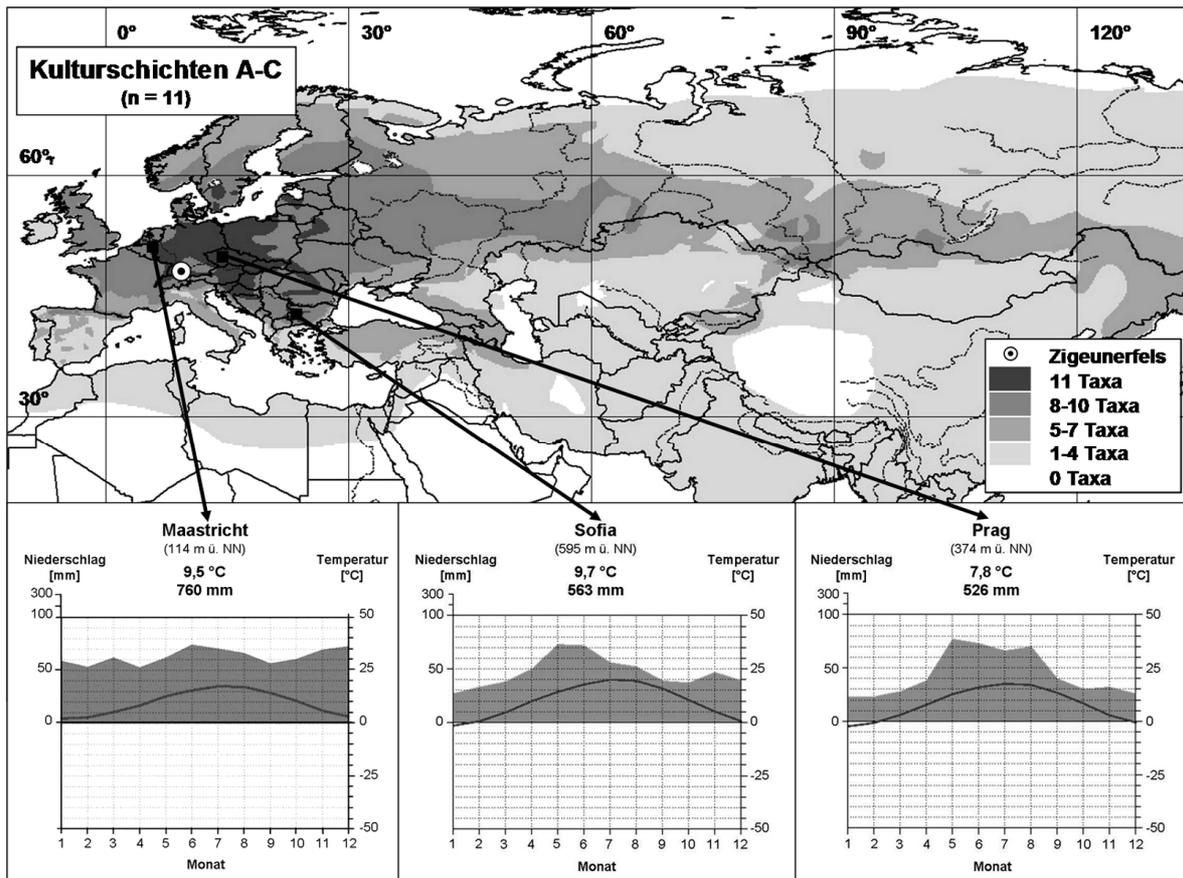


Abb. 3.5.12. Arealanalyse des Schichtkomplexes A-C vom Zigeunerfels bei Sigmaringen. Darstellung der Niederschlags- und Temperaturdaten für die Äquivalenzareale im dreißigjährigen Mittel. Anzahl der eingegangenen Taxa: n = 11. Klimagrafiken verändert nach MÜHR (2006). Grau: monatliche Niederschlagsmenge (y-Achse, links). Linie: monatliche Temperaturen (y-Achse, rechts). Monate auf der x-Achse. Angabe von Jahresdurchschnitts-Temperatur, Jahres-Gesamtniederschlag und Höhe über NN.

### 3.5.5 Zusammenfassung und Diskussion Zeitscheibe 5

Im Präboreal etablierte sich im Großteil Mitteleuropas die typisch "holozäne" Fauna (vgl. KOENIGSWALD 2002a). Die extrem schnelle Ausbreitung vieler thermophiler Arten innerhalb weniger 100 Jahre über ganz Mitteleuropa (besonders eindrucksvoll nach lokalem Aussterben in der Jüngeren Dryas: Reh, *Capreolus capreolus*, Abb. 3.5.5) und bis spätestens zum mittleren Boreal auch ganz Südschweden wird in der vorliegenden Arbeit außerordentlich deutlich. Sie ist in Übereinstimmung mit der raschen Klimaerwärmung (BJÖRCK 1996; RENSSON & ISARIN 2001), und es ist keine Verzögerung gegenüber der Nordwärts-Verschiebung der Vegetationszonen (USINGER 2004; LITT & STEBICH 1999; LITT et al. 2001) erkennbar.

Ungleich der ersten, langsameren Ausbreitungswelle direkt nach der Maximalvereisung, fand bei der zweiten nach der Jüngeren Dryas keine Verzögerung der klimatischen Auswirkungen auf die Säugetierfauna im norddeutschen Raum statt und nur eine sehr leichte in Südschweden. Das Auftreten vieler warmzeitlicher Tiere in Dänemark erst im Boreal

muss nicht zwangsläufig den wahren Zeitpunkt des Einwanderns widerspiegeln, denn Faunenfunde in den mesolithischen Fundstellen des dänischen Präboreals sind aus taphonomischen Gründen spärlich. Frühere oder raschere Ausbreitung nach Südkandinavien muss also in Betracht gezogen werden (AARIS-SØRENSEN im Druck). Der Vermutung von KOENIGSWALD & HEINRICH (1996), die frühholozäne Fauna vom Bettenroder Berg würde eine Verzögerung in der Wiederbesiedlung andeuten, muss hier widersprochen werden (Abb. 3.5.9).

Scheinbar kam es in der Zeitscheibe 5 jedoch zu einer solchen Verzögerung im Osten Mitteleuropas. Ob diese mit einem starken Einfluss der Jüngeren Dryas im kontinentalen Bereich zusammenhängt oder die Faunenzusammensetzung im Osten einfach ein Artefakt aus sammlungstechnischen oder taphonomischen Gründen darstellt, kann nicht mit Sicherheit festgestellt werden.

Die boreale Zusammensetzung der zentraleuropäischen Theriofauna war allgemein ähnlich der präborealen (KOENIGSWALD 2002a). Nur wenige warmzeitliche Arten waren vermutlich erst im Boreal fester Faunenbestandteil (Igel, *Erinaceus europaeus*, Siebenschläfer, *Glis glis*, Haselmaus, *Muscardinus avellanarius*). Da diese jedoch stets schlecht belegt sind (KOENIGSWALD mdl. Mttlg. 2009), ist ein früheres Auftreten nicht gänzlich auszuschließen.

Die Existenz der Öresund-Landbrücke und die allgemeine Klimaverbesserung führten auch zur vermehrten Einwanderung von Säugern nach Schweden. Noch bis 9.000 BP fand hingegen keinerlei Migration über die Närke-Meeressstraße in nördlichere Gebiete statt (BJÖRCK 1996).

Dass der Elch (*Alces alces*) sein Verbreitungsgebiet anscheinend erst nach dem Boreal wieder nach Süden ausdehnen konnte, könnte mit der zunächst sehr starken Bewaldung zusammenhängen (vgl. SCHMÖLCKE & ZACHOS 2005). Eventuell geschah diese Ausbreitung erst mit lichter werdender Bewaldung bzw. als der Mensch begann, verstärkt Einfluss auf die Vegetation auszuüben (Rodung, Ackerbau, etc.).

Dass das Klima selbst im Verlauf des Präboreals und Boreals nicht einheitlich war, wird anhand der Fundstelle Friesack in Brandenburg (132; Abb. 3.5.10) deutlich. Der in der Fauna (BENECKE 2004) angedeutete Rückschlag in der Schicht 4 II korreliert möglicherweise mit der präborealen Oszillation, die nach 9.100 BP stattfand und sich auch in der Flora widerspiegelt (vgl. BJÖRCK et al. 2001; LITT et al. 2003; USINGER 2004).

Veränderungen des Klimas, der Vegetation und der Jagdfauna brachten regional unterschiedliche, aber dennoch synchrone und umfassende kulturelle Veränderungen mit sich (z. B. TERBERGER 2006b). Das in das Präboreal datierte Metatarsale eines Rentiers (*Rangifer tarandus*) von Rottenburg-Siebenlinden in Baden-Württemberg (233; KOKABI 1994; KIND 2003) spiegelt wahrscheinlich nicht die tatsächliche Verbreitung des Rens wider, sondern belegt vielmehr die verstärkte Aktivität des Menschen im frühen Holozän. Die Menschen des Mesolithikums beließen gelegentlich die unteren Fußglieder der erlegten Tiere in den Fellen ihrer Bekleidung oder nutzten diese außerordentlich kompakten Knochen zur Werkzeugherstellung. Zudem legten sie bereits weite Strecken zurück, wie der Austausch von Werkzeugen zwischen dem Beuronien und dem norddeutschen Mesolithikum belegt (BENECKE mdl. Mttl. 2008).

Die Schichten A-C vom Zigeunerfels datieren in das früheste Präboreal. Deshalb muss die untere Schichtgrenze dieses Komplexes in etwa mit der Pleistozän/Holozän-Grenze übereinstimmen. Die Fauna ist in allen Belangen bereits typisch warmzeitlich und weist auf ähnliche, möglicherweise sogar wärmere Klimabedingungen als heute hin. Zu demselben Ergebnis kommt auch die Arealanalyse, in der erstmals die rezenten Verbreitungsareale aller einbezogenen Säuger überlappen (d. h. eine solche Faunenzusammensetzung ist heutzutage noch existent). Die Schichten A-C reichen nicht in das spätere Präboreal, geschweige denn in das Boreal, da sich oberhalb der Schicht A rezente Lagen befanden. Der rasche Klimaumschwung und der damit verbundene Faunenwandel lassen sich also auch am Zigeunerfels nachzeichnen. Die etwa 10 cm mächtige Sedimentschicht ohne archäologische Funde unterhalb der Kulturschicht C weist KOENIGSWALD (1972) dem Präboreal zu, was in der vorliegenden Studie bestätigt wird. Der Nachweis des frühesten Mesolithikums in Schicht C (TAUTE 1972a, 1978) steht mit der holozänen Faunenzusammensetzung im Einklang. Die Schicht A am Zigeunerfels erstreckt sich in der chronologischen Übersicht von TAUTE (1978) bis in das Jüngere Atlantikum hinein. Dieser Befund kann anhand der neuen Radiokarbonaten, die präborealen Alters sind, nicht bestätigt werden. Die Interpretation beruht wahrscheinlich auf Funden neolithischer Artefakte (vgl. TAUTE 1972a). Eine Vermischung in den oberen Schichten wurde auch in Bezug auf die Säugetierfauna von KOENIGSWALD (1972) nicht ausgeschlossen. Und Streufunde müssen, wie anhand der Datierung eines Zahnes von *Bos* sp. auf  $955 \pm 30$  BP (App. 5) festgestellt wurde, grundsätzlich mit Vorsicht behandelt werden. Funde der Nordischen Sumpfmaus (*Microtus oeconomus*) gehören entgegen der Feststellung von KOENIGSWALD (1972) nicht zur

Kulturschicht C am Zigeunerfels. Dieses abweichende Ergebnis resultiert höchstwahrscheinlich daraus, dass nun das Einfallen der Schichten berücksichtigt werden konnte. Die Sumpfmaus kommt letztmalig in der obersten Abtragung von D oben vor, verschwand demnach in der Jüngeren Dryas und trat im Präboreal nicht wieder im Zigeunerfels auf.

Die säugetierfaunistischen Ergebnisse werden durch die Einordnung der Schneckenfauna der Schicht C in das Präboreal (RÄHLE 1976, 1978) gestützt.

Zeitscheibe/Chronozone	Säugetierfauna	Klima	Gletscher	Landschaft	Flora	Mensch	
5	<b>Boreal</b>	Zusammensetzung ähnlich wie im Präboreal	wärmer als heute	S & N: Abschmelzen	<i>Litorina</i> -Meer Öresund = Wasserstraße  Nordsee-Transgression	weite Verbreitung von Hasel, Eiche, Ulme, Linde  N: Maglemose SW: Beuronien B-C	
	9.000 <sup>14</sup> C BP		kurze Abkühlung	N: Unterbrechung des Abschmelzens	Endmoränen in Norwegen <i>Ancylus</i> -See	"Preboreal Oscillation"	Mesolithikum N: Maglemose SW: Beuronien A
4	<b>Präboreal</b>	2. "Einwanderungswelle" plötzlicher Wandel warmzeitliche Arten dominant N: kaum Verzögerung	Holozän: rasche Erwärmung Tw = -5 bis 5°C Ts = 13-17°C	Abschmelzen  Nordatlantik eisfrei	Öresund = Landbrücke  Periglazialstrukturen in Skandinavien	endgültige Wiederbewaldung (im N leicht verzögert)	
	10.000 <sup>14</sup> C BP				<i>Yoldia</i> -Meer Öresund = Wasserstraße	Verlagerung der Baumgrenze zurück nach S; N: Tundra; S: <i>Pinus</i> bleibt	N: Ahrensburger SW: Azilien Skandinavien unbewohnt
3	<b>Jüngere Dryas</b>	starker Diversitätsrückgang zeitweiliges lokales Aussterben v. a. temperierter Arten <i>Lemmus</i> > <i>Dicrostonyx</i> Aussterben: <i>Megaloceros</i>	GS-1: Ts ca. 4-8°C feuchter als GS-2a	S & N: erneuter Vorstoß	N: erneuter Permafrost	"Open Vegetation phase III"	N: Bromme SW: Azilien
	10.800 <sup>14</sup> C BP				Öresund = Landbrücke Laacher-See-Ausbruch	Ausbreitung von Birken-Kiefern-Wald	
2	<b>Allerød</b>	N: "Blütezeit" <i>Megaloceros</i> verstärktes lokales Aussterben rezenter Kälte- und Trockenheitsanzeiger	GI-1a: Ts = 12-16°C	S & N: Abschmelzen	N: Auftauen des Permafrostes		
	12.000 <sup>14</sup> C BP					"Open Vegetation phase II" (nur N)	Federmessergruppen
2	<b>Ältere Dryas</b>	Aussterben: <i>Bison priscus</i>	GI-1b: Ts < 10°C	S: Daun-Vorstoß		N: Tundra, <i>Betula</i> ; S: <i>Betula</i> , <i>Pinus</i>	
	<b>Bølling</b>	Diversitätsmaximum	GI-1c: Ts = 15°C				
2	<b>Älteste Dryas</b>	1. "Einwanderungswelle" N: Verzögerung	GI-1d: T-Rückgang	S & N: Abschmelzen	Öresund = Wasserstraße	"Open Vegetation phase I"	N: Havelte
	12.500 <sup>14</sup> C BP	Kälte- und Trockenheitsanzeiger dominant; Aussterben: <i>Ursus spelaeus</i> , <i>Mammuthus</i> , <i>P. leo spelaea</i>	GI-1e: Tw = -5 bis 5°C Ts = 13-17°C		Baltischer Eisstausee		SW, Z, E: Magdalénien N: Hamburger
5	<b>Meiendorf</b>	<i>Dicrostonyx</i> > <i>Lemmus</i>	erste Erwärmung	Mecklenburg, Schleswig-Holstein, Dänemark eisfrei	Entstehung von Moränen, Tunneltälern, Eisstauseen	noch keine Reaktion der Flora	SW: erste Besiedlung Magdalénien
5	<b>Pleniglazial</b>	späte <i>Mammuthus-Coelodonta</i> -Fauna Aussterben: <i>C. crocuta spelaea</i> , <i>Coelodonta</i>	GS-2a: periglazial Tw bis 20°C niedriger als heute; trocken	N: Mecklenburg-Stadium			

Tab. 3.2. Spät- und postglaziale Entwicklung Säugetierfauna in Zusammenhang mit den biogenen und abiotischen Faktoren Klima, Eisbedeckung und Landschaft, Flora und menschliche Besiedlung. Übersicht über den in den dargestellten Stand der Forschung nach den im Text (Abschnitte 3.1 bis 3.5) genannten Autoren. E: Osten; N: Norden; S: Süden; SW: Südwesten; Ts: Sommer-Durchschnittstemperatur; Tw: Winter-Durchschnittstemperatur; Z: zentrales Mitteleuropa.

## **4. Faunenentwicklung und Diskussion: das "Große Bild"**

### **4.1 Faunen- und Umweltentwicklung in Mitteleuropa**

Wie für einzelne Zeitscheiben bereits dargestellt, reagierte jede Säugetierart spezifisch mit Ausbreitung oder Arealverkleinerung (dem lokalen Aussterben) auf die Klima- und Umweltveränderungen im ausgehenden Glazial und dem frühen Postglazial, woraus sich die Zusammensetzungen der Faunen ergaben. Dabei wurden der Einfluss des Klimas und der Landschaftsformen (inklusive der Eisrandlage; Abb. 2.3 und 2.4) sowie die Synchronität mit den Entwicklungen der Flora (Abb. 2.4) deutlich, die auf die Klimaveränderungen reagierte (s. Tab. 3.2).

Im Folgenden werden die faunistischen Ergebnisse zusammengefasst und die Zusammenhänge vor dem Hintergrund des zeitlichen Ablaufes betrachtet und diskutiert.

#### 4.1.1 Verbreitungsgeschichte

##### *4.1.1.1 Aussterben pleistozäner Arten*

Die gesamte Spätphase der Weichselzeit (ca. 13.000-14.000 bis 10.000 BP) war nahezu weltweit vom Aussterben vieler Großsäuger geprägt. Am stärksten betroffen waren Nord- und Südamerika, Australasien und Nordeurasien (z. B. STUART 1991, 1999). Die meisten der in Mitteleuropa und Südsandinavien vorkommenden Taxa des ausgehenden Pleniglazials, des Meiendorfs und der ältesten Dryas gehörten zum so genannten "*Mammuthus-Coelodonta*"-Faunenkomplex, der hier als solcher zum letzten Mal in Erscheinung trat (KAHLKE 1993, 1994). Eine Verarmung der Fauna zeichnete sich bereits ab dem Meiendorf ab (vgl. KOENIGSWALD & HEINRICH 1996).

Bei dem Versuch, den Zeitpunkt des Aussterbens einer Art zu datieren muss immer bedacht werden, dass das jüngste direkte Datum stets das letzte bekannte Auftreten wiedergibt (solange keine jüngeren Überreste gefunden werden) und somit zwangsläufig eine Zeitangabe *vor* dem eigentlichen Aussterben ist. Trotz dieser Schwierigkeiten zeichnet sich ab, dass das Aussterben der pleistozänen Arten asynchron im Verlauf des Spätglazials erfolgte und nicht etwa im Zuge eines einzigen Ereignisses an der Pleistozän/Holozän-Grenze. In Europa waren die folgenden Arten in der folgenden Reihenfolge betroffen:

Noch im späten Pleniglazial verschwanden zunächst die Höhlenhyäne (*Crocota crocuta spelaea*) und das Wollhaarnashorn (*Coelodonta antiquitatis*). Das Wollhaarnashorn ist aus Westdeutschland (165) direkt auf ca. 13.700 BP datiert, die Höhlenhyäne aus Süddeutschland (223) indirekt auf ca. 13.500 BP (s. Abschnitt 3.1.3). Dass für die Höhlenhyäne kein direktes Datum vorliegt, ist problematisch. STUART & LISTER (2007) nennen das jüngste Datum ihres

Auftretens auf dem europäischen Festland um 26.100 BP und nehmen somit keine Wiederbesiedlung Mitteleuropas durch die Höhlenhyäne nach dem LGM an. Ein Überleben bis in das Spätglazial wird jedoch auch nicht gänzlich ausgeschlossen. Somit ist das in dieser Arbeit genannte letzte Auftreten der Höhlenhyäne nicht widerlegt, sollte jedoch mit Vorsicht betrachtet werden.

Im Meiendorf bzw. in der Ältesten Dryas traten letztmalig der Höhlenbär (*Ursus spelaeus* bzw. *U. ingressus*), das Mammut (*Mammuthus primigenius*) und der Höhlenlöwe (*Panthera leo spelaea*) in Mitteleuropa auf.

Absolute Daten lassen ein Überleben des Mammuts und des Höhlenlöwen im Südwesten bis ca. 12.200-12.400 BP vermuten (s. Abschnitt 3.2.3). Das Mammut war in Sibirien noch bis in das frühe Präboreal verbreitet, auf Wrangel Island ist es sogar bis ca. 4.000 BP belegt (STUART 1991, 1999; STUART et al. 2002, 2004).

Zum letzten Auftreten des Höhlenbären existieren hingegen widersprüchliche Angaben. RABEDER (2000) vermutet ein Überdauern in den Alpen und deren Umgebung bis ca. 16.000 calBP. PACHER & STUART (2008) und STUART & LISTER (2007) postulieren hingegen das Überleben des Höhlenbären nur bis etwa 24.000 BP, d. h. sie nehmen sein Aussterben bereits weit vor der Maximalvereisung an und schließen eine spätglaziale Wiederbesiedlung dieses Gebietes aus. Das Ergebnis von PACHER & STUART (2008) beruht auf Akquisition neuer und Überprüfung bereits veröffentlichter Radiokarbondatierungen. Allerdings werden einige <sup>14</sup>C-Daten ohne detaillierte Diskussion aus der Analyse ausgenommen, u. a. die in diese Arbeit eingeflossenen aus der Zeitscheibe 1 Süddeutschlands (226, 259). Da der Höhlenbär jedoch mehrfach im späten Pleniglazial nachgewiesen ist (223, 226, 229, 259; teils aus mehreren Horizonten), wird hier sein Vorkommen noch nach dem LGM als wahrscheinlich angesehen. Diese Funde und der einzige Nachweis aus der Zeitscheibe 2 (225) wurden bislang noch nicht direkt radiokarbondatiert, so dass eine gewisse Vorsicht geboten ist. Jedoch liegen keine Hinweise auf etwaige Vermischungen vor, so dass derzeit keine Zweifel an der indirekten bzw. relativen stratigrafischen zeitlichen Einordnung bestehen. Das Letzte Auftreten des Höhlenbären wird derzeit intensiv erforscht und neue Datierungsergebnisse, auch zu hier angeführten Funden, werden erwartet (MÜNZEL schriftl. Mittlg. 20.04.2009). Wie schon für die Höhlenhyäne muss also auch für den Höhlenbären der genaue Zeitpunkt des Aussterbens derzeit noch unklar bleiben. Auch ob es sich um *Ursus spelaeus* oder stets um *U. ingressus* handelt, der zumindest im Achtal ab ca. 28.000 BP nachgewiesen ist (z. B. HOFREITER et al. 2007; MÜNZEL et al. 2007, im Druck), bleibt abzuwarten.

Die pleistozäne Hamsterart *Cricetus major* war nach der Zeitscheibe 2 ebenfalls in Mitteleuropa ausgestorben.

Der Steppenbison (*Bison priscus*) trat zuletzt in der Älteren Dryas auf (s. Abschnitt 3.3.3). Er kam jedoch nie im dänischen Spätglazial vor (STUART 1991; vgl. AARIS-SØRENSEN im Druck).

Der Riesenhirsch (*Megaloceros giganteus*), der nach dem LGM erst am Ende der Ältesten Dryas noch einmal nach Nordmitteleuropa/Südskandinavien eingewandert war, starb in der mittleren Jüngeren Dryas aus (s. Abschnitt 3.4.3). Dies entspricht zeitlich in etwa dem Aussterben auf den Britischen Inseln, während der Riesenhirsch in Sibirien noch bis ca. 7.000 BP überlebte (STUART et al. 2004).

Generell ist zu erkennen, dass sich die Verbreitungsgebiete der jeweiligen Arten in der Zeit direkt vor dem Aussterben stark verkleinerten. So kamen z. B. das Mammut (Abb. 4.1), der Höhlenbär, die Höhlenhyäne und der Höhlenlöwe (Abb. 4.2) zuletzt ausschließlich im Süden bzw. Südwesten Mitteleuropas vor. Der Riesenhirsch (Abb. 4.2) hingegen war nach dem LGM ausschließlich auf die nördliche Region beschränkt.

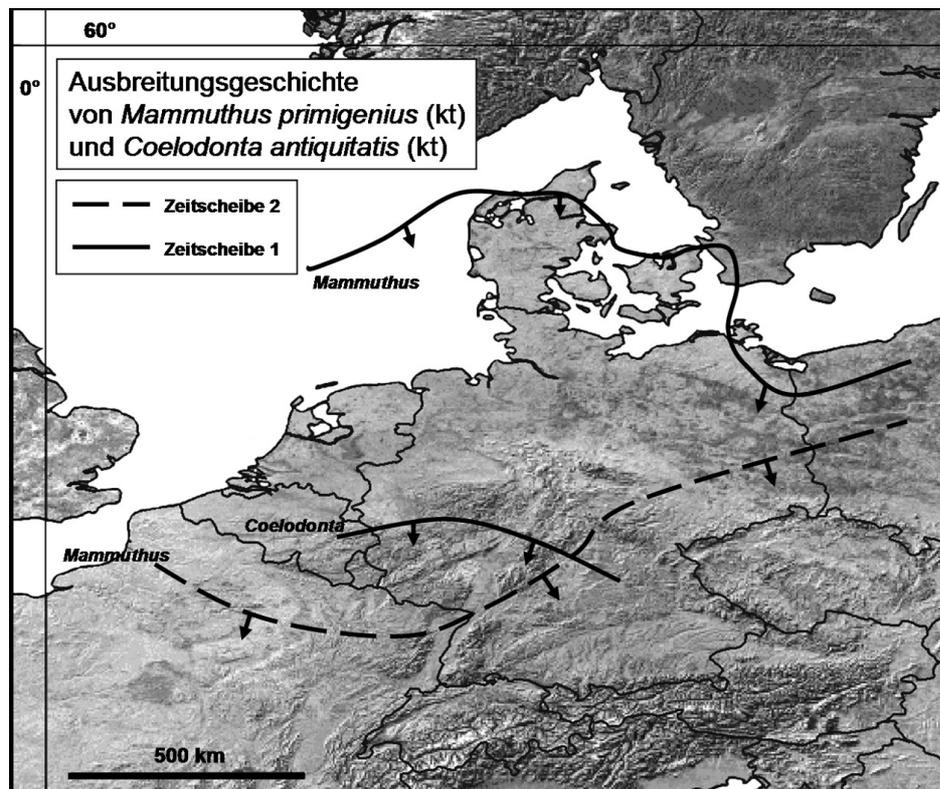


Abb. 4.1. Grenzen der Verbreitungsgebiete von *Mammuthus primigenius* und *Coelodonta antiquitatis* in den Zeitscheiben 1 und 2. Minimalverbreitung anhand gesicherter Nachweise. Pfeile weisen zu der Seite der Linie, auf der das Verbreitungsgebiet liegt.

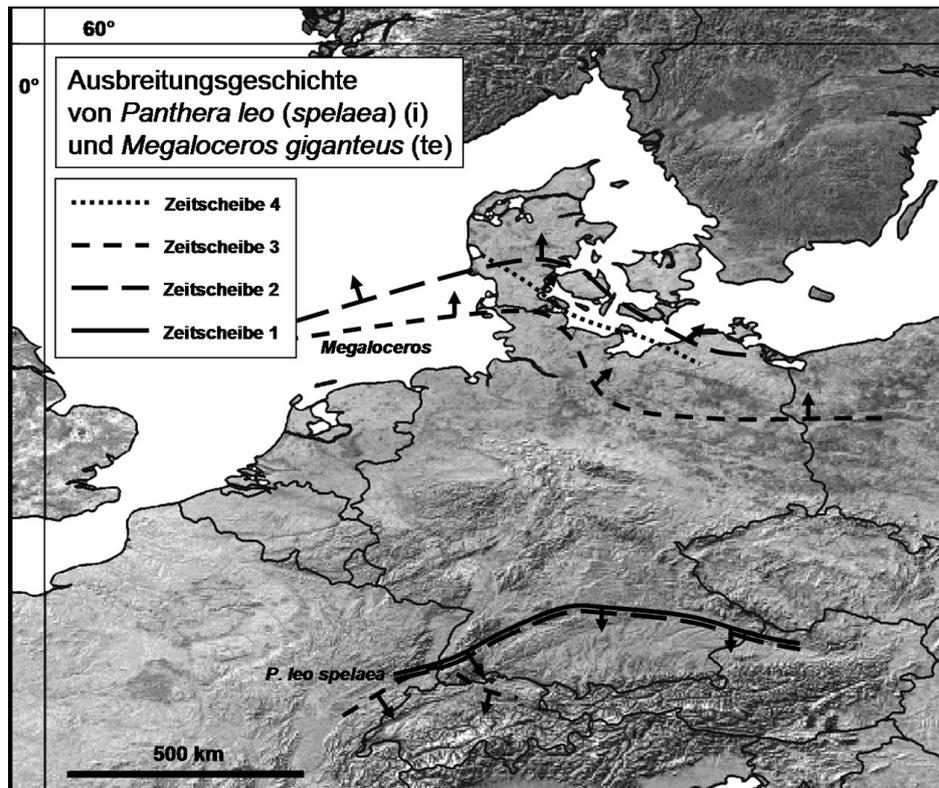


Abb. 4.2. Grenzen der Verbreitungsgebiete von *Panthera leo spelaea* und *Megaloceros giganteus* in den Zeitscheiben 1 bis 4. Minimalverbreitung anhand gesicherter Nachweise. Pfeile weisen zu der Seite der Linie, auf der das Verbreitungsgebiet liegt (Nord- bzw. Südgrenze).

Aufgrund dieser deutlichen zeitlichen Abfolge sollte statt von einem spätpleistozänen Aussterbeereignis vielmehr von einem Aussterbeprozess gesprochen werden (vgl. STUART 1991, 1999; STUART & LISTER 2007).

Die Rolle des Menschen dabei wird kontrovers diskutiert, besonders in Bezug auf das Mammut (z. B. KOENIGSWALD 1998, 1999a, 2002a, 2002b). Die Theorie des "human overkill" (MARTIN 1984; SUROVELL et al. 2005) auf der einen Seite steht der Sicht, der Umwelteinfluss allein sei verantwortlich (z. B. GRAHAM 1990, 1992; GRAHAM & MEAD 1987; GUTHRIE 1990; LUNDELIUS 1988; WILLMS 1992; PUSHKINA & RAIA 2008) auf der anderen Seite gegenüber. Die Übertragung tödlicher Krankheiten durch den Menschen wurde ebenfalls in Betracht gezogen und diskutiert (MACPHEE & MARX 1997; STUART 1999). In den vergangenen Jahren setzte sich jedoch immer mehr die Auffassung durch, dass am wahrscheinlichsten eine Kombination der Faktoren zum Aussterben geführt hat. So wird vermutet, dass sich der menschliche Einfluss (z. B. Jagd) auf ökologisch bereits gestresste oder isolierte Populationen auswirkte (z. B. BARNOSKY et al. 2004; NOGUÉS-BRAVO et al. 2008; STUART 1991, 1999, 2005; REUMER 2007). Interessant ist das Verschwinden des Mammuts aus Fundstellen des nördlichen Mitteleuropas zeitgleich mit dem zeitgleichen dortigen Erscheinen der Hamburger Kultur (vgl. TERBERGER 2006a; GRIMM & WEBER 2008). In diesem Fall könnte tatsächlich die Entwicklung neuer Jagdtechniken der bereits durch klimatischen Stress geschwächten Population den "Todesstoß" versetzt haben.

Vergleicht man den Ablauf der Faunenentwicklung im nordwestlichen Eurasien mit dem in Nordamerika, so stellt man fest, dass dort mehr Spezies ausstarben und dass dies plötzlicher und synchron um 11.000 BP geschah. Der Einfluss des Menschen auf die Ausrottung pleistozäner Großsäuger war dort möglicherweise größer als in Europa (erstmalige Einwanderung des Menschen, rasche Ausbreitung der Clovis-Kultur; vgl. MARTIN 1984; STUART 1991, 1999; UERPMANN 1990).

#### 4.1.1.2 Ausbreitung und lokales Aussterben rezenter Spezies

Neben den gänzlich ausgestorbenen Arten war die Säugetierfauna Mitteleuropas aus solchen Arten zusammengesetzt, die bis in heutige Zeit überlebt haben, und deren Verbreitungsgebiete entweder heute noch das untersuchte Gebiet einschließen oder außerhalb Mitteleuropas liegen. Diese Arten erschienen im Verlauf der Wiedererwärmung und – bewaldung bzw. starben im Spät- und frühen Postglazial lokal aus. Auch diese Dynamik war – wie das Aussterben der pleistozänen Großsäuger – asynchron.

In der Zeitscheibe 1 waren alle Kälte- und Trockenheitsanzeiger bereits zugegen (mit Ausnahme des Eisbären; *Ursus maritimus*). Auch erste Pioniere der warmzeitlichen Fauna waren - vor allem im Süden und Westen – schon reichlich vertreten. Neben den kältetoleranten Feuchtigkeitsanzeigern Biber (*Castor fiber*), Nordische Sumpfmaus (*Microtus oeconomus*) und Elch (*Alces alces*) und vielen klimatisch indifferenten Arten, die auch heute noch im untersuchten Gebiet vertreten sind, z. B. dem Rothirsch (*Cervus elaphus*), waren dies die folgenden sieben temperiert angepassten Formen: weißzahnige Spitzmäuse (*Crocidura leucodon-russula*), die Sumpfspitzmaus (*Neomys anomalus*), die Feldmaus (*Microtus arvalis*), die Rötelmaus (*Myodes glareolus*), die Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*), der Rotfuchs (*Vulpes vulpes*), und der Baummarder (*Martes martes*). Nur eine einzige Art, die Knirpsspitzmaus (*Sorex minutissimus*), trat letztmals im späten Pleniglazial auf.

In der Zeitscheibe 2 kamen sieben weitere thermophile Säugetiere hinzu. Diese sind ab dem Meiendorf die erste eindeutig bestimmte Fledermausart, die Breitflügel-Fledermaus (*Eptesicus serotinus*) (unbestimmte Chiroptera waren bereits in der Zeitscheibe 1 belegt), die Kurzzohrmaus (*Microtus subterraneus*), der Gartenschläfer (*Eliomys quercinus*) und der Dachs (*Meles meles*) und spätestens in der Ältesten Dryas das Wildschwein (*Sus scrofa*), das Reh (*Capreolus capreolus*) und der Auerochse (*Bos primigenius*). Letzterer überlebte zwar bis in die Neuzeit, ist aber heute ausgerottet (letztes Exemplar 1627 erlegt; LENGERKEN 1953).

Daneben sind die indifferenten Birkenmaus (*Sicista betulina*) und Wildschaf (*Ovis aries*) erstmals belegt, sowie der Russische Desman (*Desmana moschata*), der jedoch kein Teil der rezenten Fauna mehr ist (s. u.). Diese Arten kamen zunächst überwiegend im Süden, Westen und Osten vor. In der Zeitscheibe 2 begann die allmähliche Verlagerung der Faunenzone (gemeinsam mit der Vegetation) nordwärts (vgl. BJÖRCK 1996). Hingegen traten nur zwei Arten letztmals in dieser Zeitscheibe auf: Der Leopard (*Panthera pardus*) im Meiendorf und die Saiga-Antilope (*Saiga tatarica*) in der Ältesten Dryas.

In den Zeitscheiben 1 und 2 kamen also mehr Arten hinzu als ausstarben, selbst unter Berücksichtigung der gänzlich ausgestorbenen Formen (s. o.). Allerdings fehlten im Meiendorf insgesamt fünf Arten, die im Bølling-Allerød-Komplex wieder vorkamen (Steppenbison, *Bison priscus*, Moschusochse, *Ovibos moschatus*, Wasserspitzmaus, *Neomys fodiens*, Feldmaus, *Microtus arvalis*, Zwergspitzmaus, *Sorex minutus*, und Erdmaus, *Microtus agrestis*), was für eine scheinbare Balance oder zeitweilige Abnahme der Diversität sorgte.

In der Zeitscheibe 3 kamen der Abendsegler (*Nyctalus* sp.) und die Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) erstmals vor. Ebenfalls ist die Polarrötelmaus (*Myodes rutilus*) nachgewiesen. Hier muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass innerhalb der Gattung die Bestimmungen häufig ungenau sind und ein früheres Auftreten daher nicht ausgeschlossen werden kann. Außerdem trat das klimatisch weniger aussagekräftige Braune Langohr (*Plecotus auritus*) in Erscheinung. Alle diese Arten sind jedoch erst im Allerød sicher nachgewiesen. Das Bølling und die Ältere Dryas waren also nicht von Zuwanderung sondern vor allem von der sukzessiven Ausbreitung der bis dahin nur im Südwesten verbreiteten Arten nach Norden gekennzeichnet, die bereits in der Zeitscheibe 2 eingesetzt hatte. In der Zeitscheibe 3 starben die folgenden sechs Arten lokal aus: das Alpenmurmeltier (*Marmota marmota*), der Dschungarische Zwerghamster (*Phodopus sungorus*), der Vielfraß (*Gulo gulo*), der Moschusochse (*Ovibos moschatus*), die Gämse (*Rupicapra rupicapra*) und der Eisbär (*Ursus maritimus*), der nur ein kurzzeitiger Besucher im Allerød im Norden Jütlands war (AARIS-SØRENSEN im Druck). Interessanterweise verschwanden diese Tiere allesamt in der Älteren Dryas oder im Allerød; für das Bølling ist kein Letztauftreten verzeichnet. Was die Diversität betrifft war also das Bølling eine Zeit des Equilibriums nach einer Zeit, in der das Erstauftreten dem lokalen Aussterben überwog (Zeitscheiben 1 und 2) und bevor mehr Arten auszusterben begannen als hinzukamen (ab der Älteren Dryas).

In der Zeitscheibe 4 trat ausschließlich das Wisent (*Bison bonasus*) erstmals auf, und zwar erst am Übergang zum Präboreal. Fünf Taxa starben hingegen im Verlauf der Jüngeren Dryas

aus: der Russische Desman (*Desmana moschata*), der Steppenpfeifhase (*Ochotona pusilla*), der Ziesel (*Spermophilus* sp.), der Eisfuchs (*Alopex lagopus*) und der Steinbock (*Capra ibex*), dessen letzter Nachweis gleichzeitig das letzte Auftreten montaner Arten im Flachland bzw. Mittelgebirge markiert. Außerdem fehlten in der Jüngeren Dryas temperiert angepasste und indifferente Arten, die vorher sowie nachher in Mitteleuropa vorkamen, z. B. Gelbhalsmaus, Mopsfledermaus, Braunes Langohr, Biber, Reh, Wildschwein und Dachs. Ihr Fehlen wird auch von AARIS-SØRENSEN (im Druck) anhand neuester Radiokarbonaten vermutet ("Younger Dryas induced pause"). Weitere Arten, die ebenfalls in Übereinstimmung AARIS-SØRENSEN (im Druck) im Norden fehlen (z. B. die Schermaus, *Arvicola terrestris*, die Waldspitzmaus, *Sorex araneus*, und die Birkenmaus, *Sicista betulina*), überleben nachgewiesenermaßen die Jüngere Dryas im Südwesten Mitteleuropas. Dieses Fehlen von Säugetieren im gesamten oder nördlichen Untersuchungsgebiet ist durch den vielfach nachgewiesenen Klimarückschlag und die damit verbundene Rückverlagerung der Vegetationszonen nach Süden (z. B. EHLERS 1994; BJÖRCK 1996; USINGER 2004; LITT & STEBICH 1999) bedingt. Das Modell von KOENIGSWALD (2002a, 2003), dass Einwanderung und lokales Aussterben einzelner Arten über längere Zeit (Glaziale und Interglaziale) die mitteleuropäischer Säugerfauna bedingen, ist somit auf kurzzeitige Stadiale und Interstadiale übertragbar.

Das Erstauftreten der meisten rezenten Säuger erfuhr das untersuchte Gebiet am Beginn des Holozäns, als 13 warmzeitliche Arten erschienen: der Igel (*Erinaceus europaeus*), die Kleine Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*), die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), die Bechstein-Fledermaus (*Myotis bechsteini*), das Mausohr (*Myotis myotis*), die Wimperfledermaus (*Myotis emarginatus*), der Feldhase (*Lepus europaeus*), das Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*), die Brandmaus (*Apodemus agrarius*), die Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*), der Siebenschläfer (*Glis glis*), die Haselmaus (*Muscardinus avellanarius*) und der Fischotter (*Lutra lutra*). Zusammen mit ihnen erschienen drei klimatisch weniger aussagekräftige Arten: die Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*), die Zwergmaus (*Micromys minutus*) und der Steinmarder (*Martes foina*). Der einzige Beleg der Alpenspitzmaus (*Sorex alpinus*) ist nicht besonders aussagekräftig, da Bestimmungen innerhalb der Gattung *Sorex* häufig uneindeutig sind und sie vermutlich schon wesentlich länger im zentraleuropäischen Raum vertreten war. Die Mehrzahl der genannten Arten trat bereits am Beginn des Präboreals auf und war – in Einklang mit der rasanten klimatischen und der botanischen Entwicklung (BJÖRCK 1996; LITT & STEBICH 1999; LITT et al. 2001) –

innerhalb weniger Jahrhunderte über das gesamte Gebiet verbreitet. Es ist kaum eine Verzögerung im Norden erkennbar (vgl. AARIS-SØRENSEN im Druck). Eine Verzögerung der Faunenausbreitung in den kontinentalen Osten deutet sich hingegen an und ist durchaus denkbar, wenn auch aufgrund der kritischen Datenlage nicht einwandfrei belegbar. Das Rentier (*Rangifer tarandus*) war lediglich bis in das spätes Präboreal und nur noch im Norden des Gebietes verbreitet. Für den Halsbandlemming (*Dicrostonyx* sp.) liegen keine Nachweise nach dem Boreal mehr vor. Weitere Arten, z. B. Elch oder Auerochse, waren zwar in der Zeitscheibe 5 (und auch später) noch vertreten, sind aber kein Bestandteil der rezenten Fauna mehr, da sie zwischenzeitlich entweder lokal oder gänzlich ausstarben, z. T. unter erheblicher Einwirkung des Menschen.

Bei diesen Betrachtungen fällt ein Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt des Erstauftretens einer Art mit der Lage ihres Glazialrefugiums auf. Die Einwanderungen verschiedener Arten fanden aus verschiedenen Richtungen statt, überwiegend aus Refugien im Süden (Italien), Südwesten (Südfrankreich, Iberische Halbinsel), Südosten (Balkan) oder Osten (Karpaten) (SOMMER & NADACHOWSKI 2006; SOMMER 2007; SOMMER & BENECKE 2004, 2005, 2006; SOMMER et al. 2008a, 2008b). Die frühen Pioniere der Zeitscheibe 1 und 2 (z. B. Rötelmaus, Rotfuchs, Wildschwein, Elch, Rothirsch, Reh) kamen wahrscheinlich überwiegend aus geografisch nahe gelegenen Refugien (Südfrankreich, Karpaten). Die späteren Einwanderer der Zeitscheibe 5 (z. B. Fischotter, Igel), überdauerten das LGM eher in entlegenen (Italien: Überwindung der Alpen) oder weiter entfernten Rückzugsgebieten (Spanien, Balkan).

AARIS-SØRENSEN (in Druck) hält zudem das Überdauern der Jüngeren Dryas einiger zu dieser Zeit weitestgehend lokal aussterbender Arten in klimatisch begünstigten Reliktarealen nördlich der Alpen für wahrscheinlich. Dieses könnte die enorme Geschwindigkeit der frühholozänen Ausbreitung in Südschweden erklären.

Insgesamt ist – wie schon für die pleistozänen Arten beschrieben, auch für die lokal aussterbenden Formen eine Einengung des Verbreitungsgebietes vor dem Aussterben erkennbar. Als Beispiele sollen hier der Steinbock (Abb. 4.3) und das Rentier (Abb. 4.4) angeführt werden. Der Steinbock hielt sich wahrscheinlich in der Jüngeren Dryas nur noch mit einer Reliktpopulation im Mittelgebirge, bevor nördlich der Alpen verschwand. Das Verbreitungsgebiet des Rentieres, das sich bis zur Zeitscheibe 3 von Süden her nach Norden ausbreitete, zeigte eine zurückweichende Südgrenze in den Zeitscheiben 4 und 5, vor dem

Erlöschen der Spezies in Südsandinavien. Die Ausbreitung temperierter Arten inklusive dem Fehlen in der Jüngeren Dryas lässt sich am Beispiel von Reh (Abb. 4.5) und Wildschwein (Abb. 4.6) nachvollziehen.

In Zusammenhang mit der Verbreitungsgeschichte muss an dieser Stelle noch einmal auf die an den Funden aus Zigeunerfels dokumentierte enorme Körpergröße des Rothirsches und des Rehs im Spätpleistozän bzw. Frühholozän eingegangen werden. Für den Rothirsch wurde im morphologischen Direktvergleich (Museum Koenig) eine Größenübereinstimmung mit Rezentfunden des größeren Baktrischen Hirsches (*Cervus elaphus bactrianus*) aus Afghanistan festgestellt. Deshalb liegt es nahe, die Ursache des Größenunterschiedes zunächst in Verwandtschaftsverhältnissen zu suchen, also Ergebnisse molekularbiologischer Untersuchungen einzubeziehen. SOMMER et al. (2008b) führten eine phylogeografische Studie basierend auf datierten Fossilfunden und rezenter DNS durch. Demnach liegt das Glazialrefugium des mitteleuropäischen Rothirsches in Westeuropa, und eine nahe Verwandtschaft mit den asiatischen Populationen ist unwahrscheinlich. Somit handelt es sich eher um einen größeren Phänotyp westeuropäischen Ursprunges.

Für das Reh, das im Allerød kleinere Körpermaße aufwies als im Mesolithikum (App. 10), existiert in Mitteleuropa kein sicherer Nachweis in der Jüngeren Dryas. Daher ist die erneute Einwanderung einer größeren Form zu Beginn des Präboreals wahrscheinlich, gefolgt von einer kontinuierlichen Größenabnahme bis in die heutige Zeit. Dass es sich bei dem großen präborealen Reh im Zigeunerfels eventuell um Vertreter des Sibirischen Rehs (*Capreolus pygargus*) handelt ist unwahrscheinlich (SOMMER et al. 2008a). Sowohl beim Reh als auch beim Rothirsch handelte es sich also um dieselben Arten, die rezent in Mitteleuropa vorkommen (*Capreolus capreolus* und *Cervus elaphus*), und die Bergmann'sche Regel kommt zum Tragen: Bei homoiothermen Tieren sind die Individuen einer Art oder eines Verwandtschaftskreises in den kälteren Arealen ihres Verbreitungsgebietes größer als in den wärmeren (BERGMANN 1847). Auch wenn das präboreale Klima bereits dem heutigen ähnelte, kann diese Regel dennoch zur Anwendung kommen, da bei einer Größenveränderung immer auch die direkte klimatische Vergangenheit bedacht werden muss. Schon DEGERBØL (1964) bemerkte für die (sub-)fossilen Formen Dänemarks die größeren Körpermaße im Vergleich mit den rezenten Vertretern derselben Arten und schlussfolgerte auf eine Anpassung an die härteren Umweltbedingungen. Auf den Dänischen Inseln hingegen muss es zu einer nachträglichen Verzweigung des Rehs gekommen sein, denn hier war das präboreale Reh nicht größer als das rezente (AARIS-SØRENSEN im Druck; vgl. JENSEN 1991).

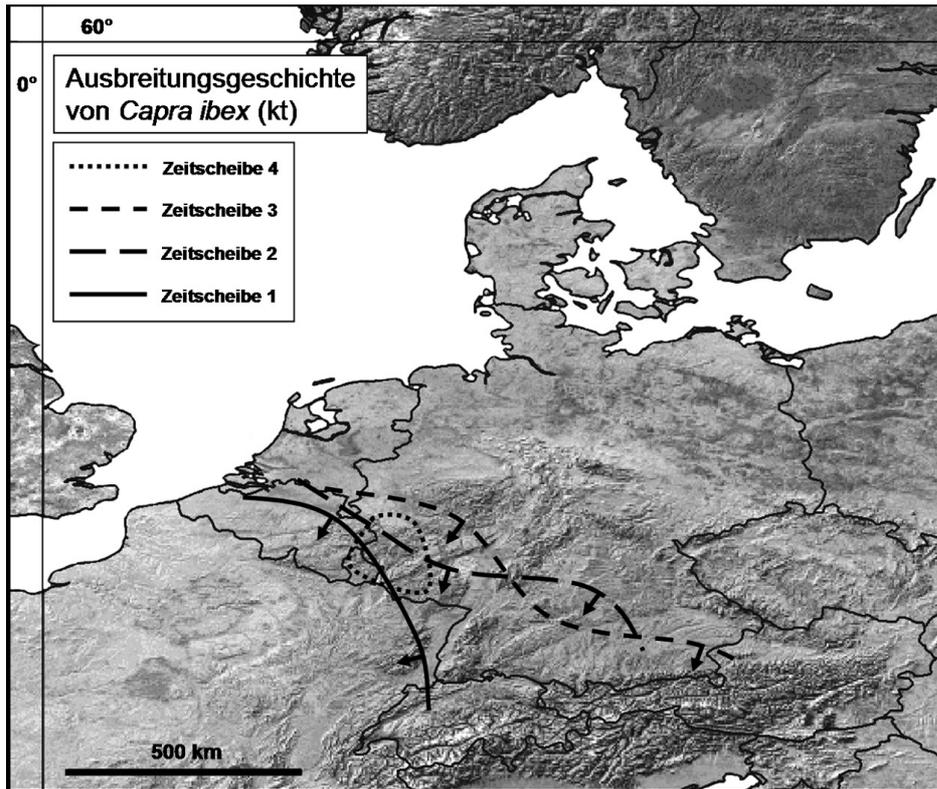


Abb. 4.3. Grenzen der Verbreitungsgebiete von *Capra ibex* in den Zeitscheiben 1 bis 4. Minimalverbreitung anhand gesicherter Nachweise. Pfeile weisen zu der Seite der Linie, auf der das Verbreitungsgebiet liegt.

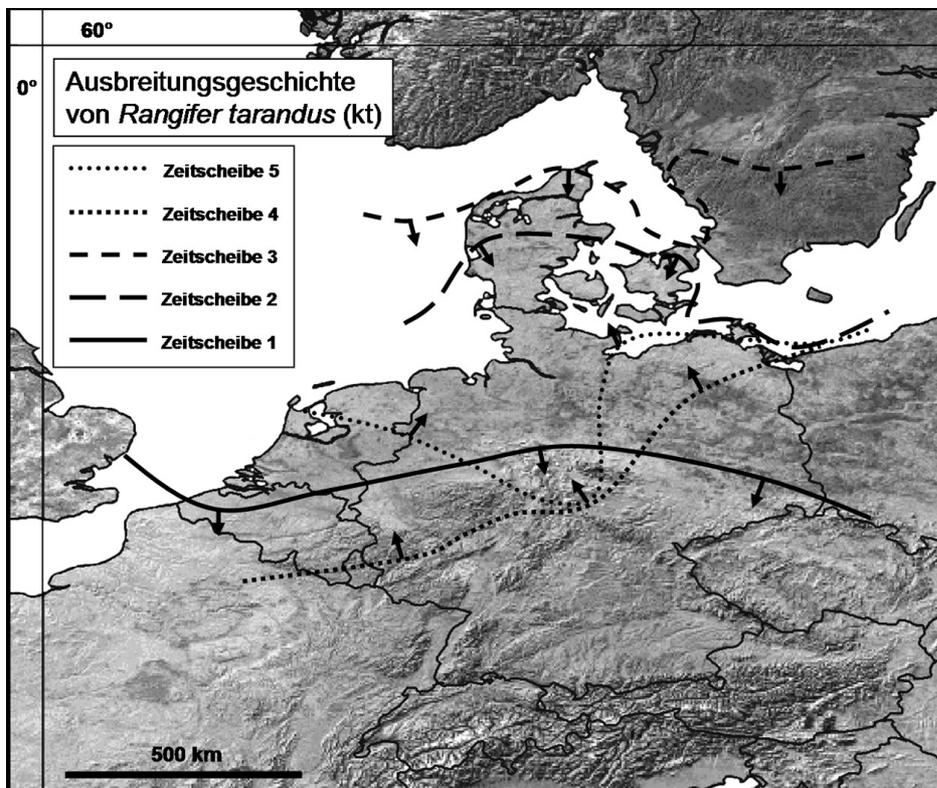


Abb. 4.4. Grenzen der Verbreitungsgebiete von *Rangifer tarandus* in den Zeitscheiben 1 bis 5. Minimalverbreitung anhand gesicherter Nachweise. Pfeile weisen zu der Seite der Linie, auf der das Verbreitungsgebiet liegt (Nord- bzw. Südgrenze).

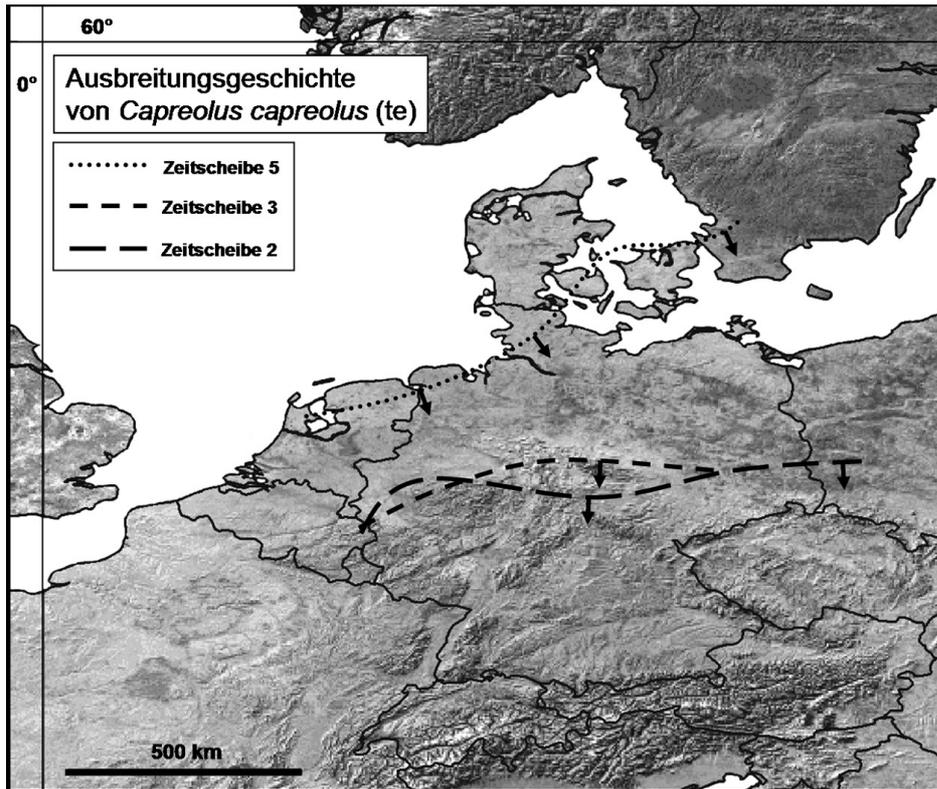


Abb. 4.5. Grenzen der Verbreitungsgebiete von *Capreolus capreolus* in den Zeitscheiben 2 bis 5 (fehlend in 4). Minimalverbreitung anhand gesicherter Nachweise. Pfeile weisen zu der Seite der Linie, auf der das Verbreitungsgebiet liegt (Nord- bzw. Südgrenze).

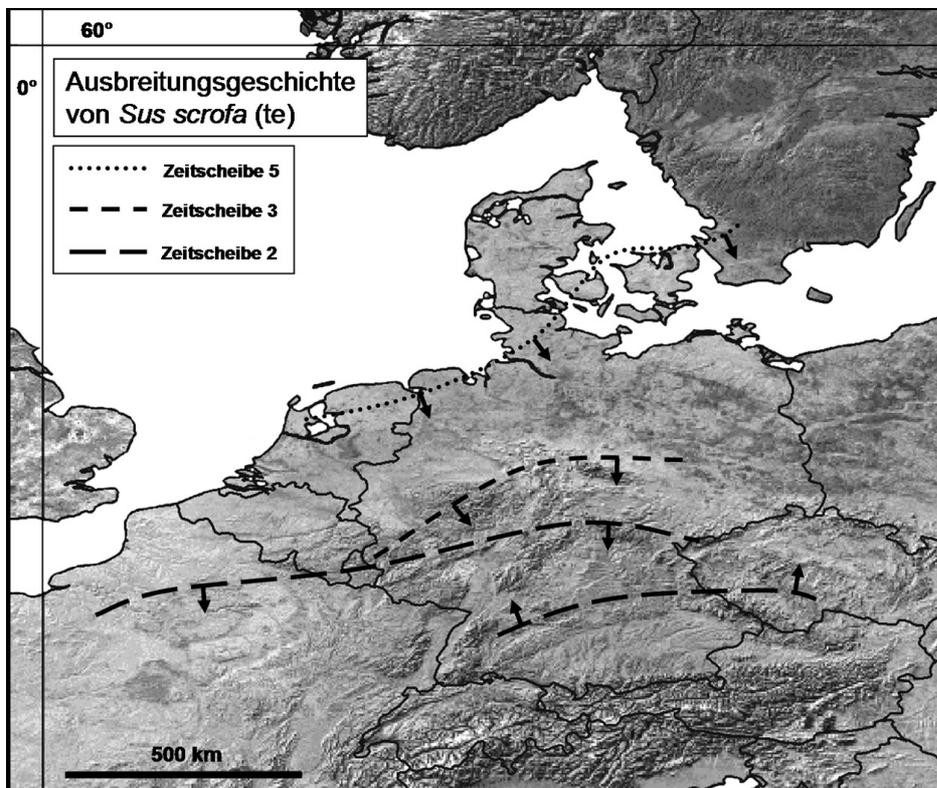


Abb. 4.6. Grenzen der Verbreitungsgebiete von *Sus scrofa* in den Zeitscheiben 2 bis 5 (fehlend in 4). Minimalverbreitung anhand gesicherter Nachweise. Pfeile weisen zu der Seite der Linie, auf der das Verbreitungsgebiet liegt (Nord- bzw. Südgrenze).

#### 4.1.1.4 Exkurs: Marine Säugetiere

Die Entwicklung der terrestrischen Säugetierfauna während des Spät- und Postglazials wurde begleitet von Veränderungen der marinen Fauna.

Die Ringelrobbe (*Phoca hispida*) ist im Kattegat bereits aus dem Spätglazial gut dokumentiert. Ihr Eindringen in die Ostsee (durch den Närke Sund) wird zeitgleich mit dem Eisfreiwerden Südmittelschwedens um 10.300-10.200 BP angenommen. Sie war wahrscheinlich die erste Robbe im Ostseebecken und erreichte die nördliche Ostsee (Finnland) spätestens um 9.500 BP. Die Sattelrobben (*Phoca groenlandica*) besiedelte im Allerød und in der Jüngeren Dryas die Passage zum Baltischen Eisstausee bzw. Yoldia-Meer (das Vänernbecken). Jedoch kann keine Einwanderung in das Ostseebecken in dieser Phase belegt werden. Seit dem Spätglazial kam in europäischen Gewässern die Kegelrobbe (*Halichoerus gryphus*) vor. Sie war während der Ancylus-Phase im Skagerrak verbreitet. Funde der Kegelrobbe (*Halichoerus gryphus*) in Jäckelberg-Huk (122), in Tempestit-Ablagerungen in der Wismarer Bucht, datieren auf etwa 8.200 BP. Die Bartrobbe (*Erignathus barbatus*) drang im Allerød bis zum südwestlichen Gletscherrand des Baltischen Eisstausees vor und erreichte das Vänernbecken während Yoldia-Phase. Danach ist sie nicht mehr in der Ostsee verzeichnet (SOMMER & BENECKE 2003; UKKONEN 2002; AARIS-SØRENSEN im Druck; SCHMÖLCKE mdl. Mttlg. 2006).

AARIS-SØRENSEN (im Druck) vermutet anhand fossiler Belege das Vorkommen von Belugawal (*Delphinapterus leucas*), Killerwal (*Orcinus orca*), Nördlichem Entenwal (*Hyperoodon ampullatus*), Nördlichem Zwergwal (*Balaenoptera acutorostrata*) und Grönlandwal (*Balaena mysticetus*), der ohne moderne oder historische Belege ist, in dänischen Gewässern seit 18.000 calBP. Der Gewöhnliche Schweinswal (*Phocoena phocoena*) ist in der Jüngeren Dryas im Kattegat/Skagerrak belegt und drang wahrscheinlich während der Littorina-Transgression in die Ostsee vor. Der Buckelwal (*Megaptera novaeangliae*) kam vor der Küste Nordjütlands bereits um  $12.100 \pm 185$  BP vor (AARIS-SØRENSEN im Druck).

Diese Funde von Phociden und Cetaceen aus archäologischen und geologischen Fundstellen des dänischen und norddeutschen Raumes (und anderer Ostseeanrainer) geben somit gute Hinweise zur Küsten- und Eisrandlage der jeweiligen Zeit und dokumentieren die zeitweilige Verbindung der Ostsee zum Atlantik.

#### 4.1.2 Entwicklungen in der Faunenzusammensetzung

Die Entwicklung der mitteleuropäischen/südkandinavischen Säugetierfauna vom späten Pleniglazial bis in das Boreal ist das Resultat des (lokalen) Aussterbens und Einwanderns der einzelnen Arten und Gattungen über die Zeit. Dabei kam es im Spätpleistozän, besonders in den Zeitscheiben 2 und 3, zum sympatrischen Auftreten von Arten, deren Verbreitungsgebiete heute nicht mehr überlappen, so genannten "disharmonious assemblages" (z. B. LUNDELIUS 1988, 1989; s. auch Arealanalyse Zigeunerfels). Dieses Phänomen ist weithin für Faunen des nordamerikanischen Wisconsinian beschrieben (z. B. GRAHAM & MEAD 1987). Die Autoren weisen darauf hin, dass das Zustandekommen dieser Zusammensetzungen vor allem darauf beruht, dass einzelnen Säuger-Spezies individuell auf den Klima- und Umweltwandel reagieren (entsprechend dem individualistischen Modell der FAUNMAP WORKING GROUP 1996). Die beobachteten Veränderungen in der mitteleuropäischen und südkandinavischen Säugerfauna, besonders die Asynchronität der Dynamik und das gemeinsame Auftreten heutzutage allopatrischer Arten, lassen sich am Besten anhand dieses Modells erklären (vgl. STUART 1991; AARIS-SØRENSEN im Druck). Man sollte aufgrund dieser disharmonischen Faunenzusammensetzungen auch Umweltbedingungen in Betracht ziehen, welche heute in der Form nicht mehr existieren. Beispielsweise ist die Sonneneinstrahlung (Winkel, tägliche Beleuchtungsdauer) in den Gebieten, in denen heute die "spätglazialen" Temperaturen herrschen, aufgrund der höheren Breite verschieden von der in Mitteleuropa. Dieses veränderte Zusammenspiel von Temperatur und Sonneneinstrahlung sorgte mit Sicherheit für eine reichere Vegetation als sie heute noch im arktischen Gebiet zu finden ist, was wiederum zu veränderter Evapotranspiration geführt haben muss. Weitere Faktoren wie z. B. die Energieabstrahlung waren höchstwahrscheinlich ebenfalls verschieden, bedingt durch die gänzlich andere Verteilung von Landoberfläche, Eisschild und Meer (vgl. KOENIGSWALD 2002a; DEGERBØL 1964).

Im Flächendiagramm (Abb. 4.7) werden die Entwicklungen der Vielfalt und der anteiligen Faunenzusammensetzung optisch deutlich, so dass die wichtigsten Aspekte des Faunenwandels hervorgehoben werden können. Auf die absoluten Zahlen wurde bereits in den jeweiligen Kapiteln eingegangen.

Die Gesamtfauuna des mitteleuropäisch-südkandinavischen Raumes war im Pleniglazial, im Meiendorf und der Ältesten Dryas relativ divers und von kalt- und/oder trocken angepassten Säugern dominiert. Diese Spitze in der Diversität rührte daher, dass zusätzlich zu den ersten Pionier-Arten immer weitere erschienen (s. o.). Im Bølling-Allerød-Komplex stieg

zwar die Anzahl der temperiert angepassten Säuger an, die Fauna verarmte jedoch insgesamt, obwohl die Umweltbedingungen für viele Arten günstig waren. Zu vermuten ist, dass die interspezifische Konkurrenz durch das Erstauftreten vieler Formen im Laufe des Bøllings (höchste Diversität, s. o.) so groß wurde, so dass neben dem klimabedingten lokalen Aussterben einige Arten verschwanden, obwohl die Habitatbedingungen noch ihren Präferenzen entsprachen (vgl. AARIS-SØRENSEN im Druck).

Ein deutlicher Einbruch der Artenzahl folgte im Zusammenhang mit dem Klimarückschlag der Jüngeren Dryas, wobei nicht – wie vielleicht erwartet – ausschließlich wärmeliebende Spezies betroffen waren, sondern Säuger aller klimatischen Gruppen. Dies spricht für die Vermutung einer sehr raschen Klimaverschlechterung, die in Einklang mit den Klimadaten von BJÖRCK et al. (1998) und RASMUSSEN et al. (2006) steht.

Bereits am Beginn des Holozäns wurde eine insgesamt höhere Diversität als im Spätglazial erreicht, besonders hervorgerufen durch das Erscheinen und die rasche Ausbreitung bereits aus dem Allerød bekannter und neu auftretender warmzeitlicher Säuger. Der Anteil von Kälte- und Trockenheitsanzeigern sank weiterhin deutlich.

Vergleicht man den zeitlichen Ablauf der Faunenentwicklungen der einzelnen Regionen werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede deutlich (Abb. 4.8).

Die Gesamtzahl nachgewiesener Arten und Gattungen über alle Zeitscheiben hinweg ist in den Regionen abweichend, wobei die Vielfalt im Süden und Westen insgesamt am größten war (Norden:  $n = 53$ , Westen:  $n = 71$ , Süden:  $n = 70$ , Osten:  $n = 38$ ).

Die Ausgangsposition nach dem LGM war grundverschieden: Im Norden, der im späten Pleniglazial noch im Einflussbereich des Gletschers lag (s. Abb. 2.3), begann die Faunenentwicklung sozusagen von Null. Hier erfolgte vom Meiendorf bis ins Allerød ein Anstieg der Artenzahl, der anfänglich vor allem vom Zuwandern Kälte angepasster Arten gesteuert war. AARIS-SØRENSEN (im Druck) sieht in der Zeit vom späten Pleniglazial bis zum Allerød in Dänemark vier einzelne Einwanderungsereignisse, die jedoch aus den hier vorliegenden Daten nicht einwandfrei hervorgehen. Ob diese mit einzelnen Erwärmungsphasen (erste Erwärmung, Meiendorf, Bølling, Allerød) zusammenfallen oder ein Artefakt der Kalibrierung (Plateaus) sind, kann nicht geklärt werden. Im Osten herrschte im Pleniglazial ebenfalls eine geringere Vielfalt als im Westen und Süden, wahrscheinlich bedingt durch die größere Nähe zur Gletscherfront. Ähnlich wie im Norden stieg auch hier die Artenzahl im Meiendorf bzw. in der Ältesten Dryas stark an, aber mit dem Unterschied, dass eine wesentliche Erhöhung der Anzahl temperiert angepasster Säuger erfolgte.

Möglicherweise wurde diese durch verstärkte Wiederbesiedlung aus östlichen Glazialrefugien (z. B. SOMMER & NADACHOWSKI 2006; SOMMER & BENECKE 2005) hervorgerufen. Im Süden und Westen Mitteleuropas hingegen herrschte bereits im Pleniglazial eine hohe Diversität, und es kam zu einer (leichten) Abnahme der Artenzahl im Meiendorf und in der Ältesten Dryas, die zumindest im Süden vom Aussterben einiger Kälte- und Trockenheitsanzeiger verursacht wurde. Diese frühe Vielfalt beruht auf einer anscheinend sehr zeitigen Wiederbesiedlung und ist mit der geografischen Nähe zu vielen Glazialrefugien in Südwesteuropa erklärbar (z. B. SOMMER & NADACHOWSKI 2006; SOMMER et al. 2008b). Mit Ausnahme der östlichen Region kam es überall zur weiteren Erhöhung der Vielfalt im Bølling-Allerød-Komplex, wobei im Westen und Norden die höchsten spätglazialen Artenzahlen erreicht wurden, im Süden hingegen stellte sich die spätpleniglaziale Vielfalt, wahrscheinlich aus oben beschriebenen Gründen, nicht wieder ein. Anscheinend förderte die starke Erwärmung in dieser Zeit das Auftreten weiterer Arten und, einhergehend mit der beginnenden Wiederbewaldung (Ausbreitung von Kiefern-mischwäldern; GIETZ 2001; FRENZEL 1983; EHLERS 1994), vor allem im Süden die Zuwanderung thermophiler Spezies. Im Norden blieben, womöglich zusammenhängend mit der noch nicht so dichten Vegetation (Birke, Buschwerk, Gräser; LITT et al. 2001; MENKE 1968, 1985), Arten der Gruppe *te* hingegen noch rar. Die Faunenentwicklung im Osten Zentraleuropas zu verfolgen gestaltet sich problematisch, da die Datengrundlage in Südostdeutschland und in den westlichen Teilen Tschechiens und Polens nicht ausreicht (s. Abschnitt 3.3).

Die Verringerung der Diversität in Verbindung mit der Jüngeren Dryas fand in allen Regionen statt und zeigte die verhältnismäßig stärksten Ausmaße im Süden, wo die Entwicklung hin zur warmzeitlichen Zusammensetzung bereits am weitesten fortgeschritten war. Allerdings waren vom regionalen Aussterben nicht nur die Anzeiger warmer oder gemäßigter Klimate betroffen, sondern alle Gruppen klimatischer Präferenzen.

Das frühe Holozän ist in allen Regionen gleichermaßen von einer explosionsartigen Vergrößerung der Artenvielfalt gekennzeichnet, besonders basierend auf dem hohem Anteil (erstmalig auftretender, rezenter) wärmeliebender Säuger. Wie belegt werden konnte vollzog sich dieser zweite Wandel im Norden weitestgehend genauso zügig wie im übrigen Mitteleuropa und nicht, wie nach dem LGM, verspätet (vgl. KOENIGSWALD & HEINRICH 1996). Die Diversität war im Norden, Westen und Süden höher als je zuvor seit der Maximalvereisung. Dies trifft jedoch nicht für den Osten zu. Entweder liegt auch für das Präboreal und Boreal dort ein Mangel an Daten vor, oder es kam dort zu einer Verzögerung des zweiten Wandels an der Grenze Jüngere Dryas/Präboreal.

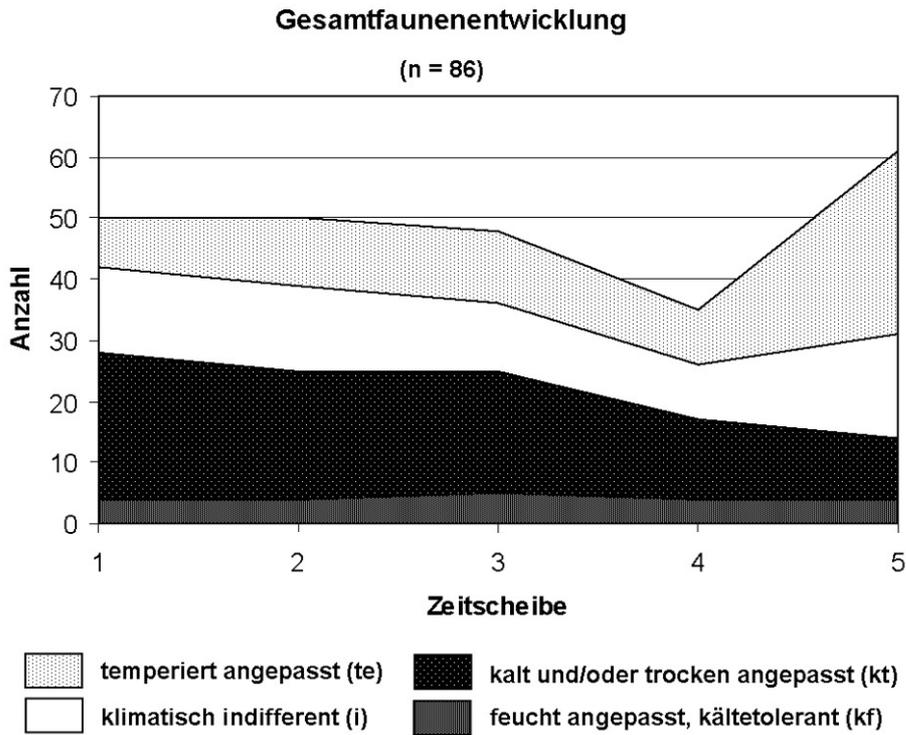


Abb. 4.7. Entwicklung der Gesamtfauna Mitteleuropas und Südkandiaviens vom späten Pleniglazial bis in das Boreal.

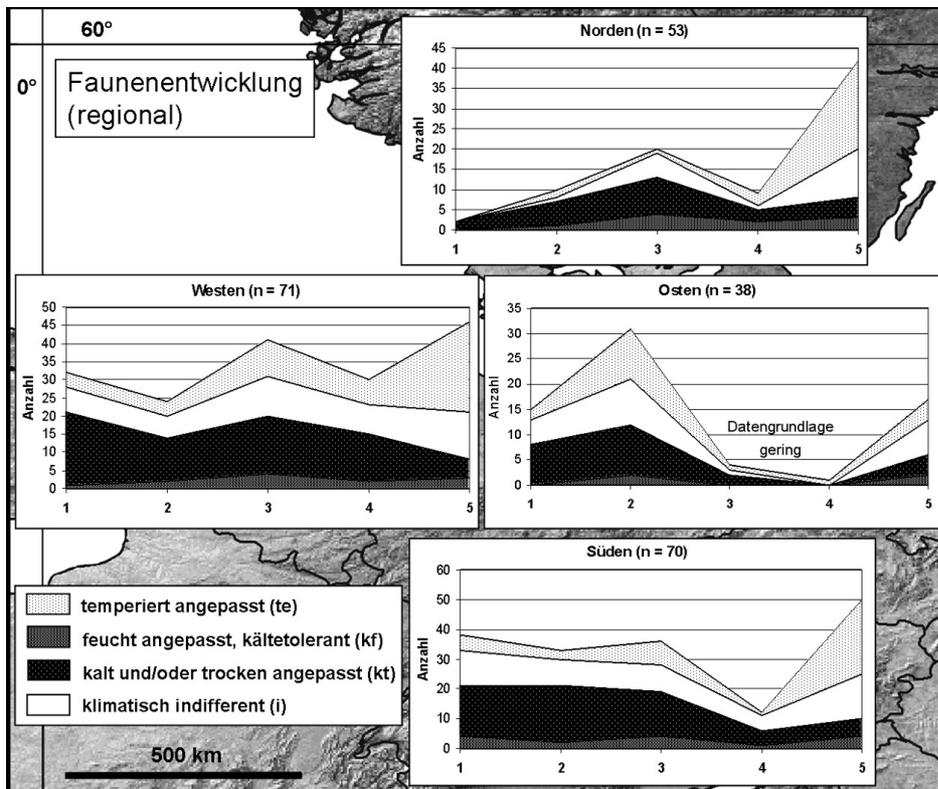


Abb. 4.8. Überregionaler Vergleich des Faunenwandels vom Pleniglazial bis in das Boreal.

Die regionalen Unterschiede sind in Einklang mit Ergebnissen aus weiteren Gebieten der Quartärforschung (vgl. Abb. 2.3 und 2.4). So weisen z. B. RENSSSEN & ISARIN (2001) ausdrücklich darauf hin, dass Klimaschwankungen nicht in ganz Nordwesteuropa synchron verlaufen sind. Dort, wo die Meereis-Grenze lag, erhöhten sich bei Klimaerwärmungen die Wintertemperaturen besonders stark (GS-2a/GI-1e: Atlantikküste; GS-1/Präboreal: nördlichstes Europa), während die Insolation im Sommer durch die Lage des reflektierenden Eisschildes gesteuert wurde. Diese Unterschiede spiegeln sich, wie in den Abschnitten zu den jeweiligen Zeitscheiben dargestellt (Kapitel 3), deutlich in der regional verschiedenen Floren- und Faunenentwicklung wider.

#### 4.1.3 Weitere Implikationen zur Klimaentwicklung

Dass anteilige Faunenzusammensetzungen mit Klima- und Umweltbedingungen korrelieren, ist zuvor ausgiebig dokumentiert worden. Möchte man nun aus einer Faunensukzession Rückschlüsse auf die Klimaentwicklung ziehen, bietet sich eine Darstellung im ternären Diagramm an. Für jede Zeitscheibe wurden die Anteile der ökologischen Gruppen ohne die klimatisch indifferenten Arten neu berechnet (s. App. 7) und die jeweilige Zusammensetzung im Dreiecksdiagramm aufgetragen.

Für das gesamte Untersuchungsgebiet lässt sich so ein Pfad nachzeichnen von relativ kalten und ariden Bedingungen in Zeitscheibe 1 über wärmer und feuchter werdende in den Zeitscheiben 2 bis 4 bis hin zu klar verschiedenen wärmeren und trockeneren in Zeitscheibe 5 (Abb. 4.9). Der humide Einfluss der Jüngeren Dryas wird deutlich. Der Eindruck einer kontinuierlichen Entwicklung ist ein Resultat des Außerachtlassens der absoluten Anzahl nachgewiesener Arten und Gattungen und wird in Abschnitt 4.3.3 diskutiert.

Die regionalen Unterschiede in den Klimaentwicklungen vom Pleniglazial bis in das frühe Holozän werden deutlich, wenn man die Klimapfade aus den Faunenzusammensetzungen der einzelnen Regionen vergleicht (Abb. 4.10). Im Süden scheint bereits eine stärkere Erwärmung im Pleniglazial stattgefunden zu haben als im Westen, gefolgt von einem möglichen Temperaturrückgang. Dieses Signal ist in Übereinstimmung mit den für Zeitscheibe 2 vermuteten kalt-trockenen Bedingungen in Hochlagen, besonders auf der Schwäbischen Alb (Abschnitt 3.2). Im Norden kann die Entwicklung erst ab der Zeitscheibe 2 verfolgt werden. Hier scheint der Bølling-Allerød-Komplex kühlere, ansonsten wärmere und humidere Bedingungen gebracht zu haben. Im Westen und Süden zeichnete sich die Jüngere Dryas durch einen kälteren, im Westen zudem trockeneren, Klimaeinfluss ab, jedoch nicht so extrem

wie zuvor. Im Norden herrschte hingegen anscheinend relativ humides Klima. In allen Regionen ist das Holozän deutlich durch die warmen Bedingungen vom Spätpleistozän abgrenzbar.

Für den Osten Mitteleuropas wurde aufgrund der unsicheren Datengrundlage in den Zeitscheiben 3 und 4 auf eine Darstellung der Klimaentwicklung verzichtet.

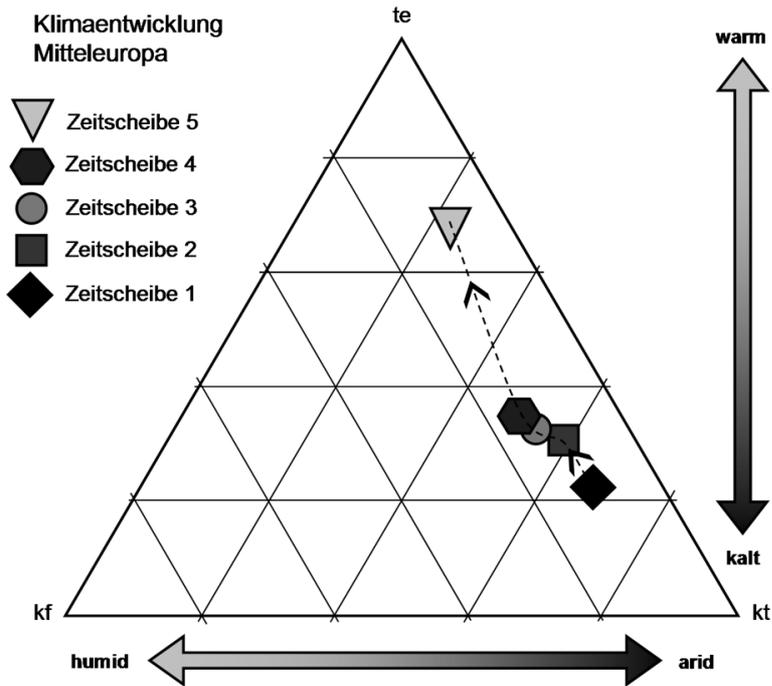


Abb. 4.9. Anteilige Faunenzusammensetzungen der Zeitscheiben 1 bis 5 des mitteleuropäischen/südkandinavischen Raumes im ternären Diagramm (te: temperiert angepasst; kf: feucht angepasst, kältetolerant; kt: kalt und/oder trocken angepasst). Implizierte Klimaentwicklung: gestrichelte Linie und Pfeile.

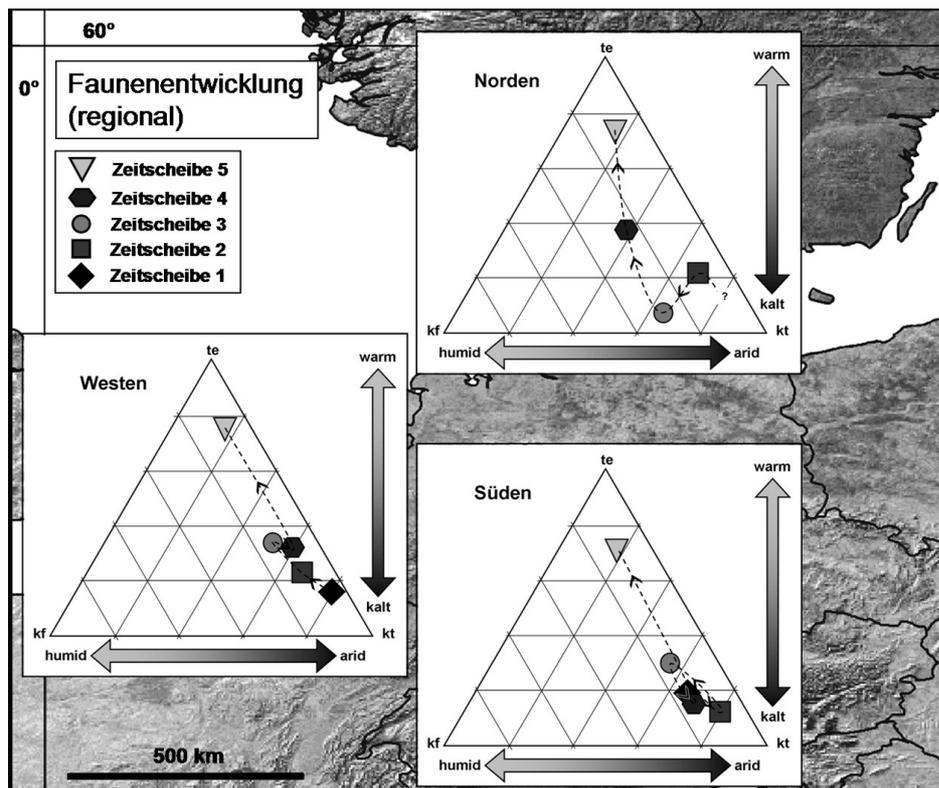


Abb. 4.10. Anteilige Faunenzusammensetzungen der Zeitscheiben 1 bis 5 der Regionen Norden, Westen und Süden im ternären Diagramm (te: temperiert angepasst; kf: feucht angepasst, kältetolerant; kt: kalt und/oder trocken angepasst). Überregionaler Vergleich der implizierten Klimaentwicklungen (gestrichelte Linien und Pfeile).

#### 4.1.4 Statistischer Faunenvergleich

In der statistischen Analyse wurde die Ähnlichkeit von 56 Faunenassoziationen aus allen Regionen und Zeitscheiben bezüglich des Auftretens von Säugetierarten bzw. –gattungen verglichen (s. App. 7). Das Ergebnis ist Abb. 4.11 dargestellt.

Auffällig ist, dass jeweils Faunen aus einer Region und Zeitscheibe zusammen clustern, d. h. die ähnlichsten Zusammensetzungen aufweisen. So bilden die dänischen, schwedischen und norddeutschen Fundstellen des Präboreals und Boreals eine enge Gruppe: Lundby (067) mit Hohen Viecheln (127), Sværdborg (068) mit Friesack III (132), und diese gemeinsam mit Ageröd (081), Ulkestrup (045) und Friesack 4 I (132). Die nächstähnliche Fauna ist aus der Zeitscheibe 5 von Zutphen (140), das zwar wesentlich weiter westlich in den Niederlanden, aber auf vergleichbarer nördlicher Breite wie Friesack (132) gelegen ist.

Die zwei Faunen, die einander in dieser Untersuchung am ähnlichsten sind, stammen aus Andernach (166) und Gönnersdorf (165) aus der Zeitscheibe 1. Diese Magdalénien-Faunen werden also zu Recht häufig als einheitlich betrachtet (z. B. STREET & BAALES 1999; GAUDZINSKI & STREET 2003). Sie liegen in unmittelbarer Nähe zueinander am Mittelrhein. Zu bemerken ist hier auch, dass die Fauna aus Andernach aus der Zeitscheibe 3 nicht in der Nähe dieser Gruppe liegt.

Die beiden stratigrafisch aufeinander folgenden Gemeinschaften 16-17 und 17-18 aus dem Bettenroder Berg (146) aus der Zeitscheibe 3 formen ebenfalls eine enge Gruppe.

Ein weiteres Ähnlichkeitcluster bilden die beiden Faunen aus Schicht D vom Zigeunerfels (236). Zusammen mit der Schicht E und der Assoziation der benachbarten Burghöhle Dietfurt (237) entsteht eine Gruppe von süddeutschen Faunen der Zeitscheibe 3.

Diese Gruppierungen entstanden ohne den Einfluss jeglicher Kategorisierungen (Regionen, Zeitscheiben, Säugetiergruppen) lediglich aufgrund des absoluten Auftretens von Säugern. Dennoch spiegeln sie die Ergebnisse der regionalen Auswertung innerhalb der Zeitscheiben wider. Das bedeutet eine klare Bestätigung der in den vorherigen Untersuchungen gewählten Kategorien.

Weiterhin kann die hierarchische Clusteranalyse dazu dienen, mögliche Mischfaunen oder zeitliche Fehleinordnungen zu identifizieren. So befindet sich die Fauna aus dem Komplex 12a der Burghöhle Dietfurt (237), die faunistisch in das Präboreal, mit der Radiokarbonmethode jedoch in das Allerød datiert wurde, in einer Gruppe mit süd- und westdeutschen Assoziationen aus der Zeitscheibe 5: Burghöhle Dietfurt 300-250 cm (237), Bettenroder Berg 14 oben (146), Malerfels 1b (219) und Falkenstein-Höhle (238). Die Fauna

aus 12a fand sich in einer abgegrenzten Linse und entstand vermutlich durch Ablagerung von Gewöllen (KOENIGSWALD 1977). Möglicherweise können erst weitere <sup>14</sup>C-Datierungen Aufschluss über die taphonomische Integrität und das tatsächliche Alter geben. Gemeinsam mit der hier beschriebenen Gruppe clustert die Fauna aus der Schicht 370-300 cm (ohne das wahrscheinlich allerødzeitliche Reh aus 370-350 cm) aus der Burghöhle Dietfurt (237). Diese wurde in die Jüngere Dryas gestellt, jedoch unter der Vermutung, dass sie im oberen Bereich präboreale Elemente enthält (KOENIGSWALD 1977). Diese Vermutung wird durch die Nähe zur den Faunen der Zeitscheibe 5 im Ähnlichkeitscluster bestätigt.

Auch die Fauna des Geologischen Horizontes 3a aus dem Felsställe (232) ist problematisch, da sie anhand der Kleinsäuger in das Allerød geordnet wurde (STORCH 1987), jedoch in der Großsäugerzusammensetzung dem Archäologischen Horizont IIIa entsprechen soll (BERKE 1987). Dieser wiederum wird inventarisch wahrscheinlich in das Meiendorf/die Älteste Dryas gestellt, datiert jedoch noch davor in das späte Pleniglazial (BERKE 1987; KIND 1987; STORCH 1987; JAGUTTIS-EMDEN 1987). Auf jeden Fall macht die Stellung im Clusterdiagramm in (weiter) Verbindung mit einer Jüngeren Dryas-Fauna (Coléoptère 6B; 177) eher eine stadiale Einordnung wahrscheinlich.

Dass die durch ihre Position unter dem LST in das Allerød datierte Fauna vom Wildweiberhaus-Felsen (201) noch wenig warmzeitlichen Einfluss zeigt, wurde in dieser Arbeit bisher auf die geografische Position (Höhe) der Fundstelle zurückgeführt. Angesichts der Lage im Diagramm wäre auch hier an eine Neudatierung zu denken.

Die Fauna der Fuchskirche I 3a (280) ist durch zwei Radiokarbondaten eindeutig in die Zeitscheibe 2 datiert (KÜSSNER 2006). Trotz des bereits bekannten Auftretens überdurchschnittlich vieler temperierter Elemente (s. Abschnitt 3.2.3) gab bisher es keine überzeugenden Hinweise auf eine Einmischung (vgl. BENECKE 2006). Die Position nahe an einem Cluster von Zeitscheibe 5-Lokalitäten lässt jedoch verstärkte Zweifel aufkommen.

Eine durch die Integration in diese Analyse versuchte zeitliche Einordnung der Fauna aus der Karstschlotte (210) kann leider nicht erfolgen.

### Statistische Ähnlichkeit ausgewählter Faunen

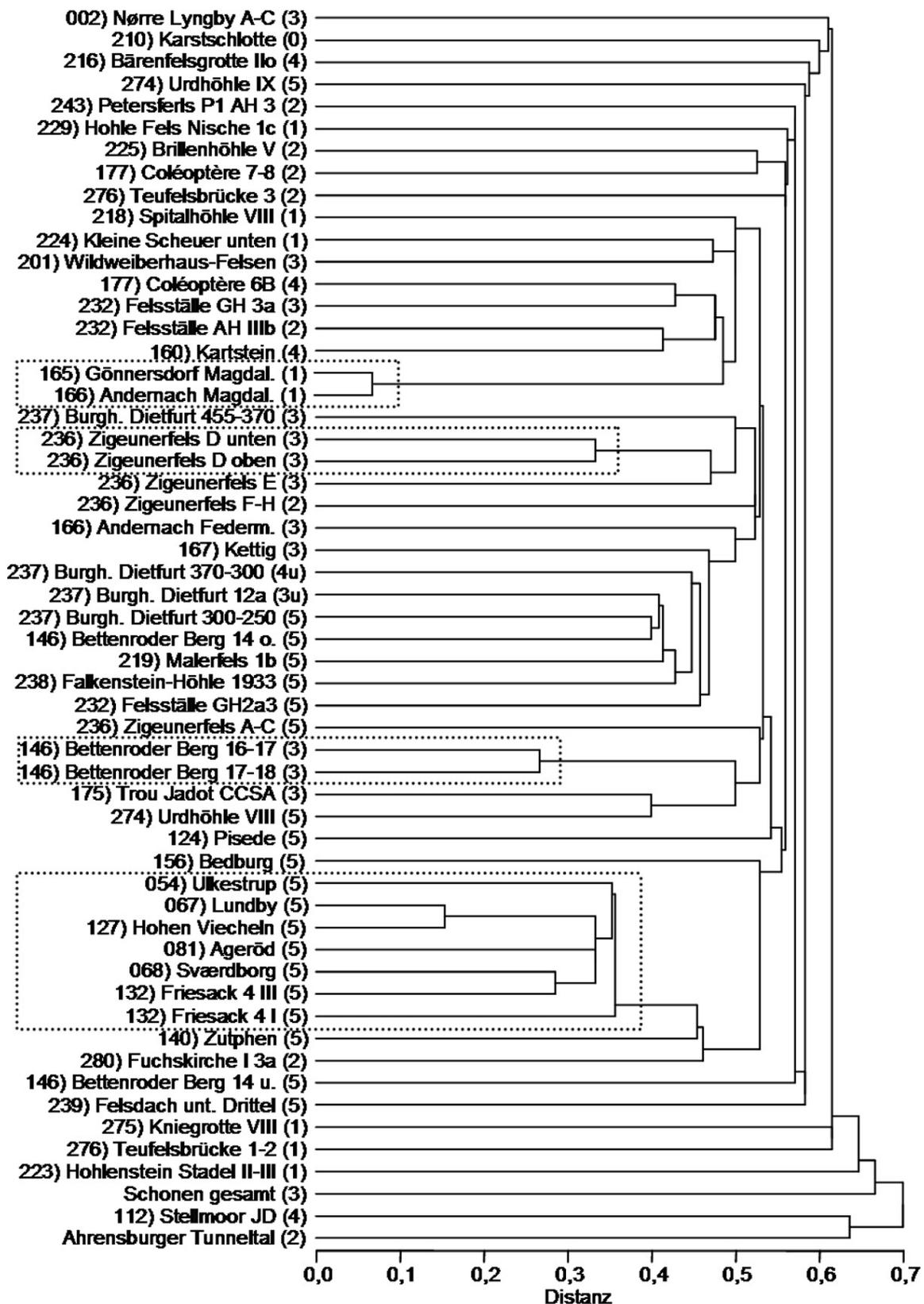


Abb. 4.11. Hierarchisches Clusterdiagramm mit 56 spätplei- bis postglazialen Faunen ( $n > 6$ ) aus dem gesamten untersuchten Gebiet. Untersuchung auf Ähnlichkeit bezüglich des absoluten Auftretens von Säugetierarten/-gattungen (Ähnlichkeitskoeffizient: JACCARD 1901). Punktierte Linie: Cluster mit einer Euklidischen Distanz < 0,4. Zeitscheiben als Nummern in Klammern nach den Ortsnamen.

## 4.2 Entwicklungen im Zigeunerfels

### 4.2.1 Chronostratigrafie

Die zeitliche Einordnung der Kulturschichten anhand der Radiokarbonaten (App. 5) wurde bereits für die einzelnen Schichten behandelt. Zusammenfassend und in Einklang mit der archäologischen und faunistischen Entwicklung ergibt sich die in Abb. 4.12 dargestellte Chronostratigrafie. Der Schichtkomplex F-H datiert in das Meiendorf und die Älteste Dryas. Die Kulturschicht E erstreckt sich von der Ältesten Dryas über den Großteil des Bøllings. Schicht D umfasst das späte Bølling, die Ältere Dryas und das Allerød und reicht vermutlich bis in die frühe Jüngere Dryas, wobei die künstlich gezogene Grenze zwischen dem unteren und dem oberen Abschnitt von D im Allerød liegen muss. Der Schichtkomplex A-C datiert einheitlich in das frühe Präboreal.

Die von TAUTE (1972a) vermutete Abweichung der Kulturschichten von der horizontalen Lagerung wurde bereits in älteren Bearbeitungen deutlich (vgl. App. 8) und konnte durch die Ergebnisse der aktuellen  $^{14}\text{C}$ -Datierungen bestätigt werden. Die Schichten fallen nach Westen, genaue Winkelangaben können allerdings nicht gemacht werden. Die Schräglage der Schichten war der Hauptgrund, die Faunen nicht nach der Tiefe sondern innerhalb der Kulturschichten zu erfassen und auszuwerten. Unter Berücksichtigung des Einfallens ergeben sich leicht abweichende Faunenlisten. So kommt z. B. die Sumpfmaus (*Microtus oeconomus*) nach neueren Erkenntnissen nicht mehr in A-C vor, was noch von KOENIGSWALD (1972) vermutet wurde.

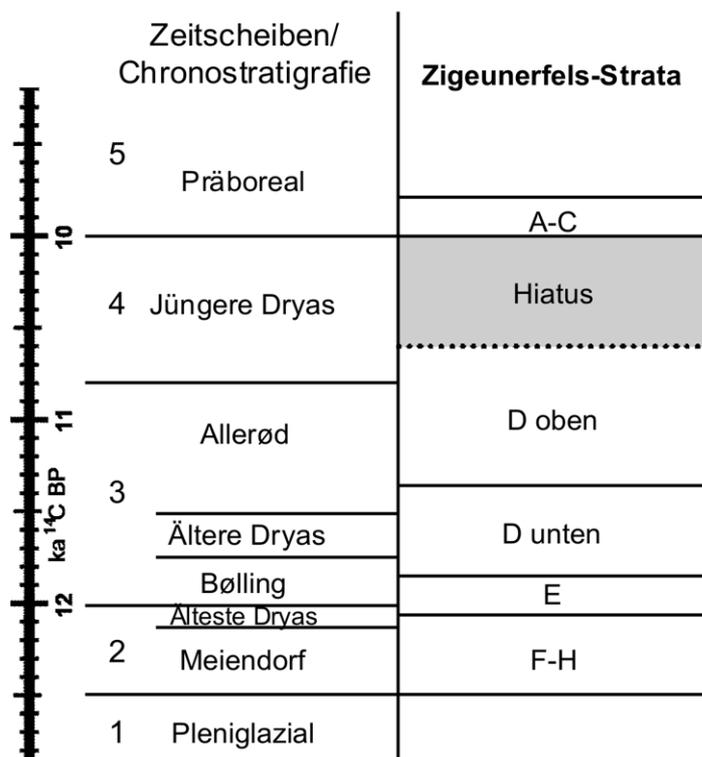


Abb. 4.12.  
Chronostrati-  
grafische  
Einordnung der  
Schichten im  
Zigeunerfels.

#### 4.2.2 Faunenveränderung

Durch die gute Stratifizierung, die Korrelation mit archäologischen Funden und die neu erhobenen Radiokarbondaten leistet der Zigeunerfels einen wichtigen Beitrag zur Kenntnis des Säugetierfaunenwandels in Süddeutschland nach der Maximalvereisung. In Tab. 4.1 ist das Vorkommen der identifizierten Säugetiere in den jeweiligen Kulturschichten bzw. Zeitscheiben dargestellt. Zusätzlich ist das vermutete Vorkommen in der Region um den Zigeunerfels vermerkt.

Zeit (ka <sup>14</sup> C BP)		12,5		12,0		10,8		10,0	
Taxon	Klima-anpas-sung	1	2	3		4	5		
		keine	F-H	E	D unten	D oben	Hiatus	A-C	
<i>Lepus timidus</i>	kt		x	x	x	x			
<i>Spermophilus</i> sp.	kt		x						
<i>Cricetus cricetus</i>	kt		x			x			
<i>Chionomys nivalis</i>	kt		x	x	x	x			
<i>Dicrostonyx</i> sp.	kt		x	ver.					
<i>Alopex lagopus</i>	kt		x		x	x			
<i>Mustela nivalis</i>	kt		x	x					
<i>Equus</i> sp.	kt		x	ver.					
<i>Rangifer tarandus</i>	kt		x		x				
<i>Ovibos moschatus</i>	kt				x				
<i>Rupicapra rupicapra</i>	kt		x	x					
<i>Capra ibex</i>	kt		x	x	x	x			
<i>Castor fiber</i>	kf		x		x	x			
<i>Microtus oeconomus</i>	kf		x	x	x	x			
<i>Alces alces</i>	kf				x				
<i>Lepus europaeus</i>	te							x	
<i>Sciurus vulgaris</i>	te							x	
<i>Myodes glareolus</i>	te			x	x	x		x	
<i>Apodemus</i> sp.	te			x	x			x	
<i>Meles meles</i>	te							x	
<i>Sus scrofa</i>	te							x	
<i>Capreolus capreolus</i>	te							x	
<i>Sorex araneus</i>	i		x	x	x	x		x	
<i>Sorex minutus</i>	i				x				
<i>Talpa europaea</i>	i		x	x	x	x		x	
<i>Arvicola terrestris</i>	i		x	x	x	x		x	
<i>Microtus agrestis</i>	i		x	x	x	x		ver.	
<i>Canis lupus</i>	i		ver.	ver.	x	x			
<i>Mustela erminea</i>	i		ver.	x	ver.				
<i>Panthera leo spelaea</i>	i		x						
<i>Cervus elaphus</i>	i		x	x	x	x		x	
<i>Microtus arvalis-agrestis</i>	u		x	x	x	x		x	
<i>Ursus</i> sp.	u				x	x			

Tab. 4.1. Auftreten der Säugetiertaxa im Zigeunerfels (x: gesicherter Nachweis; ver.: vermutet) in den Kulturschichten bzw. Zeitscheiben, geordnet nach klimatischer Anpassung (kt: kalt und/oder trocken; kf: feucht, kältetolerant; te: temperiert; i: klimatisch indifferent; u: keine Klimakategorie).

Bereits in der Zeitscheibe 2 kamen im Zigeunerfels annähernd alle dort nachgewiesenen kälteangepassten und viele klimatisch indifferente Säuger vor. Außerdem trat *Microtus*

*oeconomus* auf. Dieses Bild ist in guter Übereinstimmung mit dem Rest des südlichen Mitteleuropas. Ausschließlich im Schichtkomplex F-H kamen der Ziesel (*Spermophilus* sp.), der Halsbandlemming (*Dicrostonyx* sp.), das Pferd (*Equus* sp.) und der Höhlenlöwe (*Panthera leo spelaea*) vor. Sie alle waren schon seit Zeitscheibe 1 im südlichen Mitteleuropa verbreitet. Der Ziesel verschwand in dieser Zeit aus der südlichen Region, und der Höhlenlöwe starb in der Zeitscheibe 2 im gesamten Untersuchungsgebiet aus. Sein Vorkommen im Zigeunerfels ist mit  $12.375 \pm 50$  BP (App. 5) eines der jüngsten. Der Halsbandlemming und das Pferd waren zumindest noch am Beginn der Zeitscheibe 3 sicher im Süden verbreitet, auch in unmittelbarer Nähe zum Zigeunerfels (Felsställe, 232, bzw. Burghöhle Dietfurt, 237). Daher wird ihr Vorkommen zur Ablagerungszeit von E vermutet.

In F-H und in E (Bølling) traten das Mauswiesel (*Mustela nivalis*) und die Gämse (*Rupicapra rupicapra*) auf. Beide Arten waren in der Zeitscheibe 3 nicht in unmittelbarer Nähe des Zigeunerfels verbreitet, weshalb ihr Vorkommen über das Bølling hinaus unwahrscheinlich ist. Vom Meiendorf bis in die Ältere Dryas (D unten) ist das Rentier (*Rangifer tarandus*) belegt. Von ihm liegen keine Überreste aus E und D oben vor, und es gibt auch keine eindeutig bølling- oder allerødzeitlichen Nachweise aus dem näheren Umland.

Aus den Kulturschichten F-H bis D oben sind hingegen folgende Taxa nachgewiesen: der Schneehase (*Lepus timidus*), der Feldhamster (*Cricetus cricetus*), die Schneemaus (*Chionomys nivalis*), der Eisfuchs (*Alopex lagopus*), der Steinbock (*Capra ibex*), der Biber (*Castor fiber*), die Sumpfmaus (*Microtus oeconomus*) und die Erdmaus (*Microtus agrestis*). Der Hamster fehlte in E und D unten. Er ist zwar aus der Zeitscheibe 3 im Süden belegt, aber die Genauigkeit der Datierung lässt keine Vermutung seines Vorkommens zu. Gleiches gilt für das Fehlen des Eisfuchses in E. Der Biber fehlt ebenfalls in E und ist auch sonst nicht in der Südlichen Region in dieser Zeitscheibe belegt.

Ausschließlich aus E ist das Hermelin (*Mustela erminea*) belegt. Sein Vorkommen in der Region um den Zigeunerfels kann aber in der Zeitscheibe 2 (Nachweis aus der Brillenhöhle, 225) und in der Älteren Dryas (Nachweis aus der Burghöhle, 237) angenommen werden.

Für den Moschusochsen (*Ovibos moschatus*), den Elch (*Alces alces*) und die Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*) finden sich im Zigeunerfels nur Belege aus dem mittleren Bølling-Allerød-Komplex. Keine dieser Arten ist aus der Zeitscheibe 2 der näheren Umgebung belegt, die Zwergspitzmaus fehlte ganz. Zwar kamen der Moschusochse und die Zwergspitzmaus zeitgleich in der Burghöhle Dietfurt (237) vor, eine länger andauernde Besiedlung kann jedoch für keine der Arten angenommen werden.

Dasselbe gilt für den Bären (*Ursus* sp.) (wahrscheinlich Braunbär), der wie der Wolf (*Canis lupus*) in der Kulturschicht D (unten und oben) auftrat. Der Wolf war vermutlich schon vorher in der Gegend verbreitet (Zeitscheibe 2: Felsställe, 232, und Petersfels, 243).

Als "Durchläufer" durch alle Kulturschichten kamen am Zigeunerfels die Waldspitzmaus *Sorex araneus*, der Maulwurf (*Talpa europaea*), die Schermaus (*Arvicola terrestris*), und der Rothirsch (*Cervus elaphus*) vor, außerdem Feldmäuse der Gruppe (*Microtus arvalis-agrestis*).

Vom Bølling bis in das Präboreal waren die Rötelmaus (*Myodes glareolus*) und eine Waldmausart (*Apodemus* sp.) im Zigeunerfels zugegen. *Apodemus* sp. fehlte jedoch im oberen Abschnitt von D (Allerød/Jüngere Dryas), was wahrscheinlich (keine genaue Einordnung Felsställe, 232, GH 3a) in Übereinstimmung mit dem Fossilbericht aus dem übrigen südlichen Mitteleuropa ist.

Die Schichten A-C (9.905-9.960 BP; App. 5) enthalten die frühesten Nachweise der rein holozänen Arten Feldhase (*Lepus europaeus*) und Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) und dokumentieren so den Beginn der raschen Ausbreitung nach der Jüngeren Dryas. Der Dachs (*Meles meles*), das Wildschwein (*Sus scrofa*) und das Reh (*Capreolus capreolus*) kamen ebenfalls erstmals am Zigeunerfels vor. Diese temperiert angepassten Arten waren wahrscheinlich in der Jüngeren Dryas in ganz Mitteleuropa ausgestorben. Sie waren zwar vorher auch im Süden Mitteleuropas verbreitet, kamen aber nicht in den Höhlenfundstellen entlang der Donau vor. Daher ist ihre Abwesenheit in der Zeitscheibe 3 im Zigeunerfels als echtes Fehlen zu werten und steht möglicherweise im Zusammenhang mit einem etwas unterschiedlichen (kälteren) Lokalklima.

Unter den im Spätpleistozän im Zigeunerfels vorkommenden Arten war die Erdmaus in der Zeitscheibe 5 weit verbreitet, außerdem war die *arvalis-agrestis*-Gruppe im Zigeunerfels vertreten, so dass ihr Auftreten in A-C zu erwarten wäre. Die Zwergspitzmaus (i), die Sumpfmaus und der Biber (kf) sowie der Feldhamster, das Mauswiesel und der Halsbandlemming, die ebenfalls in der Zeitscheibe 5 in der Umgebung zum Zigeunerfels auftraten, sind nicht in A-C nachgewiesen. Ihre frühesten zeitlich genau bestimmbar postglazialen Nachweise aus dem Süden sind spätpräborealen bzw. frühborealen Alters (z. B. Malerfels, 219, I/1b). Es kann also nicht mit Sicherheit gesagt werden, ob sie im frühesten Präboreal am Zigeunerfels zu erwarten wären.

Zusammengefasst zeichnen sich also zwei regelrechte Einwanderungswellen im Zigeunerfels ab, die den Faunenwandel in der Region (und im gesamten untersuchten Gebiet)

sehr gut widerspiegeln: die erste vor bzw. in der Zeitscheibe 2 und eine zweite zu Beginn der Zeitscheibe 5.

Das lokale Aussterben von Kälte- und Trockenheitsanzeigern begann, ebenfalls in Einklang mit den Befunden aus der Umgebung, bereits im Verlauf des Bølling-Allerød-Komplexes.

Das Fehlen von Nachweisen in der Jüngeren Dryas ist höchstwahrscheinlich auf taphonomische Gründe zurückzuführen, denn für andere Fundstellen der Region existieren – wenn auch verarmte oder vermischte – Faunen (z. B. Burghöhle Dietfurt, 237).

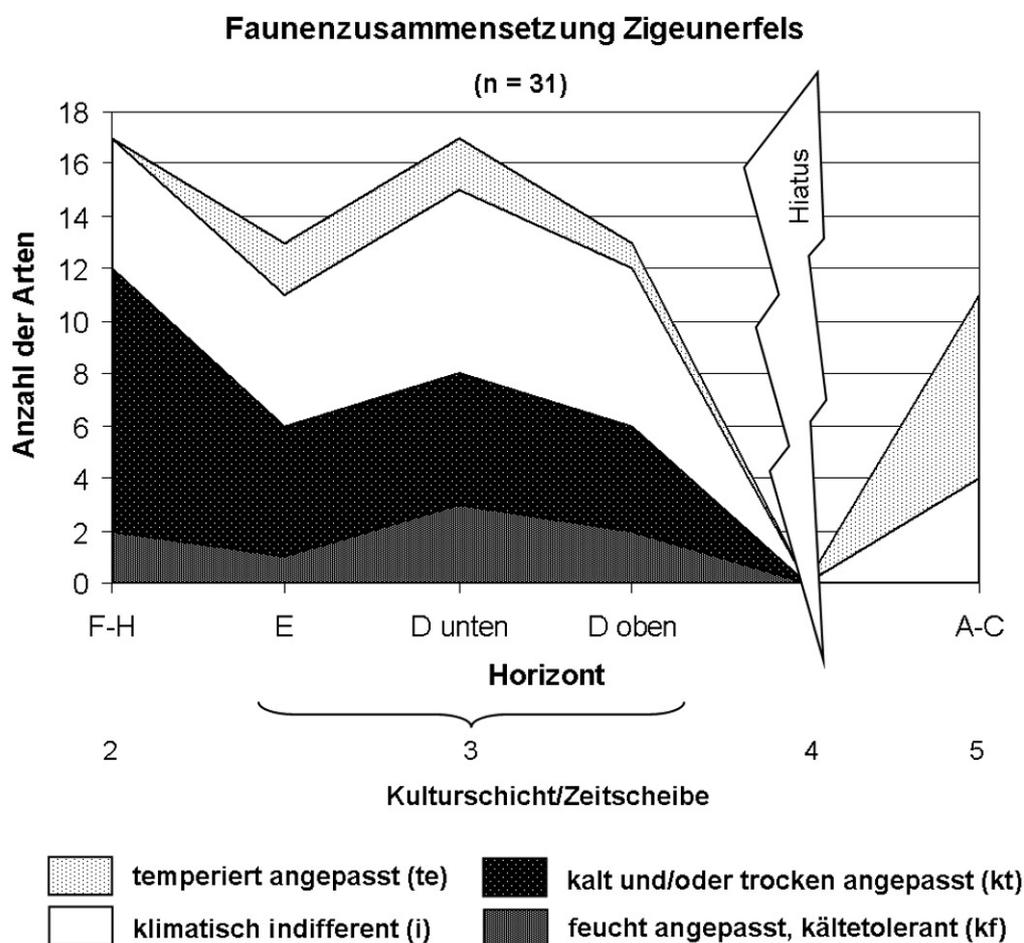


Abb. 4.13. Entwicklung der anteiligen Säugetierfaunen-Zusammensetzung im Zigeunerfels über die Zeit.

Insgesamt sind im Zigeunerfels über alle Zeitscheiben hinweg 31 Säugetierarten und Gattungen belegt, die in die anteilige Analyse eingehen konnten. Die Faunenentwicklung am Zigeunerfels (Abb. 4.13) fügt sich, wie schon bei der Betrachtung der einzelnen Arten bemerkt, relativ gut in diejenige des südmitteleuropäischen Raumes (vgl. Abb. 4.8). Dies betrifft besonders die Zunahme der temperiert angepassten und die Abnahme der

kälteangepassten Säuger von Zeitscheibe 2 nach 3 und die gleichzeitig gleich bleibende bzw. sich wieder einstellende Diversität, sowie den Trend der Abnahme der Vielfalt im Allerød. Ein wesentlicher Unterschied vom Zigeunerfels zur übrigen südlichen Region ist das komplette Fehlen der kältetoleranten Arten. Dieses bewirkt eine vergleichsweise geringe Diversität und könnte auf ein wärmeres Mikroklima im Oberen Donautal im frühen Präboreal hindeuten. Aber auch taphonomische Gründe müssen in Betracht gezogen werden: Die Kulturschichten A und B liegen als Taschen in Schicht C, was für eine nachträgliche Umlagerung des Sediments sprechen könnte.

#### 4.2.3 Weitere Implikationen zum Lokalklima

Die in der Säugetierfauna widergespiegelte Klimaentwicklung am Zigeunerfels lässt sich im ternären Diagramm darstellen (Abb. 4.14). Die Erwärmung vom Meiendorf/von der Ältesten Dryas (F-H) zum Bølling (E) wird deutlich, genauso wie die Entwicklung innerhalb des Bølling-Allerød-Komplexes zu zunächst feuchteren (D unten) und dann wieder etwas trockeneren (D oben), kälter werdenden Umständen. Aufgrund des Fehlens von Belegen aus der Jüngeren Dryas kann kein durchgängiger Klimapfad gezeichnet werden. Die Bedingungen im frühen Präboreal waren im Zigeunerfels warm und trocken.

Im Vergleich mit der Gesamtfäunenentwicklung und der des südlichen Mitteleuropas (vgl. Abb. 4.9 und 4.10) wird sichtbar, dass am Zigeunerfels ein recht ausgeprägtes Lokalklima geherrscht haben muss. Dieser Umstand wurde bereits in der Untersuchung einzelner Arten deutlich und zeichnet sich auch für andere Fundstellen im Oberen Donautal ab (s. o.). Im Zigeunerfels war das Klima, vermutlich bedingt durch die Lage auf ca. 600 m Höhe, in den Zeitscheiben 2 und 3 härter als in der Gesamtregion. Hingegen scheint im Präboreal ein wärmerer, ariderer Einfluss geherrscht zu haben.

Insgesamt konnten anhand der Neubearbeitung differenziertere Aussagen über das Klima der verschiedenen Kulturschichten getroffen werden. Die Darstellungen des klimatischen Verlaufes stimmen tendenziell mit den vorläufigen Bearbeitungen von KOENIGSWALD (1972) und KOENIGSWALD & TAUTE (1974) überein. Mit Hilfe absoluter Datierung wurde eine höhere zeitliche Auflösung (vor allem durch die Aufteilung der Schicht D) erreicht.

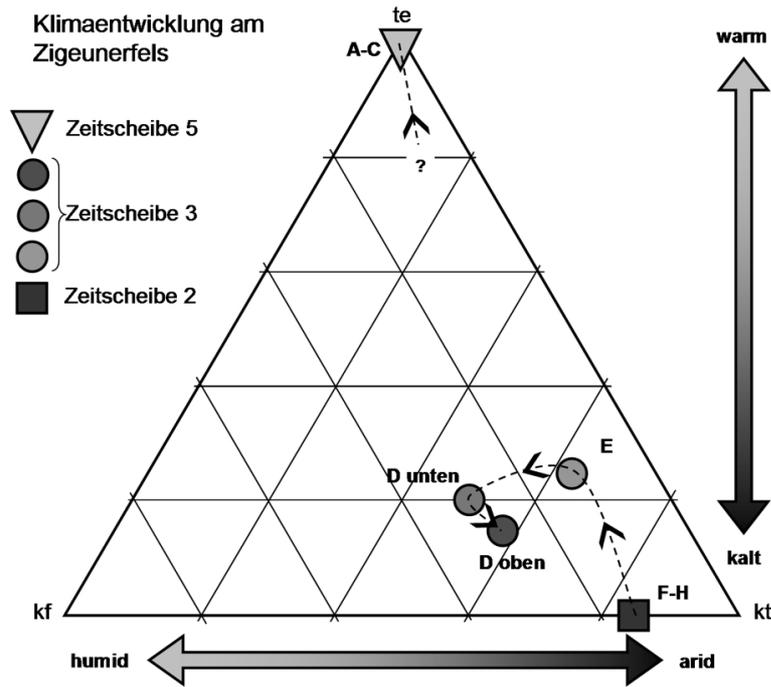


Abb. 4.14. Anteilige Faunenzusammensetzungen der Kulturschichten F-H, E, D und A-C im Zigeunerfels im ternären Diagramm (te: temperiert angepasst; kf: feucht angepasst, kältetolerant; kt: kalt und/oder trocken angepasst). Implizierte Klimaentwicklung: gestrichelte Linie und Pfeile.

#### 4.2.4 Zigeunerfels: Synthese der Ergebnisse und Interpretationen

In Tab. 4.2 sind die wichtigsten Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus der Zigeunerfels-Fauna zusammengefasst.

Zeitscheibe	Strata	<sup>14</sup> C BP	Faunenauswertung anhand Klimaanpassung		Arealanalyse	
5	A-C	9840 ± 50 (B) 9905 ± 40 (C) 9940 ± 50 (A) 9960 ± 50 (C)	gemäßigt, keine Feuchtigkeits-Anzeiger		gemäßigt; Temperatur und Trockenheit vergleichbar oder etwas höher als heute	
3	D oben	10900 ± 50 11270 ± 40	etwas kühler und trockener als D unten feuchter und etwas kühler als E	kühler	trockener als D unten, kontinentaler	kühler, z. T. kontinental
	D unten				kühler als E bzw. als heute	
	E	11860 ± 60 11950 ± 50	wärmer als F-H	warm, relativ feucht		
2	F-H	12150 ± 60 (G) 12196 ± 45 (H) 12300 ± 60 (H/I) 12375 ± 50 (F) 12430 ± 60 (F)	kalt, trocken; F kälter und trockener als G und H		kontinental, kalt, trocken; H gemäßigter als G und F	

Tab. 4.2. Ergebnisse der Radiokarbondatierungen, der Auswertung der Theriofauna anhand klimatischer Anpassungen der Säugetiere und der Arealanalyse im Vergleich.

## **4.3 Methodenkritische Anmerkungen**

### 4.3.1 Regionale Einteilung

In der anteiligen Faunenauswertung wurden alle auftretenden Säugetiere einer Region zusammengefasst. Dabei wurden die Regionalgrenzen entlang (paläo-)geografischer Merkmale (ehemaliger Gletschereinfluss, Flusstäler, Gebirgszüge) gelegt und nicht entlang bestimmter Längen- und Breitengrade. Diese Entscheidung beruht auf der Überlegung, dass geografische Barrieren einen Einfluss auf die Ausbreitung von Säugetieren haben können, Gradnetze und geografische Projektionen jedoch der menschlichen Willkür unterliegen.

Dennoch bleibt eine regionale Zusammenfassung von Faunen nicht ohne Schwächen. Wie besonders im Vergleich zeitgleicher Faunen aus dem Flachland und den Hochlagen (s. Abb. 3.3.11) und bei der Betrachtung der Faunenentwicklung im Zigeunerfels gegenüber der gesamten südlichen Region (Abschnitt 4.2) deutlich wird, kam es offensichtlich häufig zur Ausbildung von ausgeprägten Lokalklimaten. Solche Unterschiede werden in der regionalen Zusammenfassung übergangen. Andererseits können sich einzelne Faunen aus verschiedenen Regionen sehr ähneln, wie der statistische Vergleich gezeigt hat. Auch solche Besonderheiten können in der regionalen Betrachtung nicht berücksichtigt werden. Dieser Informationsverlust stellt also einerseits einen Nachteil der regionalen Zusammenfassung dar. Andererseits ist diese Zusammenfassung hilfreich und sogar notwendig, wenn in einer Region wenige/keine Faunenassoziationen sondern mehr/ausschließlich Einzelfunde vorliegen. Dies ist beispielsweise für die Zeitscheibe 2 im Norden der Fall. Außerdem wird auf diese Weise erst der unterschiedliche regionale Einfluss von Klimaschwankungen deutlich.

Die Entscheidung, welche Faunen welcher Region zufallen, wurde mit Bedacht gewählt. Maßgeblich waren der Gletschereinfluss im Hochglazial zur Abgrenzung des Nordens und geografische Gegebenheiten im Süden. Die Frage nach einer veränderten regionalen Aussage anhand veränderter Regionalgrenzen drängt sich dennoch auf. Daher wurden die Untersuchungen der anteiligen Säugetiere nochmals unter veränderter Regionaleinteilung durchgeführt. Hierbei wurden die Fundstellen 131, 132, 133 und 134, die bisher dem Norden zugerechnet wurden (da der Gletscher im LGM bis dorthin vorgedrungen war), der östlichen Region zugeschlagen. Außerdem wurden die Lokalitäten 135 und 137 in den Niederlanden sowie 143, 144, 145, 146, 147, 148 und 149 in den nördlichen Mittelgebirgen statt wie bisher dem Westen nun dem Norden angeschlossen. Durch diese veränderte Analyse ändert sich selbstverständlich nichts an den Ergebnissen zum gesamten mitteleuropäischen/südsandinavischen Raum, und auch die zur südlichen Region bleiben gleich. Die Veränderungen wirken sich ausschließlich auf die Zeitscheiben 1, 3 und 5 aus. In

der Zeitscheibe 1 kämen im Norden zwei Taxa der Gruppe kt hinzu, so dass sich an der Auswertbarkeit bzw. der Aussage und ihrer Darstellung (Abb. 3.1.9) nichts ändern würde. Größere Änderungen ergäben sich für Zeitscheibe 3: Im Norden wäre die Vielfalt mit 32 Taxa höher als zuvor (vorher  $n = 20$ ), im Westen mit 35 etwas niedriger (vorher  $n = 41$ ), aber immer noch höher als im Pleniglazial. Die anteilige Zusammensetzung der Faunen wäre jedoch – mit Ausnahme eines höheren Anteils temperierter Säuger im Norden – annähernd unverändert. Die Hoffnung, die Säugetierfauna im Osten Mitteleuropas durch Einbeziehung von mehr Lokalitäten in der Zeitscheibe 3 auswertbar zu machen, würde sich nicht erfüllen. Hier wäre lediglich eine weitere Art (kf) nachgewiesen, die Fauna bliebe mit  $n = 5$  nicht aussagekräftig. In der Zeitscheibe 5 ergäben sich folgende Änderungen: Im Norden wäre die Diversität ( $n = 54$ ) noch höher als bei der vorher gewählten Regionaleinteilung (vorher  $n = 42$ ), jedoch würde sich auch hier an der Zusammensetzung der Fauna und somit an den zuvor gezogenen Rückschlüssen kaum etwas ändern (Bestätigung: keine Verzögerung im Norden im Frühholozän). Im Osten würde eine Artenzahl von  $n = 30$  erreicht, mit starker Betonung auf den warmzeitlichen Arten, so dass möglicherweise die Vermutung eines verzögerten zweiten Faunenwandels im Osten nicht aufkäme. Leider würden durch die veränderten Regionalgrenzen in der Zeitscheibe 5 im Westen nur noch acht Fundstellen berücksichtigt werden, davon nur zwei mit einer größeren Fauna (152 und 156). Dadurch würde die Diversität im Westen scheinbar gegenüber der Jüngeren Dryas auf  $n = 17$  absinken. Eine einwandfreie Auswertung wäre somit nicht mehr möglich. Zusammenfassend würde also eine unterschiedlich gewählte, sinnvolle Regionaleinteilung keine wesentlichen Unterschiede in der Gesamtaussage mit sich bringen. Die Problematik der Nichtauswertbarkeit der Fauna in der Zeitscheibe 3 im Osten ließe sich nicht beheben. Eingeschränkte Auswertbarkeiten wären auch weiterhin zu beachten.

#### 4.3.2 Zeitscheiben-Einteilung

Das Spätglazial wurde bisher in geografisch weitreichenden Untersuchungen der Säugetierfauna häufig als Einheit betrachtet, oder nur grob unterteilt. Die Einführung von Zeitscheiben aufgrund bekannter Klimaschwankungen brachte demgegenüber eine höhere zeitliche Auflösung. Nur auf diese Weise war die detaillierte Analyse der Faunenentwicklung möglich.

Allerdings fallen in die fünf gewählten Zeitscheiben insgesamt acht Chronozonen. So war in der vorliegenden Arbeit eine noch genauere Auflösung innerhalb der Zeitscheiben bei Vorhandensein ausreichender Datierungen möglich. Dies betraf besonders die Zeitscheiben 3

(Bølling-Ältere Dryas-Allerød) und 5 (Präboreal-Boreal). Sogar innerhalb einer Chronozone konnte, wie im Fall der Zeitscheibe 4 (Jüngeren Dryas), eine weitere zeitliche Auflösung erfolgen. Dennoch hat sich die Zusammenfassung von zwei oder drei Intervallen zu einer Zeitscheibe als nützlich und notwendig erwiesen, denn undatierte Faunen oder solche, deren Daten nicht genau einer Chronozone, aber durchaus einer Zeitscheibe zugeordnet werden können (sei es aufgrund der Standardabweichung oder weil sie in ein  $^{14}\text{C}$ -Plateau fallen), könnten ohne diese Zusammenfassung nicht berücksichtigt werden.

AARIS-SØRENSEN (im Druck) nimmt in seiner Untersuchung des dänischen Spätpleistozäns und Holozäns eine Einteilung in 1000jährige Abschnitte vor und vergleicht die jeweilige Diversität der Fauna. Dieses Modell ist rein rechnerisch und berücksichtigt weder die Datierung von Klimaschwankungen noch kurzzeitige Veränderungen in der Säugetierfauna. Sein Vorteil liegt in der Beibehaltung einer absoluten Zeitskala in den grafischen Darstellungen, die in den Flächendiagrammen in Abb. 4.9, 4.10 und 4.13 verlorenght. Trotz dieser Unterschiede stimmen die Ergebnisse beider Methoden in ihren Kernaussagen gut überein.

#### 4.3.3 Einteilung nach Klimaanpassungen und anteilige Auswertung

Die Einteilung der vorkommenden Säugetiere in Gruppen klimatischer Präferenz beruht (mit Ausnahme der rein pleistozänen Vertreter) auf ihren rezenten Lebensräumen bzw. ökologischen Ansprüchen (App. 4). Aktualistische Ansätze zur Umwelt- und Klimarekonstruktion bergen jedoch die Gefahr einer Verfälschung des Ergebnisses, da die Kenntnis rezenter Arten nicht zwangsläufig und nicht beliebig weit in die Vergangenheit übertragbar ist. Man sollte jedoch generell davon ausgehen, dass sich die Anforderungen, die eine Säugetierart an ihre Umwelt stellt, seit dem Spätglazial (ein in paläontologischen Maßstäben kurzer Zeitraum) kaum evolutiv verändert haben (z. B. KOENIGSWALD 2002a; KOENIGSWALD & HEINRICH 2007). Jede Art reagiert auf Umweltveränderungen gemäß ihrer Anpassungen und Habitatanforderungen (vgl. LUNDELIUS 1989). Daher sollte die Zuweisung der rezenten Mammalia aus den spätpleistozänen und frühholozänen Fundschichten zu ökologischen Gruppen generell möglich sein. DEGERBØL (1964) weist jedoch ausdrücklich auf die Existenz von im Fossilbericht nicht oder kaum unterscheidbaren Ökotypen bzw. Unterarten hin. Das Restrisiko einer Fehlinterpretation bleibt also bestehen.

Die Einteilung in die vier Gruppen (kt, kf, te, i) ist besonders bei der Faunenauswertung nach klimatischen Anpassungen der Arten von Vorteil, da nur durch die Kategorisierung eine übersichtliche Darstellung in Diagrammen gewährleistet ist. Die klimatische Aussage einer

Tiergemeinschaft ist auf diese Weise relativ einfach zu erfassen und mit anderen zu vergleichen; Veränderungen durch die Zeit lassen sich gut nachzeichnen.

Allerdings birgt eine Einordnung von Säugetiertaxa in diese verhältnismäßig weit gefassten Kategorien auch Unsicherheiten. Jede Art stellt ganz eigene ökologische Anforderungen an ihre Umwelt und somit auch an die klimatischen Voraussetzungen (individualistisches Modell; FAUNMAP WORKING GROUP 1996), und bei der Zusammenfassung zu Kategorien gehen selbstverständlich Informationen über die spezifischen Anpassungen der einzelnen Arten und Gattungen verloren. Die Auswertung der gruppierten Faunengemeinschaften wurde daher nie durchgeführt, ohne die Anpassungen einzelner zu berücksichtigen, die stets zusätzliche Information lieferte.

Die ökologischen Gruppen wurden so gewählt, dass bezüglich der Fragestellung dieser Arbeit der Informationsverlust möglichst gering blieb. Um Steppengemeinschaften von Waldfaunen zu unterscheiden und Hinweise auf ozeanischen oder kontinentalen Einfluss zu erhalten, mussten die klimatischen Faktoren Temperatur und Feuchtigkeit in verschiedenen Kombinationen aus der Säugetierfauna ablesbar sein. So war es sinnvoll, dem Schema von KOENIGSWALD (1972) folgend, die Trockenheits- und Kälteanzeiger als kontinentale Steppenelemente zusammenzufassen. Ebenso war in diesem Fall die Zusammenfassung der Säugetiere von Vorteil, die direkt oder indirekt an warmzeitliche Vegetation gebunden sind. Die Kategorie der Kälte toleranten und feucht angepassten Säuger ist mit gewisser Vorsicht zu betrachten. Das Vorkommen einer Art dieser Kategorie lässt lediglich auf das Vorhandensein eines offenen Gewässers oder feuchter Böden schließen. Kältere Temperaturen sind möglich, aber nicht notwendigerweise vorhanden. Zur Gruppe der klimatisch indifferenten Taxa bleibt anzumerken, dass die hier eingeordneten Säuger vergleichsweise anspruchslos sind, d. h. dass ihr Vorkommen keine Rückschlüsse auf bestimmte Klimate zulässt. Sicher haben aber auch diese Arten ökologische Toleranzgrenzen, so wird man z. B. keinen Rothirsch in direkter Gletschnähe finden und keinen Maulwurf in Gelände mit zu hohem Grundwasserspiegel (vgl. App. 4). *Ursus* sp., *Lepus* sp., Chiroptera indet. und *Microtus arvalis-agrestis*, von KOENIGSWALD (1972) in eine Gruppe mit den hier als klimatisch indifferent bezeichneten Taxa gestellt, wurden als uneindeutig (u) aus der Untersuchung ausgeschlossen, denn sie enthalten Arten, die unterschiedlichen Kategorien angehören.

Insgesamt hat sich diese Einteilung als sehr solide erwiesen, denn die erzielten Ergebnisse sind in gutem Einklang mit dem Stand der klimatologischen, paläobotanischen und archäologischen Forschung. Außerdem wurden sie durch die statistische Analyse bestätigt, in

die weder Regionen noch Klimakategorien, sondern ausschließlich das Auftreten einzelner Arten/Gattungen als Variablen eingingen.

Bei der Darstellung der anteiligen Faunenzusammensetzungen wurden Säulen- und Flächendiagramme gewählt. Sie haben sich gegenüber Kreisdiagrammen bewährt, da sie nicht nur die Anteile der Kategorien optisch darstellen, sondern zusätzlich die absoluten Anzahlen der vorkommenden Arten/Gattungen zeigen.

Der Vorteil der anteiligen Faunenauswertung ist, dass das künstliche Fehlen einzelner Arten, welches aufgrund des selten vollständigen Fossilberichtes häufig vorkommt, nicht zu stark ins Gewicht fällt. Problematisch wird es nur dann, wenn die Gesamtzahl der ausgewerteten Taxa zu niedrig ist, wie etwa in der Zeitscheibe 3 im östlichen Mitteleuropa (Abschnitt 3.3.3.2). Zum Beispiel kann eine Anzahl von  $n = 4$  bei einer Einteilung in und prozentuale Auswertung von vier Kategorien unmöglich ein aussagekräftiges Ergebnis erbringen, da eine einzige Art 25% einer Kategorie ausmachen würde. Hier stößt diese Methode an ihre Grenzen.

Die Abbildung der Faunenzusammensetzungen im ternären Diagramm ermöglicht die optische Darstellung des Klimaverlaufes bezüglich der Faktoren Temperatur und Feuchtigkeit. Dabei muss beachtet werden, dass es sich lediglich um eine Näherung handelt. Die Anteile der Gruppen kt, kf und te dienen dabei als Klima-Proxy, es können keine Aussagen über genaue Temperaturen in °C oder Niederschläge in mm daraus abgelesen werden. Außerdem wird die Gesamtzahl der vorkommenden Säuger, also die Diversität, außer Acht gelassen. Da sich gerade die Jüngere Dryas jedoch stärker auf die gesamte Artenvielfalt als auf einzelne Gruppen klimatischer Präferenz auswirkte, kann dieser Klimarückschlag nicht hinreichend im ternären Diagramm dargestellt werden. So kann der falsche Eindruck einer kontinuierlichen Klimaentwicklung entstehen. Daher ist bei der Interpretation der ternären Diagramme immer auch die Anzahl der in der jeweiligen Zeitscheibe vorkommenden Arten und Gattungen zu berücksichtigen.

#### 4.3.4 Arealanalyse im Licht von "disharmonious assemblages"

Im Spätpleistozän existierten häufig Faunengemeinschaften, die heute allopatrisch sind ("disharmonious assemblages"; z. B. GRAHAM & MEAD 1987, LUNDELIUS 1988, 1989). Anhand solcher Gemeinschaften, die besonders im Spätglazial eher die Regel als die Ausnahme darstellen, frühere Umweltbedingungen zu rekonstruieren ist problematisch. Ein Beispiel für "disharmonious assemblages" lieferten die Kulturschichten F-H, E und D aus

dem Zigeunerfels. Hier wurde die heute allopatrische Verbreitung der dort sympatrischen Taxa in der Arealanalyse besonders deutlich: von den 17 aus Schichtkomplex F-H einbezogenen Taxa sind rezent zehn gemeinsam zu finden, in E sind es 12 von 14, im unteren Abschnitt von D 13 von 17 und in D oben elf von 14 (D gesamt: 15 von 20). Dieses sympatrische Auftreten heute allopatrischer Arten gilt als Hinweis auf eine größere Habitat-Diversität im Spätpleistozän, die eine höhere Artenvielfalt als heutzutage unterstützte. Es bedeutet auch, dass eine Kombination von Umweltfaktoren (Sonneneinstrahlungsdauer, Vegetation, die Bodenbeschaffenheit, Eisdecke, Albedo, Transpiration etc.) vorgeherrscht haben könnte, die heute schlicht nicht mehr existiert. Die Koexistenz von heutzutage allopatrischen Säugetieren weist außerdem darauf hin, dass die heutige Verbreitung einer Art nicht alle denkbaren Kombinationen von Umweltfaktoren widerspiegelt, unter denen diese Art überleben könnte. Im Falle der Untersuchung von "disharmonious assemblages" kann die Arealanalyse nach GUILDAY et al. (1964) also nicht die tatsächlichen spätpleistozänen Klimabedingungen wiedergeben. Die Klimadaten aus den Äquivalenzarealen sind demnach immer nur als Näherung zu betrachten.

Das Verschwinden der "disharmonious assemblages" fällt weltweit zeitlich mit dem Aussterbeereignis am Ende des Pleistozäns zusammen. LUNDELIUS (1989) schließt aus diesem Verschwinden auf die Vereinheitlichung und den Verlust von Habitaten. Damit übereinstimmend ist die Fauna des frühholozänen Schichtkomplex A-C auftretende Säugetiergemeinschaft ist in ihrer Zusammensetzung auch heute noch verbreitet (elf von elf möglichen Überlappungen).

Ein weiterer Bestimmungsfaktor für die Position und Größe der rezenten Verbreitungsgebiete von Säugetieren, ist der Mensch, der gerade im betrachteten Zeitraum und besonders in Europa stetig an Einfluss gewonnen hat: Acker- und Städtebau, Umweltverschmutzung, Bejagung oder die Ausbreitung von Kulturfolger-Spezies wie z. B. der Hausratte (*Rattus rattus*) oder der Hausmaus (*Mus musculus*). Ohne diese Einflüsse wären viele Säuger weiter verbreitet als sie es tatsächlich sind. Andererseits hat der Mensch andere Arten, die bereits lokal ausgestorben waren, wieder in Mitteleuropa eingeführt (z. B. den Damhirsch, *Dama dama*). Bei der Verwendung der rezenten Verbreitungsgebiete fossiler und subfossiler Tiere als Proxy für deren Klimaanpassung muss also immer berücksichtigt werden, dass möglicherweise eine viel weitere klimatische Toleranz gegeben ist als es die Lage und Größe des heutigen, durch den Menschen beeinflussten Areals impliziert.

Bei der allgemeinen Interpretation der Äquivalenzareale bedeutet die Verschiebung nach Norden einen kälteren Einfluss, die Verlagerung nach Osten spricht für erhöhte Kontinentalität/Aridität (RAUFUSS 2001). Diese Verallgemeinerung muss mit Vorsicht betrachtet werden, denn die Deutung bezieht sich auf Längen- und Breitengrade, nicht aber auf die Topografie. Es ist also nicht zu empfehlen, die geografische Position eines Äquivalenzareals als alleinige Interpretationsgrundlage heran zu ziehen. Es sollten immer auch tatsächliche Klimadaten aus diesem Areal vorliegen.

In der Arealanalyse der Faunen vom Zigeunerfels wurde in dieser Dissertation auf die Qualifizierte Analyse, das heißt auf eine Auswertung, die ausschließlich stenöke Arten und Gattungen einbezieht (vgl. RAUFUSS 2001, 2002), verzichtet. Die euryöken Arten vergrößern zwar durch ihre Verbreitung in mehreren Klimazonen potentiell das Äquivalenzareal einer Fauna. Aber sie sind dennoch Bestandteil dieser Fauna und sollten nicht ohne weiteres aus der Arealanalyse ausgeklammert werden. Dies könnte zu einer scheinbaren Harmonie oder Disharmonie der Fauna führen. So können durch den Verzicht auf die euryöken Taxa wichtige Informationen verloren gehen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen: Die Arealanalyse nach GUILDAY et al. (1964) unter Zuhilfenahme des Guilday Calculators (RAUFUSS 2001, 2002) kann in der Tat Informationen über das zur Ablagerungszeit einer Faunenfundschicht an der Fundstelle vorherrschende Klima liefern, wenn man das Ergebnis als Näherung betrachtet und die problematischen Faktoren berücksichtigt.

#### 4.3.5 Statistischer Ähnlichkeitsvergleich

Der statistische Ähnlichkeitsvergleich bot eine gute Möglichkeit der neutralen, d. h. nicht durch subjektive Einschätzungen (Kategorien) voreingenommenen Überprüfung der zuvor erlangten Ergebnisse. Außerdem wurden durch die Positionen einiger Faunenzusammensetzungen in Relation zueinander Problematiken deutlich (z. B. Mischfaunen, Fehldatierungen), was zu Implikationen bezüglich der Betrachtung bzw. Nachbearbeitung (s. Abschnitt 4.4) der entsprechenden Faunen führte.

Diese Form der Faunenanalyse birgt jedoch eine besondere Problematik. Bei der durchgeführten Ähnlichkeitsanalyse lag zunächst eine binäre Matrix zugrunde (für jede Fundschicht 1 = Taxon tritt auf und 0 = Taxon fehlt). Mit der Verwendung des Jaccard-Koeffizienten werden die Lokalitäten jeweils zu zweit so miteinander verglichen, dass das

gemeinsame Auftreten eines Taxons die Ähnlichkeit erhöht, das Auftreten in einer und Fehlen in der anderen sie erniedrigt, und das Fehlen in beiden nicht berücksichtigt wird. Bei dieser Art der Auswertung ist es selbstverständlich, dass verarmte Faunen mit nur wenigen vorkommenden Taxa zwangsläufig den reicheren unähnlich werden. Daher wurden jeweils möglichst diverse, sauber bestimmte Faunen in die Untersuchung einbezogen. Dies ist jedoch in Bezug auf die Assoziationen zum Beginn des Klimawandels und in der Jüngeren Dryas problematisch, da diese auf natürliche Weise verarmt sind. In diesem Fall kann eine besonders große scheinbare Unähnlichkeit im Clusterdiagramm auch auf eine tatsächliche Ähnlichkeit hindeuten: Die am weitesten voneinander entfernten Faunen in Abb. 4.xz stammen aus den Zeitscheiben 2 bis 4 im Norden und der Zeitscheibe 1 im Süden und Osten. Dieser Aspekt muss bei der statistischen Ähnlichkeitsanalyse, wie sie hier durchgeführt wurde, beachtet werden.

## **5. Schlussfolgerungen**

- Der Säugetierfaunenwandel in Mitteleuropa und Südkandinavien erfolgte **diskontinuierlich und asynchron**.
  
- Veränderungen der **Säugetierfauna** erfolgten **gleichzeitig mit Florenveränderungen** als **Reaktion auf Klimaschwankungen**, in Übereinstimmung mit Veränderungen in anderen Gruppen (hier angeführt: Gastropoden) und archäologisch belegten kulturellen Entwicklungen.
  
- Insgesamt lässt sich die **Entwicklung der Landsäugerfauna** zwischen ca. 15.000 und 8.000 BP in **drei wesentliche Abschnitte** gliedern:
  - 1. Zeitscheiben 1 bis 3, Pleniglazial bis Allerød:** erste "Einwanderungswelle"; initiale Erhöhung der Diversität unter Dominanz der Kälte- und Trockenheitsanzeiger; im Süden, Westen (Klimax im Bølling) und Osten gefolgt von der anteiligen Umgestaltung zugunsten temperierter Arten; vergleichsweise langsamer Prozess; verzögerte Entwicklung im Norden.
  - 2. Zeitscheibe 4, Jüngere Dryas:** Abnahme der Artenvielfalt, Auswirkung auf alle Gruppen klimatischer Präferenz annähernd gleichermaßen; plötzliches Eintreten in allen Regionen.
  - 3. Zeitscheibe 5, Präboreal (und Boreal):** zweite "Einwanderungswelle"; Erhöhung der Diversität durch Einwanderung und Verbreitung temperiert angepasster Säuger; plötzliches Ereignis in allen Regionen (kaum Verzögerung im Norden).
  
- Das **Modell von Einwanderung und lokalem Aussterben** von Säugetieren in temporären Verbreitungsgebieten, geltend für längere Glaziale und Interglaziale, ist auf kurzzeitige Stadiale und Interstadiale übertragbar. Die **Geschwindigkeit der Wiederbesiedlung** temporärer Verbreitungsgebiete scheint dabei von der geografischen Lage und Abgeschlossenheit des jeweiligen Refugiums abhängig zu sein.
  
- Das **Aussterben der pleistozänen Großsäuger** im untersuchten Gebiet war kein einzelnes Event sondern eher ein **Prozess** in der Reihenfolge [in eckigen Klammern: früheres Aussterben möglich]:
  - 1. Spätes Pleniglazial:** [Höhlenhyäne (*Crocota crocuta spelaea*)], Wollhaarnashorn (*Coelodonta antiquitatis*).

**2. Meiendorf/Älteste Dryas:** [Höhlenbär (*Ursus spelaeus* bzw. *U. ingressus*)], Mammut (*Mammuthus primigenius*), Höhlenlöwe (*Panthera leo spelaea*).

**3. Ältere Dryas:** Steppenbison (*Bison priscus*).

**4. Jüngere Dryas:** Riesenhirsch (*Megaloceros giganteus*).

Die **Verbreitungen** dieser Arten waren vor ihrem Aussterben bereits stark **eingeschränkt**. Der Rolle des **Menschen** bei diesem Aussterben beschränkt sich wahrscheinlich auf den **Einfluss auf ökologisch gestresste und/oder isolierte Populationen** (z. B. Jagd).

• Zusammenfassend lassen sich folgende **regionalen Unterschiede in der Klimaentwicklung** aus den Säugetierfaunen ablesen:

**1. Spätes Pleniglazial:** früheste Erwärmung im Süden.

**2. Meiendorf/Älteste Dryas:** Erwärmung im Westen und Norden, eventuell Temperaturrückgang im Süden (Hochlagen).

**3. Bølling-Allerød-Komplex:** im Westen und Süden wärmer und feuchter, im Norden trockener.

**4. Jüngere Dryas:** im Westen und Süden vor allem kälter, im Norden feuchter.

**5. Präboreal/Boreal:** überall markante Veränderung zu warm-trockenen Bedingungen.

• Die Abfolge am **Zigeunerfels** beinhaltet eine **Schichtlücke in der Jüngeren Dryas**. Die **Fauna** vom Zigeunerfels spiegelt trotzdem klar den Klimawandel vom Meiendorf bis in das Präboreal wider und gliedert sich gut in den **Gesamtfauenwandel**. Dennoch wird im intraregionalen Vergleich deutlich, dass an der Oberen Donau zu verschiedenen Zeiten ein **Lokalklima** geherrscht haben muss, das sich von dem des übrigen südlichen und gesamten Mitteleuropas unterschied.

• Die angewandten Methoden führen zu übereinstimmenden Ergebnissen. Die Schwächen der einzelnen Methoden sind kritisch zu betrachten, aber die **Kombination verschiedener Ansätze** führt zur Entstehung eines **detaillierter als bisher aufgelösten**, umfassenden Bildes der **zeitlichen und ökologischen Zusammenhänge** des Säugetierfaunenwandels.

## **6. Ausblick**

In verschiedensten Projekten, die sich mit pleistozänen und holozänen Umweltveränderungen befassen, wurden Datenbanken mit unterschiedlichen Schwerpunkten erstellt und ausgewertet. Die CEMPHoB-Datenbank gehört als Basis für die zeitlich und geographisch hoch auflösenden Untersuchungen sicher zu den detailliertesten unter ihnen. Dennoch kann auch sie bisher gewisse Lücken im (Sub-)Fossilbericht nicht füllen. So ist besonders im Osten Mitteleuropas weitere Sammel- und Dokumentationsarbeit vonnöten, um den Faunenwandel dort präzise erfassen zu können. Nachuntersuchungen der Faunen aus dem Saale-Gebiet (Urdhöhle, Teufelsbrücke, Oelknitz, Fuchskirche), eventuell sogar verbunden mit Nachgrabungen, wären außerdem hilfreich. In anderen Regionen können weitere Nachdatierungen bereits datierter problematischer Ansammlungen, z. B. des Komplexes 12a und des Profilabschnitte 370-300 cm aus der Burghöhle Dietfurt, und Neudatierungen von bisher nur relativ oder ungenau zeitlich eingeordneten Fundschichten, z. B. aus dem Wildweiberhaus-Felsen oder der Karstschlotte und vielen weiteren, eine noch höhere Auflösung des Faunenwandels erzielen.

Neue Radiokarbondaten an Höhlenbärfunden aus Süddeutschland werden derzeit erwartet (u. a. Dr. S. MÜNZEL, Tübingen) und sollen Klarheit über den Zeitpunkt des Aussterbens dieser Art nördlich der Alpen bringen.

Der Vergleich der faunistischen Ergebnisse mit den Ergebnissen der zurzeit stattfindenden archäologischen Neubearbeitung des Zigeunerfels-Inventars (P. VOLLMER Mag., Detmold) könnte zu weiteren Erkenntnissen führen.

Insgesamt ist eine Eingliederung aller gesammelten Informationen und der Ergebnisse sowie ihre Interpretation im größeren zeitlichen und geografischen Rahmen sinnvoll. So ist z. B. die Einstellung der CEMPHoB-Daten in eine erweiterte Version der nordamerikanischen FAUNMAP-Datenbank geplant.

Stellt man die vorliegende Arbeit vor den Hintergrund des aktuellen Klimawandels, so ergibt sich ihre Bedeutung für die Rezentökologie und die Extrapolation der Auswirkungen der Klimaveränderungen in die Zukunft. Sie liefert Informationen über die ökologischen Toleranzen von Arten, die nicht aus den heutigen Verbreitungsgebieten entnommen werden kann. Sie zeigt zudem wie Säugetiere auf natürliche, teils rapide Klimaschwankungen und Umweltveränderungen ohne menschlichen Einfluss reagieren. Dieses Wissen könnte einen Beitrag zum Verständnis der Rolle des Menschen bei der Veränderung heutiger Ökosysteme leisten und mahnt außerdem zum Schutz von Arten, deren Verbreitungsgebiete sich bereits stark eingengt haben.

## **7. Extended English Summary**

### **Changes in the terrestrial mammal fauna in Central Europe at the Pleistocene/Holocene boundary**

by Julia M. FAHLKE

#### **Introduction**

The end of the Last Glacial was a time of global warming and was characterized by short-time climatic fluctuations (stadials and interstadials). The beginning of the Holocene is marked by a sudden dramatic temperature increase. Changes within mammalian faunal associations are an important means to reconstruct Pleistocene and early Holocene climates. Central Europe represented a temporal distribution area for many mammal species and saw a permanent remodeling of its faunal composition throughout the late Pleistocene and early Holocene.

The faunal change in Central Europe and southern Scandinavia at the Pleistocene/Holocene boundary (the end of the Last Glacial) has mostly been studied thus far with regard to single localities, regions, phases, or taxa. A comprehensive examination in light of ecological developments is still lacking at a satisfying temporal and spatial resolution level. To achieve this aim, the faunal evaluations of this study also include paleoclimatological, palynological, and archaeological information. Only faunas that have been precisely assigned temporally by means of absolute or relative dating are analyzed, while associations spanning a longer time or mixed faunas are rejected. Due to the fact that the fossil record hardly ever covers 100% of all faunal elements, the absence of evidence is no evidence of absence. Thus, the main focus here is on whole faunal compositions, which are based on the occurrence (not the absence) of mammals. Single species can only have a minor influence on the total. Nonetheless, the occurrence of significant taxa, especially if they appear odd within a certain time frame, is reviewed critically.

#### **Materials and methods**

In this study, the absolute occurrences of mammal species in 289 Central European and southern Scandinavian localities were recorded, covering a time from the late Pleniglacial to the Boreal (ca. 15,000 to 8,000 uncalibrated <sup>14</sup>C BP). Together with absolute dates as well as archaeological, palynological, and sedimentological information, they were compiled in a new

database called CEMPHoB (Central European mammals at the Pleistocene/Holocene boundary).

For better data assessment, the area under investigation was divided into four regions along geographical features: North: areas directly influenced by glacier activities during the Last Glacial Maximum, i.e., southernmost Sweden, all of Denmark, Schleswig-Holstein, and northeastern Germany as far south as Berlin; West: the Netherlands, Belgium, northwestern and western Germany, northern France, bordering on the southern region along the Upper Rhine Valley; South: southern Germany as far east as the Bavarian Forest, northeastern France, Switzerland, and western Austria; East: southeastern Germany, the western parts of Poland and the Czech Republic, and eastern Austria.

Additionally, five time slices in accordance with known climatic fluctuations were introduced (dates in uncalibrated radiocarbon years): 1. late Pleniglacial: older than 12,500 BP; 2. Meiendorf and Oldest Dryas: 12,500-12,000 BP; 3. Bølling, Older Dryas, and Allerød: 12,000-10,800 BP; 4. Younger Dryas: 10,800-10,000 BP; 5. Preboreal and Boreal: 10,000-8,000 BP.

In a qualitative assessment, the distributions of single species and genera through space and time were analyzed, taking into account the respective paleogeographic conditions of every time slice. Furthermore, regional faunal compositions were investigated quantitatively for each time slice and region. For this purpose, mammal taxa were grouped by their climatic preferences (i.e., indicative of cold and/or dry climate, preferring humid habitats and tolerant of cold temperatures, adapted to temperate conditions, and indifferent towards or not indicative of certain climates). Percentages of these groups were calculated and compositions expressed in bar charts for every region and time slice. Faunal development over time could best be seen using area diagrams. In order to gain further insight into the regional effects of climatic changes, faunal compositions (without the indifferent taxa) were plotted on ternary diagrams, and climatic paths drawn. All results were interpreted in the light of climatic, paleobotanical, archaeological, and landscape development. The mammalian faunal succession of the well-stratified locality Zigeunerfels near Sigmaringen (Upper Danube Valley, southern Germany) was revised and placed in the Central European context with the help of newly acquired radiocarbon dates. GIS-based analysis of recent distribution areas of still extant species was used to approximately determine former climatic conditions. In order to test the reliability of the time slices, regions, and ecological groups chosen, a statistical similarity analysis of faunal associations from 56 selected localities was carried out based on

the absolute occurrence of taxa (binary matrix, Jaccard's similarity index, hierarchical clustering).

### Results and conclusions

- The mammalian faunal change in Central Europe and southern Scandinavia took place **discontinuously and asynchronously**.
  
- Fluctuations of the **mammal fauna** are approximately **synchronous to major changes of the vegetation**, both **following climatic changes** at a short delay. This is in accordance with results from gastropod faunal analyses and archaeologically reported developments in human cultures.
  
- Analysis of the distribution history of individual species reveals **specific reactions to climatic changes**. The **model of distribution and local extinction** derived from the analysis of glacials and interglacials does also apply for shorter stadials and interstadials. The **time needed for the recolonization** of temporary distribution areas seems to depend on the position and remoteness of the respective glacial refuge.
  
- The **exchange of the terrestrial mammal fauna** took place in **three major phases**:
  - 1. time slices 1 to 3, Pleniglacial to Allerød**: gradual extinction of most Pleistocene forms; first "immigration wave" and increase of diversity initially due to immigration of cold-adapted taxa; followed by replacement in favor of temperate species in southern, western, and eastern Central Europe. This comparatively slow process was delayed in the north.
  - 2. time slice 4, Younger Dryas**: sudden decrease of diversity with consequences for all ecological groups in all regions.
  - 3. time slice 5, Preboreal (and Boreal)**: second "immigration wave" with rapid increase in species richness caused by immigration and dispersal of temperate-adapted mammals; minor (if any) delay in northern Central Europe and southern Scandinavia.
  
- The **extinction of Pleistocene large mammals** in Central Europe was not a single event but a longer lasting **process**, involving the following species in the following order [in brackets = earlier extinction possible]:
  - 1. late Pleniglacial**: [cave hyaena (*Crocota crocuta spelaea*)], woolly rhinoceros (*Coelodonta antiquitatis*).

**2. Meiendorf or Oldest Dryas:** [cave bear (*Ursus spelaeus* bzw. *U. ingressus*)], woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*), and cave lion (*Panthera leo spelaea*).

**3. Older Dryas:** steppe bison (*Bison priscus*).

**4. Younger Dryas:** giant deer (*Megaloceros giganteus*).

All of these species suffered the **restriction of their distribution ranges** prior to extinction.

**Human contribution** to their extinction is probably confined to an **impact on ecologically already stressed and/or isolated populations** (e.g. hunting).

• **Regional differences in climatic fluctuations** are implied by the mammal fauna:

**1. Pleniglacial:** earliest warming in the south.

**2. Meiendorf/Oldest Dryas:** warming in the west and north, probably decreasing temperatures in elevated areas of the southern region.

**3. Bølling-Allerød complex:** warmer and more humid in southern und western Central Europe, possibly cooler temperatures in the northern region.

**4. Younger Dryas:** primarily colder in the western and southern regions but relatively humid in the north.

**5. Preboreal/Boreal:** marked temperature rise all across Central Europe and southern Scandinavia.

• The succession at the **Zigeunerfels** includes a **hiatus comprising the Younger Dryas**.

Nonetheless, the **fauna** clearly mirrors the climatic changes from Meiendorf through Preboreal times and fits well into the (southern) **Central European context**. However, in comparison with neighboring localities, a slightly different **microclimate** for the cave sites in the upper Danube valley can be assumed.

• In the **statistical analysis**, associations from the same time slice and region showed the highest similarity, thus the **results** gained from qualitative and percent-based faunal analyses are **supported**.

• Results achieved by employing different methods are in good agreement. The weaknesses of single methods are mostly due to the actualistic approach of environmental reconstruction and must be evaluated critically. The **combination of various methods**, however, yielded a **detailed picture of faunal changes and their ecological context** resolved to a higher geographical and chronological degree than formerly possible.

- The results of this study suggest the acquisition of further radiocarbon dates, the revision of excavated faunas, and new excavations especially in the eastern Central European region where data are still rare. The CEMPHoB database, being one of the most precise for the investigated area and time span, will be included in a larger temporal and geographical context (e.g., an expanded version of the North American FAUNMAP database), and made accessible for interested researchers. The study of **former ranges and habitats of extant species** shed new light on their **potential ecological tolerances**, not all of which are reflected by their present-day distribution areas. Therefore, regarding the **Recent climate change**, the presented results become important for **further ecological studies** and the estimation of the effect of human activities on today's mammal fauna.

## **8. Danksagung**

Besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Dr. Wighart von KOENIGSWALD, Bonn, für die Anregung und Betreuung dieser Dissertation, für konstruktive Diskussionen, seine Unterstützung und sein stets offenes Ohr und Verständnis für die kleineren und größeren Anliegen einer Doktorandin.

Herzlichen Dank richte ich an meinen Zweitbetreuer Prof. Dr. Thomas MARTIN, Bonn, und an die Kommissionsmitglieder Prof. Dr. Carsten MÜNKER, Köln, und Prof. Dr. Steven F. PERRY, Bonn.

Finanziert wurde diese Doktorarbeit von der DFG (Forschungsprojekt KO 627/32-2) und der Frauenförderung der Universität Bonn. Ein zweiwöchiger Forschungsaufenthalt in Kopenhagen wurde von SYNTHESYS (DK-TAF 1921) ermöglicht.

Dr. Kim AARIS-SØRENSEN, Kopenhagen, Dr. Olaf JÖRIS, Monrepos, Dr. Martin STREET, Monrepos, Sonja GRIMM Mag., Monrepos, Dr. Rainer HUTTERER, Bonn, Prof. Dr. Martin SANDER, Bonn, Dr. Ingrid ULLBRICHT, Schleswig, Dr. Ulrich SCHMÖLCKE, Schleswig, Prof. Dr. Norbert BENECKE, Berlin, Prof. Dr. Dirk HEINRICH, Kiel, und Dr. Ellen SCHULZ, Hamburg, sei gedankt für den Zugang zu Sammlungen, Datenbanken, Archiven und/oder Bibliotheken und für viele fruchtbare Diskussionen.

Für die Entleihung und/oder Überlassung von Material zur Radiokarbondatierung bin ich Dr. Erwin KEEFER, Stuttgart, PD Dr. Michael BOLUS, Tübingen, Prof. Dr. Rainer SPRINGHORN, Detmold, und Dr. Rainer HUTTERER, Bonn, zu großem Dank verpflichtet.

Für die Übermittlung wichtiger Daten und vorläufiger Ergebnisse, Hinweise auf relevante Literatur und anregende Diskussionen danke ich Dr. Robert SOMMER, Kiel, Prof. Dr. Anthony J. STUART, London, Prof. Dr. Wolfgang RÄHLE, Tübingen, Prof. Dr. Gernot RABEDER, Wien, Dr. Susanne MÜNDEL, Tübingen, Dr. Felix RIEDE, London/Højbjerg, Dr. Ingo CLAUSEN, Neumünster, Dr. Gerald KOPP, Bordesholm, Prof. Dr. Claus-Joachim KIND, Esslingen, Mara-Julia WEBER Mag., Schleswig, Dipl.-Biol. Susanne HORN, Leipzig, Peter VOLLMER Mag., Detmold, und Prof. Dr. Jürgen RICHTER, Köln.

Vielen Dank an Dr. Ingo RAUFUSS, Weimar, für den Zugang zum Programm "Guilday-Calculator" sowie die Unterweisung in dessen Nutzung.

An Stefan REISS cand. Geol., Bonn, geht ein besonders großes Dankeschön und Lob für seine hervorragende und hundertprozentig zuverlässige Arbeit im Rahmen seiner Tätigkeit als Studentische Hilfskraft, besonders für die Beschaffung von kaum zugänglicher Literatur und

das Korrekturlesen des Manuskriptes. Janka BRINKKÖTTER cand. Geol., Bonn, half mir in der Endphase den Überblick zu behalten.

Ich danke Dr. Gina SEMPREBON, Longmeadow, für das Korrekturlesen der englischen Zusammenfassung. Ihr und Dr. Rebecca TERRY, Stanford, sei außerdem für ihre Hilfe bezüglich der statistischen Auswertung gedankt.

Georg OLESCHINSKI, Bonn, fotografierte das Fossilmaterial aus dem Zigeunerfels.

Meinen lieben Eltern und Freunden möchte ich nicht nur für ihre Beiträge zur Verständlichkeit des Textes danken, sondern vor allem dafür, dass sie mich während der gesamten, nicht immer einfachen Zeit unterstützt, ermutigt, ertragen und mir Rückhalt geboten haben. Home is where the heart is.

## **9. Literatur**

- AARIS-SØRENSEN, K. 1976. A Zoological Investigation of the Bone Material from Sværdborg I - 1943. In: HENRIKSEN, B. B. Sværdborg I. Excavations 1943-44. A Settlement of the Maglemose Culture. Arkæologiske Studier, 3: 137-148.
- AARIS-SØRENSEN, K. 1977. The subfossil wolf, *Canis lupus* L., in Denmark. Videnskabelige Meddelelser fra Dansk naturhistorisk Forening i København, 140: 129-146.
- AARIS-SØRENSEN, K. 1987. Kæmpehjorte fra Grarup – et spændene fortidsfund. Sønderjysk Månedsskrift, 63: 213-219.
- AARIS-SØRENSEN, K. 1992. Deglaciation chronology and re-immigration of large mammals. A South Scandinavian example from Late Weichselian – Early Flandrian. Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 153: 143-149.
- AARIS-SØRENSEN, K. 1995. Palaeoecology of a late Weichselian vertebrate fauna from Nørre Lyngby, Denmark. Boreas, 24 (4): 355-365.
- AARIS-SØRENSEN, K. 1998. Danmarks forhistoriske dyreverden – Om skovelefanter, næsehorn, bisoner, urokser, mammutter og kæmpehjorte. Gyldendal, Denmark. 232 pp.
- AARIS-SØRENSEN, K. 1999. The Holocene History of the Scandinavian Aurochs (*Bos primigenius* Bojanus, 1827). In: WENIGER, G.-C. (Hrsg.). Archäologie und Biologie des Aurochsen. Wissenschaftliche Schriften des Neanderthal Museums, 1: 49-58.
- AARIS-SØRENSEN, K. 2000. Development of the terrestrial mammal fauna in Fennoscandia after the last glaciation. In: SANDGREN, P. (Hrsg.) 2000. Environmental changes in Fennoscandia during the Late Quaternary. LUNDQUA Report, 37: 36-44.
- AARIS-SØRENSEN, K. 2001. The Danish fauna throughout 20,000 years from mammoth steppe to cultural steppe – a guide to an exhibition about the changeability of nature. Zoological Museum, University of Copenhagen. 44 pp.
- AARIS-SØRENSEN, K. 2006. Northward expansion of the Central European megafauna during late Middle Weichselian interstadials, c. 45 – 20 kyr BP. Palaeontographica A, 278 (1-6): 125-133.
- AARIS-SØRENSEN, K. 2007. Fra istid til nutid. In: BAAGØE, H.J. & JENSEN, T.S. (Hrsg.) 2007. Dansk Pattedyratlas. Gyldendal, Denmark. 312-321.
- AARIS-SØRENSEN, K. im Druck. Diversity and dynamics of the mammalian fauna in Denmark throughout the last glacial-interglacial cycle, c. 115-0 kyr BP. Fossils and Strata, 57.
- AARIS-SØRENSEN, K. & LILJEGREN, R. 2004. Late Pleistocene remains of giant deer (*Megaloceros giganteus* Blumenbach) in Scandinavia: chronology and environment. Boreas, 33: 61-73.
- AARIS-SØRENSEN, K. & VENSILD, H. 1996. Kronhjortene på Bornholm og især i Aaker sogn. Bornholmske Samlinger, 1996: 89-96.
- AARIS-SØRENSEN, K., PETERSEN, K. S. & TAUBER, H. 1990. Danish Finds of Mammoth (*Mammuthus primigenius* (Blumenbach)) – Stratigraphical position, dating and evidence of Late Pleistocene environment. Danmarks Geologiske Undersøgelse, DGU Serie B, 14: 1-44.
- AARIS-SØRENSEN, K., PETERSEN, K. S. & HENRIKSEN, M. B. 1999. Late Weichselian Record of Saiga (*Saiga tatarica* (L.)) from Denmark and its Indications of Glacial History and Environment. Quartär, 49/50: 87-94.

- AARIS-SØRENSEN, K., MÜHLHORFF, R. & PETERSEN, E. B. 2007. The Scandinavian reindeer (*Rangifer tarandus* L.) after the last glacial maximum: time, seasonality and human exploitation. *Journal of Archaeological Science*, 34: 914-923.
- ALBRECHT, G. 1984. Der steinzeitliche Fundplatz Malerfels I und ein Merkmalsystem für geometrische Mikrolithen. In: HAHN, J. 1984. Die steinzeitliche Besiedlung des Eselsburger Tales bei Heidenheim. Landesdenkmalamt Baden-Württemberg. Konrad Theiss Verlag, Stuttgart. 90-122.
- ALBRECHT, G., HAHN, J., KOENIGSWALD, W.v., MÜLLER-BECK, H., TAUTE, W. & WILLE, W. 1976. Die klimatische Veränderung des terrestrischen Lebensraumes und ihre Rückwirkung auf den Menschen. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie II*, 1976: 449-479.
- ALBRECHT, G., BERKE, H. & POPLIN, F. 1983. Säugetierreste vom Petersfels P1 und Petersfels P3, Grabung 1974-1976. In: ALBRECHT, G., BERKE, H. & POPLIN, F. (Hrsg.) 1983. Naturwissenschaftliche Untersuchungen an Magdalénieninventaren vom Petersfels, Grabungen 1974-1976. Tübinger Monographien zur Urgeschichte, 8: 63-121.
- ANDERSEN, B. G. & BORNS, H. W. JR. 1994. *The Ice Age World*. Scandinavian University Press, Oslo. 208 pp.
- ANDERSON, S.S. 1992. *Halichoerus grypus* – Kegelrobbe. In: DUGUY, R. & ROBINEAU, D. 1992. *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 6: Meeressäuger. Teil II: Robben – Pinnipedia. AULA-Verlag, Wiesbaden. 97-116.
- ANDREWS, P. 1995: Mammals as palaeoecological indicators. – Influence of Climate on Faunal Evolution in the Quaternary. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 38 (1): 59-72.
- ARNOLD, J. R. & LIBBY, W.F. 1949. Age determinations by radiocarbon content: Checks of samples with known age. *Science*, 110: 678-680.
- AULER, J. 1999. Zwei bemerkenswerte Skelettfunde von Auerochsen aus den Rheinlanden und Westfalen: Dormagen-Staberg und Sassenberg-Hilgenbrink. In: WENIGER, G.-C. (Hrsg.) 1999. *Archäologie und Biologie des Auerochsen*. Wissenschaftliche Schriften des Neanderthal Museums, 1: 195-200.
- AVERIANOV, A., NIETHAMMER, J. & PEGEL, M. 2003. *Lepus europaeus* – Feldhase. In: KRAPP, F. 2003. *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 3/II: Hasentiere (Lagomorpha). AULA-Verlag. 35-104.
- BAALES, M. 1996. Umwelt und Jagdökonomie der Ahrensburger Rentierjäger im Mittelgebirge. *Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz*, 38: 361 pp.
- BAALES, M. 2002. Auf der Fährte spätglazialer Pferde bei Mertloch (Neuwieder Becken, Mittelrhein, Deutschland). *Bonner Zoologische Beiträge*, 50 (3): 109-133.
- BAALES, M. 2006. Environnement et archéologie durant le Paléolithique final dans la région du Rhin moyen (Rhénanie, Allemagne): conclusions des 15 dernières années de recherches. *L'anthropologie*, 110: 418–444.
- BAALES, M. & BERG, A. v. 1999. Völlig unerwartet: Tierfährten von Pferden, Braunbären, Rot- und Auerwild in Ablagerungen des allerödzeitlichen Laacher See-Vulkans (ca. 12.9 ky cal BP) bei Mertloch (Kr. Mayen-Koblenz, Neuwieder Becken, Rheinland-Pfalz, Deutschland). *Tier und Mensch (Mitteilungen der Gesellschaft der Freunde und Förderer Museum Alexander Koenig)*, 6 (4/4): 68-74.
- BAALES, M. & JÖRIS, O. 2001. Zwischen Nord und Süd. Ein spätallerödzeitlicher Rückenspitzen-Fundplatz bei Bad Breisig, Kr. Ahrweiler (Mittelrhein, Rheinland-Pfalz). *Die Kunde N. F.*, 51 (2001): 275-291.
- BAALES, M., JÖRIS, O., BITTMANN, F., WENIGER, B. & WIETHOLD, J. 2002. Impact of the Late Glacial Eruption of the Laacher See Volcano, Central Rhineland, Germany. *Quaternary Research*, 58(3): 273-288.

- BARNOSKY, A., KOCH, P.L., FERANEC, R.S., WING, S.L. & SHABEL, A. B. 2004. Assessing the Causes of Late Pleistocene Extinctions on the Continents. *Science*, 306: 70-75.
- BECKER, K. 1978. *Rattus rattus* – Hausratte. – In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1978. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 1: Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae). 382-400. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- BEHM, H. 1999. Urschädelfunde (*Bos primigenius* BOJANUS, 1827) von Garlitz und Raguth. *Archiv der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg*, XXXVIII: 25-40.
- BENECKE, N. 1999. The project "The Holocene History of the European Vertebrate Fauna". In: BENECKE, N. 1999. The Holocene History of the European Vertebrate Fauna – Modern Aspects of Research. *Archäologie in Eurasien*, 6: 151-161.
- BENECKE, N. 2000. Die jungpleistozäne und holozäne Tierwelt Mecklenburg-Vorpommerns. *Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas*, 26: 1-143.
- BENECKE, N. 2002. Zur Neudatierung des Ur- Fundes von Potsdam-Schlaatz, Brandenburg. *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 32 (2): 161-168.
- BENECKE, N. 2004. Faunal succession in the lowlands of northern Central Europe at the Pleistocene-Holocene transition. In: TERBERGER, T. & ERIKSEN, B.V. (Hrsg.) 2004. Hunters in a changing world - Environment and Archaeology of the Pleistocene-Holocene Transition (ca. 11000-9000 B.C.) in Northern Central Europe. Workshop of the U.I.S.P.P.-Commission XXXII at Greifswald in September 2002. Verlag Marie Leidorf GmbH, Rahden/Westfalen. 43-52.
- BENECKE, N. 2006. Zur Fauna aus dem Schichtkomplex 3 am Abri Fuchskirche I. In: BENECKE, N., BOLLONGINO, R., KÜSSNER, M. & WEBER, C. 2006. Zur Datierung und Fauna des spätglazialen Schichtkomplexes am Abri Fuchskirche I bei Allendorf, Lkr. Saalfeld-Rudolstadt. *Alt-Thüringen*, 39: 125-127.
- BENECKE, N. & HEINRICH, D. 2003. Neue Daten zur Entwicklung der Huftierfauna im Tieflandgebiet zwischen Elbe und Oder im Spätglazial und Altholozän. *Archeozoologia*, 21: 19-36.
- BERGLUND, B.E., HÅKANSSON, S. & LAGERLUND, E. 1976. Radiocarbon dated mammoth (*Mammuthus primigenius* BLUMENBACH) finds in South Sweden. *Boreas*, 5: 177-191.
- BERGLUND, B.E., BERGSTEN, H., BJÖRCK, S., KOLSTRUP, E., LEMDAHL, G. & NORDBERG, K. 1994. Late Weichselian environmental change in southern Sweden and Denmark. *Journal of Quaternary Science*, 9: 127-132.
- BERGMANN, C. 1847. Über die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Größe. *Göttinger Studien*, 1 (3): 595-708.
- BERKE, H. 1987. Die Großsäugerreste aus den spätpleistozänen und holozänen Horizonten der Grabungen am "Felsställe" bei Ehningen-Mühlen, Alb-Donau-Kreis. In: KIND, C.-J. 1987. Das Felsställe: Eine jungpaläolithisch-frühmesolithische Abri-Station bei Ehningen-Mühlen, Alb-Donau-Kreis, die Grabungen 1975-1980. Landesdenkmalamt Baden-Württemberg. Konrad Theiss Verlag, Stuttgart. 303-338.
- BIGNON, O. & EISENMANN, V. 2006. Western European Late Glacial horse diversity and its ecological implications. In: MASHKOUR, M. (Hrsg.) 2006. Equids in Time and Space. 9<sup>th</sup> ICAZ Conference, Durham 2002. Oxbow Books, Oxford. 161-171.

- BJÖRCK, S. 1996. Late Weichselian/early Preboreal Development of the Öresund Strait: A Key Area for Northerly Mammal Immigration. In: LARSSON, L. 1996. The Earliest Settlement of Scandinavia. *Acta Archaeologica Lundensia*, 8 (24): 123-134.
- BJÖRCK, S., WALKER, M.J.C., CWYNAR, L.C., JOHNSEN, S., KNUDSEN, K.-L., LOWE, J.J., WOHLFARTH, B. & INTIMATE MEMBERS. 1998. An event stratigraphy for the Last Termination in the North Atlantic region based on the Greenland ice-core record : a proposal by the INTIMATE group. *Journal of Quaternary Science*, 13 (4), 283-292.
- BJÖRCK, S., MUSCHELER, R., KROMER, B., ANDRESEN, C. S., HEINEMEIER, J., JOHNSEN, S. J., CONLEY, D., KOC, N., SPURK, M. & VESKI, S. 2001. High-resolution analyses of an early Holocene climate event may imply decreased solar forcing as an important climate trigger *Geology*, 29 (12): 1107–1110.
- BODU, P. & DEBOUT, G. 2005. Unites domestiques et unites annexes dans l'Azilien ancien du Closeau (Hauts-de-Seine): quelle complementarite? In: OLIVE, M. & VALENTIN, B 2005. Variabilité des habitats tardiglaciaires dans la bassin parisien et ses alentours: quelles significations? – Résumés des communications. 26 novembre 2005, institut Michelet, université Paris. 3-6.
- BOECKER, M., LEHMANN, E.V. & REMY, H. 1972. Über eine Wirbeltierfauna aus den jüngsten würmeiszeitlichen Ablagerungen am Michelberg bei Ochtendung/Neuwieder Becken. *Decheniana*, 124: 119-134.
- BOESSNECK, J. 1956. Zur Größe des mitteleuropäischen Rehes (*Capreolus capreolus* L.) in alluvial-vorgeschichtlicher und früher historischer Zeit. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 21: 121-131.
- BOESSNECK, J. 1978a. Die Tierknochenfunde aus dem mesolithischen Kulturschichten der Jägerhaus-Höhle, Markung Bronnen, im oberen Donautal. In: TAUTE, W. (Hrsg.) 1978. Das Mesolithikum in Süddeutschland. Teil 2: Naturwissenschaftliche Untersuchungen. *Tübinger Monographien zur Urgeschichte*, 5/2. Verlag Archaeologica Venatoria, Tübingen. 77-86.
- BOESSNECK, J. 1978b. Die Tierknochenfunde aus der mesolithischen Kulturschicht der Falkensteinhöhle, Markung Thiergarten, im oberen Donautal. In: TAUTE, W. (Hrsg.) 1978. Das Mesolithikum in Süddeutschland. Teil 2: Naturwissenschaftliche Untersuchungen. *Tübinger Monographien zur Urgeschichte*, 5/2. Verlag Archaeologica Venatoria, Tübingen. 87-100.
- BOESSNECK, J. 1978c. Tierknochenfunde aus der mesolithischen Kulturschicht unter dem Felsdach Inzigkofen im oberen Donautal. In: TAUTE, W. (Hrsg.) 1978. Das Mesolithikum in Süddeutschland. Teil 2: Naturwissenschaftliche Untersuchungen. *Tübinger Monographien zur Urgeschichte*, 5/2. Verlag Archaeologica Venatoria, Tübingen. 101-116.
- BOESSNECK, J. 1978d. Prähistorische Tierknochenfunde von den Fohlenhaus-Höhlen im Lonetal (Schwäbische Alb). In: TAUTE, W. (Hrsg.) 1978. Das Mesolithikum in Süddeutschland. Teil 2: Naturwissenschaftliche Untersuchungen. *Tübinger Monographien zur Urgeschichte*, 5/2. Verlag Archaeologica Venatoria, Tübingen. 117-118.
- BOESSNECK, J. 1978e. Steinzeitliche Tierknochenfunde aus der Bettelküche bei Sulzbach-Rosenberg (Oberpfalz). In: TAUTE, W. (Hrsg.) 1978. Das Mesolithikum in Süddeutschland. Teil 2: Naturwissenschaftliche Untersuchungen. *Tübinger Monographien zur Urgeschichte*, 5/2. Verlag Archaeologica Venatoria, Tübingen. 119-122.
- BOESSNECK, J. 1978f. Die Tierknochenfunde von einer steinzeitlichen Fundstelle auf der Kleinen Kalmit bei Arzheim, Stadt Landau (Pfalz). In: TAUTE, W. (Hrsg.) 1978. Das Mesolithikum in Süddeutschland. Teil 2:

- Naturwissenschaftliche Untersuchungen. Tübinger Monographien zur Urgeschichte, 5/2. Verlag Archaeologica Venatoria, Tübingen. 123-126.
- BOESSNECK, J. & DRIESCH, A.V.D. 1973. Die jungpleistozänen Tierknochenfunde aus der Brillenhöhle. In: RIEK, G. 1973. Das Paläolithikum der Brillenhöhle bei Blaubeuren (Schwäbische Alb). Teil II. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg, 4 (II): 1-131.
- BOHLKEN, H. 1986. *Ovibos moschatus* – Moschusochse. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1986. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/II. Paarhufer – Artiodactyla (Suidae, Cervidae, Bovidae). AULA-Verlag, Wiesbaden. 349-361.
- BÖHME, W. 1978a. *Micromys minutus* – Zwergmaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1978. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 1: Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 290-304.
- BÖHME, W. 1978b. *Apodemus agrarius* – Brandmaus. – In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1978. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 1: Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 368-381.
- BOKELMANN, K. 1972. Duvensee, ein Wohnplatz des Mesolithikums in Schleswig-Holstein, und die Duvenseeegruppe. Dissertation Köln 1969. Archäologische Informationen, 1: 92-93.
- BOKELMANN, K., HEINRICH, D. & MENKE, B. 1983. Fundplätze des Spätglazials am Hainholz-Esinger Moor, Kreis Pinneberg. Offa, 40: 199-239.
- BOKELMANN, K., AVERDIECK, F.-R. & WILLKOMM, H. 1981. Duvensee, Wohnplatz 8. Neue Aspekte zur Sammelwirtschaft im frühen Mesolithikum. Offa, 38: 21-40.
- BOLLONGINO, R. & WEBER, C. 2006. Molekulargenetische Analyse eines Rinderknochens. In: BENECKE, N., BOLLONGINO, R., KÜßNER, M. & WEBER, C. 2006. Zur Datierung und Fauna des spätglazialen Schichtkomplexes am Abri Fuchskirche I bei Allendorf, Lkr. Saalfeld-Rudolstadt. Alt-Thüringen, 39: 127-128.
- BOLUS, M. 1992. Die Siedlungsbefunde des späteiszeitlichen Fundplatzes Niederbieber (Stadt Neuwied). Monographien des Römisch germanischen Zentralmuseums Mainz, 22: 207 pp.
- BOKELMANN, K., AVERDIECK, F.-R. & WILLKOMM, H. 1985. Duvensee, Wohnplatz 13. Offa, 42: 13-34.
- BONDESEN, P. & LYKKE-ANDERSEN, H. 1976. Desmanen – etnyt pattedyr i Danmark efter Istiden. Varv, 1976 (I): 11-16.
- BOCHERERNS, H., CONARD, N.J., GERMONPRÉ, M., HOFREITER, M., MÜNDEL, S., STEPHAN, E. & TÜTKEN, T. 2007. Isotopic biochemistry and the evolution of cave bear ecology during Marine Oxygen Isotopic Stage 3 in Western and Central Europe. Proceedings of the 13<sup>th</sup> International Cave Bear Symposium, September 20-24, 2007, Brno, Czech Republic. Scripta Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis, 35: 103-106.
- BOSINSKI, G. 1969. Die Steinartefakte. In: WETZEL, R. & BOSINSKI, G. (Hrsg.) 1969. Die Bocksteinschmiede im Lonetal (Markung Rammingen, Kreis Ulm). Veröffentlichungen des Staatlichen Amtes für Denkmalpflege Stuttgart A, 15: 21-70.
- BOSINSKI, G. 1981. Gönnersdorf – Eiszeitjäger am Mittelrhein. Veröffentlichungen des Landesmuseums Koblenz B, 7: 120 pp.
- BOSINSKI, G., STREET, M. & BAALES, M. 1995. The Palaeolithic and Mesolithic of the Rhineland. In: SCHIRMER, W. (Hrsg.) 1995. INQUA Quaternary field trips in Central Europe, 2: 829-999.

- BOSOLD, K. 1968. Geschlechts- und Gattungsunterschiede an Metapodien und Phalangen mitteleuropäischer Wildwiederkäuer. *Säugetierkundliche Mitteilungen*, 16: 93-153.
- BRATLUND, B. 1990. Rentierjagd im Spätglazial – Eine Untersuchung der Jagdfrakturen an Rentierknochen von Meiendorf und Stellmoor, Kreis Stormarn. *Offa*, 47: 7-34.
- BRATLUND, B. 1993. Ein Riesenhirschschädel mit Bearbeitungsspuren aus Lüdersdorf, Kreis Grevesmühlen. *Offa*, 49/50: 7-14.
- BRATLUND, B. 1994. A survey of the subsistence and settlement of the Hamburgian Culture in Schleswig-Holstein. *Jahrbuch des Römisch-germanischen Zentralmuseums in Mainz, Forschungsinstitut für Vor- und Frühgeschichte*, 41: 59-93.
- BRATLUND, B. 1996. Hunting Strategies in the Late Glacial of Northern Europe: A Survey of the Faunal Evidence. *Journal of World Prehistory*, 10 (1): 1-48.
- BRAUER, A., ENDERS, C. & NEGENDANK, J.W.F. 1999. Lateglacial calendar year chronology based on annually laminated sediments from Lake Meerfelder Maar, Germany. *Quaternary International*, 61 (1): 17-25.
- BRIDAULT, A. 1998. L'environnement animal et son exploitation dans le Massif jurassien (13000 - 6500 BP). In: CUPILLARD, C. & RICHARD, A. (Hrsg.) 1998. *Les derniers chasseurs-cueilleurs du Massif Jurassien et de ses marges*. Service régional de l'Archéologie, Lons-le-Saunier. 73-78.
- BRIDAULT, A. & CHAIX, L. 2002. Ruptures et équilibres dans la grande faune à la fin du pléistocène et durant l'holocène ancien en Europe occidentale. In: RICHARD, H. & VIGNOT, A. (Hrsg.) 2002. *Équilibres et ruptures dans les écosystèmes durant les 20 derniers millénaires en Europe de l'Ouest*. Actes du colloque international de Besançon, Septembre 2000. Besançon. 53-60.
- BRONK RAMSEY C. 1995. Radiocarbon Calibration and Analysis of Stratigraphy: The OxCal Program *Radiocarbon*, 37(2): 425-430.
- BRONK RAMSEY C. 2001. Development of the Radiocarbon Program OxCal. *Radiocarbon*, 43 (2A): 355-363.
- BRONK RAMSEY, C., HIGHAM, T. H. F., OWEN, D. C., PIKE A.W.G. & HEDGES, R. E. M. 2002. Radiocarbon dates from the Oxford AMS system: *Archaeometry Datelist 31*. *Archaeometry*, 44 (supplement 1): 1-149.
- BROWN, S.G. 1995. *Balaenoptera musculus* – Blauwal. In: ROBINEAU, D., DUGUY, R. & KLIMA, M. 1995. *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 6: Meeressäuger. Teil I: Wale und Delphine – Cetacea. Teil IB: Ziphiidae, Kogiidae, Physeteridae, Balaenidae, Balaenopteridae. AULA-Verlag, Wiesbaden. 748-772.
- BRUNNACKER, K. 1978. *Geowissenschaftliche Untersuchungen in Gönnersdorf. Der Magdalénien-Fundplatz Gönnersdorf*, Bd. 4. Franz Steiner Verlag, Wiesbaden. 258 pp.
- BRUNNACKER, K. & BRUNNACKER, M. 1978. Die Sedimente und die Mollusken in spät- und postglazialen Höhlen-Profilen Süddeutschlands (Schuntershöhle, Felsdach Lautereck, Falkensteinhöhle, Fohlenhaus, Felsdach Inzigkofen, Bettelküche, Jägerhaus-Höhle). In: TAUTE, W. (Hrsg.) 1978. *Das Mesolithikum in Süddeutschland*. Teil 2: *Naturwissenschaftliche Untersuchungen*. Tübinger Monographien zur Urgeschichte, 5/2. 47-76.
- BRUNNACKER, K., KOENIGSWALD, W.v., RÄHLE, W., SCHWEINGRUBER, F.H., TAUTE, W. & WILLE, W. 1977. Der Übergang vom Pleistozän zum Holozän in der Burghöhle von Dietfurt bei Sigmaringen. *Kölner Jahrbuch für Vor- und Frühgeschichte*, 15 (1975-1977): 86-160.
- BULLINGER, J., CATTIN, M.-I., LEESCH, D., MÜLLER, W. & PLUMETTAZ, N. 2005. Habitats et saisonnalité: Reflexions à partir des campements magdaléniens de Champréveyres et Monruz (Neuchâtel, Suisse). In: OLIVE, M. & VALENTIN, B. (Hrsg.) 2005. *Variabilité des habitats tardiglaciaires dans la bassin parisien et*

- ses alentours: quelles significations? – Résumés des communications. 26 novembre 2005, institut Michelet, université Paris. 7-8.
- BÜTZLER, W. 1986. *Cervus elaphus* – Rothirsch. – In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1986. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/II. Paarhufer – Artiodactyla (Suidae, Cervidae, Bovidae). AULA-Verlag, Wiesbaden. 107-139.
- CASATI, C., SØRENSEN, L. & VENNERSDORF, M. 2004. Current research on the early Mesolithic on Bornholm, Denmark. In: TERBERGER, T. & ERIKSEN, B. V. (Hrsg.) 2004. Hunters in a changing world - Environment and Archaeology of the Pleistocene-Holocene Transition (ca. 11000-9000 B.C.) in Northern Central Europe. Workshop of the U.I.S.P.P.-Commission XXXII at Greifswald in September 2002. Verlag Marie Leidorf GmbH, Rahden/Westfalen. 113-132.
- CHARLES, R. 1994. Towards a new chronology for the Lateglacial Archaeology of Belgium. Part II: recent radiocarbon dates from the Oxford AMS system. *Notae Praehistoricae*, 13: 31-39.
- CLAUSEN, I. 1996. Duvenstedt LA 121, Schleswig Holstein – The Occurrence of the Ahrensburgian Culture in Soils of the Allerød Interstadial. A Preliminary Report. In: LARSSON, L. 1996. The Earliest Settlement of Scandinavia. *Acta Archaeologica Lundensia*, 8 (24): 99-110.
- CLAUSEN, I. 1997. Neue Untersuchungen an späteiszeitlichen Fundplätzen der Hamburger Kultur bei Ahrenshöft, Kr. Nordfriesland (ein Vorbericht). *Mitteilungen der Archäologischen Gesellschaft Schleswig-Holstein e. V. und des Archäologischen Landesamtes Schleswig-Holstein*, 8: 8-49.
- CLAUSEN, I. 2004. The reindeer antler axe of the Allerød period from Klappholz LA 63, Kreis Schleswig-Flensburg/ Germany. Is it a relict of the Federmesser, Bromme or Ahrensburg Culture? In: TERBERGER, T. & ERIKSEN, B. V. (Hrsg.) 2004. Hunters in a changing world - Environment and Archaeology of the Pleistocene-Holocene Transition (ca. 11000-9000 B.C.) in Northern Central Europe. Workshop of the U.I.S.P.P.-Commission XXXII at Greifswald in September 2002. Verlag Marie Leidorf GmbH, Rahden/Westfalen. 141-164.
- COOPE, R. 2004. Quaternary climatic changes – what can we learn from history? *The ESS Bulletin*, 2 (2): 57-75.
- CORBET, G.B. 1978. The mammals of the Palaearctic region: a taxonomic review. *British Museum (Natural History)*, London. 314 pp.
- CORDY, J.-M. 1991. Palaeoecology of the Late Glacial and early Postglacial of Belgium and neighbouring areas. In: BARTON, N., ROBERTS, A. J. & ROE, D. A. (Hrsg.) 1991. The Late Glacial in north-west Europe: human adaptation and environmental change at the end of the Pleistocene. *CBA Research report*, 77: 40-47.
- COUDRET, P. & FAGNART, J.-P. 2005. Données préliminaires sur les habitats des groupes de la tradition a Federmesser du bassin de la Somme. In: OLIVE, M. & VALENTIN, B. (Hrsg.) 2005. Variabilité des habitats tardiglaciaires dans le bassin parisien et ses alentours: quelles significations? – Résumés des communications. 26 novembre 2005, institut Michelet, université Paris. 10-11.
- CYREK, K., NADACHOWSKI, A., MADEYSKA, T., BOCHENSKI, Z., TOMEK, T., WOJTAL, P., MIEKINA, B., LIPECKI, G., GARAPICH, A., RZEBIK-KOWALSKA, B., STWORZEWICZ, E., WOLSAN, M., GODAWA, J., KOSCIOW, R., FOSTOWICZ-FRELIK, Ł. & SZYNDLAR, Z. 2000. Excavation in the Deszczowa Cave (Kroczyckie Rocks, Częstochowa Upland, Central Poland). *Folia Quaternaria*, 71: 5-84.
- CUCCHI, T., VIGNE, J.-D. & AUFRAY, J.-C. 2005. First occurrence of the house mouse (*Mus musculus domesticus* SCHWARZ & SCHWARZ, 1943) in the Western Mediterranean: a zooarchaeological revision of

- subfossil occurrences. In: BRITTON-DAVIDIAN, J. & SEARLE, J.B. (Hrsg.) 2005. The genus *Mus* as a model for evolutionary studies. *Biological Journal of the Linnean Society*, 84: 429-445.
- CZIESLA, E. 2004. Late Upper Palaeolithic and Mesolithic cultural continuity – or: bone and antler objects from the Havelland. In: TERBERGER, T. & ERIKSEN, B. V. (Hrsg.) 2004. Hunters in a changing world - Environment and Archaeology of the Pleistocene-Holocene Transition (ca. 11000-9000 B.C.) in Northern Central Europe. Workshop of the U.I.S.P.P.-Commission XXXII at Greifswald in September 2002. Verlag Marie Leidorf GmbH, Rahden/Westfalen. 165-182.
- CZIESLA, E. AND PETTITT, P.B. 2003. AMS <sup>14</sup>C Datierungen von spätpaläolithischen und mesolithischen Funden aus dem Bützsee (Brandenburg). *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 33: 21-38.
- DANSGAARD, W., JOHNSEN, S.J., CLAUSEN, H.B., DAHL-JENSEN, D., GUNDESTRUP, N.S., HAMMER, C.U., HVIDBERG, C.S., STEFFENSEN, J.P., SVEINBJÖRNSDÓTTIR, A.E., JONZEL, J. & BOND, G. 1993. Correlation between climate records from North Atlantic sediments and Greenland ice. *Nature*, 365: 143-147.
- DANZEGLOCKE, U., JÖRIS, O., WENINGER, B. 2009. CalPal-2007<sup>online</sup>. <http://www.calpal-online.de/>. Letzter Zugriff 16.04.2009.
- DAVID, F. 1994. La faune de Pincevent et Verberie. In: TABORIN, Y. (Hrsg.) 1994. Environnements et habitats magdaléniens dans le centre du Bassin parisien. *Documents d'Archéologie Française*, 43:105-110.
- DAVID, S. 1996. La fin du Paléolithique supérieur en Franche-Comté. *Environnement, cultures, chronologie. Gallia Préhistoire*, 38: 11-248.
- DE BIE, M. & VERMEERSCH, P.M. 1998. Pleistocene-Holocene Transition in Benelux. *Quaternary International*, 49/50: 29-43.
- DEGERBØL, M. 1946. Dyreknoget. In: MATHIASSEN, T. 1946. En seneglacial boplads ved Bromme. *Aarbøger for Nordisk Oldkyndighed og Historie*, 1946: 136-142.
- DEGERBØL, M. 1964. Some remarks on late- and post-glacial vertebrate fauna and its ecological relations in Northern Europe. *Journal of Animal Ecology*, 52: 71-85.
- DEGERBØL, M. & FREDSKILD, B. 1970. The urus (*Bos primigenius* BOJANUS) and neolithic domesticated cattle. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter*, 17(1): 1-234.
- DEGERBØL, M. & IVERSEN, J. 1945. The Bison in Denmark. *Danmarks Geologiske Undersøgelse*, 2 (73): 1-62.
- DEGERBØL, M. & KROG, H. 1959. The reindeer (*Rangifer tarandus* L.) in Denmark. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter*, 10 (4): 1-165.
- DELPECH, F. 1975. Les Faunes du Paleolithique Superieur dans le Sud-ouest de la France. Thèse de Doctorat d'État ès Sciences Naturelles, Tome I: Texte. Université de Bordeaux No. 479, C.N.R.S. No. A. O. 11331. 374 pp.
- DIETERLEN, F. 1988. Echte Mäuse oder Langschwanzmäuse. In: GRZIMEK, B. (Hrsg.) 1988. *Grzimeks Enzyklopädie: Säugetiere. Band 3.* Kindler Verlag, München. 152-205.
- Directory of Cities and Towns in the World. Global Gazetteer Version 2.1. 26.01.2006. Copyright 1996-2006 by Falling Rain Genomics, Inc. <http://www.fallingrain.com/world/>.
- DIRIAN, A. 2004. Das späte Jungpaläolithikum und das Spätpaläolithikum der oberen Schichten der Sesselfelsgrötte. In: ZÜCHNER, CH. 2004. Die Sesselfelsgrötte in Neuessing, Landkreis Kelheim, Niederbayern, BRD. <http://www.uf.uni-erlangen.de/projekte/sesselfelsgrötte/sesselfelsgrötte.htm>.
- DÖPPES, D. 2001. *Gulo gulo* (Mustelidae, Mammalia) im Jungpleistozän Mitteleuropas. *Beiträge zur Paläontologie*, 26: 1-95.

- DÖPPES, D. & PACHER, M. 2005. Brown bear Finds from Caves in the Alpine Region. Naturhistorische Gesellschaft Nürnberg, Abhandlungen, 45: 91-104.
- DRUCKER, D., BOCHERENS, H., BRIDAULT, A. & BILLIOU, D. 2003. Carbon and nitrogen isotopic composition of red deer (*Cervus elaphus*) collagen as a tool for tracking palaeoenvironmental change during the Late-Glacial and Early Holocene in the northern Jura (France). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 195: 375-388.
- DUGUY, R. & ROBINEAU, D. 1992. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 6: Meeressäuger. Teil II: Robben – Pinnipedia. AULA-Verlag, Wiesbaden. 312 pp.
- EISENMANN, V. & DAVID, F. 1990. Les chevaux des niveaux IX et Xb-c de la Grotte du Renne à Arcy-sur-Cure (Yonne). Mémoires du musée de Préhistoire d'Ile-de-France, 3: 325-328.
- EHLERS, J. 1994. Allgemeine und historische Quartärgeologie. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart. 358 pp.
- EKMAN, J. 1972. The Urus Female (*Bos primigenius* Boj.) from Slågarp, Southern Sweden. Zoologica Scripta, 1: 203-205.
- EKSTRÖM, J. 1993. The Late Quaternary History of the Urus (*Bos primigenius* Bojanus 1827) in Sweden. LUNDQUA Thesis, 29: 1-129.
- ERIKSEN, B.V. 2002. Reconsidering the geochronological framework of Lateglacial hunter-gatherer colonization of southern Scandinavia. In: ERIKSEN, B. V. & BRATLUND, B. (Hrsg.) 2002. Recent studies in the Final Palaeolithic of the European plain. Proceedings of a U.I.S.P.P. Symposium, Stockholm, 14.-17. October 1999. Jutland Archaeological Society Publications, 39: 25-41.
- FAGNART, J.P. 1997: La fin des temps glaciaires dans le nord de la France: approches archeologique et environnementale des occupations humaines du Tardiglaciaire. Mémoires de la Société préhistorique française 24: 270 pp.
- FAHLBUSCH, V. 1976. *Cricetus major* Woldřich (Mammalia, Rodentia) aus der mittelpleistozänen Spaltenfüllung Petersbuch 1. Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie (München), 16: 71-81.
- FAUNMAP WORKING GROUP 1996. Spatial Response of Mammals to Late Quaternary Environmental Fluctuations. Science, 272: 1601-1606.
- FERNÁNDEZ, M.H. & PELÁEZ-CAMPOMANES, P. 2005. Quantitative palaeoclimatic inference based on terrestrial mammal faunas. Global Ecology and Biogeography, 14 (1): 39-56.
- FEUSTEL, R. 1971. Artefakte. In: FEUSTEL, R., KERKMANN, K., SCHMID, E., MUSIL, R., MANIA, D., KNORRE, D.V. & JAKOB, H. 1971. Die Urdhöhle bei Döbritz. Alt-Thüringen, 11: 211-223.
- FEUSTEL, R. 1974. Die Kniegrotte. Eine Magdalénien-Station in Thüringen. Veröffentlichungen des Museums für Ur- und Frühgeschichte Weimar, 5: 224 pp.
- FEUSTEL, R. 1977. Das Fundmaterial aus der Wildpferdjägerstation Bad Frankenhausen. Alt-Thüringen, 14: 25-59.
- FEUSTEL, R. 1979. Le Magdalénien final en Thuringe (R.D.A.). In: SONNEVILLE-BORDES, D.D. 1979: La fin des temps glaciaires en Europe, Talence, 1977, colloques internationaux du C.N.R.S., 271: 877-887.
- FEUSTEL, R. 1980. Magdalénienstation Teufelsbrücke. II: Paläontologischer Teil. Weimarer Monographien zur Ur- und Frühgeschichte, 3: 1-122.
- FEUSTEL, R. 1985. Einführung. In: MUSIL, R. 1985. Die Fauna der Magdalénien-Siedlung Oelknitz. Weimarer Monographien zur Ur- und Frühgeschichte 17, 4-6.

- FEUSTEL, R., MUSIL, R. 1977a. Der Bärenkeller bei Königsee-Garsitz, eine jungpaläolithische Kulthöhle (II). Alt-Thüringen, 14: 60-81.
- FEUSTEL, R., MUSIL, R. 1977b. Der epipaläolithische Rastplatz am Abri Fuchskirche bei Allendorf. Alt-Thüringen 14, 82-107.
- FIRESTONE, R.B., WEST, A., KENNETT, J.P., BECKER, L., BUNCH, T.E., REVAY, Z.S., SCHULTZ, P.H., BELGYA, T., KENNETT, D.J., ERLANDSON, J.M., DICKENSON, O.J., GOODYEAR, A.C., HARRIS, R.S., HOWARD, G.A., KLOOSTERMAN, J.B., LECHLER, P., MAYEWSKI, P.A., MONTGOMERY, J., POREDA, R., DARRAH, T., QUE HEE, S.S., SMITH, A.R., STICH, A., TOPPING, W., WITTKÉ, J.H. & WOLBACH, W.S. 2007. Evidence for an extraterrestrial impact 12900 years ago that contributed to the megafaunal extinctions and the Younger Dryas cooling. PNAS, 104 (41): 16016-16021.
- FISCHER, A. 1996. At the Border of Human Habitat. The Late Palaeolithic and Early Mesolithic in Scandinavia. In: LARSSON, L. (Hrsg.) 1996. The earliest settlement of Scandinavia. Acta Archaeologica Lundensia Serie, 8 (24): 157-176.
- FISCHER, A. & TAUBER, H. 1986. New C-14 Datings of Late Palaeolithic Cultures from Northwestern Europe. Journal of Danish Archaeology, 5: 7-13.
- FONS, R. 1988. Heutige Insektenfresser. In: GRZIMEK, B. (Hrsg.) 1988. Grzimeks Enzyklopädie: Säugetiere. Band 1. Kindler Verlag, München. pp. 425-521.
- FORMAN, S.L. 1989. Applications and Limitations of Thermoluminescence to Date Quaternary Sediments. In: RUTTER, N. & CATTO, N. 1989. Applied Quaternary Geochronology. Quaternary International, 1: 47-60.
- FRANK, C., KUNST, G., MLIKOVSKY, J., NAGEL, D., RABEDER, G., RAUSCHER, K. & REINER, G. 1995. Liste der fossilen Faunen der Gamssulzenhöhle im Toten Gebirge (OÖ.). In: RABEDER, G. (Hrsg.) 1995a. Die Gamssulzenhöhle in Toten Gebirge. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 9: 51-52.
- FREDÉN, C. 1984. Faunahistorika notiser om några av naturhistoriska muséets daterade subfossila fynd. Göteborgs Naturhistoriska Museum Årstryck, 1984: 31-45.
- FRENZEL, B. 1983. Die Vegetationsgeschichte Süddeutschlands im Eiszeitalter. In: MÜLLER-BECK (Hrsg.) 1983. Urgeschichte in Baden Württemberg. Theiss Verlag, Stuttgart. 91-166.
- FRENZEL, B. 1989. The History of Flora and Vegetation During the Quaternary. Botany, 50: 327-340.
- FREYE, H.-A. 1978. *Castor fiber* – Europäischer Biber. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1978. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 1: Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 184-200.
- FRIEDRICH, M., KRÜMER, B., SPURK, M., HOFMANN, J. & KAISER, K.F. 1999. Palaeoenvironment and radiocarbon calibration as derived from Late Glacial/Early Holocene tree-ring chronologies. Quaternary International, 61: 27-39.
- GAMBLE C. 1979. Hunting strategies in the central European Palaeolithic. Proceedings of the Prehistoric Society 45: 35-52.
- GAUDZINSKI, S. & STREET, M. 2003. Reconsidering hunting specialization in the German Magdalenian faunal record. Acts of the XIVth UISPP Congress, University of Liège, Belgium, 2-8 September 2001, Section 6, Symposium 6.4. BAR International Series, 1144: 11-21.

- GAUTIER, A. 1993. The faunal remains. In: KOBUSIEWICZ, M. & KABACINSKI, J. (Hrsg.) 1993. Chwalim. Subboreal hunter-gatherers of the Polish plain. Institute of Archaeology and Ethnology. Polish Academy of Sciences. Poznan. 79-89.
- GEIGER, R. 1954. Die Klassifikation der Klimate nach W. Köppen. In: LANDOLT-BÖRNSTEIN (Hrsg.). 1954. Zahlenwerte und Funktionen aus Physik, Chemie, Astronomie, Geophysik und Technik (alte Serie). Band 3. Springer, Berlin. 603-607.
- GELHAUSEN, F., GRIMM, S.B., JÖRIS, O. NIVEN, M., SENSBURG, L., STREET, M. & TURNER, E. 2005. Magdalenian and Azilian settlement structures in the Neuwied-Basin (German Central Rhineland) in their chronological and environmental context. IN: OLIVE, M. & VALENTIN, B. (Hrsg.) 2005. Variabilité des habitats tardiglaciaires dans la bassin parisien et ses alentours: quelles significations? – Résumés des communications. 26 novembre 2005, institut Michelet, université Paris. 17-18.
- GENOUD, M. & HUTTERER, R. 1990. *Crocidura russula* – Hausspitzmaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1999. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/I. Insektenfresser (Insectivora). Herrentiere (Primates). AULA-Verlag, Wiesbaden. 429-452.
- GIBBARD, P. & KOLFSCHOTEN, T.V. 2004. The Pleistocene and Holocene Epochs. In: GRADSTEIN, F., OGG, J. & SMITH, A. (Hrsg.) 2004. A Geologic Time Scale. Cambridge University Press, Cambridge; 441-452.
- GIBBARD, P.L. & WEST, R.G. 2000. Quaternary chronostratigraphy: the nomenclature of terrestrial sequences. *Boreas*, 29: 329-336.
- GIETZ, F.J. 2001. Spätes Jungpaläolithikum und Mesolithikum in der Burghöhle Dietfurt. Materialhefte zur Archäologie, 60: 1-160.
- GILOT, E. 1993. La présence humaine au Tardiglaciaire en Belgique et dans les régions limitrophes au regard des dates <sup>14</sup>C. In: TOUSSAINT, M., BECKER, A., BURHENNE, M., CORDY, J.-M., GILOT, E., HEIM, J. & JUVIGNE, E. (Hrsg.) 1993. Le Trou Jadot a Comblain-au-Pont (Province de Liege, Belgique). Etudes des Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, 58: 31-37.
- GLIMMERVEEN, J., MOL, D. & PLICHT, H.V.D. 2006. The Pleistocene reindeer of the North Sea – initial palaeontological data and archaeological remarks. *Quaternary International*, 142-143: 242-246.
- GOB, A. 1990. Chronologie du Mésolithique en Europe: Atlas des dates <sup>14</sup>C. Histoire de l'Art et Archéologie, 1. Université de Liège, Faculté de Philosophie et Lettres, Liège. 290 pp.
- GODWIN, H. 1962. Half-life of radiocarbon. *Nature*, 195: 984.
- Google Earth Version 4.3. <http://earth.google.de/>. 17.11.2008.
- GORGAS, M. 1993. *Ursus maritimus* – Eisbär. In: STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993a. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil I: Canidae, Ursidae, Procyonidae, Mustelidae I. AULA-Verlag, Wiesbaden. 301-328.
- GÖRSDORF, J. & KAISER, K. 2001. Radiokohlenstoffdaten aus dem Spätpleistozän und Frühholozän von Mecklenburg-Vorpommern. *Meyniana*, 53: 91-118.
- GOSLAR, T., WOHLFARTH, B., BJÖRCK, S., POSSNERT, G. & BJÖRCK, J. 1999. Variations of atmospheric <sup>14</sup>C concentrations over the Allerød-Younger Dryas transition. *Climate Dynamics*, 15: 29-42.
- GRAHAM, R.W. 1990. Evolution of new ecosystems at the end of the Pleistocene. In: AGENBROAD, L.D., MEAD, J.I. & NELSON, L.W. (Hrsg.) 1990. Megafauna and Man. North Arizona Press, Flagstaff. 54-60.

- GRAHAM, R.W. 1992. Late Pleistocene Faunal Changes as a Guide to Understanding Effects of Greenhouse Warming on the Mammalian Fauna of North America. In: PETERS, R.L. & LOVEJOY, T.E. (Hrsg.) 1992. Global Warming and Biological Diversity. Yale University Press, New Haven. 76-87.
- GRAHAM, R.W. & MEAD, J.I. 1987. Environmental fluctuations and evolution of mammalian faunas during the last deglaciation in North America. In: RUDDIMAN, W.F. & WRIGHT, H.E. JR. (Hrsg.) 1987. North America and adjacent oceans during the last deglaciation. Geological Society of America, Boulder, Colorado. 371-402.
- GRAMSCH, B. 2000. Friesack: Letzte Jäger und Sammler in Brandenburg. Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz, 47: 51-96.
- GRAMSCH, B. 2004. From the Late Palaeolithic to the early Mesolithic in northeastern Germany. In: TERBERGER, T. & ERIKSEN, B. V. (Hrsg.) 2004. Hunters in a changing world - Environment and Archaeology of the Pleistocene-Holocene Transition (ca. 11000-9000 B.C.) in Northern Central Europe. Workshop of the U.I.S.P.P.-Commission XXXII at Greifswald in September 2002. Verlag Marie Leidorf GmbH, Rahden/Westfalen. 183-201.
- GRIMM, S.B. 2004. Ein spätallerödzeitlicher Fundplatz bei Bad Breisig, Kreis Ahrweiler. Trierer Zeitschrift für Geschichte und Kunst des Trierer Landes und seiner Nachbargebiete. Berichte zur Archäologie an Mittelrhein und Mosel, 9 (Beiheft 28): 11-32.
- GRIMM, S.B. 2007. Karten des spätglazialen NW-Europas. <http://web.rgzm.de/late-glacial-nw-europe.html>.
- GRIMM, S.B. & WEBER, M.-J. 2008. The chronological framework of the Hamburgian in the light of old and new <sup>14</sup>C-dates. Quartär, 55: 17-40.
- GROENEWOUDT, B.J., DEEBEN, J., GEEL, B.V. & LAUWERIER, R.C.G.M. 2001. An early mesolithic assemblage with faunal remains in a stream valley near Zutphen, the Netherlands. Archäologisches Korrespondenzblatt, 31: 329-348.
- GROTE, K. 1990. Das Buntsandsteinabri Bettenroder Berg IX im Reinhäuser Wald bei Göttingen - Paläolithikum und Mesolithikum. Archäologisches Korrespondenzblatt, 20 (2): 137-148.
- GROTE, K. 1994. Die Abris im südlichen Leinebergland bei Göttingen. Archäologische Befunde zum Leben unter Felsschutzdächern in urgeschichtlicher Zeit. Band I/1. Veröffentlichungen der Urgeschichtlichen Sammlungen des Landesmuseums zu Hannover, 43 (I/1): 1-371.
- GRUBB, P. 1993a. Order Perissodactyla. In: WILSON, D.E. & REEDER, D.M. (Hrsg.) 1993. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. 2<sup>nd</sup> Edition. Smithsonian Institution Press, Washington/London. 369-372.
- GRUBB, P. 1993b. Order Artiodactyla. – In: WILSON, D.E. & REEDER, D.M. (Hrsg.) 1993. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. 2<sup>nd</sup> Edition. Smithsonian Institution Press, Washington/London. 377-414.
- GRZIMEK, B. (Hrsg.) 1987-1988. Grzimeks Enzyklopädie: Säugetiere. Bände 1-5. Kindler Verlag GmbH, München.
- GUENTHER, E.W. 1960. Funde von Ren und Riesenhirsch in nacheiszeitlichen Schichten aus der Nähe von Theresienhof bei Plön (Trentmoor und Brennacker). Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins Schleswig-Holstein, 30: 79-91.
- GUILDAY, J.E., MARTIN, P.S. & MC CRADY, A.D. 1964. A Late Pleistocene cave deposit in Bedford County, Pennsylvania. Bulletin of the National Speleological Society, 26: 121-194.

- GUILDERSON, T.P., REIMER, P.J. & BROWN, T.A. 2005. The Boon and Bane of Radiocarbon Dating. *Science*, 307: 362-364.
- GUSTAVS, S. 1987. Das Ur-Skelett von Potsdam-Schlaatz. Der archäologische Befund. Veröffentlichungen des Museums für Ur- und Frühgeschichte Potsdam, 21: 31-36.
- GUTHRIE, R.D. 1968. Paleoecology of a Late Pleistocene Small Mammal Community from Interior Alaska. *Arctic*, 22: 213- 224.
- GUTHRIE, R.D. 1990. Late Pleistocene faunal revolution: a new perspective on the extinction debate. In: AGENBROAD, L.D., MEAD, J.I. & NELSON, L.W. (Hrsg.) 1990. *Megafauna and Man*. North Arizona Press, Flagstaff. 42-53.
- HABBE, K.A., ELLWANGER, D. & BECKER-HAUMANN, R. 2007. Stratigraphische Begriffe für das Quartär des süddeutschen Alpenvorlandes. In: LITT, T. (Hrsg.) 2007. *Stratigraphie von Deutschland – Quartär. Eiszeitalter und Gegenwart*. *Quaternary Science Journal*, 56: 66-83.
- HAHN, J. 1981. Zur Abfolge des Jungpaläolithikums in Süddeutschland. *Kölner Jahrbuch für Vor- und Frühgeschichte*, 15: 52-67.
- HAHN, J. 1984. Die spätpleistozäne Jagdstation Spitzbubenhöhle – Stratigraphie und archäologische Funde. In: HAHN, J. 1984. *Die steinzeitliche Besiedlung des Eselsburger Tales bei Heidenheim*. Landesdenkmalamt Baden-Württemberg. Konrad Theiss Verlag, Stuttgart. 21-54.
- HAHN, J. 1991. Neue mesolithische Fundstellen in Rottenburg a. N., Kreis Tübingen. *Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg, 1990-1991*: 26-29.
- HAHN, J. & KIND, C.-J. 1991. Sondierungen im Bereich der Fundstelle Rottenburg-Siebenlinden III, Kreis Tübingen. *Archäologische Ausgrabungen in Baden-Wuerttemberg, 1991-1992*: 38-40.
- HAHN, J. & KOENIGSWALD, W.v. 1977. Die steinzeitlichen Funde und die spätglaziale Nagetierschicht aus der kleinen Scheuer am Hohlenstein im Lonetal. - *Fundberichte aus Baden-Württemberg*, 3: 51-75.
- HAHN, J. & SCHEER, A. 1983. Das Helga-Abri am Hohlenfelsen bei Schelklingen: Eine mesolithische und jungpaläolithische Schichtenfolge. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 13, 19-28.
- HAHN, J. & SCHEER, A. 1988. Die Schichtenfolgen. In: HAHN, J. 1988. *Die Geißenklösterle-Höhle im Achtal bei Blaubeuren I*. Kommissionsverlag, Konrad Theiss Verlag, Stuttgart. 30-47.
- HAHN, J., MÜLLER-BECK, H. & TAUTE, W. 1973. Eiszeithöhlen im Lonetal. *Gesellschaft für Vor- und Frühgeschichte Württemberg und Hohenzollern*, 3: 1-191.
- HAHN, J., KOENIGSWALD, W.v., WAGNER, E. & WILLE, W. 1977. Das Geißenklösterle bei Blaubeuren, Alb-Donau-Kreis – eine altsteinzeitliche Höhlenstation der mittleren Alb. *Fundberichte aus Baden-Württemberg*, 3: 14-37.
- HAHN, J., KIND, C.-J. & STEPPAN, K. 1993. Mesolithische Rentierjäger in Südwestdeutschland? Der mittelsteinzeitliche Freilandfundplatz Rottenburg “Siebenlinden I” (Vorbericht), *Fundberichte aus Baden-Württemberg*, 18: 29–52.
- HANSEN, K.M., PETERSEN, E.B. & AARIS-SØRENSEN, K. 2004. Filling the gap: Early Preboreal Maglemose elk deposits at Lundby, Sjælland, Denmark. In: TERBERGER, T. & ERIKSEN, B.V. (Hrsg.) 2004. *Hunters in a changing world - Environment and Archaeology of the Pleistocene-Holocene Transition (ca. 11000-9000 B.C.) in Northern Central Europe*. Workshop of the U.I.S.P.P.-Commission XXXII at Greifswald in September 2002. Verlag Marie Leidorf GmbH, Rahden/Westfalen. 75-84.

- HARBISON-SOERGEL, E. 1978. Die Tierknochenfunde aus den jungpaläolithischen und mesolithischen Kulturschichten der Schuntershöhle bei Weilersteußlingen (Schwäbische Alb). In: TAUTE, W. (Hrsg.) 1978. Das Mesolithikum in Süddeutschland. Teil 2: Naturwissenschaftliche Untersuchungen. Tübinger Monographien zur Urgeschichte, 5/2: 129-130.
- HARRISON, D.L. 1996. Systematic status of Kennard's shrew (*Sorex kennardi* HINTON, 1911, Insectivora: Soricidae): a study based on British and Polish material. Acta Zoologica Cracoviensia, 39 (1): 201-212.
- HARTZ, N. & MILTHERS, V. 1901. Det sennglaciale Ler i Allerød Teglværksgrav. Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening, 8: 31-60.
- HAUSSER, J., HUTTERER, R. & VOGEL, P. 1990. *Sorex araneus* – Waldspitzmaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1999. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/I. Insektenfresser (Insectivora). Herrentiere (Primates). AULA-Verlag, Wiesbaden. 237-278.
- HEDGES, R.E.M., HOUSLEY, R.A., LAW, I.A., PERRY, C. & HENDRY, E. 1988. Radiocarbon dates from the Oxford AMS system: Archaeometry Datelist 8. Archaeometry, 30: 291-305.
- HEDGES, R.E.M., HOUSLEY, R.A., LAW, I.A. & BRONK RAMSEY, C. 1989. Radiocarbon dates from the Oxford AMS system: Archaeometry Datelist 9. Archaeometry, 31: 207-234.
- HEDGES, R.E.M., HOUSLEY, R.A., BRONK RAMSEY, C. & KLINKEN, G.J.V. 1993. Radiocarbon dates from the Oxford AMS system: Archaeometry Datelist 16. Archaeometry, 35: 147-167.
- HEDGES, R.E.M., HOUSLEY, R.A., BRONK RAMSEY, C. & KLINKEN, G.J.V. 1994. Radiocarbon dates from the Oxford AMS system: Archaeometry Datelist 18. Archaeometry, 36: 337-374.
- HEDGES, R.E.M., HOUSLEY, R.A., PETTITT, P.B., BRONK RAMSEY, C. & KLINKEN, G.J.V. 1997a. Radiocarbon dates from the Oxford AMS system: Archaeometry Datelist 23. Archaeometry, 39: 247-262.
- HEDGES, R.E.M., PETTITT, P.B., BRONK RAMSEY, C. AND KLINKEN, G.J.V. 1997b. Radiocarbon dates from the Oxford AMS system: Archaeometry datelist 24. Archaeometry, 39 (2): 445-471.
- HEDGES, R.E.M., PETTITT, P.B., BRONK RAMSEY, C. & KLINKEN, G.J.V. 1998. Radiocarbon dates from the Oxford AMS System: Archaeometry Datelist 25. Archaeometry, 40: 227-239.
- HEINEMEIER, J. & RUD, N. 2000. AMS <sup>14</sup>C dateringer, Århus 1999 (Resumé in English). Arkæologiske Udgravninger i Danmark 1999. Det Arkæologiske Nævn, København, 2000: 296-313.
- HEINRICH, D. 1983. Archäozoologische Befunde. In: BOKELMANN, K., HEINRICH, D. & MENKE, B. 1983. Fundplätze des Spätglazials am Hainholz-Esinger Moor, Kreis Pinneberg. Offa, 40: 199-239.
- HELLER, F. 1937. Die fossile Mikrofauna der Magdalenien Schicht in der Nikolaushöhle bei Veringenstadt (Hohenzollern). Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, 1936 (11): 1-23.
- HELLER, F. 1956. Die Fauna der Breitenfurter Höhle im Landkreis Eichstätt. Erlanger Geologische Abhandlungen, 19: 3-34.
- HELLER, F. 1957. Zur fossilen Fauna der jungpaläolithischen Stationen am Bruckersberg bei Giengen an der Brenz. In: RIEK, G. (Hrsg.). 1957. Drei jungpaläolithische Stationen am Bruckersberg in Giengen an der Brenz. Veröffentlichungen des Staatlichen Amtes für Denkmalpflege Stuttgart A, 2: 53-68.
- HELLER, F. 1964. Eine fossilführende Karstschlotte mit Jung-Mammut-Resten bei Langenaltheim/Mfr. Geologica Bavarica, 53: 102-127.
- HEMMER, H. 1993a. *Felis silvestris* – Wildkatze. In: STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993b. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil II: Mustelidae 2, Viverridae, Herpestidae, Felidae. AULA-Verlag, Wiesbaden. 1076-1118.

- HEMMER, H. 1993b. *Felis lynx* – Luchs. In: STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993b. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil II: Mustelidae 2, Viverridae, Herpestidae, Felidae. AULA-Verlag, Wiesbaden. 1119-1167.
- HENTTONEN, H. & PEIPONEN, V.A. 1982. *Clethrionomys rutilus* (PALLAS, 1779) – Polarrötelmaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1982a. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/I: Rodentia II (Cricetidae, Arvicolidae, Zapodidae, Spalacidae, Hystricidae, Capromyidae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 165-176.
- HERRE, W. 1986a. *Sus scrofa* – Wildschwein. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1986. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/II. Paarhufer – Artiodactyla (Suidae, Cervidae, Bovidae). AULA-Verlag, Wiesbaden. 36-66.
- HERRE, W. 1986b. *Rangifer tarandus* – Ren. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1986. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/II. Paarhufer – Artiodactyla (Suidae, Cervidae, Bovidae). AULA-Verlag, Wiesbaden. 198-216.
- HERRE, W. & REQUATE, H. 1958. Die Tierreste der Paläolithischen Siedlungen Poggenwisch Hasewisch, Borneck und Hopfenbach bei Ahrensburg. In: RUST, A. 1958. Die jungpaläolithischen Zeltanlagen von Ahrensburg. Karl Wachholtz Verlag, Neumünster. 23-27.
- HEUBERGER, H. 1968. Die Alpengletscher im Spät- und Postglazial. Eiszeitalter und Gegenwart, 19: 270-275.
- HÖCK, C. 2000. Das Magdalénien der Kniegrotte. Ein Höhlenfundplatz bei Döbritz, Saale-Orla-Kreis. Weimarer Monographien zur Ur- und Frühgeschichte, 35: 1-202.
- HOFFMANN, R.S. 1993. Order Lagomorpha. In: WILSON, D.E. & REEDER, D.M. (Hrsg.) 1993. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. 2<sup>nd</sup> Edition. Smithsonian Institution Press, Washington/London. 807-828.
- HOFFMANN, R.S., ANDERSON, C.G., THORINGTON, R.W. JR. & HEANEY, L.R. 1993. Family Sciuridae. In: WILSON, D.E. & REEDER, D.M. (Hrsg.) 1993. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. 2<sup>nd</sup> Edition. Smithsonian Institution Press, Washington/London. 419-466.
- HOFREITER, M., MÜNDEL, S., CONARD, N., POLLACK, J., SLATKIN, M., WEISS, G. & PÄÄBO, S. 2007. Sudden replacement of cave bear mitochondrial DNA in the Late Pleistocene. Current Biology, 17 (4): R1-R3.
- HOLDEN, M.E. 1993. Family Myoxidae. In: WILSON, D.E. & REEDER, D.M. (Hrsg.) 1993. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. 2<sup>nd</sup> Edition. Smithsonian Institution Press. Washington/London. 763-770.
- HOLM, J. 1991. Settlements of the Hamburgian and Federmesser Cultures at Slotseng, South Jutland. Journal of Danish Archaeology, 10: 7-19.
- HOLM, J. 2003. Rentierjäger im Norden. Archäologie in Deutschland, 3: 54-56.
- HOLZ, H. & NIETHAMMER, J. 1990. *Erinaceus europaeus* – Braunbrüstigel. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1999. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/I. Insektenfresser (Insectivora). Herrentiere (Primates). AULA-Verlag, Wiesbaden. 26-49.
- HOUSLEY, R.A., GAMBLE, C.S., STREET, M. & PETTITT, P. 1997. Radiocarbon Evidence for the Lateglacial Recolonization of Northern Europe. Proceedings of the Prehistoric Society, 63: 25-54.
- HUTTERER, R. 1990. *Sorex minutus* – Zwergspitzmaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1999. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/I. Insektenfresser (Insectivora). Herrentiere (Primates). AULA-Verlag, Wiesbaden. 183-206.

- HUTTERER, R. 1993 Order Insectivora. In: WILSON, D.E. & REEDER, D.M. (Hrsg.) 1993. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. 2<sup>nd</sup> Edition. Smithsonian Institution Press, Washington/London. 69-130.
- HUTTERER, R. & KOENIGSWALD, W.V. 1993. Knochenfunde aus einer Karsthöhle bei Berndorf in der Hillesheimer Kalkmulde (Eifel). Mainzer naturwissenschaftliches Archiv, 31: 223-238.
- IREGREN, E., RINGBERG, B. & ROBERTSSON, A.-M. 1990: The brown bear (*Ursus arctos* L.) find from Ugglarp, southernmost Sweden – The skeleton, its age and environment. Sveriges Geologiska Undersökning, Serie C, 824: 1-51.
- ISBERG, O. 1949a. Några subfossila fynd av grävling (*Meles meles* L.) i Skåne. Geologiska Föreningens Förhandlingar, 70 (4): 603-608.
- ISBERG, O. 1949b. Visenten (*Bison bonasus arbustotundrarum* Magn. Degerbøl) i Sverige jämte ett bidrag till dennes invandringshistoria. Lunds Universitets Årsskrift N.F. Avd. 2, 45 (11): 3-17.
- ISBERG, O. 1962. Uroxen (*Bos primigenius* L.) i Sverige. Geologiska Föreningens Förhandlingar, 84 (4): 415-518.
- IVERSEN, J. 1942. En pollenanalytisk Tidsfæstelse af feskvandslagene ved Nørre Lyngby. Meddelser fra Dansk geologisk Forening, 10 (2): 130-151.
- IVERSEN, J. 1954. The late-glacial flora of Denmark and its relation to climate and soil. Danmarks geologiske Undersøgelse, Række II, 80: 87-119.
- JACCARD, P. 1901. Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques régions voisines. Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles, 37: 241-272.
- JACOBSHAGEN, V. 1955. Eine spätglaziale Wirbeltierfauna vom Weiberhaus-Felsen bei Langenaubach (Dillkreis). Notizblatt des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden, 83: 32-43.
- JAGUTTIS-EMDEN, M. 1983. Die Radikarbondatierung der Ausgrabung Petersfels. In: ALBRECHT, G., BERKE, H. & POPLIN, F. (Hrsg.) 1983. Naturwissenschaftliche Untersuchungen an Magdalénien-Inventaren vom Petersfels, Grabungen 1974-1976. Tübinger Monographien zur Urgeschichte, 8: 47-57.
- JAGUTTIS-EMDEN, M. 1987. Die Radiokarbondatierung des archäologischen Horizontes IIIb innerhalb der geologischen Schicht 3b der Magdalénienstation Felsställe bei Ehningen, Ehningen-Mühlen, Alb-Donau-Kreis. In: KIND, C.-J. 1987. Das Felsställe: Eine jungpaläolithisch-frühmesolithische Abri-Station bei Ehningen-Mühlen, Alb-Donau-Kreis, die Grabungen 1975-1980. Landesdenkmalamt Baden-Württemberg. Konrad Theiss Verlag, Stuttgart. 375-382.
- JAKUBIEC, Z. 1993. *Ursus arctos* – Braunbär. In: STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993a. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil I: Canidae, Ursidae, Procyonidae, Mustelidae I. AULA-Verlag, Wiesbaden. 254-300.
- JÁNOSSY, D. 1965. Nachweis einer jungmittelpleistozänen Kleinvertebratenfauna aus der Felsnische Uppony I. (Nordungarn). Karszt- Ész Barlangkutató, IV (1962): 55-68.
- JANSEN, E. 1989. The Use of Stable Oxygen and Carbon Isotope Stratigraphy as a Dating Tool. In: RUTTER, N. & CATTO, N. 1989. Applied Quaternary Geochronology. Quaternary International, 1: 151-166.
- JENSEN, P. 1991. Body Size Trends of Roe Deer (*Capreolus capreolus*) from Danish Mesolithic Sites. Journal of Danish Archaeology, 10: 51-58.
- JÉQUIER, J.-P. 1963. Das Reh *Capreolus capreolus* (LINNÉ) 1758. In: BOESSNECK, J., JÉQUIER, J.P. & STAMPFLI, H.R. 1963. Seeberg Burgäschisee-Süd II. Teil 3: Die Tierreste. Acta Bernesia, 2: 103-113.

- JESSEN, K. 1935. Archaeological dating in the history of North Jutland's vegetation. *Acta Archaeologica*, 5: 185-214.
- JOCHIM, M. 1991. Henauhof NW 2. Ein neuer mittelsteinzeitlicher Fundplatz am Federsee, Kreis Biberach. *Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg*, 1991: 32-35.
- JOHNSON, H.K. & MERCER, J.B. 1993. Kuldetoleranse og temperaturregulering hos rein. *Ottar*, 195: 32-37.
- JÖRIS, O. & WENINGER, B. 2000. <sup>14</sup>C-Alterskalibration und die absolute Chronologie des Spätglazials. *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 30: 461-471.
- KACHIGAN, S.K. 1991. *Multivariate statistical analysis: a conceptual introduction*. 2<sup>nd</sup> ed. Radius Press, New York. 303 pp.
- KAETZKE, P., NIEDERMEIER, J. & MASSETTI, M. 2003. *Oryctolagus cuniculus* – Europäisches Wildkaninchen. In: KRAPP, F. 2003. *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 3/II: Hasentiere (Lagomorpha). AULA-Verlag, Wiesbaden. 187-190.
- KAHLKE, R.-D. 1993. Die Entstehungs-, Entwicklungs- und Verbreitungsgeschichte des oberpleistozänen *Mammuthus-Coelodonta*-Faunenkomplexes in Eurasien (Großsäuger). Habilitationsschrift. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. 285 pp.
- KAHLKE, R.-D. 1994. Die Entstehungs-, Entwicklungs- und Verbreitungsgeschichte des oberpleistozänen *Mammuthus-Coelodonta*-Faunenkomplexes in Eurasien (Großsäuger). *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, 546: 1-164.
- KAISER, K. 2004. Geomorphic characterization of the Pleistocene-Holocene transition in Northeast Germany. In: TERBERGER, T. & ERIKSEN, B.V. (Hrsg.) 2004. *Hunters in a changing world - Environment and Archaeology of the Pleistocene-Holocene Transition (ca. 11000-9000 B.C.) in Northern Central Europe*. Workshop of the U.I.S.P.P.-Commission XXXII at Greifswald in September 2002. Verlag Marie Leidorf GmbH, Rahden/Westfalen. 53-74.
- KAISER, K., DE KLERK, P. & TERBERGER, T. 1999. Die "Riesenhirschfundstelle" von Endingen: geowissenschaftliche und archäologische Untersuchungen an einem spätglazialen Fundplatz in Vorpommern. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 49: 102-123.
- KALTHOFF, D.C. 1998. Die Kleinsäuger (Mammalia) der Fundstelle Kettig (Rheinland-Pfalz, Deutschland) im Rahmen der allerödzeitlichen Säugetierfauna Mittel- und Süddeutschlands. *Paläontologische Zeitschrift*, 72: 407-424.
- KALTHOFF, D.C. 1999. Ist *Marmota primigenia* (KAUP) eine eigenständige Art? Osteologische Variabilität pleistozäner *Marmota*-Populationen (Rodentia: Sciuridae) im Neuwieder Becken (Rheinland-Pfalz, Deutschland) und benachbarter Gebiete. *Kaupia*, 9: 127-186.
- KEGLER, J. 2002. Die Federmesserzeitliche Fundschicht des paläolithischen Siedlungsplatzes Andernach-Martinsberg, Grabung 1994-1996. *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 32: 501-516.
- KIND, C.-J. 1987. Das Felsställe: Eine jungpaläolithisch-frühmesolithische Abri-Station bei Ehningen-Mühlen, Alb-Donau-Kreis, die Grabungen 1975-1980. *Landesdenkmalamt Baden-Württemberg*. Konrad Theiss Verlag, Stuttgart. 385 pp.
- KIND, C.-J. 2003. Die absolute Datierung des Magdaléniens und des Mesolithikums in Süddeutschland. *Veröffentlichungen des Landesamtes für Archäologie*, 57: 303-319.

- DE KLERK, P. 2004. Confusing concepts in Lateglacial stratigraphy and geochronology: origin, consequences, conclusions (with special emphasis on the type locality Bøllingsø). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 129: 265-298.
- DE KLERK, P. 2008. Patterns in vegetation and sedimentation during the Weichselian Late-glacial in north-eastern Germany. *Journal of Biogeography*, 35: 1308-1322.
- KLINGEL, H. 1987. Pferde. In: GRZIMEK, B. (Hrsg.) 1987. *Grzimeks Enzyklopädie: Säugetiere*. Band 4. Kindler Verlag, München. 557-587.
- KNORRE, D.V. 1971. Kleinsäugerreste. in: FEUSTEL, R., KERKMANN, K., SCHMID, E., MUSIL, R., MANIA, D., KNORRE, D.V. & JAKOB, H. 1971. Die Urdhöhle bei Döbritz. *Alt-Thüringen*, 11: 207-209.
- KNORRE, D.V. 1980. Kleinsäuger. In: FEUSTEL, R. 1980. *Magdalénienstation Teufelsbrücke*. II: Paläontologischer Teil. *Weimarer Monographien zur Ur- und Frühgeschichte*, 3 (II): 60-64.
- KOENIGSWALD, W.V. 1972. Der Faunenwandel an der Pleistozän-Holozän-Grenze in der steinzeitlichen Schichtenfolge vom Zigeunerfels bei Sigmaringen (Vorbericht). *Archäologische Information*, 1: 41-45.
- KOENIGSWALD, W.V. 1974. Die pleistozäne Fauna der Weinberghöhlen bei Mauern. In: KOENIGSWALD, W.v., MÜLLER-BECK, H. & PRESSMAR, E. 1974. *Archäologie und Paläontologie in den Weinberghöhlen von Mauern (Bayern) Grabungen 1937-1967*. *Archaeologica Venatoria*, 3: 53-106.
- KOENIGSWALD, W.V. 1976. Der Austausch der Säugetierfaunen an der Pleistozän-Holozän-Grenze. In: ALBRECHT, G., HAHN, J., KOENIGSWALD, W.v., MÜLLER-BECK, H., TAUTE, W. & WILLE, W. 1976. *Die klimatische Veränderung des terrestrischen Lebensraumes und ihre Rückwirkung auf den Menschen*. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie II*, 1976: 452-456.
- KOENIGSWALD, W.V. 1977. Die Säugetierfauna aus der Burghöhle Dietfurt. In: BRUNNACKER, K., KOENIGSWALD, W.v., RÄHLE, W., SCHWEINGRUBER, F.H., TAUTE, W. & WILLE, W. 1977. *Der Übergang vom Pleistozän zum Holozän in der Burghöhle von Dietfurt bei Sigmaringen*. *Kölner Jahrbuch für Vor- und Frühgeschichte*, 15 (1975-1977): 123-142.
- KOENIGSWALD, W.v. 1983: Die kleineren Säugetiere und ihre biostratigraphische Einstufung. In: STAMPFLI, H. R. (Hrsg.) 1983. *Risli-berghöhle*. Band 1: *Archäologie und Ökologie einer Fundstelle aus dem Spätmagdalénien bei Oensingen im Solothurner Jura*. *Academica helvetica*, 4: 69-81.
- KOENIGSWALD, W.V. 1984a. Die jungpleistozäne Säugetierfauna der Spitzbubenhöhle. In: HAHN, J. 1984. *Die steinzeitliche Besiedlung des Eselsburger Tales bei Heidenheim*. *Landesdenkmalamt Baden-Württemberg*. Konrad Theiss Verlag, Stuttgart. 62-79.
- KOENIGSWALD, W.V. 1984b. Die Säugetiere der steinzeitlichen Station Malerfels I. In: HAHN, J. 1984. *Die steinzeitliche Besiedlung des Eselsburger Tales bei Heidenheim*. *Landesdenkmalamt Baden-Württemberg*. Konrad Theiss Verlag, Stuttgart. 123-133.
- KOENIGSWALD, W.V. 1988. Paläoklimatische Aussage letztinterglazialer Säugetiere aus der nördlichen Oberrheinebene. In: KOENIGSWALD, W.V. (Hrsg.) 1988. *Zur Paläoklimatologie des letzten Interglazials im Nordteil der Oberrheinebene*. *Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York*. 205-314.
- KOENIGSWALD, W.v. 1992. Various aspects of migrations in terrestrial mammals in relation to Pleistocene faunas of Central Europe. In: KOENIGSWALD, W.v. & WERDELIN L. (Hrsg.) 1992. *Mammalian Migration and Dispersal Events in the European Quaternary*. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 153: 39-47.

- KOENIGSWALD, W.v. 1998. Nachwort eines europäischen Paläontologen. In: WARD, P.D. Ausgerottet oder ausgestorben? Warum die Mammuts die Eiszeit nicht überleben konnten. Birkhäuser Verlag, Basel. 237-252.
- KOENIGSWALD, W.v. 1999a. Hat der Mensch das Aussterben der großen pleistozänen Pflanzenfresser verursacht? *Kaupia*, 9: 193-201.
- KOENIGSWALD, W.v. 1999b. Palökologie und Vorkommen des pleistozänen Auerochsen (*Bos primigenius* BOJANUS 1827) im Vergleich zu den großen Rindern des Pleistozäns. In: WENIGER, G.-C. (Hrsg.) 1999. Archäologie und Biologie des Auerochsen. Wissenschaftliche Schriften des Neanderthal Museums, 1: 23-33.
- KOENIGSWALD, W.v. 2002a. Lebendige Eiszeit – Klima und Tierwelt im Wandel. Theiss Verlag. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt. 190 pp.
- KOENIGSWALD, W.v. 2002b. Migration and extinction in the Quaternary faunas of Central and Western Europe. *Annales Geologiques des Pays Helleniques*, 39: 327-335.
- KOENIGSWALD, W.v. 2003. Mode and causes for the Pleistocene turnovers in the mammalian fauna of Central Europe. In: REUMER, J. W.F. & WESSELS, W. (Hrsg.) 2003. Distribution and migration of Tertiary mammals in Eurasia. A volume in honour of Hans de Bruijn. *DEINSEA*, 10: 305-312.
- KOENIGSWALD, W.v. & HEINRICH, W.-D. 1996. Kurze Charakterisierung der Veränderungen in der Säugetierfauna des Jungquartärs in Mitteleuropa. In: CAMPEN, I., HAHN, J. & UERPMANN, M. (Hrsg.) 1996. Spuren der Jagd - Die Jagd nach Spuren. Festschrift Hansjürgen Müller-Beck. Tübinger Monographien zur Urgeschichte, 11: 437-448.
- KOENIGSWALD, W.v. & HEINRICH, W.-D. 2007. Biostratigraphische Begriffe aus der Säugetierpaläontologie für das Pliozän und Pleistozän Deutschlands. In: LITT, T. (Hrsg.) 2009. Stratigraphie von Deutschland – Quartär. Eiszeitalter und Gegenwart. *Quaternary Science Journal*, 56: 96-115.
- KOENIGSWALD, W.v. & MÜLLER-BECK, H. 1975. Das Pleistozän der Weinberghöhlen bei Mauern (Bayern). *Quartär*, 26: 107-118.
- KOENIGSWALD, W.v. & RÄHLE, W. 1975. Jungpleistozäne und altholozäne Faunen (Gastropoda und Mammalia) vom Euerwanger Bühl bei Greding (Fränkischer Jura). *Eiszeitalter und Gegenwart*, 26: 155-180.
- KOENIGSWALD, W.v. & TAUTE, W. 1974. Mensch und Fauna unter dem Einfluß des Klimawandels an der Grenze vom Pleistozän zum Holozän. – *Nachrichten der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 9: 145-150.
- KOENIGSWALD, W.v. & TAUTE, W. 1977a. Einführung. In: BRUNNACKER, K., KOENIGSWALD, W.v., RÄHLE, W., SCHWEINGRUBER, F.H., TAUTE, W. & WILLE, W. 1977. Der Übergang vom Pleistozän zum Holozän in der Burghöhle von Dietfurt bei Sigmaringen. *Kölner Jahrbuch für Vor- und Frühgeschichte*, 15 (1975-1977): 86-93.
- KOENIGSWALD, W.v. & TAUTE, W. 1977b. Korrelation der naturwissenschaftlichen und urgeschichtlichen Ergebnisse. In: BRUNNACKER, K., KOENIGSWALD, W.v., RÄHLE, W., SCHWEINGRUBER, F. H., TAUTE, W. & WILLE, W. 1977. Der Übergang vom Pleistozän zum Holozän in der Burghöhle von Dietfurt bei Sigmaringen. *Kölner Jahrbuch für Vor- und Frühgeschichte*, 15 (1975-1977): 157-160.
- KOENIGSWALD, W.v. & TAUTE, W. 1979. Zwei bedeutende Quartärprofile in der Burghöhle von Dietfurt bei Sigmaringen a.d. Donau. – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*, 1979 (4): 216-236.

- KOENIGSWALD, W.v., MÜLLER-BECK, H. & PRESSMAR, E. 1974. Archäologie und Paläontologie in den Weinberghöhlen von Mauern (Bayern) Grabungen 1937-1967. *Archaeologica Venatoria*, 3: 1-152.
- KOENIGSWALD, W.v., NAGEL, D. & MENGER, F. 2006. Ein jungpleistozäner Leopardenkiefer von Geinsheim (nördliche Oberrheinebene, Deutschland) und die stratigraphische und ökologische Verbreitung von *Panthera pardus*. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte*, 2006 (5): 277-297.
- KOKABI, M. 1994. Osteologische Untersuchungen der Knochenfunde aus der Freilandstation von Rottenburg-Siebenlinden I. Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorischen Anthropologie. *Forschung und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg*, 53: 197-211.
- KOKEN, E. 1912. II. Geologischer Teil. In: SCHMIDT, R.R. 1912. *Die diluviale Vorzeit Deutschlands*. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. pp. 159-228.
- KOLFSCHOTEN, T.v. 1994. Small mammals (Insectivora and Rodentia) from the early Mesolithic site of Bedburg-Königshoven, Germany. *Contributions to Tertiary and Quaternary Geology*, 31 (1): 15-28.
- KOLFSCHOTEN, T.v. 1995. On the application of fossil mammals to the reconstruction of the palaeoenvironment of northwestern Europe. *Acta zoologica cracoviensia*, 38: 73-84.
- KOOPMAN, K.F. 1993. Order Chiroptera. – In: WILSON, D.E. & REEDER, D.M. (Hrsg.) 1993. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*. 2<sup>nd</sup> Edition. Smithsonian Institution Press. Washington/London. 137-242.
- KÖPPEN, W. 1900. Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. *Geographische Zeitschrift*, 6: 593-611, 657-679.
- KOTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., RUDOLF, B. & RUBEL, F. 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15: 259-263. DOI: 10.1127/0941-2948/2006/0130.
- KRAPP, F. 1978. *Marmota marmota* – Alpenmurmeltier. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1978. *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 1: Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae)*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 153-181.
- KRAPP, F. 1982. *Microtus nivalis* – Schneemaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1982a. *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/I: Rodentia II (Cricetidae, Arvicolidae, Zapodidae, Spalacidae, Hystricidae, Capromyidae)*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 253-260.
- KRAPP, F. 1990. *Crocidura leucodon* – Feldspitzmaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1999. *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/I. Insektenfresser (Insectivora). Herrentiere (Primates)*. AULA-Verlag, Wiesbaden. 465-484.
- KRAPP, F. (Hrsg.) 2003. *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/II: Hasentiere (Lagomorpha)*. AULA-Verlag, Wiesbaden. 304 pp.
- KRAPP, F. & NIETHAMMER, J. 1982. *Microtus agrestis* – Erdmaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1982a. *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/I: Rodentia II (Cricetidae, Arvicolidae, Zapodidae, Spalacidae, Hystricidae, Capromyidae)*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 349-373.
- KRAUSE, W. 1937. Die eiszeitlichen Knochenfunde von Meiendorf. In: RUST, A. 1937. *Das altsteinzeitliche Rentierjägerlager Meiendorf*. Karl Wachholz Verlag, Neumünster. 48-61.
- KRAUSE, W. & KOLLAU, W. 1943. Die steinzeitlichen Wirbeltierfaunen von Stellmoor in Holstein. In: RUST, A. 1943. *Die alt- und mittelsteinzeitlichen Funde von Stellmoor*. Karl Wachholz Verlag, Neumünster. 49-59.
- KRUSKA, D. 1988. Marderartige. In: GRZIMEK, B. (Hrsg.) 1988. *Grzimeks Enzyklopädie: Säugetiere. Band 3*. Kindler Verlag, München. 388-445.

- KULZER, E. & SCHMIDT, U. 1988. Heutige Fledertiere. In: GRZIMEK, B. (Hrsg.) 1988. Grzimeks Enzyklopädie: Säugetiere. Band 1. Kindler Verlag, München. 552-635.
- KURTÉN, B. 1968. Pleistocene Mammals of Europe. In: CARRINGTON, R. (Hrsg.) 1968. The World Naturalist. Weidenfeld and Nicolson, London. 317 pp.
- KÜSSNER, M. 2006. Zur Datierung des Schichtkomplexes 3 am Abri Fuchskirche I. In: BENECKE, N., BOLLONGINO, R., KÜSSNER, M. & WEBER, C. : Zur Datierung und Fauna des spätglazialen Schichtkomplexes am Abri Fuchskirche I bei Allendorf, Lkr. Saalfeld-Rudolstadt. Alt-Thüringen, 39: 121-125.
- LANG, G. 1994 Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Methoden und Ergebnisse. Gustav Fischer Verlag, Jena. 462 pp.
- LANSER, K.-P. 1990. Der Fund eines Ur-Skeletts bei Sassenberg im Münsterland. in: HELLENKEMPER, H., HORN, H.G., KOSCHIK, H. & TRIER, B. (Hrsg.) 1990. Archäologie in Nordrhein-Westfalen. Geschichte im Herzen Europas. Verlag Philipp von Zabern, Mainz. 126-132.
- LANSER, K.-P. 2006. Quartär: Ein Auerochse aus Sassenberg. In: GRZEGORCZYK, D., LANSER, K.-P. & SCHÖLLMANN, L. 2006. Versteinerte Schätze Westfalens. Fossilien aus 450 Millionen Jahren Erdgeschichte. Landschaftsverband Westfalen-Lippe, Münster. 126-127.
- LANTING, J.N. & PLICHT, J.V.D. 1996. De <sup>14</sup>C-Chronologie van de Nederlandse Pre- en Protohistorie. I: Laat-Paleolithicum. *Palaeohistorica*, 37/38: 71-125.
- LARSSON, L., LILJEGREN, R., MAGNELL, O. & EKSTRÖM, J. 2002. Archaeo-faunal aspects of bog finds from Hässleberga, southern Scania, Sweden. In: ERIKSEN, B.V. & BRATLUND, B. (Hrsg.) 2002. Recent studies in the Final Palaeolithic of the European plain. Proceedings of a U.I.S.P.P. Symposium, Stockholm, 14.-17. October 1999. Jutland Archaeological Society Publications, 39: 61-74.
- LEHMANN, E. v. & SÄGESSER, H. 1986. *Capreolus capreolus* – Reh. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1986. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/II. Paarhufer – Artiodactyla (Suidae, Cervidae, Bovidae). AULA-Verlag, Wiesbaden. 233-268.
- LEHMANN, U. 1969. Die Fauna. In: WETZEL, R. & BOSINSKI, G. (Hrsg.) 1969. Die Bocksteinschmiede im Lonetal (Markung Rammingen, Kreis Ulm). Veröffentlichungen des Staatlichen Amtes für Denkmalpflege Stuttgart A, 15: 133-168.
- LEHMKUHL, U. 1988. Zur Kenntnis der Fauna vom mesolithischen Fundplatz Tribsees, Kreis Stralsund. Bodendenkmalpflege in Mecklenburg, Jahrbuch 1987: 47-82.
- LEMPPEAU, U. 1964. Geschlechts- und Gattungsunterschiede am Becken mitteleuropäischer Wiederkäuer. Dissertation, Tieranatomisches Institut der Universität München. 40 pp.
- LENGERKEN, H.V. 1953. Der Ur und seine Beziehung zum Menschen. Neue Brehm Bücherei, 105: 1-80.
- LEPIKSAAR, J. 1978. Bone remains from the Mesolithic settlements Ageröd I:B and Ageröd I:D. *Acta Archaeologica Lundensia*, 4 (12): 234-244.
- LEYHAUSEN, P., GRZIMEK, B. & ZHIWOTSCHENKO, V. 1987. Pantherkatzen und Verwandte. In: GRZIMEK, B. (Hrsg.) 1987. Grzimeks Enzyklopädie: Säugetiere. Band 4. Kindler Verlag GmbH, München. 1-49.
- LILJEGREN, R. & EKSTRÖM, J. 1996. The Terrestrial Late Glacial Fauna in South Sweden. In: LARSSON, L. 1996. The Earliest Settlement of Scandinavia. *Acta Archaeologica Lundensia*, 8 (24): 135-139.

- LINICK, T.W., DAMON, P.E., DONAHUE, D.J. & JULL, A.J.T. 1989. Accelerator Mass Spectrometry: The New Revolution in Radiocarbon dating. In: RUTTER, N. & CATTO, N. 1989. Applied Quaternary Geochronology. Quaternary International, 1: 1-6.
- LITT, T. 2007. Das Quartär als chronostratigraphische Einheit. In: LITT, T. (Hrsg.) 2007. Stratigraphie von Deutschland – Quartär. Eiszeitalter und Gegenwart. Quaternary Science Journal, 56: 3-6.
- LITT, T. & STEBICH, M. 1999. Bio-and chronostratigraphy of the Lateglacial in the Eifel region, Germany. Quaternary International, 61 (1): 5-16.
- LITT, T., BRAUER, A., GOSLAR, T., MERKT, J., BALAGA, K., MÜLLER, K., RALSKA-JASIEWICZOWA, M., STEBICH, M. & NEGENDANK, J.F.W. 2001. Correlation and synchronisation of Lateglacial continental sequences in northern central Europe based on annually laminated lacustrine sediments. Quaternary Science Reviews, 20: 1233-1249.
- LITT, T., SCHMINCKE, H.-U. & KROMER, B. 2003. Environmental response to climatic and volcanic events in central Europe during the Weichselian Lateglacial. Quaternary Science Reviews, 22: 7-32.
- LITT, T., BEHRE, K.-E., MEYER, K.-D., STEPHAN, H.-J. & WANSA, S. 2007. Stratigraphische Begriffe für das Quartär des norddeutschen Vereisungsgebietes. In: LITT, T. (Hrsg.) 2007. Stratigraphie von Deutschland – Quartär. Eiszeitalter und Gegenwart. Quaternary Science Journal, 56: 7-65.
- LOTTER, A.F., WALKER, I.R., BROOKS, S.J., HOFMANN, W. 1999. An intercontinental comparison of chironomid palaeotemperature inference models: Europe vs. North America. Quaternary Science Reviews, 18: 717-735.
- LOŽEK, V. 1964. Quartärmollusken der Tschechoslowakei. Rozprawy ústředního ústavu geologického, 31: 1-374.
- LOŽEK, V. 1965. Das Problem der Lößbildung und die Lößmollusken. Eiszeitalter und Gegenwart, 16: 61-75.
- LUNDELIUS, E.L. JR. 1988. What Happened to the Mammoth? The Climatic Model. In: CARLISLE, R.C. 1988. Americans Before Columbus: Ice-Age Origins. Ethnology Monographs, 12: 75-82.
- LÜPS, P. & WANDELER, A. 1993. *Meles meles* – Dachs. In: STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993b. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil II: Mustelidae 2, Viverridae, Herpestidae, Felidae. AULA-Verlag, Wiesbaden. 856-906.
- MACPHEE, R.D.E. & MARX, P.A. 1997. The 40,000 year plague: humans, hyperdisease and first contact extinctions. In: GOODMAN, S.M. & PATTERSON, B.D. (Hrsg.) 1997. Natural Change and Human Impact in Madagascar. Smithsonian Institution Press, Washington D.C. 169-217.
- MAIS, K. & RABEDER, G. 1985. Das Jungpleistozän der Merkensteinhöhle, wenig bekanntes zu den Grabungen und neue Ergebnisse zur Chronologie. Höhlen in Baden und Umgebung aus naturkundlicher und kulturgeschichtlicher Sicht, Wissenschaftliche Beihefte zur Zeitschrift „Die Höhle“, 34, 107-122.
- MALEC, F. 1978. Kleinsäugerfauna. In: BRUNNACKER, K. (Hrsg.) 1978. Geowissenschaftliche Untersuchungen in Gönnersdorf. Der Magdalénien-Fundplatz Gönnersdorf 4. 105-227.
- MANGERUD, J., ANDERSEN, S.T., BERGLUND, B.E. & DONNER, J.J. 1974. Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. Boreas, 3: 109-128.
- MANIA, D. 1971. Zur Paläoökologie und Stratigraphie des Hangschuttprofils auf Grund von Molluskenfaunen. In: FEUSTEL, R., KERKMANN, K., SCHMID, E., MUSIL, R., MANIA, D., KNORRE, D.V. & JAKOB, H. 1971. Die Urdhöhle bei Döbritz. Alt-Thüringen, 11: 144-149.
- MANIA, D. 1973. Paläoökologie, Faunenentwicklung und Stratigraphie des Eiszeitalters im mittleren Elbe-Saalegebiet auf Grund von Molluskengesellschaften. Geologie, 21 (Beiheft 78/79): 1-175.

- MANIA, D. (Hrsg.) 1999. Nebra – eine jungpaläolithische Freilandstation im Saale-Unstrut-Gebiet. Veröffentlichungen des Landesamtes für Archäologie Sachsen-Anhalt, 54: 1-314.
- MARKERT, D. 1996. Die Fauna vom Hohle Fels bei Schelklingen. In: CAMPEN, I., HAHN, J. & UERPMANN, M. (Hrsg.) 1996. Spuren der Jagd - Die Jagd nach Spuren. Festschrift Hansjürgen Müller-Beck. Tübinger Monographien zur Urgeschichte, 11: 449-454.
- MARTIN, P.S. 1984. Prehistoric overkill: a global model. In: MARTIN, P.S. & KLEIN, R.G. (Hrsg.) 1984. Quaternary Extinctions, a Prehistoric Revolution. University of Arizona Press, Tucson. 354-403.
- MARTIN, T. 1987. Artunterschiede an den Langknochen großer Artiodactyla des Jungpleistozäns Mitteleuropas. Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 96: 1-124.
- MEAD, J.G. & BROWNELL, R.L. JR. 1993. Order Cetacea. – In: WILSON, D.E. & REEDER, D.M. (Hrsg.) 1993. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. 2<sup>nd</sup> Edition. Smithsonian Institution Press. Washington/London. 349-364.
- MENKE, B. 1968. Das Spätglazial von Glüsing. Eiszeitalter und Gegenwart, 19: 73-84.
- MENKE, B. 1985. Stratigraphische Probleme im Weichselspätglazial Schleswig-Holsteins. In: BOCK, W., MENKE, B., STREHL, E. & ZIEMUS, H. 1985. Neue Funde des Weichselspätglazials in Schleswig-Holstein. Eiszeitalter und Gegenwart, 35: 169-180.
- MØHL, U. 1978. Elddyrsketterne fra Skottemark og Favrbø. Aarbøger for Nordisk Oldkyndighed og Historie, 1978: 5-32.
- MØHL, U. 1979. Faunaen omkring Flaadet-bopladsen. En boreal bosættelse på Langeland. Meddelelser fra Langelands Museum, 1979: 136-146.
- MØHL, U. 1985. Dyreknogler fra nogle af borealtidens senere bopladser i den sjællandske Aamose. Aarbøger for Nordisk Oldkyndighed og Historie, 1984: 47-60.
- MOL, D., POST, K., REUMER, J.W.F., PLICHT, J.V.D., VOS, J.D., GEEL, B.V., REENEN, G.V., PALS, J.P. & GLIMMERVEEN, J. 2006. The Eurogeul – first report of the palaeontological, palynological and archaeological investigations of this part of the North Sea. Quaternary International, 142-143: 178-185.
- MOREL, P. 1993. Une chasse à l'ours brun il y a 12000 ans : nouvelle découverte à la grotte du Bichon (La Chaux-de Fonds). Archéologie Suisse, 16 (3) : 110-117.
- MÜNDEL, S., MOREL, P. & HAHN, J. 1994. Jungpleistozäne Tierreste aus der Geißenklösterle-Höhle bei Blaubeuren. Fundberichte aus Baden-Württemberg, 19 (1): 63-93.
- MÜNDEL, S., HOFREITER, M., RABEDER, G., BOCHERENS, H., UERPMANN, H.-P. & CONARD, N.J. 2007. Correlating genetic results for the replacement of cave bears at 28,000 B.P. from the Ach Valley (Swabian Jura) with metrical and morphological data. Proceedings of the 13<sup>th</sup> International Cave Bear Symposium, September 20-24, 2007, Brno, Czech Republic. Scripta Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianæ Brunensis, 35: 123-128.
- MÜNDEL, S., HOFREITER, M., STILLER, M., CONARD, N.J. & BOCHERENS, H. im Druck. Neue Ergebnisse zur Paläobiologie der Höhlenbären auf der Schwäbischen Alb (Chronologie, Isotopie und Paläogenetik). Stalaktit.
- MÜHR, U. 2006. www.klimadiagramme.de. 12.06.2006.
- MUSIL, R. 1956. Mährische Fundstellen pleistozäner Wirbeltiere. Geologie, 5: 319-323.
- MUSIL, R. 1971 : Bären und andere Großsäuger. In : FEUSTEL, R., KERKMANN, K., SCHMID, E., MUSIL, R., MANIA, D., KNORRE, D.V. & JAKOB, H. 1971. Die Urdhöhle bei Döbritz. Alt-Thüringen, 11: 150-206.

- MUSIL, R. 1974. Tiergesellschaft der Kniegrotte. In: FEUSTEL, R. 1974. Die Kniegrotte. Eine Magdalénien-Station in Thüringen. Veröffentlichungen des Museums für Ur- und Frühgeschichte, 5: 30-95.
- MUSIL, R. 1980. Die Großsäuger und Vögel der Teufelsbrücke. In: FEUSTEL, R. 1980. Magdalénienstation Teufelsbrücke. II: Paläontologischer Teil. Weimarer Monographien zur Ur- und Frühgeschichte, 3: 1-59.
- MUSIL, R. 1985. Die Fauna der Magdalénien-Siedlung Oelknitz. Weimarer Monographien zur Ur- und Frühgeschichte, 17: Weimar. 1-41.
- MUSIL, R. 1992. Changes in mammalian communities at the Pleistocene-Holocene boundary. *Annales Zoologici Fennici*, 28: 241-244.
- MUSIL, R. 1994. Hunting game of the culture layer of Pavlov. In: SVOBODA, J. (Hrsg.) 1994. Pavlov I – Excavations 1952–53, The Dolní Věstonice Studies 2, Université de Liege. 181–209.
- MUSSER, G.G. & CARLETON, M.D. 1993. Family Muridae. In: WILSON, D.E. & REEDER, D.M. (Hrsg.) 1993. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*. 2<sup>nd</sup> Edition. Smithsonian Institution Press. Washington/London. 501-756.
- NAGEL, D. 1997. *Dicrostonyx gulielmi* (Lemming) aus der Höhle von Merkenstein/Niederösterreich. *Wissenschaftliche Mitteilungen des Niederösterreichischen Landesmuseums*, 10: 225-230.
- NAGEL, D., RABEDER, G. & REINDER, G. 1995. Die Insektivoren und Rodentier (Mammalia) aus dem Spätglazial der Gamssulzenhöhle im Toten Gebirge. In: RABEDER, G. (Hrsg.) 1995a. Die Gamssulzenhöhle in Toten Gebirge. *Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften*, 9: 61-67.
- NIELBOCK, R. 1987. Holozäne und jungpleistozäne Wirbelfaunen der Einhornhöhle/Harz - Paläontologisch-biostratigraphische Untersuchungsergebnisse der Höhlengrabungen 1985/87. Dissertation TU Clausthal, 194 pp.
- NIELBOCK, R. 1989. Die Tierknochenfunde der Ausgrabungen 1987/1988 in der Einhornhöhle bei Scharzfeld. *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 19: 217-230.
- NIELBOCK, R. 1990. Die Einhornhöhle – ein quartärwissenschaftliches Kleinod im Südharz. *Mitteilungen Verband deutscher Höhlen- & Karstforscher*, 36 (2): 24-27.
- NIETHAMMER, J. 1978a. *Citellus suslicus* – Perlziesel. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1978. *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 1: Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 145-151.
- NIETHAMMER, J. 1978b. *Apodemus flavicollis* – Gelbhalsmaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1978. *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 1: Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 325-336.
- NIETHAMMER, J. 1978c. *Apodemus sylvaticus* – Waldmaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1978. *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 1: Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 337-358.
- NIETHAMMER, J. 1982a. *Cricetus cricetus* – Hamster. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1982a. *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 2/I: Rodentia II (Cricetidae, Arvicolidae, Zapodidae, Spalacidae, Hystricidae, Capromyidae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 7-28.
- NIETHAMMER, J. 1982b. *Microtus subterraneus* – Kurzhornmaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1982a. *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 2/I: Rodentia II (Cricetidae, Arvicolidae, Zapodidae, Spalacidae, Hystricidae, Capromyidae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 397-418.

- NIETHAMMER, J. 1988. Wühler. In: GRZIMEK, B. (Hrsg.) 1988. Grzimeks Enzyklopädie: Säugetiere. Band 3. Kindler Verlag GmbH, München. 206-265.
- NIETHAMMER, J. 1990a. Familie Talpidae – Maulwürfe. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. 1990. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/I. Insektenfresser (Insectivora). Herrentiere (Primates). AULA-Verlag, Wiesbaden. 75-78.
- NIETHAMMER, J. 1990b. *Talpa europaea* – Europäischer Maulwurf. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. 1990. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/I. Insektenfresser (Insectivora). Herrentiere (Primates). AULA-Verlag, Wiesbaden. 99-133.
- NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1978. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 1: Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 478 pp.
- NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1982a. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/I: Rodentia II (Cricetidae, Arvicolidae, Zapodidae, Spalacidae, Hystricidae, Capromyidae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 652 pp.
- NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. 1982b. *Microtus arvalis* – Feldmaus. – In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1982a. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/I: Rodentia II (Cricetidae, Arvicolidae, Zapodidae, Spalacidae, Hystricidae, Capromyidae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 284-318.
- NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1986. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/II. Paarhufer – Artiodactyla (Suidae, Cervidae, Bovidae). AULA-Verlag, Wiesbaden. 466 pp.
- NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1990. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/I. Insektenfresser (Insectivora). Herrentiere (Primates). AULA-Verlag, Wiesbaden. 526 pp.
- NIEVERGELT, B. & ZINGG, R. 1986. *Capra ibex* – Alpensteinbock. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. 1986. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/II. Paarhufer – Artiodactyla (Suidae, Cervidae, Bovidae). AULA-Verlag, Wiesbaden. 384-404.
- NOBIS, G. 1982. Die Wildpferde aus der magdalénienzeitlichen Station Saaleck am Fuße der Rudelsburg in Thüringen. Bonner zoologische Beiträge, 33: 223-236.
- NOBIS, G. 1986. Die Wildsäugetiere in der Umwelt des Menschen von Oberkassel bei Bonn und das Domestikationsproblem von Wölfen im Jungpaläolithikum. Bonner Jahrbücher, 186: 367-376.
- NOE-NYGAARD, N. 1983. A new Find of Brown Bear (*Ursus arctos*) from Star Carr and Other Finds in the Late Glacial and Post Glacial of Britain and Denmark. Journal of Archaeological Science, 10: 317-325.
- NOE-NYGAARD, N., PRICE, T.D. & HEDE, S.U. 2005. Diet of aurochs and early cattle in Southern Scandinavia: evidence from <sup>15</sup>N and <sup>13</sup>C stable isotopes. Journal of Archaeological Science, 32: 855-871.
- NOGUÉS-BRAVO, D., RODRÍGUEZ, J., HORTAL, J., BARTRA, P. & ARAÚJO, M.B. 2008. Climate change, humans, and the extinction of the woolly mammoth. PLoS Biol 6(4): e79. doi:10.1371/journal.pbio.0060079.
- NORD ANDREASEN, T. 1997. Taxonomic Status of *Desmana* (Insectivora) and *Spermophilus* (Rodentia) specimens from Danish Late Weichselian deposits. Acta Zoologica. Cracoviensia, 40 (2): 229-236.
- NORDMANN, V., DEGERBØL, M. 1929-30: En fossil Kæbe af Isbjørn (*Ursus maritimus* L.) fra Danmark. Videnskabelige Meddelelser fra Dansk naturhistorisk Forening, 88: 273-292.
- NOWAK, R.M. 1999. Walker's Mammals of the World. 6<sup>th</sup> ed. Volume I. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 836 pp.
- NÜESCH, J. 1896. Das Schweizersbild, eine Niederlassung aus paläolithischer Zeit. Neue Denkschriften der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für Naturwissenschaften, XXXV: 369 pp.

- NYGRÉN, K.F. 1986. *Alces alces* – Elch. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1986. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/II. Paarhufer – Artiodactyla (Suidae, Cervidae, Bovidae). AULA-Verlag, Wiesbaden. 173-197.
- OESCHGER, H. & TAUTE, W. 1978. Radiokarbon-Altersbestimmungen zum süddeutschen Mesolithikum und deren Vergleich mit der vegetationsgeschichtlichen Datierung (Jägerhaus-Höhle, Falkensteinhöhle, Felsdach Inzigkofen, Fohlenhaus, Bettelküche). In: TAUTE, W. (Hrsg.) 1978. Das Mesolithikum in Süddeutschland. Teil 2: Naturwissenschaftliche Untersuchungen. Tübinger Monographien zur Urgeschichte, 5/2: 15-20.
- ORSCHIEDT, J. 2002. Une sépulture secondaire magdalénienne : Le Cas de la Grotte de Brillenhöhle (Blaubeuren, sud-ouest de l'Allemagne). *Paleo – Revue d'Archéologie Préhistorique*, 14: 18-19.
- PACHER, M. & STUART, A.J. 2008. Extinction chronology and palaeobiology of the cave bear (*Ursus spelaeus*). *Boreas*, doi:10.1111/j.1502-3885.2007.00071.x.
- PANGAEA Publishing Network for Geoscientific & Environmental Data. <http://www.pangaea.de/>. 18.11.2008.
- PASDA, C. 1995. Ettlingen. In: BOSINSKI, G., STREET, M. & BAALES, M. 1995. The Palaeolithic and Mesolithic of the Rhineland. *Quaternary field trips in Central Europe*, 2: 857.
- PETEET, D. 2000. Sensitivity and rapidity of vegetational response to abrupt climate change. *PNAS*, 97 (4): 1359-1361.
- PETERS, G. 1993a. Canidae – Hundartige. In: STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993a. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil I: Canidae, Ursidae, Procyonidae, Mustelidae I. AULA-Verlag, Wiesbaden. 32-44.
- PETERS, G. 1993b. *Canis*. In: STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993a. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil I: Canidae, Ursidae, Procyonidae, Mustelidae I. AULA-Verlag, Wiesbaden. 45-47.
- PETERS, G. 1993c. *Canis lupus* – Wolf. In: STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993a. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil I: Canidae, Ursidae, Procyonidae, Mustelidae I. AULA-Verlag, Wiesbaden. 47-106.
- PETERSEN, P. V., JOHANSEN, L. 1993. Sølbjerg - An Ahrensburgian Site on a Reindeer Migration Route through Eastern Denmark. *Journal of Danish Archaeology*, 10: 20-37.
- PFEIFFER, T. 1999. Der Riesenhirsch, *Megaloceros giganteus* (Blumenbach 1799) von Schlutup bei Lübeck mit einer Analyse funktioneller Adaptionen des Skelettes. *Berichte des Vereins „Natur und Heimat“ und des Naturhistorischen Museums von Lübeck*, 25/26: 138-159.
- POPLIN, F. 1972. Die Großfauna. In: BOSINSKI, G. & HAHN, J. 1972. Der Magdalénien-Fundplatz Andernach (Martinsberg). *Rheinische Ausgrabungen*, 11: 175-191.
- POPLIN, F. 1976. Les grands vertébrés de Gönnersdorf. *Fouilles 1968. Der Magdalénien-Fundplatz Gönnersdorf 2*. Franz Steiner Verlag, Wiesbaden. 212 pp.
- PUCEK, Z. 1982. *Sicista betulina* – Waldbirkenmaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1982a. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/I: Rodentia II (Cricetidae, Arvicolidae, Zapodidae, Spalacidae, Hystricidae, Capromyidae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 516-538.
- PUCEK, Z. 1986. *Bison bonasus* – Wisent. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1986. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/II. Paarhufer – Artiodactyla (Suidae, Cervidae, Bovidae). AULA-Verlag, Wiesbaden. 278-315.

- PULLIAINEN, E. 1993a. *Alopex lagopus* – Eisfuchs. In: STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993a. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil I: Canidae, Ursidae, Procyonidae, Mustelidae I. AULA-Verlag, Wiesbaden. 195-214.
- PULLIAINEN, E. 1993b. *Gulo gulo* – Vielfraß. In: STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993a. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil I: Canidae, Ursidae, Procyonidae, Mustelidae I. AULA-Verlag, Wiesbaden. 481-502.
- PUSHKINA, D. & RAI, P. 2008. Human influence on distribution and extinctions of the late Pleistocene Eurasian megafauna. *Journal of Human Evolution*, 54 (6): 769-782.
- RABEDER, G. (Hrsg.) 1995a. Die Gamssulzenhöhle in Toten Gebirge. *Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften*, 9: 133 pp.
- RABEDER, G. 1995b. Chronologie der Gamssulzenhöhle im Toten Gebirge (Oberösterreich). – In: RABEDER, G. (Hrsg.) 1995a. Die Gamssulzenhöhle in Toten Gebirge. *Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften*, 9: 129-133.
- RABEDER, G. & WEICHENBERGER, J. 1995. Die Gamssulzenhöhle bei Spital am Pyhrn im Toten Gebirge – Lage, Morphologie und Forschungsgeschichte. In: RABEDER, G. (Hrsg.) 1995a. Die Gamssulzenhöhle in Toten Gebirge. *Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften*, 9: 1-12.
- RABEDER, G., NAGEL, D. & PACHER, M. 2000. Der Höhlenbär. Jan Thorbecke Verlag, Stuttgart. 111 pp.
- RABEDER, G., HOFREITER, M., NAGEL, D. & WITHALM, G. 2004. New Taxa of Alpine Cave Bears (Ursidae, Carnivora). *Cahiers scientifiques Museum Lyon, Hors série*, 2: 49-67.
- RABENSTEIN, R. 1988. Spätpleistozäne Kleinsäugerfaunen von Andernach-Martinsberg (Neuwieder Becken) und ihre Verwendbarkeit als Klimaindikatoren. Diplomarbeit. Universität Frankfurt am Main. 114 pp.
- RABENSTEIN, R. 1991. Klimaökologische Untersuchungen in der Nordeifel – Die kleinen Säugetiere der Ahrensburger Schichten aus der Grabung am Kartstein. *Landschaftsverband Rheinland, Das Rheinische Landesmuseum Bonn, Berichte aus der Arbeit des Museums*, 1991 (4): 50-53.
- RÄHLE, W. 1976. Ergebnisse der Untersuchung der Molluskenfaunen aus den Sedimentfolgen vom Zigeunerfels bei Sigmaringen und der Burghöhle Dietfurt. In: ALBRECHT, G., HAHN, J., KOENIGSWALD, W.v., MÜLLER-BECK, H., TAUTE, W. & WILLE, W. 1976. Die klimatische Veränderung des terrestrischen Lebensraumes und ihre Rückwirkung auf den Menschen. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie II*, 1976: 456-459.
- RÄHLE, W. 1978. Schmuckschnecken aus mesolithischen Kulturschichten Süddeutschlands und ihre Herkunft (Probstfels, Falkensteinhöhle, Burghöhle Dietfurt, Zigeunerfels, Große Ofnet). In: TAUTE, W. 1978 (Hrsg.). *Das Mesolithikum in Süddeutschland. Teil 2: Naturwissenschaftliche Untersuchungen. Tübinger Monographien zur Urgeschichte*, 5/2: 163-168.
- RASMUSSEN, S.O., ANDERSEN, K.K., SVENSSON, A.M., STEFFENSEN, J.P., VINTHER, CLAUSEN, B.M., SIGGAARD-ANDERSEN, M.-L., JOHNSEN, S.J., LARSEN, L.B., DAHL-JENSEN, N.D., BIGLER, M., RÖTHLISBERGER, R., FISCHER, H., GOTO-AZUMA, K., HANSSON, M.E., AND RUTH U., 2006. A new Greenland ice core chronology for the last glacial termination. *Journal of Geophysical Research*, 111: D06102. doi:10.1029/2005JD006079.
- RAUFUSS, I. 2001. Computergestützte Arealanalysen pleistozäner Säugetiergesellschaftungen – Die Guilday-Methode. Dissertation. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. 135 pp.

- RAUFUSS, I. 2002. Datenbank- und Gis-gestützte Arealanalyse für Säugetierfaunen. *Mathematische Geologie*, 6: 79-95.
- REICHSTEIN, H. 1978. *Mus musculus* – Hausmaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1978. *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 1: Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae)*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 421-451.
- REICHSTEIN, H. 1982. *Arvicola terrestris* – Schermaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1982a. *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/I: Rodentia II (Cricetidae, Arvicolidae, Zapodidae, Spalacidae, Hystricidae, Capromyidae)*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 217-252.
- REICHSTEIN, H. 1993a. *Mustela erminea* – Hermelin. In: STUBBE, M. & KRAPP, F. 1993. *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil II: Mustelidae 2, Viverridae, Herpestidae, Felidae*. AULA-Verlag, Wiesbaden. pp. 533-570.
- REICHSTEIN, H. 1993b. *Mustela nivalis* – Mauswiesel. –in: STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993b. *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil II: Mustelidae 2, Viverridae, Herpestidae, Felidae*. AULA-Verlag, Wiesbaden. 571-626.
- REIMER, P. J., BAILLIE, M.G.L., BARD, E., BAYLISS, A., BECK, J.W., BERTRAND, C.J.H., BLACKWELL, P.G., BUCK, C.E., BURR, G.S., CUTLER, K.B., DAMON, P.E., EDWARDS, R.L., FAIRBANKS, R.G., FRIEDRICH, M., GUILDERTON, T.P., HOGG, A.G., HUGHEN, K.A., KROMER, B., MCCORMAC, F.G., MANNING, S.W., RAMSEY, C.B., REIMER, R.W., REMMELE, S., SOUTHON, J.R., STUIVER, M., TALAMO, S., TAYLOR, F.W., VAN DER PLICHT, J. & WEYHENMEYER, C.E. 2004. IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 26–0 ka BP. *Radiocarbon*, 46: 1029–1058.
- RENSSEN, H. & ISARIN, R.F.B. 2001. The two major warming phases of the last deglaciation at ~ 14.7 and ~ 11.5 ka cal BP in Europe: climate reconstructions and AGCM experiments. *Global and Planetary Change*, 30: 117-153.
- REUMER, J.W.F. 2007. Habitat fragmentation and the extinction of mammoths (*Mammuthus primigenius*, Proboscidea, Mammalia): arguments for a causal relationship. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 259: 279-286.
- REUTHER, C. 1993. *Lutra lutra* – Fischotter. In: STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993b. *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil II: Mustelidae 2, Viverridae, Herpestidae, Felidae*. AULA-Verlag, Wiesbaden. 907-961.
- RICHTER, J. 1982. Faunal remains from Ulkestrup Lyng Øst. In: K. ANDERSEN, S. JØRGENSEN U. J. RICHTER, *Maglelose hytterne ved Ulkestrup Lyng. Nordiske Fortidsminder, Serie B*, 7: 141-177.
- RIEDE, F. 2007. Der Ausbruch des Laacher See-Vulkans vor 12.920 Jahren und urgeschichtlicher Kulturwandel am Ende des Allerød. Eine neue Hypothese zum Ursprung der Bromme-Kultur und des Perstunien. *Mitteilungen der Gesellschaft für Urgeschichte*, 16: 25-54.
- RIEDE, F. 2008. The Laacher See-eruption (12,920 BP) and material culture change at the end of the Allerød in Northern Europe. *Journal of Archaeological Science*, 35: 591-599.
- RIEDE, F., GRIMM, S.B., WEBER, M.-J. & FAHLKE, J.M. in Vorb. Neue Daten für alte Grabungen. Ein Beitrag zur spätglazialen Archäologie und Faunengeschichte Norddeutschlands.
- RIEK, G. (Hrsg.) 1957. Drei jungpaläolithische Stationen am Bruckersberg in Giengen an der Brenz. *Veröffentlichungen des Staatlichen Amtes für Denkmalpflege Stuttgart A*, 2: 1-70.

- RIEK, G. 1973. Das Paläolithikum der Brillenhöhle bei Blaubeuren (Schwäbische Alb). Teil I. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg, 4 (I): 1-168.
- RIESEN, T. & SEDLMEIER, J. 1988. Radiokarbondatierungen. In: AMMANN, B., BANDI, H.-G., BUSER, M., CHAIX, L., JOOS, M., MÄGLIN, T., RIESEN, T., SCHIBLER, J., SCHOCH, W.H., SEDLMEIER, J., STAMPFLI, H.R. & WOLFRATH-MEYER, B. 1988. Neue Untersuchungen am Kesslerloch bei Thayningen/SH – Sondierbohrungen im östlichen Vorplatzbereich und ihre naturwissenschaftlich-archäologische Auswertung. Schweizerische Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte, Basel. 113-116.
- ROBINEAU, D., DUGUY, R. & KLIMA, M. (hrsg.) 1995. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 6: Meeressäuger. Teil I: Wale und Delphine – Cetacea. Teil IB: Ziphiidae, Kogiidae, Physeteridae, Balaenidae, Balaenopteridae. AULA-Verlag, Wiesbaden. 814 pp.
- ROSENDAHL, W. 2002. Neues zur Altersstellung des fossilen Menschenschädels von Rhünda in Hessen. Archäologisches Korrespondenzblatt, 32: 15-19.
- ROSENDAHL, W. & DARGA, R. 2003. The "Neue Laubenstein-Bärenhöhle", Chiemgau/Bavarian Alps – the first alpine cave bear cave in Germany. Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste, 49 (suppl.): 93-99.
- ROSENLUND, K. 1971: Zoological material. In: PETERSEN, E.B. 1971. Sværdborg II. A maglemose hut from Sværdborg bog, Zealand, Denmark. Acta Archaeologica, 42: 59-62.
- ROTH, G. 1993. Mollusken aus dem mittelpleistozänen "Kärlicher Interglazial" der Tongrube bei Kärlich (Neuwieder Becken/Mittelrhein). Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz, 40 (1): 75-102.
- RUST, A. 1943. Die alt- und mittelsteinzeitlichen Funde von Stellmoor. Karl Wachholz Verlag, Neumünster. 242 pp.
- RUŽIĆ, A. 1978. *Citellus citellus* – Europäischer Ziesel. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1978. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 1: Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 123-144.
- SABLIN, M.V. & KHLOPACHEV, G.A. 2002. The earliest Ice Age Dogs. Evidence from Eliseevichi 1. Current Anthropology, 43 (5): 795-799.
- SÄGESSER, H. & KRAPP, F. 1986. *Rupicapra rupicapra* – Gemse. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1986. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/II. Paarhufer – Artiodactyla (Suidae, Cervidae, Bovidae). AULA-Verlag, Wiesbaden. 316-348.
- SALOMONSSON, B. 1964. Découverte d'une habitation du Tardi-glaciaire à Segebro, Scanie, Suede. Acta Archaeologica, 35: 1-28.
- SARASIN, K.F. & STEHLIN, H.G. 1924. Die Magdalénien-Station bei Ettingen (Baselland). Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, 61. 1-26.
- SHER, A.V. 1968. Fossil saiga in northeastern Siberia and Alaska. International Geology Review, 10: 1247-1260.
- SCHIBLER, J. & STAMPFLI, H.R. 1988. Faunarestes. in: AMMANN, B., BANDI, H.-G., BUSER, M., CHAIX, L., JOOS, M., MÄGLIN, T., RIESEN, T., SCHIBLER, J., SCHOCH, W.H., SEDLMEIER, J., STAMPFLI, H.R., WOLFRATH-MEYER, B. 1988. Neue Untersuchungen am Kesslerloch bei Thayningen/SH – Sondierbohrungen im östlichen Vorplatzbereich und ihre naturwissenschaftlich-archäologische Auswertung. Schweizerische Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte, Basel. 83-98.

- SCHIEGL, S., GOLDBERG, P., PFRETZSCHNER, H.-U. & CONARD, N. 2003. Paleolithic Burnt Bone Horizons from the Swabian Jura: Distinguishing between *In Situ* Fireplaces and Dumping Areas. *Geoarchaeology: An International Journal*, 18 (5): 541-565.
- SCHMIDT, R.R. 1912. Die diluviale Vorzeit Deutschlands. E. Schweitzerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 281 pp.
- SCHNEIDER, E. 1987. Pfeifhasen oder Pikas. In: GRZIMEK, B. (Hrsg.) 1987. Grzimeks Enzyklopädie: Säugetiere. Band 4. Kindler Verlag GmbH, München. 314-325.
- SCHWEINGRUBER, F.H. 1977. Holzkohlenanalytische Untersuchungen aus der Burghöhle Dietfurt. In: BRUNNACKER, K., KOENIGSWALD, W.V., RÄHLE, W., SCHWEINGRUBER, F. H., TAUTE, W. & WILLE, W. 1977. Der Übergang vom Pleistozän zum Holozän in der Burghöhle von Dietfurt bei Sigmaringen. *Kölner Jahrbuch für Vor- und Frühgeschichte*, 15 (1975-1977): 107-112.
- SHACKLETON, N.J., FAIRBANKS, R.G., CHIU, T.-C. & PARRENIN, F. 2004. Absolute calibration of the Greenland time scale and for D<sup>14</sup>C. *Quaternary Science Reviews*, 23: 1513–1522.
- SHI, G.R. 1993. Multivariate data analysis in palaeoecology and palaeobiogeography – a review. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 105: 199-234.
- SIEGFRIED, P. 1961. Der Fund eines Wisentskeletts (*Bison bonasus* L.) in Gladbeck/Westfalen, *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 112 (1): 83-105.
- SIROCKO, F., SEELOS, K., SCHABER, K., REIN, B., DREHER, F., DIEHL, M., LEHNE, R., JÄGER, K., KRBETSCHKE, M., & DEGERING, D. 2005. A late Eemian aridity pulse in central Europe during the last glacial inception. *Nature*, 436: 833-836.
- SOMMER, R. 2003. Ausbreitungsgeschichte der Raubsäugetiere (Carnivora) Europas im Jungpleistozän und frühen Holozän – Studie zu holozänen Raubsäugetern. Dissertation. Universität Rostock, Fachbereich Biowissenschaften, Institut für Biodiversitätsforschung, Allgemeine & Spezielle Zoologie. 110 pp.
- SOMMER, R.S. 2007. When east met west: the sub-fossil footprints of the west European hedgehog and the northern white-breasted hedgehog during the Late Quaternary in Europe. *Journal of Zoology*, 273: 82-89.
- SOMMER, R.S. & BENECKE, N. 2003. Post-Glacial history of the European seal fauna on the basis of sub-fossil records. *Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorischen Anthropologie*, VI: 16-28.
- SOMMER, R.S. & BENECKE, N. 2004. Late- and Post-Glacial history of the Mustelidae in Europe. *Mammal Review*, 34: 249-294.
- SOMMER, R.S. & BENECKE, N. 2005. Late-Pleistocene and early Holocene history of the canid fauna of Europe (Canidae). *Mammalian Biology*, 70 (4): 227–241.
- SOMMER, R.S. & BENECKE, N. 2006. Late Pleistocene and Holocene development of the felid fauna (Felidae of Europe: a review. *Journal of Zoology*, 269: 7-20.
- SOMMER, R.S. & NADACHOWSKI, A. 2006. Glacial refugia of mammals in Europe: evidence from fossil records *Mammal Review*, 36 (4): 251–265. doi:10.1111/j.1365-2907.2006.00093.x.
- SOMMER, R.S., PERSSON, A., WIESEKE, N. & FRITZ, U. 2007. Holocene recolonization and extinction of the pond turtle, *Emys orbicularis* (L., 1758), in Europe. *Quaternary Science Reviews*, 26: 3099–3107. doi: 10.1016/j.quascirev.2007.07.009.
- SOMMER, R. S., FAHLKE, J. M., SCHMÖLCKE, U., BENECKE, N. & ZACHOS, F. E. 2008a. Quaternary history of the European roe deer (*Capreolus capreolus*). *Mammal Review*, 39: 1-16.

- SOMMER, R.S., ZACHOS, F.E., STREET, M., JÖRIS, O., SKOG, A. & BENECKE, N. 2008b. Late Quarternary distribution dynamics and phylogeography of the red deer (*Cervus elaphus*) in Europe. *Quarternary Science Reviews*, 27: 714-733. doi:10.1016/j.quascirev.2007.11.016.
- SØRENSEN, I. 1978. Datering af elsdyrknoglerne fra Skottemarke og Favrbø. *Aarbøger for Nordisk Oldkyndighed og Historie*, 1978: 33-44.
- SØRENSEN, M. & STERNKE, F. 2004. Nørregård VI – Lateglacial hunters in transition. In: TERBERGER, T. & ERIKSEN, B.V. (Hrsg.) 2004. *Hunters in a changing world - Environment and Archaeology of the Pleistocene-Holocene Transition (ca. 11000-9000 B.C.) in Northern Central Europe. Workshop of the U.I.S.P.P.-Commission XXXII at Greifswald in September 2002.* Verlag Marie Leidorf GmbH, Rahden/Westfalen. 85-112.
- SPITZENBERGER, F. 1990a. *Sorex alpinus* – Alpenspitzmaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1990. *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/I. Insektenfresser (Insectivora). Herrentiere (Primates).* AULA-Verlag, Wiesbaden. 295-312.
- SPITZENBERGER, F. 1990c. *Neomys* – Sumpfspitzmaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1990. *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/I. Insektenfresser (Insectivora). Herrentiere (Primates).* AULA-Verlag, Wiesbaden. pp. 313-316.
- SPITZENBERGER, F. 1990c. *Neomys anomalus* – Sumpfspitzmaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1990. *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/I. Insektenfresser (Insectivora). Herrentiere (Primates).* AULA-Verlag, Wiesbaden. 317-333.
- SPITZENBERGER, F. 1990d. *Neomys fodiens* – Wasserspitzmaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1990. *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/I. Insektenfresser (Insectivora). Herrentiere (Primates).* AULA-Verlag, Wiesbaden. 334-374.
- SPRINGHORN, R. 2003. A wild horse (*Equus przewalskii* Poliakov 1881) of Mesolithic age from Kempen (Germany, Northrhine-Westfalia, Lippe County). *Eiszeitalter und Gegenwart*, 52: 40-46.
- STAESCHE, U. 1994. Die Tierreste aus den Buntsandsteinabris im Leinebergland bei Göttingen. In: GROTE, K. 1994. *Die Abris im südlichen Leinebergland bei Göttingen. Archäologische Befunde zum Leben unter Felsschutzdächern in urgeschichtlicher Zeit. Teil II Naturwissenschaftlicher Teil. Veröffentlichungen der Urgeschichtlichen Sammlungen des Landesmuseums zu Hannover*, 43 (II): 101-126.
- STAMPFLI, H.R. 1983a. Einleitung. in STAMPFLI, H.R. (Hrsg.) 1983. *Risliisberghöhle. Band 1: Archäologie und Ökologie einer Fundstelle aus dem Spätmagdalénien bei Oensingen im Solothurner Jura.* *Academica helvetica*, 4: 7-8.
- STAMPFLI, H.R. 1983b. Die großen Säugetiere und das Schneehuhn als mögliche Jagdfauna. in STAMPFLI, H.R. (Hrsg.) 1983. *Risliisberghöhle. Band 1: Archäologie und Ökologie einer Fundstelle aus dem Spätmagdalénien bei Oensingen im Solothurner Jura.* *Academica helvetica*, 4: 37-68.
- STAPERT, D. 2004. Maglemose huts and Duvensee: Spatial analysis with 'ANALITHIC'. In: TERBERGER, T. & ERIKSEN, B.V. (Hrsg.) 2004. *Hunters in a changing world - Environment and Archaeology of the Pleistocene-Holocene Transition (ca. 11000-9000 B.C.) in Northern Central Europe. Workshop of the U.I.S.P.P.-Commission XXXII at Greifswald in September 2002.* Verlag Marie Leidorf GmbH, Rahden/Westfalen. 223-241.
- STENSAGER, A.O. 2004. Nyt lys på gammelt fund. *Vendsyssel Nu og Da*, 2004: 38-43.

- STORCH, G. 1973. VI. Jungpleistozäne Kleinsäugerfunde (Mammalia: Insectivora, Chiroptera, Rodentia) aus der Brillenhöhle. – In: RIEK, G. 1973. Das Paläolithikum der Brillenhöhle bei Blaubeuren (Schwäbische Alb). Teil II. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg, 4 (II): 106-123.
- STORCH, G. 1974. Die Pleistozän-Holozän-Grenze in der Kleinsäugerfauna Deutschlands. Zeitschrift für Säugetierkunde, 39: 84-97.
- STORCH, G. 1978a. Kleinsäugerfunde (Mammalia) aus der mesolithischen Kulturschicht unter dem Felsdach Inzigkofen im oberen Donautal. in: TAUTE, W. (Hrsg.) 1978. Das Mesolithikum in Süddeutschland. Teil 2: Naturwissenschaftliche Untersuchungen. Tübinger Monographien zur Urgeschichte, 5/2: 131-132.
- STORCH, G. 1978b. Paläolithische und mesolithische Kleinsäugerfunde (Mammalia) von den Fohlenhaus-Höhlen im Lonetal (Schwäbische Alb). In: TAUTE, W. (Hrsg.) 1978. Das Mesolithikum in Süddeutschland. Teil 2: Naturwissenschaftliche Untersuchungen. Tübinger Monographien zur Urgeschichte, 5/2: 133-138.
- STORCH, G. 1978c. Kleinsäugerfunde (Mammalia) aus spätpaläolithischen und mesolithischen Kulturschichten der Bettelküche bei Sulzbach-Rosenberg (Oberpfalz). in: TAUTE, W. 1978 (ed.). Das Mesolithikum in Süddeutschland. Teil 2: Naturwissenschaftliche Untersuchungen. Tübinger Monographien zur Urgeschichte, 5/2: 139-140.
- STORCH, G. 1978d. *Eliomys quercinus* – Gartenschläfer. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1978. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 1: Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 208-225.
- STORCH, G. 1978e. *Glis glis* – Siebenschläfer. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1978. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 1: Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 243-258.
- STORCH, G. 1978f. *Muscardinus avellanarius* – Haselmaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1978. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 1: Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 259-280.
- STORCH, G. 1983. Die Kleinsäugerreste der Grabungen Petersfels 1974-1976. In: ALBRECHT, G., BERKE, H. & POPLIN, F. (Hrsg.) 1983. Naturwissenschaftliche Untersuchungen an Magdalénieninventaren vom Petersfels, Grabungen 1974-1976. Tübinger Monographien zur Urgeschichte, 8: 128.
- STORCH, G. 1987. Das spätglaziale und frühholozäne Kleinsäuger-Profil vom Felsdach Felsställe in Mühlen bei Ehningen, Alb-Donau-Kreis. In: KIND, C.-J. 1987. Das Felsställe: Eine jungpaläolithisch-frühmesolithische Abri-Station bei Ehningen-Mühlen, Alb-Donau-Kreis, die Grabungen 1975-1980. Landesdenkmalamt Baden-Württemberg. Konrad Theiss Verlag, Stuttgart. 275-286.
- STORCH, G. 1994. Spätglaziale und Holozäne Kleinsäugerfunde aus Abri-Grabungen im Raum Göttingen (Mammalia: Rodentia, Insectivora, Chiroptera). In: GROTE, K. 1994. Die Abris im südlichen Leinebergland bei Göttingen. Archäologische Befunde zum Leben unter Felschutzdächern in urgeschichtlicher Zeit. Teil II Naturwissenschaftlicher Teil. Veröffentlichungen der Urgeschichtlichen Sammlungen des Landesmuseums zu Hannover, 43 (II): 53-70.
- STREET, M. 1986. Ein Wald der Allerödzeit bei Miesenheim, Stadt Andernach (Neuwieder Becken). Archäologisches Korrespondenzblatt, 16: 13-22.
- STREET, M. 1989. Ein frühmesolithischer Hund und Hundeverbiß an Knochen vom Fundplatz Bedburg-Königshoven, Niederrhein. Archäologische Informationen, 12: 203-215.

- STREET, M. 1993. Analysis of Late Palaeolithic and Mesolithic Faunal Assemblages in the Northern Rhineland, Germany. Doctoral thesis, Department of Ancient History, University of Birmingham. 307 pp.
- STREET, M. 1996. The late glacial fauna assemblage from Eendingen, Lkr. Nordvorpommern. *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 26 (1): 33-42.
- STREET, M. 1997. Faunal succession and human subsistence in the northern Rhineland 13,000 – 9,000 BP. In: FAGNART, J.-P. & THEVENIN, A. (Hrsg.) 1997. *Le tardiglaciaire en Europe du Nord-Ouest. Actes du 119<sup>e</sup> Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Amiens, 1994, Pré- et Protohistoire*. 545-567.
- STREET, M. 1999. Remains of aurochs (*Bos primigenius*) from the early Mesolithic site Bedburg-Königshoven (Rhineland, Germany). In: WENIGER, G.-C. (Hrsg.). *Archäologie und Biologie des Auerochsen. Wissenschaftliche Schriften des Neanderthal Museums*, 1: 173-194.
- STREET, M. & BAALES, M. 1997. Les groupes a Federmesser de l'Allerød en Rhénanie Centrale (Allemagne). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 94 (3): 373-386.
- STREET, M. & BAALES, M. 1999. Pleistocene/Holocene changes in the Rhineland fauna in a northwest European context. In: BENECKE, N. 1999. *The Holocene History of the European Vertebrate Fauna – Modern Aspects of Research. Archäologie in Eurasien*, 6: 9-38.
- STREET, M. & TERBERGER, T. 2000. 22. The German Upper Paleolithic 35,000-15,000 bp. New dates and insights with emphasis on the Rhineland. In: ROEBROEKS, W., MUSSI, M., SVOBODA, J. & FENNEMA, K. 2000. *Hunters of the Golden Age – The Mid Upper Paleolithic of Eurasia 30,000 – 20,000 bp*. University of Leiden, Leiden. 281-297.
- STREET, M., BAALES, M. & WENINGER, B. 1994. Absolute Chronologie des späten Paläolithikums und des Frühmesolithikums im nördlichen Rheinland. *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 24: 1-28.
- STREET, M., TERBERGER, T. & ORSCHIEDT, J. 2006a. A critical review of the German hominin Paleolithic record. *Journal of Human Evolution*, 51:551-579.
- STREET, M., GELHAUSEN, F., GRIMM, S.B., MOSELER, F., NIVEN, L., SENSBURG, M., TURNER, E., WENZEL, S. & JÖRIS, O. 2006b. L'occupation du bassin de Neuwied (Rhénanie centrale, Allemagne) par les Magdaléniens et les groupes à Federmesser (aziliens). *Bulletin de la Société préhistorique française*, 103 (4): 753-780.
- STUART, A.J. 1991. Mammalian extinctions in the Late Pleistocene of Northern Eurasia and North America. *Biological Reviews*, 66: 453-562.
- STUART, A.J. 1999. Late Pleistocene Megafaunal Extinctions. A European Perspective. In: MacPhee, R.D.E. (Hrsg.) 1999. *Extinctions in Near Time. Causes, Contexts, and Consequences*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York. 257-269.
- STUART, A.J. 2005. The extinction of woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*) and straight-tusked elephant (*Palaeoloxodon antiquus*) in Europe. *Quaternary International*, 126–128: 171–177.
- STUART, A.J. & LISTER, A.M. 2007. Patterns of Late Quaternary megafaunal extinctions in Europe and northern Asia. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 259: 287-297.
- STUART, A.J., SULERZHITSKY, L.D., ORLOVA, L.A., KUZMIN, Y.V. & LISTER, A.M. 2002. Viewpoint: The latest woolly mammoths (*Mammuthus primigenius* BLUMENBACH) in Europe and Asia: a review of the current evidence. *Quaternary Science Reviews*, 21: 1559–1569.
- STUART, A.J., KOSINTSEV, P.A., HIGHHAM, T.F.G. & LISTER, A.M. 2004. Pleistocene to Holocene extinction dynamics in giant deer and woolly mammoth. *Nature*, 431: 684-689.

- STUBBE, M. 1990. Hermelin *Mustela erminea* L. In: STUBBE, M. (Hrsg.) 1990. Buch der Hege. Berlin. 514–527.
- STUBBE, M. 1993a. *Martes*. In: STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993a. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil I: Canidae, Ursidae, Procyonidae, Mustelidae I. AULA-Verlag, Wiesbaden. 370-373.
- STUBBE, M. 1993b. *Martes martes* – Baumrarder. In: STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993a. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil I: Canidae, Ursidae, Procyonidae, Mustelidae I. AULA-Verlag, Wiesbaden. 374-426.
- STUBBE, M. 1993c. *Martes foina* – Steinrarder. In: STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993a. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil I: Canidae, Ursidae, Procyonidae, Mustelidae I. AULA-Verlag, Wiesbaden. 427-480.
- STUBBE, M. 1993d. *Mustela*. –in: STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993a. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil II: Mustelidae 2, Viverridae, Herpestidae, Felidae. AULA-Verlag, Wiesbaden. 529-532.
- STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993a. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil I: Canidae, Ursidae, Procyonidae, Mustelidae I. AULA-Verlag, Wiesbaden. 530 pp.
- STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993b. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil II: Mustelidae 2, Viverridae, Herpestidae, Felidae. AULA-Verlag, Wiesbaden. 688 pp.
- STUIVER, M. & POLACH, H.A. 1977. Discussion: Reporting of <sup>14</sup>C Data. Radiocarbon, 19 (3): 355-363.
- STUIVER, M. & REIMER, P.J. 2005. CALIB <sup>14</sup>C Calibration Program Version 5.0.2.  
<http://radiocarbon.pa.qub.ac.uk/calib/>.
- SULGOSTOWSKA, Z. 2003. Mesolithic Colonization of South-Eastern Subbalticum. In: LARSSON, L., KINDGREN, H., KNUTSSON, K., LEOFFLER, D. & ÅKERLUND, A. (Hrsg.) 2003. Mesolithic on the move: papers presented at the Sixth International Conference on the Mesolithic in Europe, Stockholm 2000. David Brown Books Co, Oakville. 47-51.
- SULKAVA, S. 1990. *Sorex minutissimus* – Knirpsspitzmaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1990. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/I. Insektenfresser (Insectivora). Herrentiere (Primates). AULA-Verlag, Wiesbaden. 207-214.
- SUROVELL, T., WAGUESPACK, N. & BRANTINGHAM, P.J. 2005. Global archaeological evidence for proboscidean overkill. PNAS, 102 (17): 6231-6236.
- TAST, J. 1982a. *Lemmus lemmus* – Berglemming. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1982a. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/I: Rodentia II (Cricetidae, Arvicolidae, Zapodidae, Spalacidae, Hystricidae, Capromyidae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 87-105.
- TAST, J. 1982b. *Microtus oeconomus* – Nordische Wühlmaus, Sumpfmaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1982a. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/I: Rodentia II (Cricetidae, Arvicolidae, Zapodidae, Spalacidae, Hystricidae, Capromyidae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 374-396.
- TAUTE, W. 1972a. Die spätpaläolithisch-frühmesolithische Schichtenfolge im Zigeunerfels bei Sigmaringen (Vorbericht). Archäologische Information, 1: 29-40.
- TAUTE, W. 1972b. Funde aus der Steinzeit in der Jägerhaus-Höhle bei Bronnen. In: THORBECKE, J. (Hrsg.) 1972. Fridingen - Stadt an der oberen Donau. Thorbecke, Sigmaringen. 21-26.

- TAUTE, W. 1976. Der Pleistozän-Holozän-Übergang auf Grund der Grabungen im Zigeunerfels bei Sigmaringen und in der Burghöhle Dietfurt. In: ALBRECHT, G., HAHN, J., KOENIGSWALD, W.v., MÜLLER-BECK, H., TAUTE, W. & WILLE, W. 1976. Die klimatische Veränderung des terrestrischen Lebensraumes und ihre Rückwirkung auf den Menschen. Zentralblatt für Geologie und Paläontologie II, 1976: 460-463.
- TAUTE, W. 1978. Korrelation des Probenmaterials und zusammenfassenden chronologische Übersicht. In: TAUTE, W. (Hrsg.) 1978. Das Mesolithikum in Süddeutschland. Teil 2: Naturwissenschaftliche Untersuchungen. Tübinger Monographien zur Urgeschichte, 5/2: 11-14.
- TEICHERT, L. 1999. Osteoarchäologische Untersuchungen im Land Brandenburg und Berlin. In: CZIESLA, E., KERSTING, T. & PRATSCH, S. (Hrsg.) 1999. Den Bogen spannen... Festschrift für Bernhard Gramsch. Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas, 20: 491-503.
- TERBERGER, T. 1996. Die "Riesenhirschfundstelle" von Endingen, Lkr. Nordvorpommern. Spätglaziale Besiedlungsspuren in Nordostdeutschland. Archäologisches Korrespondenzblatt, 26: 13-32.
- TERBERGER, T. 2004. The Younger Dryas-Preboreal transition in northern Germany – fact and concepts in discussion. In: TERBERGER, T. & ERIKSEN, B.V. (Hrsg.) 2004. Hunters in a changing world - Environment and Archaeology of the Pleistocene-Holocene Transition (ca. 11000-9000 B.C.) in Northern Central Europe. Workshop of the U.I.S.P.P.-Commission XXXII at Greifswald in September 2002. Verlag Marie Leidorf GmbH, Rahden/Westfalen. 203-222.
- TERBERGER, T. 2006a. From the First Humans to the Mesolithic Hunters in the Northern German Lowlands – Current Results and Trends In: HANSEN, K. M. & PEDERSEN, K. B. (Hrsg.) 2006. Across the Western Baltic Proceedings of the archaeological conference “The Prehistory and Early Medieval Period in the Western Baltic” in Vordingborg, South Zealand, Denmark, March 27th – 29th 2003. Sydsjællands Museums Publikationer, Vol. 1: 23-56.
- TERBERGER, T. 2006b. The Mesolithic Hunter-Fisher- Gatherers on the Northern German Plain. In: HANSEN, K. M. & PEDERSEN, K. B. (Hrsg.) 2006. Across the Western Baltic Proceedings of the archaeological conference “The Prehistory and Early Medieval Period in the Western Baltic” in Vordingborg, South Zealand, Denmark, March 27th – 29th 2003. Sydsjællands Museums Publikationer, Vol. 1: 111-184.
- TERBERGER, T., KÜSSNER, M., SCHÜLER, T. & STREET, M. 2003. Mesolithische Menschenreste aus der Urdhöhle bei Döbritz, Saale-Orla-Kreis. Alt-Thüringen, 36: 3-19.
- TERBERGER, T., DEKLERK, P., HELBIG, H., KAISER, K. & KÜHN, P. 2004. Late Weichselian landscape development and human settlement in Mecklenburg-Vorpommern (NE Germany). Eiszeitalter und Gegenwart, 54: 138-175.
- THULIN, C.G. & FLUX, J.E.C. 2003. *Lepus timidus* – Schneehase. In: KRAPP, F. (Hrsg.) 2003. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/II: Hasentiere (Lagomorpha). AULA-Verlag, Wiesbaden. 155-186.
- TIETZ, O. 2005. The first certain discovery of an aurochs (*Bos primigenius* BOJANUS 1827) from the Weichselian Lateglacial in Germany. Zeitschrift für Geologische Wissenschaften, 33 (4/5): 273-282.
- TOUSSAINT, M. & BECKER, A. 1991. Le Trou Jadot à Comblain-au-Pont (Province Liège) – synthèse des études pluridisciplinaires d'un site du Paléolithique supérieur récent. Notae Praehistoricae, 10: 23-25.
- UERPMMANN, H.-P. 1990. Altweltliche Faunenelemente im Spätpleistozän Alaskas und die frühe Besiedlungsgeschichte Nordamerikas. In: SCHIBLER, J., SEDLMEIER, J. & SPYCHER, H. (Hrsg.) 1990. Festschrift für Hans Stampfli. Beiträge zur Archäozoologie, Archäologie, Anthropologie, Geologie und Paläontologie. Hebig & Lichtenhahn Verlag AG, Basel. 303-307.

- UKKONEN, P. 2002. The early history of seals in the northern Baltic. *Annales Zoologici Fennici*, 39: 187-207.
- USINGER, H. 1981. Zur spät-und postglazialen Vegetationsgeschichte der schleswig-holsteinischen Geest nach Pollen-und Pollendichtediagrammen aus dem Esinger Moor. *Pollen et Spores*, XXIII: 389-432.
- USINGER, H. 1985. Pollenstratigraphische, vegetations-und klimageschichtliche Gliederung des Bölling-Alleröd-Komplexes in Schleswig-Holstein und ihre Bedeutung für die Spätglazial-Stratigraphie in benachbarten Gebieten. *Flora*, 177: 1-43.
- USINGER, H. 1997. Pollenanalytische Datierung spätpaläolithischer Fundschichten bei Ahrenshöft, Kr. Nordfriesland. *Mitteilungen der Archäologischen Gesellschaft Schleswig-Holstein e. V. und des Archäologischen Landesamtes Schleswig-Holstein*, 8: 50-73.
- USINGER, H. 2004. Vegetation and climate of the lowlands of northern Central Europe and adjacent areas around the Younger Dryas-Preboreal transition – with special emphasis on the Preboreal oscillation. In: TERBERGER, T. & ERIKSEN, B.V. (Hrsg.) 2004. *Hunters in a changing world - Environment and Archaeology of the Pleistocene-Holocene Transition (ca. 11000-9000 B.C.) in Northern Central Europe*. Workshop of the U.I.S.P.P.-Commission XXXII at Greifswald in September 2002. Verlag Marie Leidorf GmbH, Rahden/Westfalen. 1-26.
- VALDE-NOWAK, P., NADACHOWSKI, A., MADEYSKA, T. 2003. Obłazowa Cave – human activity, stratigraphy, and palaeoenvironment. *Institute of Archaeology and Ethology Polish Academy of Sciences, Kraków*. 176 pp.
- VALDEZ, R., GEIST, V. & KRAFT, H. 1988. Schafe. In: GRZIMEK, B. (Hrsg.) 1988. *Grzimeks Enzyklopädie: Säugetiere*. Band 5. Kindler Verlag, München. 544-559.
- VERMEERSCH, P. M. 2006. INQUA Radiocarbon Palaeolithic Europe v6. <http://www.kuleuven.de/geography/frg/projects/14c-palaeolithic/download/>
- VERWORN, M., BONNET, R. & STEINMANN, G., 1919. *Der diluviale Menschenfund von Obercassel bei Bonn*. J.F. Bergmann Verlag, Wiesbaden. 193 pp.
- VINTHER, B.M., CLAUSEN, H.B., JOHNSEN, S.J., RASMUSSEN, S.O., ANDERSEN, K.K., BUCHARDT, S.L., DAHL-JENSEN, D., SEIERSTAD, I.K., SIGGAARD-ANDERSEN, M.-L., STEFFENSEN, J.P., SVENSSON, A.M., OLSEN, J., & HEINEMEIER, J. 2006. A synchronized dating of three Greenland ice cores throughout the Holocene. *Journal Geophysical Research*, 111: D13102. doi:10.1029/2005JD006921.
- VIRO, P. & NIETHAMMER, J. 1982. *Clethrionomys glareolus* – Rötelmaus. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1982a. *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 2/I: Rodentia II (Cricetidae, Arvicolidae, Zapodidae, Spalacidae, Hystricidae, Capromyidae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 109-146.
- VOLBRECHT, J. 2005. Spätpaläolithische Besiedlungsspuren aus Reichwalde. *Reichwalde 1. Veröffentlichungen des Landesamtes für Archäologie mit Landesmuseum für Vorgeschichte Dresden*, 46: 1-460.
- WAGNER, G. A. & ZÖLLER, L. 1989. Neuere Datierungsmethoden für geowissenschaftliche Forschungen - Unter besonderer Berücksichtigung der Thermolumineszenz. *Geographische Rundschau*, 41 (9): 507-512.
- WALTHER, F.R., GRZIMEK, B. & ZIMMERMANN, W. 1988. Saigaartige. In: GRZIMEK, B. (Hrsg.) 1988. *Grzimeks Enzyklopädie: Säugetiere*. Band 5. Kindler Verlag GmbH, München. 485-494.
- WANDELER, A. & LÜPS, P. 1993. *Vulpes vulpes* – Rotfuchs. In: STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993a. *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil I: Canidae, Ursidae, Procyonidae, Mustelidae I. AULA-Verlag, Wiesbaden. 139-194.

- WEGMÜLLER, S. 1983. Pollenanalytische Untersuchungen. in STAMPFLI, H.R. (Hrsg.): Rislisberghöhle. Band 1: Archäologie und Ökologie einer Fundstelle aus dem Spätmagdalénien bei Oensingen im Solothurner Jura. *Academica helvetica*, 4: 27-36.
- WENIGER, G.-C. 1989. The Magdalenian in Western Central Europe: Settlement Pattern and Regionality. *Journal of World Prehistory*, 3 (3): 323-372.
- WENIGER, B. 2005. Radiocarbon Lab. Koeln Database. <http://www.ufg.uni-koeln.de/radiocarbonlab/database/indexindex.html>.
- WENIGER, B., JÖRIS, O. im Druck. Towards an Absolute Chronology at the Middle to Upper Palaeolithic Transition in Western Eurasia: A New Greenland<sub>Hulu</sub> Time-scale Based on U/Th Ages. *Journal of Human Evolution*.
- WENIGER, B., JÖRIS, O. & DANZEGLOCKE, U. 2006. CalPal Version May 2006. [www.calpal.de](http://www.calpal.de).
- WENIGER, B., JÖRIS, O. & DANZEGLOCKE, U. 2009. CalPal-2007. Cologne Radiocarbon Calibration & Palaeoclimate Research Package. <http://www.calpal.de/>. Letzter Zugriff 16.04.2009.
- WILLE, W. 1976. Florenwandel an der Pleistozän-Holozän-Grenze. In: ALBRECHT, G., HAHN, J., KOENIGSWALD, W.v., MÜLLER-BECK, H., TAUTE, W. & WILLE, W. 1976. Die klimatische Veränderung des terrestrischen Lebensraumes und ihre Rückwirkung auf den Menschen. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie II*, 1976: 459-460.
- WILLMS, C. 1992. *Homo sapiens sapiens* – ein ausrottendes Lebewesen von Beginn an? *Plattform*, 1: 45-53.
- WILSON, D.E. 1993. Family Castoridae. In: WILSON, D.E. & REEDER, D.M. (Hrsg.) 1993. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*. 2<sup>nd</sup> Edition. Smithsonian Institution Press. Washington/London. 467-469.
- WILSON, D.E. & REEDER, D.M. (Hrsg.) 1993. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*. 2<sup>nd</sup> Edition. Smithsonian Institution Press. Washington/London. 1208 pp.
- WILSON, D.E. & REEDER, D.M. (Hrsg.) 2005. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*. 3<sup>rd</sup> ed. John Hopkins University Press. 142 pp.
- WILTAFSKY, H. 1978. *Sciurus vulgaris* – Eichhörnchen. In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1978. *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 1: Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae)*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 86-105.
- WOLSAN, M. 1993. *Mustela putorius* – Waldiltis. In: STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993b. *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil II: Mustelidae 2, Viverridae, Herpestidae, Felidae*. AULA-Verlag, Wiesbaden. 699-769.
- WOLSAN, M. 1993. *Mustela eversmanni* – Steppeniltis. In: STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.) 1993b. *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5: Raubsäuger – Carnivora (Fissipedia). Teil II: Mustelidae 2, Viverridae, Herpestidae, Felidae*. AULA-Verlag, Wiesbaden. 770-816.
- WOZENCRAFT, W.C. 1993. Order Carnivora. – In: WILSON, D.E. & REEDER, D.M. (Hrsg.) 1993. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*. 2<sup>nd</sup> Edition. Smithsonian Institution Press. Washington/London. 279-348.
- ZÖLLER, L. & WAGNER, G.A. 1989. Thermoluminescence Dating Applied to Paleosols. In: RUTTER, N. & CATTO, N. 1989. *Applied Quaternary Geochronology. Quaternary International*, 1: 61-64.

## Tafelerklärungen

Tafel 1. Zigeunerfels bei Sigmaringen. Ausgesuchte Faunenfunde aus dem Schichtkomplex F-H.

A: *Rupicapra rupicapra*, Mandibel mit dp2-m2 (D4b46, Kulturschicht H), buccal und lingual.

B: *Rangifer tarandus*, Metatarsale aus zwei Fragmenten (D4d47 und A9d46, Kulturschicht H), lateral und medial.

C: *Talpa europaea*, Humerus (C7b40, Kulturschicht F), anterior und posterior.

D: *Spermophilus* sp., Mandibel mit m1 (B10a43-44, Kulturschicht F-G), buccal.

E: *Equus* sp., inferiorer Molar und Inzisiv (B6b45 und C6b43, Kulturschicht F), occlusal.

F: *Lepus* sp. (wahrscheinlich *L. timidus*), distales Humerusfragment (B9a44-46, Kulturschicht G), posterior, und Mandibel mit kompletter Bezahnung (B6b46, Kulturschicht F), buccal.

Tafel 2. Zigeunerfels bei Sigmaringen. Ausgesuchte Faunenfunde aus den Schichten D, E und F-H.

A: *Castor fiber*, Tibia (C6a28, Kulturschicht D), anterior.

B: *Ovibos moschatus*, M1-Fragment (C9c27, Kulturschicht D), occlusal.

C: *Capra ibex*, M2 (D8a33-34, Kulturschicht E), occlusal und lingual.

D: *Bos* sp., m3 (Streufund), occlusal und buccal.

E: *Dicrostonyx* sp., Femur (A6d43-47, Kulturschicht F-H), posterior und anterior, im Vergleich mit *Dicrostonyx*-Femora abgebildet von MANDACH (1938, Taf. 21).

Tafel 3. Zigeunerfels bei Sigmaringen. *Cervus elaphus*, Bezahnungselemente. Größenvergleich mit dem rezenten Europäischen Rothirsch.

A: Mandibeln eines senilen Individuums (p2-m3; B10a12, Kulturschicht C) und eines juvenilen Individuums (dp3-m2; B10d11, Kulturschicht C) mit Mandibel vom adulten rezenten Rothirsch (p2-m3; SIB M1271), occlusal.

B: M1 (B7a44, Kulturschicht F) und P2-M1 (B10a11, Kulturschicht C) mit den Zahnreihen vom rezenten Rothirsch (SIB M1271), occlusal.

Tafel 4. Zigeunerfels bei Sigmaringen. *Capreolus capreolus*, postcraniale und craniale Elemente. Teils im Größenvergleich mit dem rezenten Europäischen Reh.

A: Metacarpale, angekaut und in charakteristischer Weise zerbrochen (B11c10, Kulturschicht C), mit Metacarpale vom rezenten Reh (SIB M1385), anterior.

B: Metatarsale, in charakteristischer Weise zerbrochen (C12a+b9-10, Kulturschicht C oder A/C) mit Metatarsale vom rezenten Reh (SIB M1382), anterior.

C: Humerus, in charakteristischer Weise zerbrochen (B11c12, Kulturschicht C), mit Humerus vom rezenten Reh (SIB M1725), posterior.

D: Acetabulum (C7c14, Kulturschicht C) mit Pelvis vom rezenten Reh (SIB M1348), lateral.

E: Schädelfragmente mit Zahnreihen P2-M3 (B10a12 und B10d12, Kulturschicht C), occlusal.

F: Mandibel, juvenil (B10a12, Kulturschicht C), mit Unterkiefer im vergleichbaren ontogenetischen Stadium vom rezenten Reh (SIB M1802), occlusal.

**Tafel 1.**

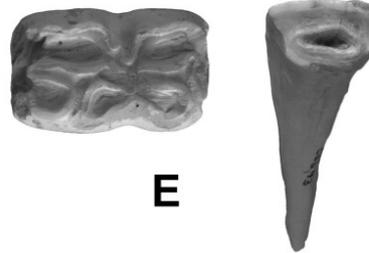


**A**



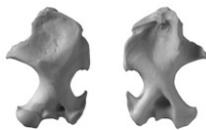
**B**

**D**



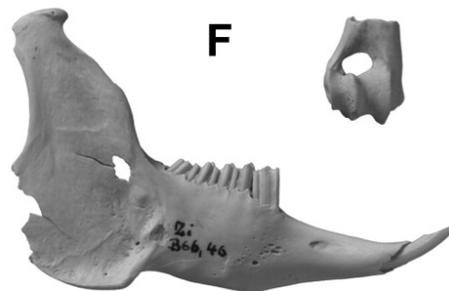
**E**

**C**

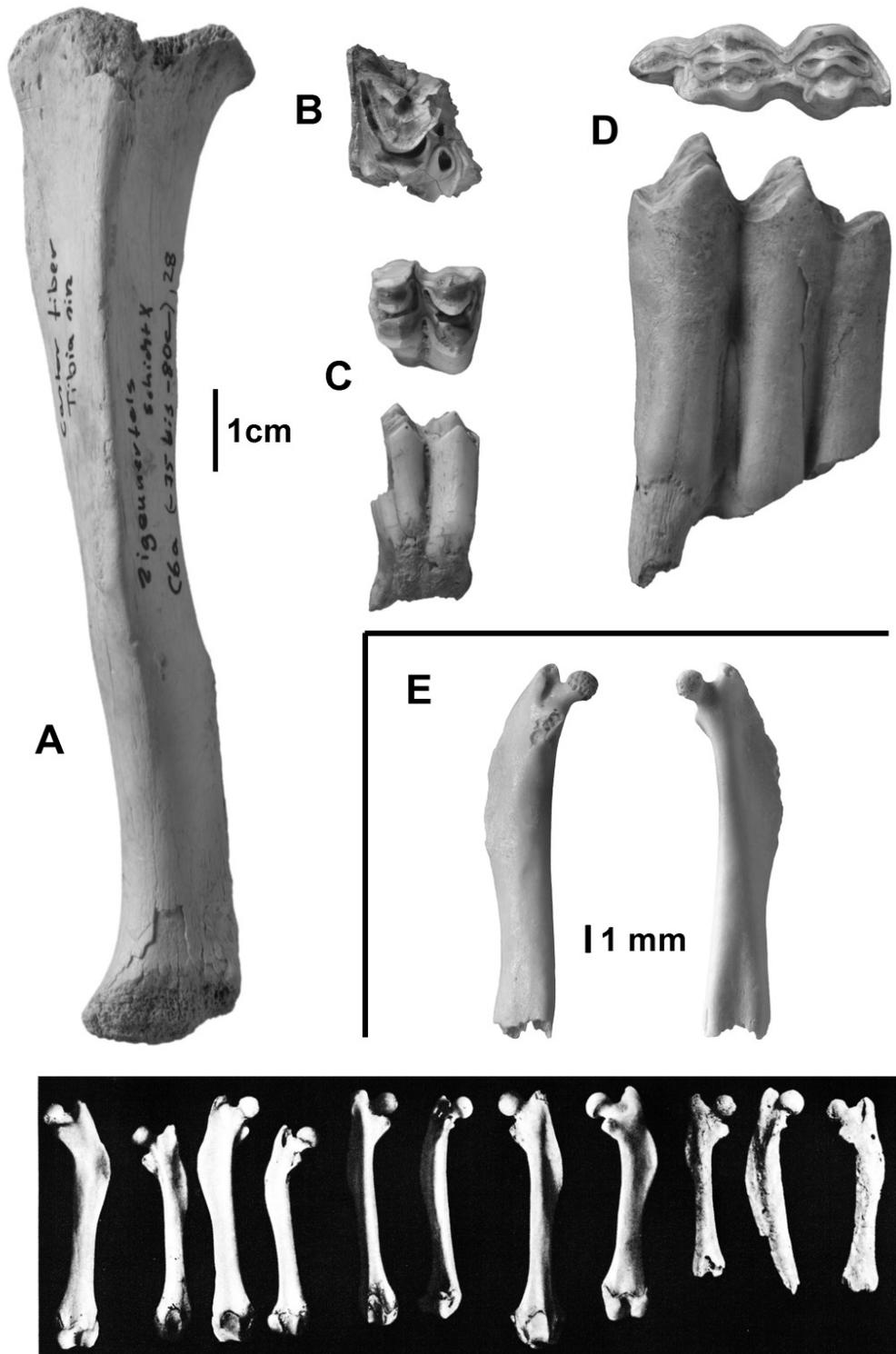


| 1 cm

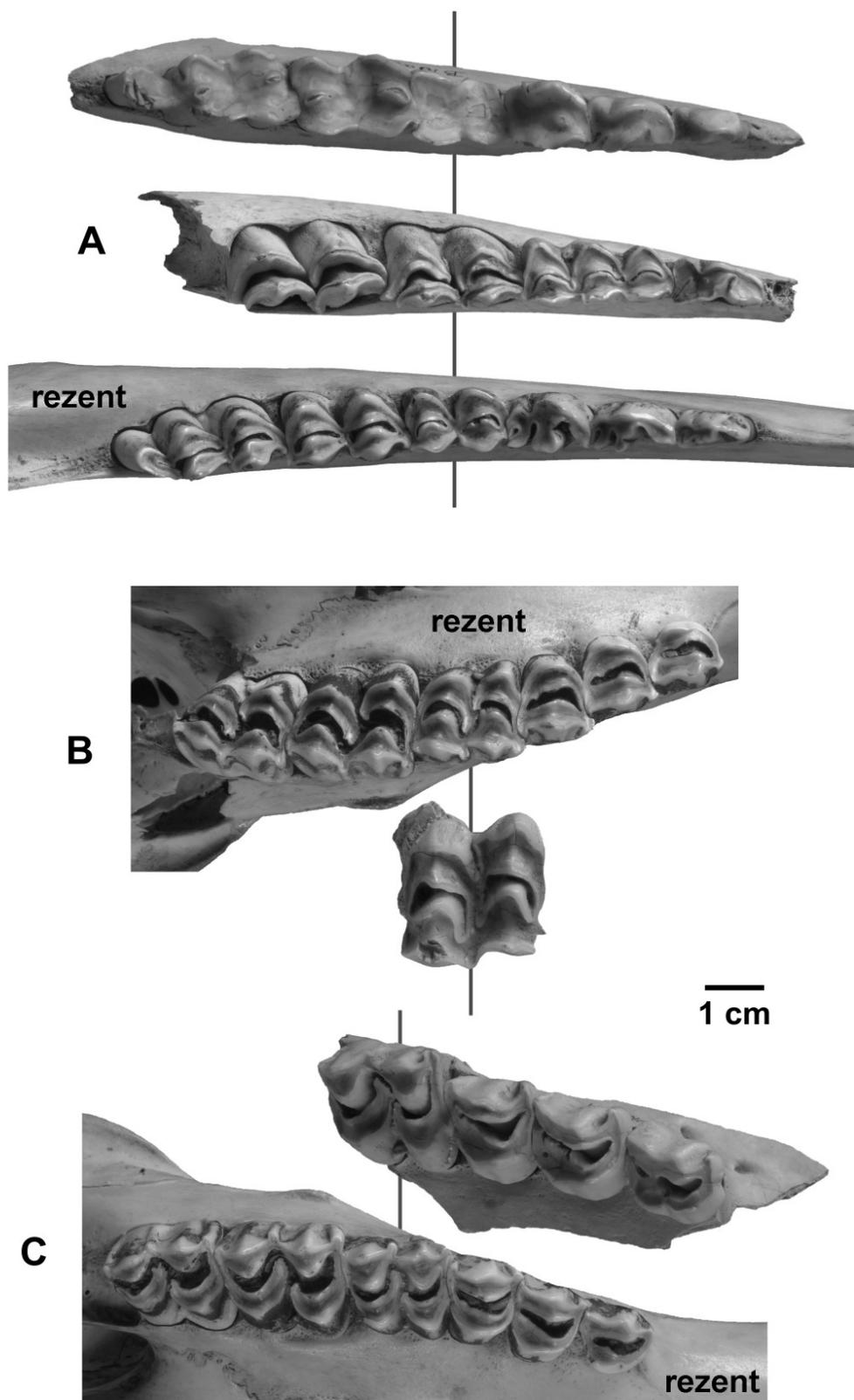
**F**



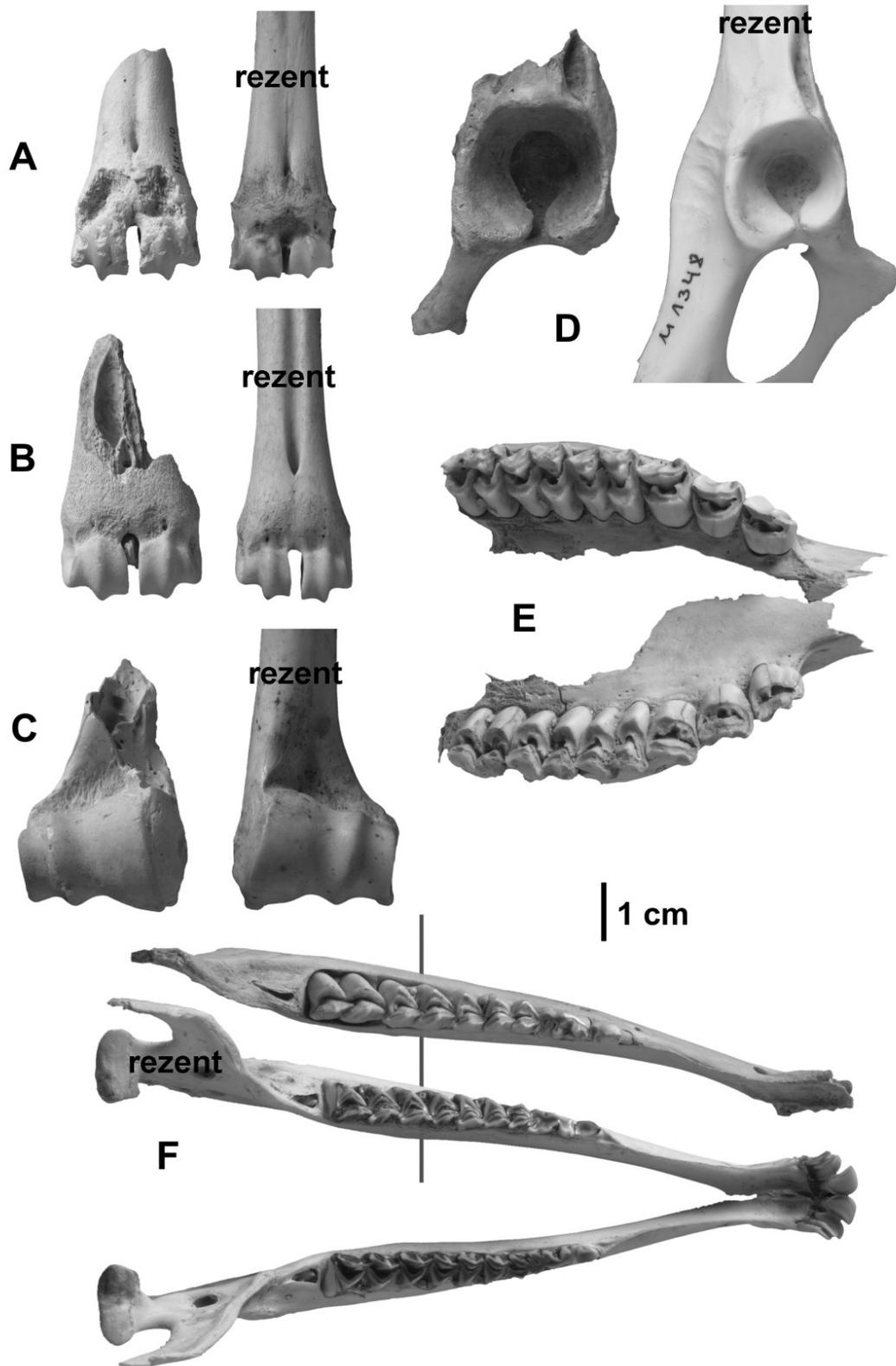
Tafel 2.



**Tafel 3.**



Tafel 4.



## **Appendix 1.B Aufbau und Auswertung von CEMPHoB**

Um die Faunenentwicklung in Mitteleuropa am Übergang vom Pleistozän zum Holozän zu erfassen und auf fundierter Basis zu interpretieren, wurde eine Datenbank erstellt. Diese befindet sich als Excel-Datei auf der CD im Anhang (App. 1.A). Sie ist in englischer Sprache verfasst, um sie nach dem Abschluss dieser Arbeit einer größeren Anzahl von internationalen Wissenschaftlern zur Verfügung zu stellen. Sie läuft unter dem Titel "Central European Mammals at the Pleistocene-Holocene Boundary" und wird im Folgenden mit "CEMPHoB" abgekürzt. Diese Datenbank enthält Namen, geografische Lage sowie Schichtbezeichnungen und Informationen zu enthaltenen Säugetiertaxa, zur zeitlichen Einordnung (Datierung) und zum ökologischen Kontext der Faunenfunde (Palynologie, Archäologie, etc.) von 289 Fundstellen. Als Fundstelle gilt dabei sowohl ein Einzelfund oder Freilandfund als auch eine stratifizierte Höhlenfauna, die eine ganze Zeitspanne umfassen kann. Im letzten Fall sind stets die einzelnen Horizonte zusätzlich zu Namen und/oder Nummer der Fundstelle genannt und die enthaltenen Faunen separat zeitlich eingeordnet. Der Fokus liegt auf dem Raum, der im Norden und Süden von den abschmelzenden weichselzeitlichen Gletschern begrenzt wurde, also etwa von den Alpen bis zum Skagerrak. Bei der Auswahl der Lokalitäten für die Datenbank wurde darauf geachtet, dass in diesem Kerngebiet möglichst dichte Informationen vorliegen und Fundstellen/-schichten komplett erfasst sind. Aus umliegenden Zonen wurden zusätzlich Lokalitäten, gelegentlich jedoch nur ausgewählte Strata geschichteter Fundstellen oder ausschließlich sicher datierte Funde aufgenommen. Dieses geschah unter dem Aspekt, möglichst alle vorkommenden Arten einer Region (s. u.) sowie deren Ausbreitungsrichtungen zu erfassen. An dieser Stelle sei daher darauf hingewiesen, dass die CEMPHoB-Datenbank keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

Zeitlich liegt der Schwerpunkt auf der Spanne vom späten Pleniglazial bis zum Ende des Boreals (ca. 15.000 bis 8.000 BP); einige ältere und jüngere Fundstellen oder –schichten wurden zu Vergleichszwecken oder der Vollständigkeit halber zusätzlich in die Datenbank aufgenommen.

Sämtliche Informationen sind – mit Ausnahme neu erhobener  $^{14}\text{C}$ -Daten – den angegebenen Veröffentlichungen entnommen. Außerdem wurde auf die Datenbanken EUQUAM (heute Bestandteil der open access Datenbank PANGAEA), Eurofauna (siehe BENECKE 1999) und INQUA Radiocarbon Palaeolithic Europe v6 (VERMEERSCH 2006) zurückgegriffen, wobei übernommene Informationen in der Originalliteratur überprüft wurden.

CEMPHoB enthält im Hauptarbeitsblatt "All" folgende Informationen:

**1. Nummer und Name der Lokalität, Schichtbezeichnung** (wenn es sich um eine Fundstelle mit mehreren Strata handelt) in den Spalten "Locality No.", "Locality" und "Subsite/stratum". Die Nummern der Fundstellen beziehen sich ausschließlich auf die geografische Position, nicht auf verschiedene Schichten innerhalb einer Lokalität. Die Nummerierung erfolgte mit Ausnahme nachträglich hinzugefügter Fundstellen nach den geografischen Regionen Nord, West, Süd, Ost (s. Abschnitt 2.3.5), jeweils von Norden nach Süden.

**2. Angaben zur geografischen Lage** sind den Spalten "Decimal latitude", "Decimal longitude", "Elevation", sowie "Region", "Country", "County/province", "Area" und "Nearest town" zu entnehmen. Waren die Koordinaten in der Originalveröffentlichung zugänglich, ist diese in der Spalte "Source of coordinates" genannt und das Feld unter "Original coordinates given" markiert. Mussten die Koordinaten gesucht oder aus einem anderen System umgerechnet werden, ist die entsprechende Quelle bzw. das Programm in "Source of coordinates" geführt. Abkürzungen für Länder und Bundesländer sind dem Arbeitsblatt "Legend" zu entnehmen.

**3. Die Auflistung der enthaltenen Säugetiertaxa** erfolgt in der Spalte "Mammal taxa". Die Abkürzungen sind anhand des Arbeitsblattes "Taxa" zu entschlüsseln. Dieses enthält u. a. auch Informationen über die Namensgebung und die klimatische Anpassung der Säuger (s. Abschnitte 2.3.1.2 und 2.3.5.1; App.1A, Arbeitsblatt "Legend"). Sind in Veröffentlichungen Synonyme verwendet worden oder herrschen andere Unstimmigkeiten, so sind diese in App. 2 beschrieben und die Originalbestimmung ist in der Spalte "Mammal taxa annotations" in Arbeitsblatt "All" vermerkt. Es erfolgt keine Angabe zur Mindestindividuenzahl (s. Abschnitt 2.3.1.2).

**4. Die zeitliche Einordnung** der Fundstelle/-schicht in eine der fünf Zeitscheiben ("Time slice", s. Abschnitt 2.4 und App. 1, Arbeitsblatt "Legend") erfolgt aufgrund der zur Verfügung stehenden Informationen, z. B. absoluten Daten, (bio-)stratigrafischem oder archäologischem Kontext. In den wenigen Fällen, in denen eine Zuweisung nicht möglich war, steht in diesem Feld eine "0". Ist die Einordnung unsicher, findet man ein "u" in der darauf folgenden Spalte "Time slice uncertainty". Anschließend werden Radiokarbondatierungen aufgeführt ("14C date (BP)/deviation", "laboratory code", "dated material", "sample/details", "conventional or AMS") und – falls aus der Literatur hervorgegangen – weitere Daten ("Other dates given").

**5. Der archäologische, paläobotanische und/oder stratigrafische Zusammenhang** der Säugetierreste und ggf. Anmerkungen der Autoren zum Paläoklima, sind unter "Archaeological context", "Palaeobotanical context" und "Author's annotations concerning climate and/or chronozone" zu finden. Existieren Vermerke zur Begleitfauna außerhalb der Mammalia, z. B. Mollusken, sind auch diese hier aufgeführt.

**6. Zusätzliche Anmerkungen** sind in der Spalte "Additional annotations" vermerkt. Dabei handelt es sich um eigene Beobachtungen, Besonderheiten, Unstimmigkeiten bei der Datierung, Mischfaunen, etc.

**7. Die vollständigen Referenzen** zu den unter "References" angegebenen Zitaten finden sich im Literaturverzeichnis dieser Arbeit (Kapitel 7).

CEMPHoB ist so aufgebaut, dass die Abfrage unkompliziert ist, aber zugleich mehrere Suchrichtungen möglich sind. Möchte man einzelnen Fundstellen abrufen, so bietet sich die Suchfunktion von Excel (Strg. + F) an. Um sich jedes Auftreten eines bestimmten Taxons anzeigen zu lassen, bedient man sich der Autofilter-Funktion des Programms (Spalte markieren, in der Menüleiste auf Datei -> Filter -> Autofilter klicken). Auf gleichem Wege ist auch das Anzeigen aller Lokalitäten bzw. Funde einer Zeitscheibe oder eines Landes/einer Region möglich.

Außerdem enthält CEMPHoB im Arbeitsblatt "Taxa" eine Liste aller erwähnten Säugetiere mit Angaben zum Taxon-Kürzel, Trivialnamen, zu Klimaanpassungen und häufig verwendeten Synonymen.

## **Appendix 2. Genaueres zu Klimarekonstruktion und Datierung**

Die einleitend kurz dargestellten Konzepte, die bezogen auf das Ende des Weichselglazials und den Beginn des Holozäns besonders häufig Verwendung finden, sollen an dieser Stelle vertiefend behandelt werden.

### Geologie

Die Landschaft, besonders im nördlichen Mitteleuropa und Südkandinavien sowie in den Alpen, ist maßgeblich durch die Eisbedeckung geprägt worden. Auch die Mittelgebirge Schwarzwald, Bayerischer Wald und Harz haben mit Sicherheit im Würm- bzw. Weichselglazial Gletscherkappen getragen. Durch die Kartierung der oberflächlichen Ablagerungen können wesentliche Informationen zur Klimageschichte gewonnen werden. Gletscher üben erheblichen Einfluss auf den Untergrund aus. Gesteine und Sediment werden durch Gletscher aufgenommen und transportiert. Charakteristische Bodenstrukturen entstehen. Die Ausrichtung von Gletscherschrammen und tief eingeschnittenen Tälern zeugt von ehemaligen Eisbewegungen. Endmoränen und im alpinen Hochgebirge die vom Gletschereis unberührten Bergspitzen ("Nunataker") geben Auskunft über den Stand der Maximalvereisung. An der ehemaligen Gletscherfront befinden sich noch heute Endmoränen mit typischen Rücken und süßwassergefüllten Vertiefungen. Generell entstehen beim Abschmelzen von Gletschern im Zuge einer Erwärmung durch den Schmelzwasserfluss subglaziale Rinnen und so genannte Urstromtäler, die parallel zum ehemaligen Eisrand liegen. Findlinge bleiben zurück. Flache Ebenen mit stromlinienförmigen Oberflächenstrukturen (kleinere Flutes und größere Drumlins) kennzeichnen, ebenso wie Stauchmoränen, die ehemals vom Gletscher überfahrenen Landstriche. Für die dem Gletscher vorgelagerten ehemaligen Schmelzwasser-Ebenen sind Sand- und Schotterablagerungen charakteristisch. Kames, Esker, Kamesterrassen und Eissee-Ablagerungen, in den Alpen auch Schutthalden, zeichnen diese Gebiete aus. Im Periglazialraum zeugen Frostsprengungen von kaltem Einfluss. Äolische Sedimente werden in den starken vom Gletscher herab wehenden Winden transportiert, wodurch die typischen und zum Teil sehr mächtigen Lössdecken entstehen. Verwirkungen des Bodens (Kryoturbation) und Hangrutschungen (Solifluktion) entstehen unter der Wechselwirkung von Temperaturen unter und über dem Gefrierpunkt bzw. beim Auftauen des Permafrostes. Das Auftauen von Eiskeilen und von abgeschnürten Toteisblöcken, die lange nach dem Rückzug des Gletschers zurückbleiben und von Sediment bedeckt werden, führt zur Bildung von Senken und zur Entstehung von Seen. Die Untersuchung von Seebecken, Flusstälern und Dünenfeldern Nordostdeutschlands trug

maßgeblich zur Kenntnis der klimabedingten Landschaftsentwicklung bei. Wärmere Klimabedingungen führen zu Verwitterungserscheinungen und zur Entstehung von Bodenhorizonten (z. B. Humus, Braunerde, Parabraunerde) und Mooren. An marinen Sedimenten können ebenfalls Klimaveränderungen abgelesen werden, z. B. indem Aussagen über den Meeresspiegelstand und somit über das im Gletschereis gebundene Wasser getroffen werden (ANDERSEN & BORNS 1994; EHLERS 1994; KAISER 2004; HEUBERGER 1968).

### Marine Sauerstoffisotopie ( $\delta^{18}\text{O}$ )

Sauerstoff liegt in der Natur mit den Isotopen  $^{16}\text{O}$  und  $^{18}\text{O}$  vor. Das Verhältnis dieser in fossilen marinen Organismen ist abhängig von der Wassertemperatur der Ozeane bzw. davon, wie viel Wasser zur entsprechenden Zeit im Gletschereis gebunden war. Das leichtere  $^{16}\text{O}$  ist flüchtiger als das schwerere  $^{18}\text{O}$ . Daher ist  $^{18}\text{O}$  zu Zeiten verstärkter Vergletscherung im Meerwasser und damit auch in den Hartteilen der dort lebenden Organismen angereichert, das Gletschereis ist hingegen relativ an  $^{18}\text{O}$  verarmt. Der  $\delta^{18}\text{O}$ -Wert errechnet sich grundsätzlich aus dem Verhältnis von  $^{18}\text{O}$  zu  $^{16}\text{O}$  in einer Probe verglichen mit dem eines festgelegten Standards:

$$\delta^{18}\text{O} = 1000 \cdot \left( \frac{{}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O} \text{ der Probe} - {}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O} \text{ des Standards}}{{}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O} \text{ des Standards}} \right)$$

Die arktischen und antarktischen Eisschilde stellen wichtige Klimaarchive dar, in denen Bohrungen bis zu 3000 m Tiefe durchgeführt wurden (ANDERSEN & BORNS 1994; EHLERS 1994). Von besonderer Bedeutung sind hier die Grönland-Eisbohrkerne (GRIP), die von verschiedenen Arbeitsgruppen untersucht und sowohl miteinander als auch mit terrestrischen und tiefmarinen Klimastratigrafien korreliert wurden (z. B. RASMUSSEN et al. 2006; INTIMATE working group, z. B. BJÖRCK et al. 1998). Mit Hilfe der  $\delta^{18}\text{O}$ -Analyse wurden Klimaschwankungen in den zählbaren Lagen des Gletschereises erkannt und zum Teil anhand des im  $\text{CO}_2$  gespeicherten Kohlenstoffes datiert. Auf diesem Wege konnte Einsicht in über 150.000 Jahre Klimageschichte gewonnen werden. Weitere Anwendung findet die Analyse des Verhältnisses von  $^{16}\text{O}$  zu  $^{18}\text{O}$  auch in der Stratigrafie terrestrischer kalzitischer Sedimente und bei der Untersuchung von hartschaligen Organismen, in denen der Sauerstoff in Form von  $\text{CaCO}_3$  vorliegt, sowie von Tiefsee-Sedimenten. Auf diesem Konzept basiert die Korrelation der weltweit detektierbaren marinen Isotopenstadien (MIS) (ANDERSEN & BORNS 1994; JANSEN 1989).

### Biostratigrafisch genutzte Gruppen

Um Rückschlüsse auf das Klima am Ende der letzten Eiszeit zu ziehen, werden Veränderungen von Faunen- oder Florengemeinschaften untersucht. Im Zeitraum des ausgehenden Weichselglazials werden folgende Gruppen besonders intensiv genutzt:

#### *Pollen*

Die spätpleistozänen und holozänen Chronozonen beruhen auf Pollenstratigrafie. In terrestrischen Ablagerungen bieten Pollen als widerstandsfähige und in großer Menge abgelagerte Zeugen der Vegetationsgeschichte die Möglichkeit der Klimarekonstruktion. Anhand des gemeinsamen Vorkommens bestimmter Baumpollen und Nichtbaumpollen lassen sich Pflanzenvergesellschaftungen rekonstruieren, und es wird die Unterscheidung von Pollenzonen vorgenommen. Die Benennung dieser richtet sich zumeist nach den dominanten Formen, z. B. "*Betula nana-Hippophaë-Zone*", "*Helianthemum-Betula nana-Zone*" u. s. w. (z. B. USINGER 1981, 1997). Diverse Autoren folgen der Klassifikation nach IVERSEN (1954), der das Spät- und Postglazial Europas in die Zonen I bis IX gliedert. Auszählungen der Pollen in Bohrkernen vor allem aus Seesedimenten und Mooren liefern, in Pollendiagramme aufgetragen, detaillierte Informationen über die zeitliche Abfolge der Pollenzonen. Bei gleichzeitiger Zählung saisonal verschiedener Laminae in den Ablagerungen (Warven) ist die Möglichkeit der Datierung gegeben (z. B. LITT & STEBICH 1999; LITT et al. 2001, 2003; SIROCKO et al. 2005). Während ein Kälteeinbruch schlagartig zum Absterben empfindlicher Pflanzen führen kann, muss man jedoch immer die zeitliche Verzögerung im Auge behalten, mit der sich Wärme liebende Formen in Warmphasen ausbreiten (EHLERS 1994).

#### *Säugetiere*

Bei der Faunenanalyse liegt das Hauptaugenmerk ebenfalls auf der zeitlichen Abfolge von Gemeinschaften, die charakteristisch für bestimmte Umweltbedingungen sind. Bei der Interpretation dieser Assoziationen wird – von ausgestorbenen Faunenelementen abgesehen – zumeist der aktualistische Ansatz verfolgt, und die aktuellen Anpassungen werden auf die Vergangenheit übertragen. Dass dieses Verfahren vor allem im Bezug auf Säugetiere nicht gänzlich unproblematisch ist, wird stark diskutiert (z. B. ANDREWS 1995; KOLFSCHOTEN 1995).

Die Faunen der Weichselzeit und des Holozäns fallen biostratigrafisch den *Arvicola terrestris*-Faunen zu (KOENIGSWALD & HEINRICH 2007). Die Abgrenzung und Benennung von Säuger-Faunen zonen innerhalb dieser Zeit erfolgt meist mit Bezug auf die

charakteristischen Pflanzen fressenden Großsäuger (KOENIGSWALD & HEINRICH 1996). So definierte KAHLE (1993, 1994) auf überregionaler Ebene den typisch glazialen "Mammuthus-Coelodonta-Faunenkomplex". AARIS-SØRENSEN (1998) spricht u. a. von der "Rentier-Zeit", der "Bison-Wildpferd-Zeit", etc. in Bezug auf die Region Dänemarks. Reste von Großsäugern sind aber zumeist Einzelfunde. Die quantitative Auswertung von Faunen in Bezug auf Klimaschwankungen erfolgt daher bevorzugt an Kleinsäugetern (KOENIGSWALD & HEINRICH 1996, 2007). Die Zusammensetzung von Faunen beruht immer auf der Verbreitung einzelner Arten, somit sind für einen Faunenwandel die Veränderungen der einzelnen Verbreitungsgebiete maßgebend. SOMMER (2003, 2007), SOMMER & BENECKE (2003, 2004, 2005, 2006) und SOMMER et al. (2008a, 2008b) u. v. m. widmen sich der Ausbreitungsgeschichte unterschiedlicher Arten mit Bezug auf den Fossilbericht und zum Teil auf genetische Untersuchungen. Vielfach wurde auch versucht, die gesamte ökologische Diversität von Säugetieren in der Vergangenheit mathematisch zu erfassen und auszudeuten (z.B. ANDREWS 1995; FERNÁNDEZ & PELÁEZ-CAMPOMANES 2005).

### *Mollusken*

Neben Säugetieren sind Mollusken eine weitere wichtige Fossilgruppe zur Rekonstruktion des eiszeitlichen und nacheiszeitlichen Klimas. Hier spielen vor allem die Löss-Schnecken eine Rolle, mit ihren Vergesellschaftungen der *Pupilla*-Fauna (offene Standorte, kalt-trockenes Klima), *Columella*-Fauna (kalt-feuchtes Klima) und *Striata*-Fauna (Übergang zu früh- und interglazialen Faunen) (EHLERS 1994; LOŽEK 1964, 1965). Aber auch Höhlen und andere lössfreie Fundstellen haben reiche Molluskenfaunen hervorgebracht (z. B. BRUNNACKER & BRUNNACKER 1978; ROTH 1993 u. v. m.). MANIA (1973) beschreibt auf der Basis seiner Studien im Elbe-Saale-Gebiet die so genannte Grundsukzession der Mollusken für das Quartär. Da die Entwicklung der Molluskenfaunen stark von klimagesteuerten Veränderungen der Flora abhängig ist, lief die hier generalisierte Entwicklung in verschiedenen Höhenlagen und Regionen leicht unterschiedlich ab (MANIA 1973).

### *Weitere*

Insekten lassen sich zu biostratigrafischen Zwecken ebenfalls heranziehen (Untersuchungen z. B. von COOPE 2004; LOTTER et al. 1999). Hier spielen besonders Käfer (Coleoptera) eine bedeutende Rolle, denn sie sind fossil gut erhaltungsfähig. Die einzelnen Arten/Genera zeigen zudem keine großen Veränderungen der ökologischen Anpassungen im Laufe des Quartärs. Aufgrund ihrer hohen Beweglichkeit können sie rasch auf

Klimaveränderungen mit der Besiedlung neuer Gebiete reagieren. Daher weichen die Ergebnisse entomologischer Studien teils von denen paläobotanischer Untersuchungen ab. Coleoptera-Faunen spiegeln vor allem die Julitemperaturen wider und geben somit auch Aufschluss über den Grad der Kontinentalität (EHLERS 1994).

Ozeanische Foraminiferen, Ostracoden, Coccolithophoriden, Radiolarien und Dinoflagellaten, sowie Diatomeen aus Brack- und Süßwassersedimenten werden ebenfalls herangezogen, um die klimatischen Verhältnisse am Übergang vom Pleistozän zum Holozän zu bestimmen. Der Vorteil dieser Mikrofossilien ist die häufige Erhaltung großer Anzahlen. Auch bei der Untersuchung dieser geht es zumeist um die Zusammensetzung der Vergemeinschaftungen und weniger um einzelne Arten/Genera (ANDERSEN & BORNES 1994; EHLERS 1994).

### Radiokarbondatierung

Kohlenstoff kommt auf der Erde hauptsächlich in drei Isotopen vor: die stabilen  $^{12}\text{C}$  (99%) und  $^{13}\text{C}$  (1%) und das radioaktive  $^{14}\text{C}$  ( $10^{-10}\%$ ). Radioaktiver Kohlenstoff bildet sich in der oberen Atmosphäre durch den Beschuss von Stickstoffatomen ( $^{14}\text{N}$ ) mit Neutronen, die von der Sonne emittiert werden. Das entstehende  $^{14}\text{C}$  wird zu  $^{14}\text{CO}_2$  oxidiert und findet so Eingang in den  $\text{CO}_2$ -Kreislauf:  $^{14}\text{C}$  wird zu demselben Prozentsatz wie es in der Atmosphäre zu finden ist in Pflanzen und, über die Aufnahme dieser, auch in tierische Zellen eingebaut. Sobald ein Organismus stirbt beginnt der Zerfallsprozess des radioaktiven Kohlenstoffes, und er wird relativ zu den stabilen Isotopen abgereichert (ANDERSEN & BORNES 1994). Die Halbwertszeit von  $^{14}\text{C}$  beträgt 5.730 Jahre (GODWIN 1962).

Die Möglichkeit, diesen Zerfall zu Datierungszwecken zu nutzen wurde in den 1940ern von W. F. LIBBY erforscht. Bei der konventionellen Radiokarbonmethode nach ARNOLD & LIBBY (1949) wird die Probe des zu datierenden Materials nach der Reinigung verbrannt. Anschließend werden entweder im  $\text{CO}_2$ -Gas oder nach weiterer Behandlung in  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  die Zerfälle direkt gezählt. Hierzu sind aufgrund der niedrigen Zerfallsrate von drei Atomen pro Mol und Sekunde eine relativ große Probenmenge und eine lange Beobachtungsdauer nötig. Bei der Beschleunigung der durch Verbrennung gewonnenen C-Atome im Massenspektrometer (Accelerator Mass Spectrometry = AMS), die seit den 70er Jahren angewendet wird, werden die unterschiedlich schweren Isotope auf verschiedene Bahnen gelenkt. Die Intensität der Ionenstrahlen wird gemessen und so das Verhältnis der Isotopen bestimmt. Hierzu ist eine kleinere Probenmenge ausreichend und die Messzeit ist kurz. Das Ergebnis der Datierung wird in jedem Fall ausgedrückt in absoluten Radiokarbonjahren vor

heute ( $^{14}\text{C}$  BP, kurz: BP). Radiokarbondatierungen werden vor allem an Makroresten von Pflanzen und Tieren, aber auch an Sedimentproben und sogar an Textilien durchgeführt; Voraussetzung ist ein ausreichend hoher Gehalt an Kohlenstoff (z. B. LINICK et al. 1989).

Problematisch ist, dass nach etwa 50.000 Jahren eine so geringe Menge  $^{14}\text{C}$  verblieben ist, dass die Nachweisgrenze unterschritten wird und das so genannte "Untergrund- $^{14}\text{C}$ " überwiegt. Somit sind ältere Proben nicht mit der Radiokarbonmethode datierbar. Fehler in der Datierung können zudem durch mehrere Umstände ausgelöst werden: Der  $^{14}\text{C}$ -Gehalt in der Atmosphäre war nicht immer konstant. Der Neutronenbeschuss in der Atmosphäre ist bedingt durch schwankende Sonnenaktivität. Daher ist die Entstehungsrate von  $^{14}\text{C}$  nicht konstant (DeVries-Effekt). Auch künstliche Veränderungen des  $^{14}\text{C}$ -Gehaltes in der Atmosphäre spielen eine Rolle (z. B. der Abwurf der Atombomben 1945). Außerdem wird nicht immer gleich viel  $^{14}\text{C}$  in Organismen eingebaut, es kommt zur Fraktionierung der Isotope (z. B. BJÖRCK et al. 1998; GOSLAR 1999).

Um eine möglichst exakte Entsprechung der  $^{14}\text{C}$ -Jahre mit dem tatsächlichen Alter zu erreichen, ist daher die Kalibrierung der absoluten Daten erforderlich. Diese erfolgt anhand von Baumringchronologien und auch mit Hilfe von Warvenzählungen in Seesedimenten oder Wachstumslagen von Korallen. Die Eichenchronologie reicht in Mitteleuropa bis 8.480 BC zurück, die Kiefernchronologie schließt überschneidend den Zeitbereich 7.955-9.930 BC an, weitere eingehängte ("schwimmende") Chronologien folgen (JÖRIS & WENIGER 2000) (Abb. A1). So genannte  $^{14}\text{C}$ -Plateaus, d. h. Zeitbereiche, in denen ein absolutes Datum mehreren tatsächlichen Altern entsprechen kann, entstehen durch die o. g. Problematiken (z. B. GOSLAR 1999; GUILDERSON et al. 2005) und erschweren die Kalibration. Am Übergang vom Spät- zum Postglazial sind bislang fünf solcher Plateaus bekannt: 12.700-12.600 BP, 11.400-11.300 BP, 11.000-10.900 BP, 10.400-10.300 BP und 10.000-9.900 BP (BJÖRCK et al. 1998). Das Ergebnis der Kalibrierung wird zumeist in Jahren vor Christi Geburt angegeben (calBC). Häufig erfolgt auch der Bezug "vor heute" (calBP). Als Referenzdatum "heute" gilt dabei per Definition fast ausschließlich das Jahr 1950. Neuerdings wird auch gern das Jahr 2000 als "heute" angenommen (cal2k). Derzeit gängige Kalibrierungsprogramme sind OxCal (BRONK RAMSEY 1995, 2001), CALIB (STUIVER & REIMER 2005) und CalPal (WENIGER et al. 2009; DANZEGLOCKE et al. 2009).

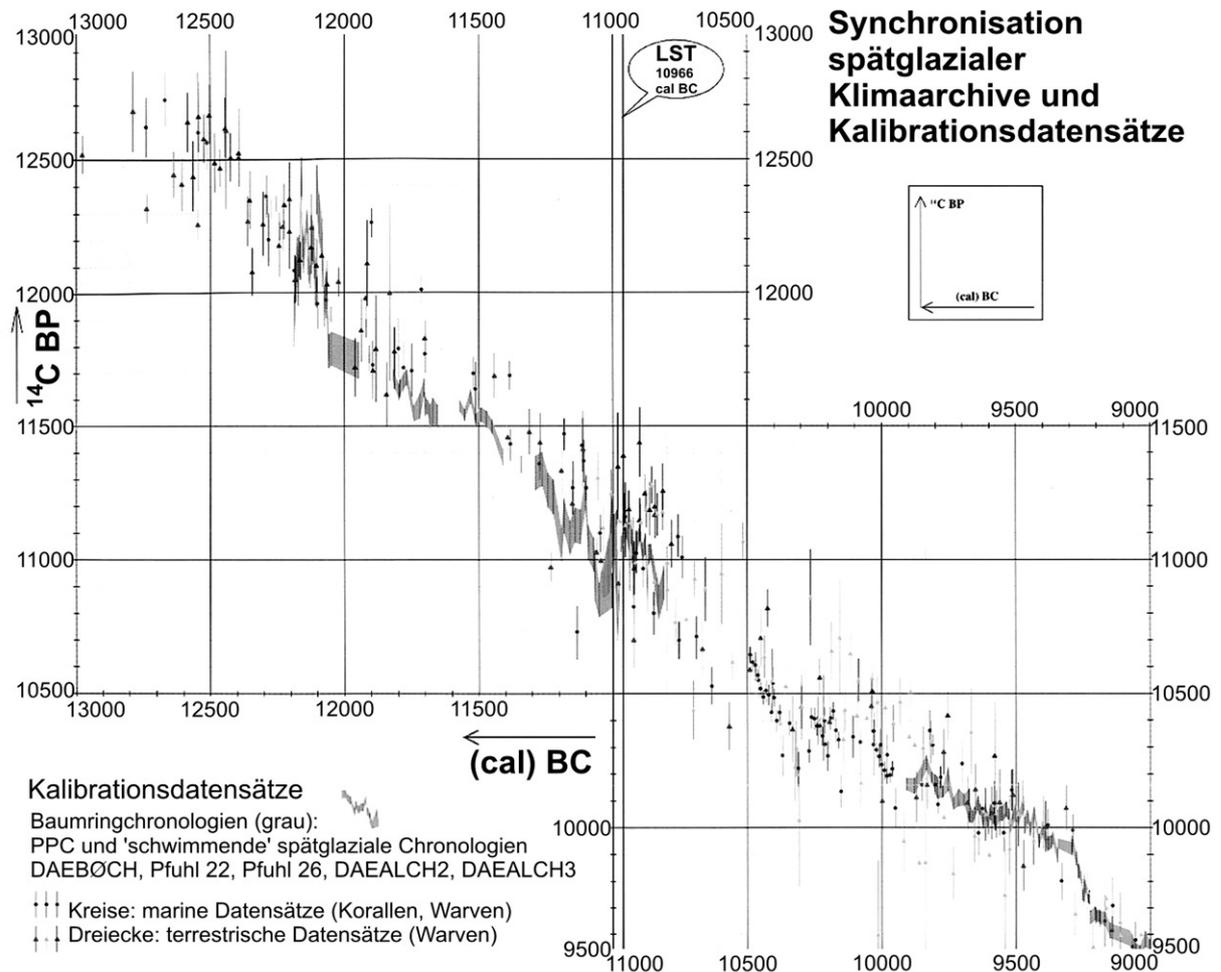


Abb. A1. Beispielhafte spätglaziale Kalibrationskurve, leicht verändert nach JÖRIS & WENINGER (2000). LST: Laacher-See-Tephra.

### Weitere absolute Datierungsmethoden

Eine weitere im pleistozänen Zeitbereich angewandte radiometrische Datierungsmethode basiert auf dem Zerfall von Uran ( $^{238}\text{U}$  und  $^{235}\text{U}$ ) zu Thorium ( $^{230}\text{Th}$ ). Diese Datierungsmethode eignet sich besonders für einen Zeitraum von 40.000 bis 200.000 Jahren vor heute und schließt damit an den Datierungsbereich der  $^{14}\text{C}$ -Methode an. Radioaktives Uran kommt in ausreichender Menge u. a. in Korallen, Spelaethemen, marinen Molluskenschalen und Torf vor (ANDERSEN & BORNES 1994; WAGNER & ZÖLLNER 1989).

Die Thermolumineszenz-Methode macht sich die Änderungen im atomaren Aufbau von Silikaten wie Quarz oder Feldspat über die Zeit zunutze. Dieser Strukturwandel erfolgt während der Zeit, die ein Silikat im Sediment gebunden sind, sukzessiv aufgrund von einwirkender radioaktiver Strahlung. Die Rate ist abhängig von der Strahlungsintensität. Die Veränderung in den Mineralen wird im Thermolumineszenz-Verfahren bestimmt, indem man sie erhitzt und das Licht misst, welches bei der Reorganisation der Atomstruktur emittiert

wird. Der Start der atomaren Veränderung ist gleichzusetzen mit dem Zeitpunkt der Sedimentation und der letzten Sonneneinwirkung auf das Sediment (z. B. FORMAN 1989; ZÖLLER & WAGNER 1989). Die Methode der Optisch Stimulierten Lumineszenz basiert auf demselben Prinzip wie die Thermolumineszenz, mit dem Unterschied, dass zum Zurücksetzen der "atomaren Uhr" nicht Hitze sondern optisches Licht eingesetzt wird (ANDERSEN & BORNES 1994).

**Appendix 3. Die Fundstellen**

Nr.	Fundstelle	Region	Land	Breite (dezimal)	Länge (dezimal)	Faunenfunde aus Zeitscheibe(n)
001	Asdal	Norden	DK	57,4666	9,9833	3
002	Nørre Lyngby	Norden	DK	57,4000	9,7000	3, 5
003	Jarmsted Mose	Norden	DK	57,1167	9,4667	4
004	Tranum	Norden	DK	57,0800	9,2900	4
005	Hundesømose	Norden	DK	56,9000	8,8000	5
006	Terp Mose	Norden	DK	56,5167	9,9500	5
007	Skavngård Mose	Norden	DK	56,3667	9,5833	5
008	Klosterlund	Norden	DK	56,2000	9,2000	5
009	Rosmos	Norden	DK	56,1800	10,4700	1
010	Knabberup	Norden	DK	55,8000	9,5000	5
011	Tudvad Mose	Norden	DK	55,6333	9,4000	5
012	Jordrup	Norden	DK	55,5500	9,3167	5
013	Jels	Norden	DK	55,3500	9,2000	2
014	Slotseng	Norden	DK	55,3300	9,2000	2
015	Almind Mose	Norden	DK	55,3300	9,3700	5
016	Lysmosen	Norden	DK	55,3000	9,6000	3
017	Navtrup Mark	Norden	DK	55,3000	9,6000	3
018	Vonsmose	Norden	DK	55,2500	9,5000	3
019	Grarup	Norden	DK	55,1500	9,3100	3
020	Boltinggårds Skov	Norden	DK	55,5667	10,2833	1
021	Vedelshave	Norden	DK	55,5000	9,9500	5
022	Vævlunge	Norden	DK	55,4833	10,1667	4
023	Højbjergsminde	Norden	DK	55,4167	10,2500	3
024	Ullerslev	Norden	DK	55,3667	10,6667	5
025	Harndrup	Norden	DK	55,2800	10,0200	4
026	Villestofte	Norden	DK	55,2400	10,2300	2
027	Arreskov	Norden	DK	55,1667	10,3333	4
028	Akkerup Mose	Norden	DK	55,1400	10,0700	4u
029	Millinge	Norden	DK	55,1333	10,2167	5
030	Faaborg	Norden	DK	55,1000	10,2500	4
031	Hesselagergård	Norden	DK	55,1000	10,4400	3
032	Bro	Norden	DK	54,8333	10,4167	5
033	Flaadet	Norden	DK	55,0102	10,8596	5
034	Bølling Sø	Norden	DK	56,0100	9,2100	4
035	Kildeskoven	Norden	DK	55,7500	12,5500	3
036	Gentofte (Adolfsvej)	Norden	DK	55,7480	12,5500	3
037	Dyrehøjgårds Mose	Norden	DK	55,7000	11,1000	5u
038	Grundsmagle Nordmark	Norden	DK	55,7000	12,1000	3u
039	Veddelev Havn	Norden	DK	55,6833	12,1000	4
040	Allerød Teglværk	Norden	DK	55,5600	12,1900	3
041	Store Tåstrup	Norden	DK	55,5500	11,7167	5
042	Øgaard	Norden	DK	55,5100	11,3600	5
043	Vig	Norden	DK	55,5100	11,3600	5
044	Køge Bugt	Norden	DK	55,5000	12,3333	2, 3, 4, 5
045	Odsherred	Norden	DK	55,5000	11,5000	4
046	Stokholthuse	Norden	DK	55,5000	11,5000	5
047	Risbanke	Norden	DK	55,4333	11,9833	5
048	Favrbo	Norden	DK	55,4100	11,2500	5
049	Prejlerup	Norden	DK	55,4000	11,2500	5
050	Baldersbrønde	Norden	DK	55,3900	12,0900	5
051	Mosegården	Norden	DK	55,3700	11,3600	5
052	Hallenslev	Norden	DK	55,3500	11,1800	5

053	Kongemose	Norden	DK	55,3500	11,2400	5
054	Ulkestrup	Norden	DK	55,3500	11,2400	5
055	Ulvemose	Norden	DK	57,4000	10,5000	4
056	Ærtebjerggård	Norden	DK	55,3000	12,0000	3
057	Mullerup	Norden	DK	55,3000	11,1300	3u, 5
058	Bromme	Norden	DK	55,2900	11,3200	3
059	Fensmark (Skydebane)	Norden	DK	55,2833	11,8167	3
060	Maglemose	Norden	DK	55,2500	11,2400	5
061	Bisserup	Norden	DK	55,2000	11,5000	5
062	Flademosen	Norden	DK	55,2000	11,5000	3
063	Rønnebæksholm	Norden	DK	55,2000	11,8000	5
064	Holmegård	Norden	DK	55,1700	11,4900	5
065	Trollesgave	Norden	DK	55,1167	12,0500	3
066	Hunstrup Mose	Norden	DK	55,1000	11,5200	5
067	Lundby	Norden	DK	55,0700	11,5300	5
068	Sværdborg	Norden	DK	55,0600	11,5300	5
069	Kamsmose	Norden	DK	55,0000	12,5000	5u
070	Langelandsbælt	Norden	DK	54,8333	11,1500	3
071	Sølbjerg	Norden	DK	54,7700	11,0300	4
072	Grænge Mose	Norden	DK	54,7667	11,7667	5
073	Skottemarke	Norden	DK	54,7019	11,5561	5
074	Overgaards Mergelleje	Norden	DK	55,8000	9,5000	5
075	Edared	Norden	SWE	57,4667	12,4500	3
076	Bönnarps Mosse	Norden	SWE	57,1833	12,3667	3
077	Stora Slågarp	Norden	SWE	56,2300	12,5000	3, 5
078	Gullåkra Mosse	Norden	SWE	55,6500	13,2000	5
079	Assartorp	Norden	SWE	55,5833	13,3167	4
080	Hässleberga	Norden	SWE	55,5833	13,3167	3, 4, 5
081	Ageröd	Norden	SWE	55,5500	13,3300	5
082	Esperöd	Norden	SWE	55,5500	13,9500	5
083	Lockarp	Norden	SWE	55,5333	13,0333	1
084	Törringe	Norden	SWE	55,5167	13,1333	3
085	"skånsk torvmosse"	Norden	SWE	55,5000	13,2000	5
086	Vesum	Norden	SWE	55,5000	13,3300	5
087	Östra Grevie	Norden	SWE	55,4667	13,1333	3
088	Önnarp	Norden	SWE	55,4500	13,4333	5
089	Sjörups torvmosse	Norden	SWE	55,4500	13,6500	5
090	Bjersjöholm	Norden	SWE	55,4167	13,8167	5
091	Svarte Mosse	Norden	SWE	55,4167	13,7167	5
092	Hindby Mosse	Norden	SWE	55,3400	12,5900	3
093	Ugglarp	Norden	SWE	55,2800	13,1500	5
094	Slågarp	Norden	SWE	55,2700	13,1000	5
095	Fosie	Norden	SWE	35,3400	13,0000	3
096	Pellegård	Norden	DK	55,2167	14,7500	3
097	Klemensker	Norden	DK	55,1667	14,8167	4
098	Ølene	Norden	DK	55,1333	15,0333	5
099	Bornholm	Norden	DK	55,1000	14,7000	5
100	Lindegård	Norden	DK	55,1000	14,8000	5
101	Strangegård	Norden	DK	55,0000	15,0000	4
102	Klappholz	Norden	D	54,6167	9,5500	3
103	Ahrenshöft	Norden	D	54,5656	9,1100	2
104	Alt Duvenstedt	Norden	D	54,3600	9,6450	3
105	Theresienhof	Norden	D	54,1000	10,2600	5u
106	Lübeck-Schlutup	Norden	D	53,8833	10,8000	3
107	Lüdersdorf	Norden	D	53,8333	10,8167	3
108	Duvensee	Norden	D	53,7000	10,5667	5
109	Klein Nordende	Norden	D	53,7000	9,6000	3, 4

110	Nahe	Norden	D	53,7000	10,0000	4
111	Pinneberg	Norden	D	53,6500	9,8000	5
112	Stellmoor	Norden	D	53,6453	10,2092	2, 4, 5
113	Meiendorf	Norden	D	53,6335	10,2006	2, 4
114	Rissen 14/14a	Norden	D	53,5833	9,7666	4u
115	Borneck	Norden	D	53,4941	10,3595	3, 4, 5
116	Hasewisch	Norden	D	53,3800	10,1200	2
117	Hopfenbach (Aalfang)	Norden	D	53,3800	10,1200	5
118	Poggenwisch	Norden	D	53,3800	10,1200	2, 3u, 4
119	Gristow	Norden	D	54,1667	13,3333	nicht zuzuordnen
120	Endingen	Norden	D	54,1500	12,5400	3
121	Tribsees	Norden	D	54,0600	12,4600	5u
122	Jäckelberg-Huk	Norden	D	54,0000	11,4333	5
123	Gützkow	Norden	D	53,9500	13,4167	nicht zuzuordnen
124	Pisede	Norden	D	53,7833	12,7667	5
125	Rothenklempenow	Norden	D	53,5167	14,2000	5
126	Golchen	Norden	D	53,4800	13,1700	nicht zuzuordnen
127	Hohen Viecheln	Norden	D	53,4700	11,3100	5
128	Plau	Norden	D	53,4500	12,2667	nicht zuzuordnen
129	Kessin	Norden	D	53,4400	13,1900	5
130	Neustadt-Glewe	Norden	D	53,3833	11,5833	nicht zuzuordnen
131	Bützsee	Norden	D	52,8306	12,8975	4
132	Friesack	Norden	D	52,4400	12,3500	5
133	Berlin Tiergarten	Norden	D	52,3200	13,2000	3u
134	Potsdam-Schlaatz	Norden	D	52,2400	13,0400	5
135	Donkerbroek Zwembad	Westen	NL	53,0167	6,2333	3
136	Nordsee 1	Westen	NL	53,0000	2,9000	5
137	Oldeholtwolde	Westen	NL	52,5500	6,0100	keine Fauna
138	Nordsee 2	Westen	NL	52,4500	2,9167	5
139	Nordsee 3	Westen	NL	52,3667	3,1000	5
140	Zutphen-Ooijehoek	Westen	NL	52,1333	6,2000	5
141	Nordsee, Südliche Bucht	Westen	NL	51,9000	3,8000	5
142	Eurogeul	Westen	NL	51,3330	3,8167	5
143	Lemförde am Dümmer	Westen	D	52,4667	8,3833	3
144	Sassenberg-Hilgenbrink	Westen	D	52,2500	8,7667	5
145	Kempen	Westen	D	51,8000	8,9500	jünger als 5
146	Bettenroder Berg	Westen	D	51,4675	10,0108	3, 4u, 5
147	Allerberg Abri	Westen	D	51,4659	9,9863	3, 4
148	Stendel	Westen	D	51,4405	9,9776	1, 3
149	Einhornhöhle	Westen	D	51,4000	10,2000	4u, 5
150	Gladbeck	Westen	D	51,9167	7,2833	5
151	Dinslaken	Westen	D	51,5666	6,7333	3
152	Blätterhöhle	Westen	D	51,3500	7,4600	5
153	Dormagen-Staberg	Westen	D	51,1000	6,8000	5
154	Grevenbroich	Westen	D	51,0833	6,5833	5
155	Gustorf	Westen	D	51,0833	6,5833	5
156	Bedburg-Königshoven	Westen	D	51,0442	6,5464	5
157	Kaster	Westen	D	51,0000	6,3200	4
158	Scherpenseel	Westen	D	50,7833	6,3000	5
159	Oberkassel	Westen	D	50,7221	7,1686	2
160	Kartstein	Westen	D	50,5500	6,6500	4
161	Schermbeck	Westen	D	51,5000	6,7500	4u
162	Metternich	Westen	D	50,7333	6,8833	1
163	Bad Breisig	Westen	D	50,5301	7,2854	3
164	Niederbieber	Westen	D	50,4726	7,4762	3
165	Gönnersdorf	Westen	D	50,4430	7,4216	1, 2
166	Andernach-Martinsberg	Westen	D	50,4335	7,3999	1, 2u, 3

167	Kettig	Westen	D	50,3958	7,4701	3
168	Michelberg	Westen	D	50,3500	7,3833	3
169	Üxheim-Ahütte	Westen	D	50,3040	6,7086	nicht zuzuordnen
170	Mertloch	Westen	D	50,2667	7,3167	3
171	Miesenheim	Westen	D	50,2400	7,2400	3
172	Boppard	Westen	D	50,2328	7,5884	3u
173	Urbar	Westen	D	50,2300	7,3600	3
174	Achel	Westen	B	51,2500	5,4667	keine Fauna
175	Trou Jadot	Westen	B	50,6333	5,5667	2u, 3, 4u
176	Spy, Bêche-aux-Rotches	Westen	B	50,4833	4,6997	1
177	Coléoptère	Westen	B	50,3833	5,5333	2, 4
178	Trou de Burnot	Westen	B	50,3667	4,8667	1
179	Remouchamps	Westen	B	50,2900	5,4300	4
180	Trou da Somme	Westen	B	50,2333	4,8833	2
181	Presles	Westen	B	50,2300	4,3500	2, 3u
182	Trou de Chaleux	Westen	B	50,2167	4,7667	1
183	Trou des Nutons, Furfooz	Westen	B	50,2167	4,9500	1
184	Trou de Frontal	Westen	B	50,2167	4,9500	1
185	Trou Balleux	Westen	B	50,2000	4,9500	4
186	Trou des Blaireaux	Westen	B	50,1206	4,7378	1, 2
187	Spy, Grotte de Si	Westen	B	49,8833	5,4000	1
188	Rinxent	Westen	F	50,8000	1,7333	1
189	Belloy-sur-Somme	Westen	F	49,9647	2,1272	4u
190	Saleux	Westen	F	49,8667	2,2500	3
191	Le Marais	Westen	F	49,7333	2,1500	3, 4
192	Verberie, Buisson Campin	Westen	F	49,1800	2,4500	1
193	Le Closeau	Westen	F	48,8833	2,2000	2, 3
194	Etiolles	Westen	F	48,6331	2,4658	2u
195	Le Tureau des Gardes	Westen	F	48,3833	3,0000	2
196	Pincevent	Westen	F	48,3674	2,8914	2
197	Marolles-sur-Seine	Westen	F	48,2300	3,0200	1u, 3u
198	Marsangy	Westen	F	48,0999	3,2488	2u, 3
199	Grotte du Renne	Westen	F	47,6170	3,8650	älter als 1
200	Rhünda	Westen	D	51,1167	9,4167	keine Fauna
201	Wildweiberhaus-Felsen	Westen	D	50,7167	8,1833	3
202	Kleine Kalmit	Süden	D	49,1300	8,0700	5
203	Ettlingen	Süden	D	48,9500	8,4000	keine Fauna
204	Buttental	Süden	D	49,4167	10,8500	1
205	Bettelküche	Süden	D	49,2600	11,5200	5
206	Euerwanger Bühl	Süden	D	49,0108	11,3309	5
207	Kastlhänghöhle	Süden	D	48,9386	11,7592	3u
208	Sesselfelsgrotte	Süden	D	48,9361	11,7908	2u
209	Klausenhöhlen	Süden	D	48,9333	11,8000	2
210	Karstschlotte	Süden	D	48,9000	10,9333	0
211	Breitenfurter Höhle	Süden	D	48,8667	11,1000	5
212	Kaufertsberg	Süden	D	48,8333	10,5833	1
213	W Sulzdorf bei Donauwörth	Süden	D	48,8000	10,7667	nicht zuzuordnen
214	Weinberghöhlen bei Mauern	Süden	D	48,7715	11,0559	1u
215	Große Ofnethöhle	Süden	D	49,7333	10,2000	1, 5
216	Bärenfelsgrotte	Süden	D	48,6167	10,2500	3u, 4
217	Klingenfelschuttdach	Süden	D	48,6167	10,2500	nicht zuzuordnen
218	Spitalhöhle	Süden	D	48,6167	10,2500	1, 4u, 5
219	Malerfels	Süden	D	48,5965	10,1763	5
220	Spitzbubenhöhle	Süden	D	48,5951	10,1770	1u, 2u
221	Bocksteinschmiede	Süden	D	48,5550	10,1564	nicht zuzuordnen
222	Hohlenstein bei Ederheim	Süden	D	48,5510	10,1680	2
223	Hohlenstein Stadel	Süden	D	48,5506	10,1753	1, 2

224	Kleine Scheuer am Hohlenstein	Süden	D	48,5506	10,1753	1, 2u
225	Brillenhöhle	Süden	D	48,4015	9,7790	2
226	Geißklösterle	Süden	D	48,4006	9,7709	1, 5
227	Burkhardtshöhle	Süden	D	48,4000	9,8000	2u
228	Sirgenstein	Süden	D	48,3874	9,7579	2u
229	Hohle Fels	Süden	D	48,3790	9,7550	1
230	Schuntershöhle	Süden	D	48,3333	9,6500	2u, 5
231	Fohlenhaus-Höhle	Süden	D	48,2900	10,0800	4u, 5
232	Felsställe	Süden	D	48,2821	9,6515	2, 3, 4, 5
233	Rottenburg-Siebenlinden	Süden	D	48,2800	8,5500	5
234	Helga Abri	Süden	D	48,2400	9,4500	3u, 5
235	Nikolaushöhle	Süden	D	48,1833	9,2167	3u
236	Zigeunerfels	Süden	D	48,0835	9,1604	2, 3, 5
237	Burghöhle Dietfurt	Süden	D	48,0778	9,1394	2, 3, 4u, 5
238	Falkensteinhöhle	Süden	D	48,0500	9,1300	5
239	Felsdach Inzigkofen	Süden	D	48,0500	9,1300	5
240	Henauhof	Süden	D	48,0500	9,6333	4u, 5
241	Schussenquelle	Süden	D	48,0219	9,5272	1
242	Jägerhaus-Höhle	Süden	D	48,0100	8,5700	5
243	Petersfels	Süden	D	47,8556	8,8064	1, 2, 3
244	Schweizersbild	Süden	CH	47,7500	8,6333	1u, 3u, 4u, 5
245	Kesslerloch	Süden	CH	47,7450	8,6933	1, 2u, 4
246	Ettingen	Süden	CH	47,7167	7,6000	nicht zuzuordnen
247	Eremitage	Süden	CH	47,5667	7,8000	2u
248	Grotte du Bichon	Süden	CH	47,4667	7,7500	3
249	Mannlefelsen	Süden	F	47,4500	7,2333	3, 5
250	Rochedane	Süden	F	47,3500	6,7667	2u, 3
251	Risliberghöhle	Süden	CH	47,2833	7,7333	3
252	Cabones	Süden	F	47,1500	5,7000	3u
253	Champréveyres	Süden	CH	47,0100	6,5800	1u
254	Bärenfalle Silbern	Süden	CH	47,0000	8,8500	5
255	Höhle 92/2	Süden	CH	47,0000	8,8500	5
256	Milchbalmhöhle	Süden	CH	47,0000	8,8500	5
257	Monruz	Süden	CH	47,0000	6,9667	1
258	Praz Rodet	Süden	CH	46,9500	7,1000	2
259	Schnurenloch	Süden	CH	46,6750	7,4420	1
260	Mollendruz	Süden	CH	46,6333	6,4167	2u
261	Source-du-Chatelard	Süden	CH	46,4000	6,9333	1
262	Abri Taillefer	Süden	F	46,1833	6,2333	1
263	Veyrier	Süden	CH	46,1833	6,2000	2
264	La Colombière	Süden	F	46,0833	5,3667	1
265	Gay	Süden	F	46,0600	5,4000	1, 2u
266	La Fru	Süden	F	45,7000	5,6000	2
267	Schlüssellochhöhle	Süden	D	47,8500	12,3000	4
268	Neue Laubenstein-Bärenhöhle	Süden	D	47,8000	12,2833	3, 4
269	Grotta d'Ernesto	Süden	I	46,0200	11,6300	3
270	Gamssulzenhöhle	Osten	A	47,6822	14,2978	2u, 3u
271	Laufenbergloch	Osten	A	47,7000	13,4000	5
272	Saaleck	Osten	D	51,1167	11,7000	1
273	Bad Frankenhausen	Osten	D	51,2100	11,0600	3
274	Urdhöhle	Osten	D	50,6914	11,6425	5
275	Kniegrotte	Osten	D	50,6908	11,5425	1
276	Teufelsbrücke	Osten	D	50,5833	11,4167	1, 2
277	Oelknitz	Osten	D	50,5100	11,3700	1, 2u
278	Lausnitz	Osten	D	50,4400	11,4200	3
279	Bärenkeller Königsee	Osten	D	50,3900	11,0600	3
280	Fuchskirche	Osten	D	50,3900	11,1000	2, 5

281	Berzdorf	Osten	D	51,0667	14,9000	4
282	Nebra	Osten	D	51,2931	11,5738	1
283	Chwalim	Osten	PL	52,0667	15,8167	5
284	Předmostí	Osten	CZ	49,2600	17,2300	nicht zuzuordnen
285	Allander Tropfsteinhöhle	Osten	A	48,0500	16,0760	3
286	Merkenstein	Osten	A	47,9828	16,1311	nicht zuzuordnen
287	Reichwalde	Osten	D	51,3833	14,6667	2
288	Raguth	Norden	D	53,5667	11,0500	5
289	Årsballe	Norden	DK	55,1000	14,7000	5

Abkürzung: u = unsichere zeitliche Zuordnung zur vorangestellten Zeitscheibe.

#### **Appendix 4. Die Säugetiere**

Im Folgenden sind alle in CEMPHoB genannten Säugetiertaxa aufgelistet (Arbeitsblatt "All", Spalten "Mammal taxa" sowie "Mammal taxa annotations" und Arbeitsblatt "Taxa"). Die Auflistung erfolgt in systematischer Reihenfolge. Dem jeweiligen Namen folgen in eckigen Klammern die "Taxon ID" sowie das Kürzel für die ökologische Gruppe. Die hier verwendete "Taxon-ID" richtet sich nach dem "Guilday Calculator" (RAUFUSS 2001, 2002) und der EUQUAM-Datenbank, entspricht aber aufgrund von Unstimmigkeiten zwischen beiden nicht immer der letzteren. Die Nennung der Taxa in der Datenbank und im Text beruht auf den Bestimmungen der jeweiligen Autoren und – im Falle der Säugetiere aus dem Zigeunerfels – auf früheren und eigenen Bestimmungen. Ausgestorbene Arten bzw. pleistozäne Chronospezies und Morphotypen sind mit "†" gekennzeichnet. Informationen zu rezenten Verbreitungsgebieten und Ökologie werden zur Erklärung der Zuordnung der Säugetiere zu ökologischen Gruppierungen und zum besseren Verständnis der durchgeführten Arealanalyse genannt. Ggf. folgen Bemerkungen zur Synonymie. In Zweifelsfällen bezüglich des validen Namens wurde gemäß WILSON & REEDER (2005) entschieden.

Die wichtigsten Informationen aus App. 3 sind tabellarisch im Arbeitsblatt "Taxa" der CEMPHoB-Datenbank (App.1A) zusammengefasst.

##### ***Erinaceus europaeus* LINNAEUS, 1758 [EReu, te]**

Braunbrüstigel/ Westigel (West European hedgehog)

Rezentverbreitung: Westeuropa, von Portugal, Spanien bis Italien, Istrische Halbinsel, bis Polen, Skandinavien, NW Russland, auf Irland, Britannien, Korsika, Sardinien, Sizilien und weiteren kleine Inseln; selten über 800 m ü. NN, aber vereinzelt bis 2000 m (HOLZ & NIETHAMMER 1990, HUTTERER 1993).

Ökologie: Anspruch an das Biotop gering wenn gute Schlupfmöglichkeiten, Laubwaldränder mit dichtem Gebüsch, keine Nadelwälder, nicht auf sandigem Boden, in Mooren oder sehr nassem Gelände, weniger Kälte empfindlich als *E. concolor*; Winterschlaf ca. von Mitte November bis Mitte März, Dauer von Norden nach Süden abnehmend (HOLZ & NIETHAMMER 1990).

##### **Soricidae FISCHER VON WALDHEIM, 1817 [SOR, u]**

Spitzmäuse (shrews)

Rezentverbreitung: Holarktis, Äthiopis und Orientalis, bis in den Norden der Neotropis, fehlend auf den Inseln im Nordmeer (NIETHAMMER & KRAPP 1990).

##### ***Crocidura leucodon-russula* [CRrule, te]**

Sammelbegriff (entsprechende Anmerkung in App. 1.A) der auf Gattungsebene als *Crocidura* WAGLER, 1832 bestimmten Funde und der beiden morphologisch im Fossilbericht schwer trennbaren Arten:

***Crocidura leucodon* (HERMANN, 1780)**

Feldspitzmaus (bicoloured white-toothed shrew)

Rezentverbreitung: Frankreich bis Wolga und Kaukasus, Elburz-Gebirge (Nordiran), Kleinasien, Israel, Libanon, Lesbos (HUTTERER 1993), im Süden bis nach Süditalien und zum Peloponnes, im Norden bis nach Schleswig-Holstein (KRAPP 1990).

Ökologie: wie andere *Crocidura*-Arten in Mitteleuropa in offenem Gelände, kann jedoch weniger Deckung vertragen, Trockenrasen, schütterere Vegetation, in Frankreich aber auch an feuchten, deckungsreichen Orten, in Süd- und Ostanatolien bis 1950 m ü. NN an relativ feuchten Stellen, z. B. Geröllhänge, Bachläufe (KRAPP 1990).

***Crocidura russula* (HERMANN, 1780)**

Hausspitzmaus (greater white-toothed shrew)

*C. russula* wird von HUTTERER (1993) als conspezifisch mit *C. suaveolens* angesehen.

Rezentverbreitung: Süd- und Westeuropa, Atlantikinseln vor Frankreich, Mittelmeerinseln, Nordafrika aus Kleinasien und Israel (HUTTERER 1993); bis maximal 1850 m ü. NN (GENOUD & HUTTERER 1990).

Ökologie: Habitat verschieden, im Mittelmeerraum überall, feuchte Standorte, Wälder, in Mitteleuropa in der Ebene, offene und halboffene Landschaften, an der Küste auch in der Gezeitenzone (GENOUD & HUTTERER 1990).

***Neomys* KAUP, 1829 [NE, u]**

Wasserspitzmäuse (water shrews)

Rezentverbreitung: Paläarktis, Schwerpunkt im Westen zwischen 35 und 70° N (SPITZENBERGER 1990b).

***Neomys anomalus* CABRERA, 1907 [NEan, te]**

Sumpfspitzmaus (Mediterranean water shrew/southern water shrew)

Rezentverbreitung: temperierte Waldgebiete Europas, von Portugal bis Polen und Woronesch, Russland (HUTTERER 1993); gern in höheren Lagen, generell von nahezu Meeresniveau bis 1850 m ü. NN (SPITZENBERGER 1999c).

Ökologie: Lebensraum in Uferregionen eutropher Gewässer, stärker an Wasser gebunden als *N. fodiens*, aber eher in weniger schnell fließenden Gewässern (SPITZENBERGER 1999c).

***Neomys fodiens* (PENNANT, 1771) [NEfo, kf]**

Wasserspitzmaus (European water shrew/northern water shrew)

Rezentverbreitung: Nord- und Mitteleuropa, Britische Inseln bis Baikalsee, Russland, dort bis zum Polarkreis, im Süden bis Nordspanien, Abruzzen und Mazedonien, China und NW Mongolei, disjunkt in Teilen Sibiriens, Chinas und Nordkoreas; Meeresniveau bis 2500 m ü. NN (HUTTERER 1993, SPITZENBERGER 1999d)

Ökologie: in Ufer- und Verlandungsgebieten, Auen von stillen oder fließenden Gewässern, auch reißende Bäche, Steilhänge, aber auch in Wäldern und auf Wiesen fernab vom Wasser, im Süden des Verbreitungsgebietes ausgesprochenes Gebirgstier (SPITZENBERGER 1999d).

***Sorex* LINNAEUS, 1758 [SO, u]**

Rotzähnige Spitzmäuse (red-toothed shrews)

Rezentverbreitung: Holarktisch (NIETHAMMER & KRAPP 1990) bzw. annähernd weltweit verbreitet (HUTTERER 1993).

***Sorex alpinus* SCHINZ, 1837 [SOal, i]**

Alpenspitzmaus (Alpine shrew)

Rezentverbreitung: Gebirgswälder Zentraleuropas, Alpen, Pyrenäen, Karpaten, Tatra, Sudeten, Harz und Jura (HUTTERER 1993); 200 m ü. NN in Schluchten, sonst bis 2550 m ü. NN (SPITZENBERGER 1990a).

Ökologie: generell kühl-feuchtes Klima, Gestrüpp, alpiner Kurzrasen, Blockhalden und Steine (petrophil), auch Nadelstreu als Lebensraum, Vorliebe für Wasserläufe, an Quellen in Moosen, unter 500 m ü. NN auch in Laubwäldern (SPITZENBERGER 1990a).

***Sorex coronatus* MILLET, 1828 [SOco, te]**

Schabrackenspitzmaus (Jersey shrew)

Rezentverbreitung: Westeuropa, im Osten bis nach NW Deutschland, Liechtenstein und Westspitze Österreichs (HUTTERER 1993); fehlt meist oberhalb von 1000 m (HAUSSER 1990).

Ökologie: ähnliche Biotope wie *S. araneus*, aber trockener wenn sympatrisch, bei Vorkommen mit *C. russula* eher in Feuchtgebieten (HAUSSER 1990).

†***Sorex kennardi* HINTON, 1911 [SOke, i]**

Kennard-Spitzmaus (Kennard's shrew)

Pleistozäne Art, mittlere Größe zwischen *S. araneus* und *S. minutus*, möglicherweise konspezifisch mit *S. runtonensis* (HARRISON 1996).

†***Sorex macrognathus* JÁNOSSY, 1965 [SOma, i]**

große pleistozäne Spitzmausart, die zuweilen auch als Unterart geführt wird (*S. araneus macrognathus*). Von JÁNOSSY (1965) als mittelpleistozäne Form eingeführt, von NAGEL et al. (1995) auch in spätleistozänem Zusammenhang genannt.

Beide pleistozänen Arten sind in dieser Arbeit – in Anlehnung an die Mehrzahl der *Sorex*-Arten – als indifferent eingestuft. Aus ihrem Auftreten könnte zwar auf eine kaltzeitliche Anpassung geschlossen werden, eindeutige Belege fehlen jedoch.

***Sorex araneus* LINNAEUS, 1858 [SOar, i]**

Waldspitzmaus (common shrew)

Rezentverbreitung: Mittel-, Ost- und Nordeuropa, Britische Inseln, im Osten bis zum Baikalsee, isolierte Populationen in Frankreich, Italien und Spanien, im Süden nur in Gebirgen; Meeresniveau bis 2480 m ü. NN (HAUSSER et al. 1990, HUTTERER 1993).

Ökologie: generell feuchte, kühle, dicht bewachsene Habitate, unterirdisch und in oberirdischen Laufgängen in Laub und Gras, auch gelegentlich in Mooren, aber fehlend, wenn kein Vorkommen von Regenwürmern, in

Meeresnähe auch in Dünen, euryök mit Ausnahme großer Trockenheit und Hitze; bevorzugt feuchtere Lebensräume als *S. coronatus* (HAUSSER et al. 1990).

Die Zuordnung fossiler Soriciden-Reste zu *S. araneus* kann nicht immer als gesichert gelten, da sich die großen Spitzmäuse (d. h. die hier aufgeführten Arten außer *S. minutus* und *S. minutissimus*) morphologisch stark ähneln. Sie sind im Fossilbericht häufig nicht trennbar und Fehlbestimmungen sind in dem Sinne wahrscheinlich, dass *Sorex*-Funde als *S. araneus* bestimmt wurden, die in Wahrheit einer der anderen Arten zugehören.

***Sorex minutus* LINNAEUS, 1766 [SOmi, i]**

Zwergspitzmaus (lesser shrew)

Rezentverbreitung: Europa von Iberischer Halbinsel bis zum Jenissei und Baikalsee, Nordspitze Skandinaviens bis zum Altai und Tien Shan Gebirge, Nepal, China, Türkei, Kaukasus, Kaschmir, Nordpakistan; im Norden in Tieflagen und Mittelgebirgen, im Süden ausschließlich in Hochregionen (HUTTERER 1990, 1993).

Ökologie: Habitat von Breitengrad und Höhe ü. NN abhängig, stets mit dichtem Unterwuchs oder anderweitig erzeugtem kühl-feuchtem Bodenklima: Dünen in Meeresnähe, sonst Wiesen, besonders Moore (dort fehlt die Waldspitzmaus aufgrund unterschiedlicher Nahrungsanpassung), auch Laub- und Mischwälder, hält sich eher an der Erdoberfläche auf als die in Gängen lebende *S. araneus* (HUTTERER 1990).

***Sorex minutissimus* ZIMMERMANN, 1780 [SOms, kt]**

Knirpsspitzmaus (least shrew/lesser pygmy shrew)

Rezentverbreitung: Taiga von Norwegen, Schweden, Estland bis Ostsibirien, dort in Waldsteppe bis Waldtundra, (in Zentralrussland auch in der Nadel- und Mischwaldzone), Sakhalin, Hokkaido, Mongolei, China, Südkorea (SULKAVA 1990, HUTTERER 1993).

Ökologie: Habitat unterschiedlich: Nadel- Misch- und Laubwälder, Ebenen, Talwiesen, (nasse) Moore, gern mit moosigem Bewuchs, aber auch kahle Flächen (SULKAVA 1990).

**Talpidae FISCHER VON WALDHEIM, 1817 [TAP, u]**

Maulwürfe (moles)

Rezentverbreitung: gemäßigte Zone der Holarktis, in Ostasien auch in orientalischer Region (NIETHAMMER 1990a).

***Talpa europaea* LINNAEUS, 1758 [TAeu, i]**

Europäischer Maulwurf (European mole)

Rezentverbreitung: temperiertes Europa inklusive Britannien, bis Ob und Irrtisch (ca. 75° E), in Russland bis zum Polarkreis, südlich bis 40° N in Griechenland, Italien und Spanien; Meereshöhe bis 2400 m ü. NN (HUTTERER 1993, NIETHAMMER 1990b).

Ökologie: Biotope sind Wiesen, Laub- und Nadelwald, Bodenstruktur ist wichtig, keine sandigen, steinigen oder zu trockenen Böden, verträgt Nässe gut, auch sumpfiges Gelände; ökologisch wenig festgelegt (NIETHAMMER 1990b).

Die Körpergröße des Europäischen Maulwurfs kann schon kleinräumig erheblich variieren (NIETHAMMER 1990b). Als Synonym einbezogen ist daher die große pleistozäne und zeitweilig als eigenständige Art betrachtete Form †*Talpa magna* WOLDRICH, 1893 (bzw. †*Talpa europaea magna*).

***Desmana moschata* (LINNAEUS, 1758) [DEmo, kf]**

Russischer Desman/Wychuchol (Russian desman)

Rezentverbreitung: Russland, Ukraine, Kasachstan, Don, Wolga und südlicher Ural-Fluss und ihre Zubringer, fast ausgerottet in Weißrussland (HUTTERER 1993, WILSON & REEDER 2005).

Ökologie: teilweise im Wasser lebend, an Flüssen mit natürlichen Ufern, ruhige Wasserläufe, Seen, Tümpel (FONS 1988).

***Homo sapiens* LINNAEUS, 1758 [HOsa]**

Mensch (Modern Man)

Überreste den Menschen gehen nicht in die quantitativen Untersuchungen ein.

**Chiroptera LINNAEUS, 1758 [CHIR, u]**

Fledertiere (bats)

Alle hier aufgeführten europäischen Fledermäuse ernähren sich von Insekten und sind dämmerungs- oder nachtaktiv. Sie unterscheiden sich jedoch in der Wahl ihrer Quartiere und auch bezüglich der Verbreitungsgebiete (s. u.).

***Rhinolophus* LACÉPÈDE, 1799 [RH, te]**

Hufeisennasen (horseshoe bats)

Rezentverbreitung: temperierte und tropische Zone der Alten Welt (NOWAK 1999).

Ökologie: verschiedene bewaldete und waldfreie Habitats in Hoch- und Tiefland (NOWAK 1999).

***Rhinolophus hipposideros* (BECHSTEIN, 1800) [RHhi, te]**

Kleinhufeisennase (lesser horseshoe bat)

Rezentverbreitung: Irland, Iberien, Marokko bis Südeuropa, Nordafrika, Kirgisien, Kaschmir, Arabien, Sudan und Äthiopien (KOOPMAN 1993).

Ökologie: bevorzugt bewaldete Landschaften, Quartiere in Felshöhlen, Wanderungen zwischen Winter- und Sommerquartieren (KULZER & SCHMIDT 1988).

In der statistischen Auswertung erfolgt die Integration in *Rhinolophus* sp.

***Pipistrellus pipistrellus* (SCHREBER, 1774) [PIpi, te]**

Zwergfledermaus (common pipistrelle)

Rezentverbreitung: Britische Inseln, Südkandinavien, Westeuropa bis Wolga und Kaukasus, Marokko, Kleinasien, Israel bis Kaschmir, Kasachstan und Sinkiang (China), eventuell Korea, Japan, Taiwan (KOOPMAN 1993).

Ökologie: bevorzugt Waldlandschaften, Feuchtgebiete, in Baumhöhlen (KULZER & SCHMIDT 1988).

***Myotis* KAUP, 1829 [MY, u]**

Mausohren (mouse-eared bats)

Rezentverbreitung: wahrscheinlich weiteste Verbreitung einer terrestrischen Säugetiergattung außer *Homo*, fehlt nur in arktischen, subarktischen und antarktischen Regionen (NOWAK 1999).

Ökologie: Ruheplätze eher in Höhlen als in Bäumen (NOWAK 1999).

***Myotis bechsteinii* (KUHLE, 1817) [MYbe, te]**

Bechstein-Fledermaus (Bechstein's bat)

Rezentverbreitung: Europa bis Kaukasus und Iran, Südschweden (KOOPMAN 1993).

Ökologie: Laubwaldgebiete, in Baumhöhlen, im Winter auch in Felshöhlen (KULZER & SCHMIDT 1988).

***Myotis mystacinus* (KUHLE, 1817) [MYmc, te]**

Kleine Bartfledermaus (whiskered bat)

Rezentverbreitung: Irland und Skandinavien bis Nordchina, Südmarokko, Iran, Nordwesthimalaya und Südchina (KOOPMAN 1993).

Ökologie: bewohnt bewaldetes Gelände, Buschlandschaften, Gewässernähe, Quartiere in Höhlen, Baumhöhlen (KULZER & SCHMIDT 1988).

***Myotis nattereri* (KUHLE, 1817) [MYna, te]**

Fransenfledermaus (Natterer's bat)

Rezentverbreitung: Europa außer Skandinavien, Nordwestafrika, Türkei, Israel, Irak, Krim und Kaukasus bis Turkmenistan (KOOPMAN 1993).

Ökologie: in offenem Waldland, Höhlen, Baumhöhlen im Sommer (KULZER & SCHMIDT 1988), weniger abhängig von Waldvorkommen als *M. emarginatus* und *M. mystacinus* (KURTÉN 1968).

***Myotis myotis* (BORKHAUSEN, 1797) [MYmy, te]**

Mausohr (greater mouse-eared bat)

Rezentverbreitung: Südengland, Zentral- und Südeuropa, im Osten bis zur Ukraine, auf den meisten Mittelmeerinseln, den Azoren, in Kleinasien, Libanon, Israel (KOOPMAN 1993).

Ökologie: offenes Waldland, Waldränder, jagt auch am Boden, Quartiere in Höhlen, Wechsel zwischen Sommer- und Winterquartier (KULZER & SCHMIDT 1988), eurytop (KURTÉN 1968).

***Myotis emarginatus* (GEOFFROY, 1806) [MYem, te]**

Wimperfledermaus (Geoffroy's bat)

Rezentverbreitung: Südeuropa, im Norden bis Niederlande und Südpolen, Krim, Kaukasus und Kopet Dag Gebirge, im Osten bis Usbekistan und Ostiran, Israel, Marokko, Algerien, Tunesien, Libanon, Afghanistan (KOOPMAN 1993).

Ökologie: Waldland, parkähnliche Landschaften, Höhlen, Baumhöhlen (KULZER & SCHMIDT 1988).

***Vespertilio murinus* LINNAEUS, 1758 [VEmu, i]**

Zweifarbflodermuus/Gemoino Flodermuus (particoloured bat)

Rezentverbreitung: Norwegen und Britannien im Westen, bis zur Ussuri-Region (Russland), China und Afghanistan (KOOPMAN 1993).

Ökologie: wanderfreudig, im Winter in Felshöhlen (KULZER & SCHMIDT 1988).

***Nyctalus BOWDICH, 1825* [NY, te]**

Abendsegler (noctules)

Ökologie: Spezies dieser Gattung meist in Verbindung mit Waldbiotopen genannt (NOWAK 1999).

In der statistischen Auswertung erfolgt aufgrund von uneinheitlicher Nutzung der Artnamen die Zusammenfassung als *Nyctalus* sp.

***Nyctalus noctula* (SCHREBER, 1774) [NYno, te]**

Gemeiner Abendsegler (noctule)

Rezentverbreitung: Europa bis Ural und Kaukasus, Marokko, Algerien, südöstliches Kleinasien bis Israel, Westturkmenistan bis Südwestsibirien, Himalaya, China, im Süden bis Malaysia, Taiwan, Honshu (KOOPMAN 1993).

Ökologie: ursprünglich Waldfledermaus, Baumhöhlen, Felshöhlen (KULZER & SCHMIDT 1988).

***Nyctalus lasiopterus* (SCHREBER, 1780) [NYla, te]**

Großabendsegler (greater noctule)

Rezentverbreitung: Westeuropa bis Ural und Kaukasus, Kleinasien, Iran und Ust-Urt-Plateau (Kasachstan), Marokko, Libyen (KOOPMAN 1993).

Ökologie: typische Baumfledermaus, bevorzugt Waldland, in Baumhöhlen, Felshöhlen und –spalten (KULZER & SCHMIDT 1988).

***Eptesicus serotinus* SCHREBER, 1774 [EPse, te]**

Breitflügelfledermaus (serotine)

Rezentverbreitung: Südengland, Westeuropa bis südasiatisches Russland und Himalaya, Thailand, China, im Norden bis Korea, Taiwan, auf Mittelmeerinseln (KOOPMAN 1993).

Ökologie: bewaldetes Gelände, parkähnliche Landschaften, Baumhöhlen (KULZER & SCHMIDT 1988).

***Barbastella barbastellus* (SCHREBER 1774) [BAba, te]**

Mopsfledermaus (barbastelle)

Rezentverbreitung: England und Westeuropa bis Kaukasus, Türkei, Krim, Marokko, auf den größeren Mittelmeerinseln, den Kanaren, eventuell im Senegal (KOOPMAN 1993).

Ökologie: bewaldetes Bergland, Parklandschaften, Höhlen im Winter, Baumhöhlen im Sommer (KULZER & SCHMIDT 1988).

***Plecotus auritus* (LINNAEUS, 1758) [PLau, i]**

Braunes Langohr (common long-eared bat)

Rezentverbreitung: Norwegen, Irland, Spanien bis Sachalin (Russland), Japan, Nordchina und Nepal (KOOPMAN 1993).

Ökologie: Baum- und Buschlandschaften, Felshöhlen im Winter, Baumhöhlen im Sommer (KULZER & SCHMIDT 1988).

**Lagomorpha BRANDT, 1855 [LAGO, u]**

Hasentiere (lagomorphs)

***Ochotona pusilla* (PALLAS, 1769) [OCpu, kt]**

Steppenpfeifhase/Steppenpika (small pika/steppe pika)

Rezentverbreitung: Steppen von der mittleren Wolga (Russland) über Nordkasachstan bis zum oberen Irrtisch und zur chinesischen Grenze (HOFFMANN 1993).

Ökologie: Steppentier, in Tälern der Vorgebirgsflüsse (SCHNEIDER 1987).

***Oryctolagus cuniculus* (LINNAEUS, 1758) [ORcu, i]**

Europäisches Wildkaninchen (European rabbit)

Rezentverbreitung: West- und Südeuropa, Mittelmeerregion bis Marokko und Nordalgerien, ursprüngliche Verbreitung wahrscheinlich Iberien und eventuell Nordwestafrika, nahezu weltweit eingeführt und domestiziert (HOFFMANN 1993); bis 500-600 m ü. NN, in Chile bis 1500 m (KAETZKE et al. 2003).

Ökologie: lockerer Boden wichtig, offene Landschaft, niedriger Bewuchs als Deckung, Grasland, Sanddünen bis Heidevegetation, sehr anpassungsfähig, im Vergleich zum Hasen Nahrungsgeneralist (KAETZKE et al. 2003).

***Lepus* LINNAEUS, 1758 [LE, u]**

Hasen (hares)

Als *Lepus* sp. bestimmte (sub-)fossile Überreste können nicht eindeutig dem Feld- oder Schneehasen zugeordnet werden.

***Lepus europaeus* PALLAS, 1778 [LEeu, te]**

Feldhase (European hare/brown hare)

Rezentverbreitung: Südschweden, Finnland, Britannien, Europäischer Kontinent außer südliches Spanien und Italien, bis westsibirisches Tiefland, im Süden bis Nordisrael, Nordsyrien, Nordirak, Niederung zwischen Euphrat und Tigris und Westiran; Südostgrenze der Verbreitung vom Kaspischen Meer zum Persischen Golf (54° E), in Amerika, Australien und Neuseeland eingeführt (HOFFMANN 1993); bevorzugt Tief- und Hügelland, in den Alpen aber auch in Hochlagen bis 2800 m (AVERIANOV et al. 2003).

Ökologie: ursprünglich Steppenbewohner, bevorzugt offene Landschaften, Waldränder, aber auch in geschlossenen Wäldern, eher kontinentales bis subkontinentales Klima präferiert, aber große Toleranz gegenüber unterschiedlichsten Niederschlagsmengen, daher auch Besiedlung von Inseln und Marschen (AVERIANOV et al. 2003), bevorzugt Regionen mit weniger als 500 mm Niederschlag und mehr als 8° C Jahresdurchschnittstemperatur (SCHNEIDER 1987).

***Lepus timidus* LINNAEUS, 1758 [LEti, kt]**

Schneehase (mountain hare)

Rezentverbreitung: Tundra und Taiga der Paläarktis von Skandinavien bis Ostsibirien, Nordukraine, Ostpolen und Baltikum, im Südosten bis Sakhalin und zum Sikhote-Alin-Gebirge (Russland), Hokkaido, Heilungjiang, nördlichen Xingjiang (China), Nordmongolei, Altai, nördliches Tien-Shan-Gebirge, isolierte Populationen in den

Alpen, in Schottland, Wales und Irland (HOFFMANN 1993, THULIN & FLUX 2003); bis 4000 m Höhe (THULIN & FLUX 2003).

Ökologie: Mischwald mit offenen Lichtungen, Sümpfen und Flusstälern, Sümpfe mit Weiden-, Tannen-, Kiefern- oder Birkenbeständen; in der Tundra bis zur Vegetationsgrenze, Moore, Felsgründe (THULIN & FLUX 2003).

**Rodentia BOWDICH, 1821 [RODE, u]**

Nagetiere (rodents)

***Sciurus vulgaris* LINNAEUS, 1758 [SCvu, te]**

Eichhörnchen (red squirrel)

Rezentverbreitung: Bewaldete Regionen der Paläarktis, von Iberien und Großbritannien bis nach Kamtschatka und Sakhalin (Russland), im Süden bis zum Mittelmeer und Schwarzen Meer, Nordmongolei, Korea, Nordostchina (HOFFMANN et al. 1993), fehlt auf den Mittelmeerinseln; im Hochgebirge bis zur Baumgrenze (WILTAFSKY 1978).

Ökologie: bewohnt Wälder jeglicher Zusammensetzung (WILTAFSKY 1978).

***Spermophilus* CUVIER, 1825 [SP, kt]**

Ziesel (ground squirrels/sousliks)

häufig noch als *Citellus* geführt

Rezentverbreitung: heute in der russischen Steppe beheimatet (BONDESEN & LYKKE-ANDERSEN 1976).

Da die Unterscheidung der *Spermophilus*-Arten im Fossilbericht schwer ist (RUŽIĆ 1978; vgl. NORD ANDREASEN 1997) und die Verwendung der Artnamen in der Vergangenheit sehr unterschiedlich gehandhabt worden ist, sind unter *Spermophilus* spp. in der vorliegenden Arbeit die folgenden Arten zusammengefasst (mit entsprechendem Hinweis in der Anmerkungen-Spalte der Datenbank):

***Spermophilus major* (PALLAS, 1778)**

Rotgelber Ziesel (russet ground squirrel)

Synonym: *Spermophilus rufescens* (KEYSERLING & BLASIUS, 1840)

Rezentverbreitung: Steppe zwischen Wolga und Irrtisch, früher auch zwischen Don und Wolga (HOFFMANN et al. 1993).

***Spermophilus suslicus* (GÜLDENSTAEDT, 1770) [für Guilday: SPsu]**

Perlziesel (spotted souslik)

Rezentverbreitung: Steppen Ost- und Südeuropas einschließlich Polen, Ostrumänien, Ukraine, im Norden bis zur Oka, im Osten bis zur Wolga (HOFFMANN et al. 1993); bis etwas über 300 m (NIETHAMMER 1978a).

Ökologie: offene Steppen, auf Löss- und Lehmböden, meidet Wälder, ca. sechs Monate Winterschlaf (NIETHAMMER 1978a).

***Spermophilus citellus* (LINNAEUS, 1766) [für Guilday: SPci]**

Europäischer Ziesel (European souslik/European ground squirrel)

Rezentverbreitung: Mittel- und Südosteuropa zwischen 12°40' und 29° E und 40°20' und 51° N, isolierte Areale (RUŽIĆ 1978).

Ökologie: offene Landschaften, niedrige Grasvegetation, nicht in feuchtem Gelände, meidet Wälder, sechs Monate Winterschlaf (RUŽIĆ 1978).

†***Spermophilus superciliosus* KAUP, 1839**

Pleistozäne Steppen-Art (RUŽIĆ 1978).

***Marmota marmota* (LINNAEUS, 1758) [MRmr, kt]**

Alpenmurmeltier (Alpine marmot)

Rezentverbreitung: Schweizer, Italienische und Französische Alpen, Westösterreich, Süddeutschland, Karpaten (Rumänien) und Tatra (Tschechien, Slowakei, Polen), eingeführt u. a. in den Französischen Pyrenäen (HOFFMANN et al. 1993); von 800 bis maximal 3200 m ü. NN (KRAPP 1978).

Ökologie: Grasflächen, auch bei einzeln stehenden Laubbäumen, karge Felsregionen, Ränder von Fichtenwäldern (KRAPP 1978), empfindlich gegenüber Hitze (ARNOLD 1999).

Lediglich zwei Fossilfunde, die als *Marmota* sp. bestimmt worden sind, könnten entweder zu *M. marmota* oder zur pleistozänen Form †*M. primigenia* (KAUP, 1839) gehören. Diese kann aufgrund morphologischer Abgrenzbarkeit als eigenständige Art betrachtet werden, wird jedoch auch oft als Unterart von *M. marmota* geführt (vgl. KALTHOFF 1999). Unwahrscheinlich, aber nicht auszuschließen, ist auch das Steppenmurmeltier *M. bobak* MÜLLER, 1776. Diese zwei bzw. drei Arten befinden sich in derselben klimatischen Gruppe. Die fraglichen Funde werden daher unter Vorbehalt *M. marmota* zugeschlagen.

***Castor fiber* LINNAEUS, 1758 [CSfi, kf]**

Europäischer Biber (European beaver)

Rezentverbreitung: Nordwestliches und zentrales Eurasien, im Osten bis zum Baikalsee, im Süden bis Frankreich und Mongolei (WILSON 1993).

Ökologie: an fließenden und stehenden Gewässern mit Auwäldern (Weide, Pappel, Espe, Birke, Erle), Wassertiefe mindestens 1,5-2 m, Länge stehender Gewässer mindestens 40 m, kein gänzlich Austrocknen im Sommer oder vollständiges Gefrieren im Winter, meidet steinige, flache und/oder sandige Strände (FREYE 1978); mindestens 350 km von Gletschereis entfernt (AARIS-SØRENSEN 1992).

***Cricetus* LESKE, 1779 [CT, kt]**

Hamster (hamsters)

Vertreter dieser Gattung in dieser Arbeit sind *C. cricetus* und *C. major*.

In der Datenbank ist die artliche Bestimmung der jeweiligen Autoren belassen, in der statistischen Auswertung erfolgt aufgrund von uneinheitlicher Nutzung der Artnamen die Zusammenfassung als *Cricetus* sp.

***Cricetus cricetus* (LINNAEUS, 1758) [CTct, kt]**

Hamster/Feldhamster (common hamster)

Rezentverbreitung: Belgien über Mitteleuropa, Westsibirien und Nordkasachstan bis zum oberen Jenissei und Altai-Gebiet und Nordwestchina (Xingjiang) (MUSSEY & CARLETON 1993), Gürtel zwischen 44 und 59° N und 5 und 95° E; maximal bis 625 m ü. NN (Schwäbische Alb) (NIETHAMMER 1982a).

Ökologie: Löss- und Lehmböden unter 400 m ü. NN, generell offene Landschaften mit tiefgründigem Boden und niedrigem Grundwasserspiegel (Baue); ca. fünf Monate Winterschlaf, dieser kann im Süden des Verbreitungsgebietes entfallen (NIETHAMMER 1982a).

†***Cricetus major* (WOLDRICH, 1880) [CTma, kt]**

Große pleistozäne Form, eigenständige Art laut FAHLBUSCH (1976) und STORCH (1974).

***Phodopus sungorus* (PALLAS, 1773) [PHsu, kt]**

Dschungarischer Zwerghamster (Dzungarian hamster)

Rezentverbreitung: Ostkasachstan und Südwestsibirien (MUSSEY & CARLETON 1993).

Ökologie: in Wermutsteppen (NIETHAMMER 1988).

**Arvicolinae GRAY, 1821 [ARV, u]**

Wühlmäuse (voles, lemmings, and muskrats)

Synonym: Microtinae, oft auch als Familie der Arvicolidae (s. NIETHAMMER & KRAPP 1982). In der Literatur erfolgt häufig Bestimmung fossiler Reste als "Microtinae", um darauf hinzuweisen, dass es sich ausschließlich um die kleineren Wühlmäuse (d. h. ohne *Arvicola*) handelt. In diesen Fällen findet sich eine entsprechende Anmerkung in der Datenbank.

***Arvicola terrestris* (LINNAEUS, 1758) [ARte, i]**

Ostschermäus/Schermäus (water vole)

Rezentverbreitung: Europa außer Mittel- und Südspanien, vom Mittelmeer bis zur Arktis, im Osten über Sibirien fast bis zum Pazifik, im Süden bis Israel, Iran, an den Baikalsee, bis Nordwestchina (MUSSEY & CARLETON 1993), auch auf vielen Inseln (REICHSTEIN 1982).

Ökologie: in der Ebene an Ufern von langsam fließenden Gewässern mit dichtem Bewuchs, optimal mit schlammigem Grund, über 1 m Uferhöhe und über 20 cm Wassertiefe (Bau mit vegetationsgeschützter Öffnung zum Wasser hin), auch an Seen, Mooren und Sümpfen, aber auch in trockenen Gebieten, z. B. bewachsene Stranddünen, im Hügelland eher an unterirdisches Nahrungsangebot als an offenes Wasser gebunden (REICHSTEIN 1982).

Diese Art schließt nach KOENIGSWALD (1974) auch die fossile Großform †*Arvicola antiquus* POMEL 1853 (bzw. †*Arvicola terrestris antiquus*) ein, da es sich höchstwahrscheinlich lediglich um größere Morphotypen, nicht jedoch um eigenständige Arten handelt (vgl. STORCH 1973). Außerdem kann nicht davon ausgegangen werden, dass immer die korrekte Bestimmung als Großform vorgenommen wurde, wenn Reste dieser vorlagen.

Bestimmungen auf Gattungsniveau (*Arvicola* LACÉPÈDE, 1799) beziehen sich im Spät- und Postglazial somit ebenfalls höchstwahrscheinlich auf *Arvicola terrestris*. In jedem Fall werden abweichende Benennungen aus der Literatur in der Spalte "Mammal taxon annotations" der Datenbank vermerkt.

***Microtus* SCHRANK, 1798 [MI, u]**

Feldmäuse (voles)

Die im Untersuchungsgebiet im Spät- und Postglazial in Frage kommenden Arten sind folgende:

***Microtus agrestis* (LINNAEUS, 1761) [MIag, i]**

Erdmaus (field vole)

Rezentverbreitung: Britannien und umgebende kleine Inseln, Skandinavien, Frankreich bis Sibirien zur Lena, im Süden bis zu den Pyrenäen und Nordportugal, nördlicher Balkan, Südural, Altai-Gebirge, Nordwestchina (Xingjiang) und Baikalsee-Region (MUSSEY & CARLETON 1993), nördlicherer Schwerpunkt als *M. arvalis*; in der Höhe vom Meeresspiegel bis 1950 m ü. NN (KRAPP & NIETHAMMER 1982).

Ökologie: feuchte, krautige Sümpfe, Bachränder und Moore als Lebensräume, unter atlantischem Klimaeinfluss verbreiteter als unter kontinentalem, gilt als unspezialisierter Opportunist, einziger Anspruch: gute Deckung, nicht so feuchtigkeitsgebunden wie *M. oeconomus*, niedrigere bevorzugte Boden- und Lufttemperaturen als *M. arvalis* (KRAPP & NIETHAMMER 1982).

***Microtus arvalis* (PALLAS, 1778) [MIar, te]**

Feldmaus (common vole)

Rezentverbreitung: Mittel- und Nordspanien bis Dänemark, zum Schwarzen Meer bis Kirov (westlich des Urals), Orkney- und Kanalinseln, Yeu (Frankreich) (MUSSEY & CARLETON 1993), also deutlich weiter südlich als *M. agrestis*; in der Höhe von Meeresniveau bis maximal 3000 m. ü. NN (NIETHAMMER & KRAPP 1982b).

Ökologie: offenes, nicht zu feuchtes Grasland, nicht in Wald, Sümpfen, auf Mooren und Felsen (NIETHAMMER & KRAPP 1982b).

***Microtus arvalis-agrestis* [MIagar, u]**

Diese Gruppierung ist sehr geläufig, da sich *M. arvalis* und *M. agrestis* im Fossilbericht nur am zweiten oberen Molar ("agrestis-Schlinge") eindeutig unterscheiden lassen. Ist der M2 nicht überliefert, ist die Artzuweisung nicht möglich (vgl. KRAPP & NIETHAMMER 1982).

***Microtus gregalis* (PALLAS, 1779) [MIgr, kt]**

Schmalschädliche Wühlmaus/Sibirische Zwiebelmaus (narrow-headed vole/singing vole)

Rezentverbreitung: paläarktische Tundra Sibiriens vom Weißen Meer bis weit nach Nordosten, und bewaldete Steppe südlich des Urals bis zum Amur und Nordostchina, Aralsee, Pamir- Tien-Shan- und Altai-Gebirge, Nordmongolei und Nordwestchina (MUSSEY & CARLETON 1993), in Asien südlich bis 40° N, disjunkt in Alaska und Kanada (GUTHRIE 1968).

Ökologie: bevorzugt im Gegensatz zu *M. oeconomus* trockene Böden, im Tiefland Gelände mit gutem Abfluss, z. B. steile Hänge, Grasland, Segge, Steppen (GUTHRIE 1968).

*M. gregalis* beinhaltet nach KOENIGSWALD (1974) die ausgestorbene Form †*Microtus anglicus* HINTON, 1910. †*Microtus brandi* BRUNNER, 1940 (nicht zu verwechseln mit *M. brandti* (RADDE, 1861)) ist entweder *M. arvalis-agrestis* oder *M. gregalis* zuzuordnen und wird aufgrund der unsicheren Bestimmung aus der ökologischen Auswertung entfernt.

***Microtus oeconomus* (PALLAS, 1776) [MIoe, kf]**

Nordische Wühlmaus/Sumpfmaus (root vole/northern vole/tundra vole)

Rezentverbreitung: Tundra und nördliche Taiga der Holarktis; Paläarktis: Skandinavien und Niederlande bis zur Beringsee einschließlich St. Lawrence-, Sakhalin- und Kurlie-Inseln, im Süden bis Ostdeutschland, Ukraine, Südkasachstan, Mongolei und Ussuri-Gebiet; Nearktis: Alaska, Yukon, westliche Northwest Territories und äußerster Nordwesten von British Columbia (MUSSEY & CARLETON 1993); von Meereshöhe bis ca. 1000 m ü. NN (TAST 1982b).

Ökologie: auf feuchten bis nassen Flächen mit dichtem Bewuchs wie z. B. alluviale Wiesen oder zeitweilig überflutete Moore, Schilfgürtel, Erlenbruch, im Winter an trockeneren Standorten (sicher vor Frühjahrshochwasser, jahreszeitlicher Biotopwechsel), nur zeitweise Vordringen in Wälder und wenig in die Tundra, auf Inseln auch in bewachsenen Dünen; gute Schwimmer (TAST 1982b).

*M. oeconomus* beinhaltet *Microtus ratticeps* (KEYSERLING & BLASIUS, 1841) (WILSON & REEDER 2005).

***Microtus subterraneus* (DE SELYS-LONGCHAMPS, 1836) [MIsu, te]**

Kurzohrmaus (pine vole)

Rezentverbreitung: gemäßigte westliche Paläarktis: von Nord- und Zentralfrankreich bis zur Ukraine und zum Don, im Süden zum Balkan bis Nordgriechenland, isoliert in Nordostrussland, zwischen 40 und 53° N (MUSSEY & CARLETON 1993, NIETHAMMER 1982b).

Ökologie: breites Spektrum an Biotopen von feuchten Laubwäldern bis Hochgrasbeständen, generell feuchtere Gebiete, häufig in Regionen mit hohem Niederschlag, Konkurrenz zu *M. arvalis* (NIETHAMMER 1982b).

***Chionomys nivalis* (MARTINS, 1842) [MIni, kt]**

Schneemaus (snow vole)

*Microtus nivalis* ist zwar nicht mehr valide (WILSON & REEDER 2005), aber die Abkürzung "MIni" wird hier aufgrund der Abfragbarkeit im "Guilday Calculator" beibehalten.

Rezentverbreitung: Gebirge Europas von Spanien über die Alpen zur Tatra, Karpaten, Balkan, Olymp und Pindus, Kaukasus, Türkei, Israel, Libanon, Syrien, Kopet Dag und Zagros-Gebirge (Iran) (MUSSEY & CARLETON 1993), zersplittertes Reliktareal, überwiegend im Gebirge, Optimum in der Höhe bei ca. 1000-2600 m ü. NN, häufiges Vorkommen auch niedriger (KRAPP 1982).

Ökologie: Felsfluren, günstig mit größeren Gesteinsbrocken (keine Bodenbildung), nur schwache Streu- oder Krautschicht, gern an Südhängen, nur in Wäldern wenn diese auf Felsfluren stehen, in Gebieten mit neunmonatiger Schneebedeckung, aber auch solchen, die ganzjährig schneefrei sind, saisonaler Biotopwechsel zu Gunsten trockener Standorte; Vorzugstemperatur ähnlich der anderer Wühlmäuse, aber noch unter der von *Microtus oeconomus* (KRAPP 1982).

***Myodes glareolus* (SCHREBER, 1780) [CYgl, te]**

Rötelmaus (bank vole)

*Clethrionomys glareolus* ist zwar nicht mehr valide (WILSON & REEDER 2005), aber die Abkürzung "CYgl" wird hier aufgrund der Abfragbarkeit im "Guilday Calculator" beibehalten.

Rezentverbreitung: westliche Paläarktis zwischen 38 und 68° N, von Frankreich und Skandinavien bis zum Baikalsee, Nordspanien, Norditalien (isolierte montane Populationen auch weiter südlich), Balkan, Westtürkei,

Nordkasachstan, Altai- und Sayan-Gebirge, auch Britannien und Südwestirland (MUSSEY & CARLETON 1993; VIRO & NIETHAMMER 1982).

Ökologie: in Laub- und Mischwäldern, Gebüsch, an Sumpfrändern, in Waldgebieten bevorzugt Lichtungen und Waldränder, gut entwickelte Strauchschicht und Bodenfeuchte ausschlaggebend; Vorzugstemperatur 32,3° C, gilt als Anzeiger für Bewaldung und nicht zu kaltes Klima (VIRO & NIETHAMMER 1982).

***Myodes rutilus* (PALLAS, 1779) [CYru, te]**

Polarrötelmaus (northern red-backed vole)

*Clethrionomys rutilus* ist zwar nicht mehr valide (WILSON & REEDER 2005), aber die Abkürzung "CYru" wird in der CEMPHoB-Datenbank in Anlehnung an die Abkürzung "CYgl" (s. o.) verwendet.

Rezentverbreitung: Holarktis, von Nordskandinavien bis zur Tschukotski-Halbinsel im Osten, im Süden bis Nordkasachstan, Mongolei, Nordchina, nördlichstes Korea, Sakhalin und Hokkaido, St. Lawrence-Inseln, von Alaska bis zur Hudson Bay (WILSON & REEDER 2005).

Ökologie: in eu- bis mesotrophen krautreichen Wäldern, sehr selten in alpinen Regionen, in Nadelwäldern auf moosreichen Standorten, selten in Sümpfen; oft auf Bäumen, guter Kletterer, frisst Samen, Früchte und Flechten (HENTTONEN & PEIPONEN 1982).

Trotz ihrer nördlichen Verbreitung aufgrund der Bindung an Wälder als te eingestuft und in der statistischen Auswertung aufgrund inkonsistenter Bestimmung mit *M. glareolus* auf Gattungsebene zusammengefasst.

***Dicrostonyx* GLOGER, 1841 [DI, kt]**

Halsbandlemminge (collared lemmings)

Bezieht sich unter entsprechender Anmerkung in der Datenbank (App. 1.A) in dieser Arbeit auf *Dicrostonyx torquatus* (PALLAS, 1778) bzw. eine der in den Anmerkungen erwähnte Art/Unterart:

***Dicrostonyx torquatus* (PALLAS, 1778) [für Guilday: DIto]**

Halsbandlemming (arctic lemming)

Rezentverbreitung: Paläarktische Tundra vom Weißen Meer, Westrussland, bis zur Cukotski-Halbinsel, Nordost-Sibirien, Kamtschatka, einschließlich Nowaja Semlja und Neusibirische Inseln, Arktischer Ozean (MUSSEY & CARLETON 1993).

Ökologie: lebt teils in Moospolstern und Krautschicht, teils in kurzen Gängen (NIETHAMMER 1988).

KOENIGSWALD & HEINRICH (1996) vermerken für das Spätweichsel das Auftreten der ausgestorbenen Art †*Dicrostonyx gulielmi* (SANFORD, 1870) bzw. der Unterart †*Dicrostonyx gulielmi gulielmi* (SANFORD, 1870). Diese und weitere Unterarten, z. B. †*Dicrostonyx gulielmi henseli* HINTON, 1910 (gelegentlich auch als eigene Art †*Dicrostonyx henseli* geführt) können in der vorliegenden Arbeit nicht konsequent verwendet werden, da der Namensgebrauch in der Vergangenheit nicht einheitlich war und der Artstatus neben *D. torquatus* nicht eindeutig geklärt ist (WILSON & REEDER 2005). Daher erfolgt die Zusammenfassung unter *D. torquatus*. An entsprechender Stelle finden sich in der Datenbank Anmerkung zur Originalbestimmung durch die jeweiligen Autoren.

***Lagurus lagurus* (PALLAS, 1773) [LAla, kt]**

Graulemming (steppe lemming)

Rezentverbreitung: von der Ukraine über Nordkasachstan bis in die Westmongolei und nach Nordwestchina (Xingjiang) (MUSSEY & CARLETON 1993).

Ökologie: Tier der Waldsteppe, Steppe und Halbwüste (NIETHAMMER 1988).

***Lemmus lemmus* (LINNAEUS, 1758) [LMlm, kt]**

Berglemming/Fjällemming (Norway lemming)

Rezentverbreitung: Skandinavische Gebirge und Tundra von Lappland bis zum Weißen Meer (MUSSEY & CARLETON 1993).

Ökologie: Habitat im Winter Schneetäler, steinige, Moos bedeckte Schneeböden, Grasheiden mit dauerhafter Schneedecke, jährlich unterschiedlich: auch in Birkenregion in moosreichen Wäldern, seltener Nadelwald; im Sommer feuchtere Stellen wie offene Moorflächen, Bachränder, Biotopwechsel mit Wanderungen im Frühjahr und Herbst, ähnliche Leitlinien wie Rentiere (TAST 1982a).

**Muridae GRAY, 1821 [MUR, u]**

Echte Mäuse/Langschwanzmäuse (true mice and rats)

***Apodemus* KAUP, 1829 [AM, te]**

Waldmäuse (field mice)

Diese Gattung wird im spät- und postglazialen Mitteleuropa von drei temperiert angepassten Arten vertreten, von denen *A. agrarius* am wenigsten und *A. sylvaticus* am stärksten an Waldbestand gebunden zu sein scheint. In der Datenbank wurden die Bestimmungen der Autoren belassen, in der statistischen Auswertung erfolgt die Zusammenfassung auf Gattungsebene, da von Verwechslungen der fossilen Überreste und vom uneinheitlichem Gebrauch der Artnamen ausgegangen werden muss. Zudem wird gelegentlich nur die Gattung genannt.

***Apodemus agrarius* (PALLAS, 1771) [AMag, te]**

Brandmaus (black-striped field mouse)

Rezentverbreitung: Paläarktische und orientalische Regionen, disjunkt: 1. Südfinland, Baltikum, über Polen, Mitteldeutschland bis Nordostitalien, Balkan, Griechenland, Rumänien, Bulgarien und Türkei, im Osten bis zum Kaukasus, Teile Kasachstans und Kirgisiens, westlich des Baikalsees, angrenzende Mongolei und Nordwestchina (Xinjiang). 2. Amur (Ostrussland), Korea, nördliches China, Senkaku-Inseln Japans, Taiwan (WILSON & REEDER 2005).

Ökologie: breites Spektrum verschiedener Biotope, generell unter kontinentalem Klimaeinfluss euryök, unter atlantischem im Nordwesten eher Besiedelung trockener Standorte (Xerotopie), nach Südosten hin eher Bindung an feuchte Lebensräume, z. B. Flusstäler (Hygotopie) (BÖHME 1978b).

***Apodemus flavicollis* (MELCHIOR, 1834) [AMfl, te]**

Gelbhalsmaus (yellow-necked field mouse)

Rezentverbreitung: England und Wales, von Nordwestspanien, Frankreich, Niederlande, Dänemark, Südsandinavien bis zum Ural, Süditalien, Balkan, Syrien, Libanon und Israel (MUSSEY & CARLETON 1993),

weiter nördlich und nordöstlich als *A. sylvaticus*, fehlend auf westeuropäischen Inseln (NIETHAMMER 1978b).

Ökologie: im Westen alte, hohe Baumbestände mit allenfalls spärlicher Krautschicht, im Osten offenere Landschaften, in den Alpen auch auf kahlen Felsen und oberhalb der Baumgrenze; eine um 1° C niedrigere Vorzugstemperatur (33-34° C) als *A. sylvaticus*, (NIETHAMMER 1978b).

***Apodemus sylvaticus* (LINNAEUS, 1758) [AMsy, te]**

Waldmaus (long-tailed field mouse)

Rezentverbreitung: Europa, im Norden bis Skandinavien, im Osten bis Nordwestukraine und nördliches Weißrussland, Island, Britische Inseln, Irland, Mittelmeerinseln, Gebirge Nordafrikas von Marokko bis nach Tunesien (MUSSE & CARLETON 1993) Hindukusch, Himalaya, bis Zentralnepal (NIETHAMMER 1978c).

Ökologie: in Gebüsch, Laub- und Mischwald, geschlossener Wald nur in Abwesenheit von *A. flavicollis* besiedelt, meidet Moore, Heide, Fichtenwälder, in Osteuropa auch in offeneren Landschaften; 1° C höhere Vorzugstemperatur als *A. flavicollis* (34-35° C) (NIETHAMMER 1978c).

***Micromys minutus* (PALLAS, 1771) [MOmi, i]**

Zwergmaus (harvest mouse)

Rezentverbreitung: von Nordwestspanien über Europa und Sibirien bis zur Ussuri-Region und Korea, bis 65° N im europäischen Russland und Jakutien, nach Süden bis zum nördlichen Kaukasus und zur Nordmongolei, vereinzelte Gebiete von Südchina bis Südosttibet und Nordostindien (Assam), auf Inseln Großbritanniens, Japans, Koreas und Taiwans (MUSSE & CARLETON 1993).

Ökologie: spezialisierter Halmkletterer, Riedgras und Seggen, sehr selten in Waldbiotopen, im südlichen Verbreitungsareal höhere Bindung an Wasserläufe (BÖHME 1978a).

***Mus musculus* LINNAEUS, 1758 [MUmu, i]**

Hausmaus (house mouse)

Rezentverbreitung: annähernd weltweit, meist in enger Verbindung mit menschlichen Siedlungen (MUSSE & CARLETON 1993), ursprünglich paläarktische Steppen und Halbwüsten von Nordwestafrika und Spanien bis Ostasien (REICHSTEIN 1978).

Ökologie: ganzjährig freilebend nur in wärmerem Klimaten, z. B. Südeuropa, ansonsten wie in Mittel- und Nordeuropa im Winter Bindung an den Menschen (Hemisynanthropie), im Freiland gern Trockenrasen und bewachsene Dünen, aber sehr tolerant gegenüber Umwelteinflüssen und feuchtem Klima (REICHSTEIN 1978).

***Rattus rattus* (LINNAEUS, 1758) [RAra, te]**

Hausratte (black rat/house rat/ship rat)

Rezentverbreitung: ursprünglich in Indien, annähernd weltweit eingeführt in den tropischen und temperierten Zonen (MUSSE & CARLETON 1993).

Ökologie: relativ Wärme liebende Art (Vorzugstemperatur 38,1-38,8° C), abseits menschlicher Siedlungen gern an Flussläufen und in natürlichen Höhlen (BECKER 1978).

***Glis glis* (LINNAEUS, 1766) [GLgl, te]**

Siebenschläfer (edible dormouse)

Das häufig verwendete Synonym *Myoxus* ist laut International Commission on Zoological Nomenclature (1998) ungültig.

Rezentverbreitung: Nordspanien, Frankreich, Schweiz, Niederlande, Deutschland, Polen, Ukraine, Weißrussland, bis zur Wolga, im Süden bis Saratov und Woronesch, Kaukasus bis Nordiran und südwestliches Turkmenistan, europäische Mittelmeerränder inklusive Inseln, Österreich, Tschechien, Slowakei, Ungarn, eingeführt in England (HOLDEN 1993); bis maximal 2000 m ü. NN (STORCH 1978e).

Ökologie: Laub- und Mischwälder (Eichen, Buchen, Hainbuchen, etc.), Versteckmöglichkeiten, Wälder mit Unterholzdecke bevorzugt, Höhenvorkommen von Laubholzgrenze bestimmt; sehr langer Winterschlaf, bis zu 9 Monate (STORCH 1978e).

***Eliomys quercinus* (LINNAEUS, 1766) [EMqu, te]**

Gartenschläfer (garden dormouse)

Rezentverbreitung: Portugal, Spanien, Balearn, Andorra, Frankreich, Korsika, Belgien, Deutschland, Niederlande, Polen, Finnland, Ukraine, Tschechien, Slowakei, Weißrussland, Estland, Lettland, Litauen, europäisches Russland bis zum südlichen Ural, Schweiz, Österreich, Italien inklusive Inseln, Slowenien, Kroatien, Bosnien und Herzegowina (HOLDEN 1993, WILSON & REEDER 2005); regelmäßig bis 2200 m Höhe, maximal 3800 m. ü. NN (STORCH 1978d).

Ökologie: bevorzugt Felsen oder spärlichen Gras- und Zwergstrauch-Bewuchs, Bodenbewohner, Karst, trockene, nahezu unbewachsene Dünen, auch Fichtenwälder; Eintreten und Dauer des Winterschlafes u. a. abhängig von Klima und Nahrungsangebot (v. a. Insektenlarven, Kleintiere) (STORCH 1978d).

***Muscardinus avellanarius* (LINNAEUS, 1758) [MSav, te]**

Haselmaus (hazel dormouse/common dormouse)

Rezentverbreitung: Nordwest- und Südeuropa, Frankreich, Schweiz, Italien, Sizilien, Österreich, Deutschland, Niederlande, Dänemark, Süd- und Mittelschweden, Polen, Litauen, Weißrussland, Ukraine, im Osten bis Russland, Tschechien, Slowakei, Ungarn, Rumänien, westlicher Balkan, Bulgarien, Griechenland, Korfu und Nordtürkei (HOLDEN 1993), Inselvorkommen auch auf Sizilien, Isle of Wight, Fünen, Seeland und Rügen; Höhenvorkommen unterschiedlich, in Mazedonien bis zur oberen Nadelwaldgrenze (1700 m. ü. NN) (STORCH 1978f).

Ökologie: alle Arten von Wald als Biotop, im reinen Hochwald nur zeitweilig, ca. sechs Monate Winterschlaf (STORCH 1978f).

***Sicista betulina* PALLAS, 1779 [SIbe, i]**

Waldbirkenmaus (northern birch mouse)

Rezentverbreitung: boreale und montane Wälder von Norwegen, Dänemark bis zur Ussuri-Region Chinas und Südosibirien, im Norden am Weißen Meer und Usa-Fluss zum Polarkreis, im Süden bis Österreich, Karpaten und Sayan-Gebirge (HOLDEN 1993); von Meereshöhe bis maximal 2100 m. ü. NN (PUCEK 1982).

Ökologie: unterschiedliche Lebensräume (Wälder, Wiesen, Moore), jedoch fast ausschließlich mit dichter Bodenvegetation und feucht, in den Alpen auch in trockenerem Grasland mit Zwergsträuchern, sechs bis acht Monate Winterschlaf (PUCEK, 1982).

*S. betulina* wurde in der Literatur oft nicht von *S. subtilis*, der Steppenbirkenmaus (eurytop, jedoch offene Flächen bevorzugend), abgegrenzt. Daher ist es möglich, dass auch Funde der letzteren unter dem Artnamen *S. betulina* aufgeführt sind (vgl. PUCEK 1982), weswegen hier die Zuweisung zur indifferenten Klimagruppe geschieht.

### **Carnivora Bowdich, 1821 [CARN, u]**

Raubtiere (carnivores)

### **Canidae Fischer, 1817 [CAN, u]**

Hundeartige (true dogs and foxes)

Rezentverbreitung: nahezu weltweit (PETERS 1993a).

In den Faunen der hier aufgeführten Fundstellen kommen die Caniden *Canis*, *Vulpes* und *Alopex* vor.

### **Canis Linnaeus, 1758 [CA, i]**

Hunde (true dogs)

Rezentverbreitung: durch Bejagung stark eingeschränkt, historisch nahezu gesamter eurasischer Kontinent (PETERS 1993b).

### **Canis lupus Linnaeus, 1758 [CALu, i]**

Wolf (wolf)

Rezentverbreitung: Nordhalbkugel: Europa, Asien einschließlich Arabische Halbinsel und Japan (außer Indochina und Südindien; nicht in hochalpinen Regionen), in Mexiko in den Süden bis 20° N (PETERS 1993c, WOZENCRAFT 1993).

Ökologie: ursprünglich euryök, heute nur noch in bewaldeten Regionen oberhalb 600 m ü. NN (PETERS 1993c); nähert sich vergletscherten Gebieten bis auf 200km (AARIS-SØRENSEN 1992).

### **Canis lupus familiaris LINNAEUS, 1758 [CALufa]**

Haushund (domesticated dog)

Der Haushund wird als Unterart in der Datenbank hervorgehoben, um zu betonen, dass es sich um die domestizierte Form handelt. Diese geht nicht in die ökologischen Analysen ein.

### **Vulpes vulpes (LINNAEUS, 1758) [VUvu, te]**

Rotfuchs (red fox)

Rezentverbreitung: Europa, Asiatischer Kontinent außerhalb der Tundra, Nordindien, Indochina, Japan, nördliches Afrika (bis an den Nordrand der Sahara), Nordamerika, im Süden bis Texas und New Mexico, fehlt in Teilen der Central Plains und in der Arktis sowie auf vielen europäischen Inseln, eingeführt in Australien; in der Höhe vom Flachland bis maximal 3000 m ü. NN (WANDELER & LÜPS 1993, WOZENCRAFT 1993).

Ökologie: Habitat von Nahrungsangebot und Gliederung abhängig, strukturierte Gebiete mit Wiesen/Wald und Unterschlupf bevorzugt, Sümpfe werden gemieden, aber im Schilfgürtel von Gewässern, Allesfresser und Nahrungsoopportunist (WANDELER & LÜPS 1993).

***Alopex lagopus* (LINNAEUS, 1758) [APla, kt]**

Eisfuchs (arctic fox)

Rezentverbreitung: zirkumpolar, gesamte Tundrenzone der Holarktis einschließlich der meisten arktischen Inseln, im Süden bis 60° N (PULLIAINEN 1993a, WOZENCRAFT 1993).

Ökologie: unterschiedliche Lebensräume: Festlandtundra, arktische Inseln, alpine und subalpine Gebirgszonen, Wanderungen auf das eisbedeckte Meer, aber auch in Flusstälern, Wäldern und Sümpfen (PULLIAINEN 1993a), Fell an den Pfoten ermöglicht Fortbewegung im Schnee ohne Einsinken (KOENIGSWALD 2002a).

***Alopex vel Vulpes* [APveVU, u]**

Häufig kann anhand von Fossilien nicht die Unterscheidung zwischen dem Rot- und dem Eisfuchs erfolgen.

***Ursus* LINNAEUS, 1758 [UR, u]**

Echte Bären (true bears)

***Ursus arctos* LINNAEUS, 1758 [URar, i]**

Braunbär (brown bear)

Rezentverbreitung: Ursprünglich Nordwestafrika, Paläarktis von Westeuropa über den Nahen Osten, den nördlichen Himalaya bis West- und Nordchina und Chukot (Russland), Hokkaido; Nearktis: westliches Nordamerika nördlich von Nordmexiko (WOZENCRAFT 1993).

Ökologie: ausgedehnte Laub- und Nadelwälder, auch Tundra, Steppenränder, Wiesen, Seeküste, Fjordgebiete, unterschiedliche Vegetationszonen, gern mosaikartig zusammengesetzter Lebensraum, Voraussetzung: Nahrung und Überwinterungsmöglichkeit (Winterruhe), saisonale Wanderungen; omnivor (PULLIAINEN 1993); nähert sich Gletschergebieten bis 350 km (AARIS-SØRENSEN 1992).

***Ursus maritimus* PHIPPS, 1774 [URma, kt]**

Eisbär (polar bear)

Rezentverbreitung: zirkumpolar in der Arktis, Südgrenze bestimmt durch Packeis (WOZENCRAFT 1993).

Ökologie: lebt im Grenzgebiet zwischen Packeis, offenem Wasser und Land (Jagd auf *Phoca hispida*), nur selten Vordringen in die Tundra oder mehr als 50 km ins Landesinnere, saisonale Nord-Süd-Wanderungen (GORGAS 1993).

**†*Ursus spelaeus* ROSENMÜLLER & HEINROTH, 1793 [URsp, i]**

Höhlenbär (cave bear)

Diese ausgestorbene Bärenart war ausschließlich in Europa verbreitet, vom Kantabrischen Gebirge bis zum Ural, mit den nördlichsten Vorkommen in den deutschen Mittelgebirgen, in Russland bis 62° N, in Spanien und Griechenland südlich bis fast bis 38° N (KURTÉN 1968, RABEDER et al. 2000).

**Ökologie:** unterschiedliche ökologische Ansprüche innerhalb der Art einhergehend mit Größenvariation: interglaziale (kleine) und glaziale (große) Formen, bzw. hochalpine (kleine) und in niedrigeren Regionen beheimatete (große) Unterarten, die sich jedoch alle vegetarisch ernährten (KAHLKE 1993, 1994, KURTÉN 1968, RABEDER et al. 2000; BOCHERENS et al. 2007).

Während ältere Bestimmungen in der Literatur den Höhlenbären stets als †*Ursus spelaeus* ausweisen, kann laut neueren Studien das Auftreten einer weiteren Höhlenbär-Art, nämlich †*Ursus ingressus* (RABEDER et al. 2004), im hier betrachteten Zeitraum und Gebiet angenommen werden (z. B., HOFREITER et al. 2007; MÜNZEL et al. 2007, im Druck). Da die Artzugehörigkeit der in dieser Arbeit berücksichtigten Funde jedoch noch nicht geklärt ist und bisher keine ökologischen Unterschiede zwischen beiden Formen erkannt werden konnten (BOCHERENS et al. 2007), werden sie hier gemeinsam betrachtet, und in der Datenbank wird die Bezeichnung †*Ursus spelaeus* mit entsprechendem Kürzel beibehalten.

### ***Lutra lutra* (LINNAEUS, 1758) [LUlu, te]**

Fischotter (otter)

**Rezentverbreitung:** Eurasien außer Tundra und Wüste: von England über Mitteleuropa, Russland (dort z. T. bis an den Polarkreis) bis nach China, Mongolei, Japan, von Skandinavien bis Marokko, im Südosten bis Malaysia (REUTHER 1993, WOZENCRAFT 1993).

**Ökologie:** Meeresküste, Ströme, Flüsse, Bäche, Seen, Sümpfe, euryök innerhalb des Biotop-Typs "Gewässer", kleinräumige Uferstrukturierung wichtig, klares Wasser, carnivor und piscivor, aber kein Spezialist (REUTHER 1993); gilt als spätester Einwanderer unter den Musteliden nach der Weichsel-Maximalvereisung (SOMMER & BENECKE 2004).

### ***Meles meles* (LINNAEUS, 1758) [MEme, te]**

Dachs (badger)

**Rezentverbreitung:** Skandinavien bis südliches Sibirien, bis 67° N, im Süden bis Israel, Irak, im Osten bis China, Korea, Japan; Inseln: Irland, Britannien, Kreta, Rhodos; bis maximal 2000 m Höhe (LÜPS & WANDELER 1993, WOZENCRAFT 1993).

**Ökologie:** Erdmarder, bevorzugt strukturierten Lebensraum, Baue in Wäldern, an Waldrändern, besonders Laubmischwälder mit dichter Strauchschicht, meidet Wälder ohne Lichtungen, reine Nadelwälder, Dünen, Moore, Bruchwälder; in Kasachstan auch in der Steppe und Halbwüste zu finden; Winterruhe oder herabgesetzte Aktivität in Russland bzw. Mitteleuropa, aber erhöhte Aktivität im Winter in Südspanien (LÜPS & WANDELER 1993), enge Bindung an Waldlandschaften (BENECKE 2000), laut SOMMER & BENECKE (2004) jedoch relativ tolerant gegenüber klimatischen Extremen, nahezu Allesfresser (KOENIGSWALD 2002a).

### ***Gulo gulo* (LINNAEUS, 1758) [GUgu, kt]**

Vielfraß (glutton/wolverine)

**Rezentverbreitung:** Holarktische Taiga und südliche Tundra, in Eurasien südlich bis 50° N, in Amerika bis 37° N (WOZENCRAFT 1993).

**Ökologie:** ursprünglich in Mooren der nördlichen Nadelwaldzone, heute Umherwandern in der alpinen, der subalpinen und der Nadelwaldzone des Fjällgebietes, auch in Mooren, folgt gelegentlich Rentierherden

(PULLIAINEN 1993b), gute Kälteanpassung (SOMMER & BENECKE 2004), breite Pfoten als Anpassung an Fortbewegung im Schnee (KOENIGSWALD 2002a).

***Martes PINEL, 1792 [MA, u]***

Echte Marder (martens)

Rezentverbreitung: holarktisch, gemäßigte und kaltgemäßigte Zone bis zur Waldgrenze im Norden, doch auch tropische und subtropische Wälder der Orientalis, Malaysia, isoliert in Südindien, asiatische Wüsten und Steppen (STUBBE 1993a).

Folgende Arten kommen im Spätpleistozän und Frühholozän Mitteleuropas vor:

***Martes martes (LINNAEUS, 1758) [MAma, te]***

Baumarder/Edelarder (pine marten)

Rezentverbreitung: Britannien und Irland, Nord- und Westeuropa bis Westsibirien, im Süden bis Sizilien, Sardinien, Korsika, Elburz-Gebirge (Iran) und Kaukasus (WOZENCRAFT 1993); bis auf 2000 m ü. NN (STUBBE 1993b).

Ökologie: Bindung an den Wald, verschiedene Waldtypen, bevorzugt Altholz mit Höhlen und Nahrungsangebot (Kleinsäuger), nur selten in Auewäldern; hohe Sommertemperaturen als begrenzender Faktor der Verbreitung nach Süden (STUBBE 1993b).

***Martes foina (ERXLEBEN, 1777) [MAfo, i]***

Hausmarder/Steinmarder (beech marten/stone marten)

Rezentverbreitung: von Spanien über Süd- und Mitteleuropa, den Kaukasus bis zum Altai (Russland, Kasachstan), Mongolei, Himalaya, angrenzendes China, Inseln Korfu, Kreta und Rhodos (WOZENCRAFT 1993).

Ökologie: euryök, in fast allen Landschaftsformen und Revierwechsel zwischen diesen (Habitat-Generalisten), eher boden- als baumlebend, omnivor und Nahrungsopportunisten; bis -25° C Januarisotherme in Zentralasien (STUBBE 1993c).

***Mustela LINNAEUS, 1758 [MT, u]***

Erdmarder/Stinkmarder (weasels)

Rezentverbreitung: fast ganz Eurasien, Nordafrika, Nordamerika, Großteil des nördlichen und nordwestlichen Südamerikas (STUBBE 1993d).

***Mustela erminea LINNAEUS, 1758 [MTe, i]***

Hermelin (stoat)

Rezentverbreitung: zirkumboreal, Tundra und bewaldete Regionen der Paläarktis, im Süden bis zu den Pyrenäen, alpiner Teil Sloweniens, Alpen, Kaukasus, westlicher Himalaya, Xingjiang (China), Nordmongolei, Nordchina, Honshu; in der Nearktis im Süden bis nach Kalifornien, New Mexiko, Iowa und Maryland, eingeführt in Neuseeland (WOZENCRAFT 1993).

Ökologie: keine Bindung an bestimmtes Habitat erkennbar, allenfalls an die Hauptbeutetiere *Arvicola* und *Microtus* gebunden (REICHSTEIN 1993a), Anpassungsfähigkeit an kalte Temperaturen zeigt sich im Vorkommen in der Tundra und in Permafrostgebieten Grönlands (STUBBE 1990).

***Mustela nivalis* LINNAEUS, 1766 [MTni, kt]**

Mauswiesel (common weasel/least weasel)

Rezentverbreitung: Paläarktisch (außer Irland, Arabische Halbinsel, Arktische Inseln), Japan; in der Nearktis in Alaska, Kanada, USA, im Süden bis Wyoming und North Carolina, eingeführt in Neuseeland (WOZENCRAFT 1993).

Ökologie: Lebensraum entsprechend dem der erbeuteten Wühlmäuse, echten Mäuse, Lemminge und Hamster: Tundra, Taiga, Waldsteppe, Steppengebiete, Halbwüsten, Wüsten, Laub- und Mischwälder, Moore, Heiden, steinige Regionen der Hochgebirge; Nahrungsspezialisten (REICHSTEIN 1993b).

***Mustela putorius* LINNAEUS, 1758 [MTpu, i]**

Waldiltis/Europäischer Iltis/Iltis (European polecat/polecat)

Rezentverbreitung: Europa (außer Irland und dem Großteil Skandinaviens), vom Polarkreis bis 36° N, von Portugal bis zum Ural (WOLSAN 1993, WOZENCRAFT 1993).

Ökologie: euryök, gern an Waldrändern und bewachsenen Ufern, meidet geschlossene Waldgebiete (WOLSAN 1993).

***Mustela eversmanni* LESSON, 1827 [MTev, kt]**

Steppeniltis (steppe polecat)

Rezentverbreitung: Steppen und Halbwüsten Osteuropas, Estland, Lettland, Litauen, Ukraine, Weißrussland über Russland bis zur Mongolei, West- Mittel- und Nordostchina (WOZENCRAFT 1993).

Ökologie: euryök, offene Graslandschaften, meidet Waldgebiete, auch in Gebüsch an Flussläufen, in der Nähe von Ziesel-Bauen (WOLSAN 1993).

**†*Crocota crocota spelaea* (GOLDFUSS, 1810) [COcosp, i]**

Höhlenhyäne (cave hyena)

Die Höhlenhyäne war im letzten Glazial paläarktisch weit verbreitet (KAHLKE 1993, 1994).

Ökologie: an höhere nördliche Breiten angepasst als (afrikanische) Fleckenhyaäne (KAHLKE 1993, 1994), wesentlich größer als diese, spezialisierter Aasfresser (KURTÉN 1968), in interglazialen und glazialen Faunen vertreten, klimatisch unempfindlich (KOENIGSWALD 2002a).

**Felidae FISCHER, 1817 [FEL, u]**

Katzen (cats)

Als Felidae angegebene Funde beziehen sich wahrscheinlich auf die Arten *Felis silvestris*, *Lynx lynx* und *Panthera pardus*. *Panthera leo (spelaea)* ist eher unwahrscheinlich, da die genaue Bestimmung wegen der auffallenden Größe leichter fällt.

***Felis silvestris*, SCHREBER, 1777 [FEsi, te]**

Altwelt-Wildkatze (wild cat)

Rezentverbreitung: Afrikanischer Kontinent, West-, Süd- und Mitteleuropa, Kasachstan, Israel, Irak, Afghanistan, Pakistan, China, eingeführt in Australien, Brasilien, Kanada und Madagaskar (WOZENCRAFT 1993).

**Ökologie:** alte Laubwälder (vor allem Eiche, Buche), Mischwälder, dichtere Nadelwälder, wichtig sind Waldrandzonen an offenen Stellen, auch in Schilfniederungen; Besiedlungsdichte im Hügelland/Mittelgebirge am höchsten, limitierender Faktor ist Schneehöhe im Winter (Fortbewegung schwierig bei über 20 cm) (HEMMER 1993a).

Obwohl die Synonymie umstritten ist (s. WILSON & REEDER 2005), beinhaltet diese Art hier auch *Felis catus* LINNAEUS, 1758, die Hauskatze, denn bei der Bestimmung (sub-)fossiler Katzen wurden in der Vergangenheit die Namen häufig vertauscht. Sinnvoll ist jedoch in allen Fällen der Bezug auf die Wildkatze, da die Domestikation der Katze erst nach dem hier betrachteten Zeitraum begonnen wurde.

***Lynx lynx* (LINNAEUS, 1758) [LYly, i]**

Luchs (lynx)

**Rezentverbreitung:** Wälder der Taiga von Skandinavien bis Ostsibirien und Sakhalin, von China bis zu den Gebirgsregionen Europas, dort ursprünglich weit verbreitet (WOZENCRAFT 1993).

**Ökologie:** Besser an hohe Schneehöhen (jedoch nicht über 1 m) angepasst als *F. silvestris* (Hochbeinigkeit), vor allem alte Fichten- und Tannenwälder, starke Gliederung mit felsigen und sumpfigen Bereichen, Deckungsreichtum, auch Felslandschaften, von Meereshöhe bis Waldgrenze (HEMMER 1993b; WOZENCRAFT 1993).

***Panthera pardus* (LINNAEUS, 1758) [PApa, i]**

Leopard (leopard)

**Rezentverbreitung:** Afrikanischer Kontinent, Saudi-Arabien, Türkei, Armenien, Russland, Turkmenistan, Iran, Irak, Afghanistan, Pakistan, Indien, Sri Lanka, China, Indonesien, Korea, Laos, Malaysia, Thailand, Vietnam (WOZENCRAFT 1993).

**Ökologie:** von Regenwald bis Wüstenrand, Flachland und Gebirge (LEYHAUSEN et al. 1987; vgl. KOENIGSWALD et al. 2006).

***Panthera leo* LINNAEUS, 1758 [PAle, i]**

Löwe (lion)

**Rezentverbreitung:** weite Teile Afrikas, Indien; in historischer Zeit in Teilen Nordafrikas, Afghanistan, Irak, Kuwait, Pakistan, Saudi-Arabien und der Türkei ausgerottet (WILSON & REEDER 2005); bis 5000 m ü. NN (NOWAK 1999).

**Ökologie:** in Halbwüste, Steppe, Busch- und Halbsavanne, jagt kleine bis sehr große Huftiere (LEYHAUSEN et al. 1987), auch in offenem Waldgebiet, gelegentlich Eindringen in Wälder (NOWAK 1999).

**†*Panthera leo spelaea* (GOLDFUSS, 1810) [PAlesp, i]**

Höhlenlöwe (cave lion)

Häufig auch als †*Felis spelaea* GOLDFUSS, 1910 geführt (vgl. Diskussion bei KURTÉN 1968).

Im letzten Glazial in Iberien und Eurasien verbreitet (KAHLKE 1993, 1994).

**Ökologie:** wenig bekannt, Vorkommen eher vom Auftreten großer Beutetiere als von Klimabedingungen abhängig (KOENIGSWALD 2002a), möglicherweise Jagd auf Großsäuger in Gruppen (KURTÉN 1968).

***Mammuthus primigenius* (BLUMENBACH, 1799) [MMpr, kt]**

Wollhaarmammut/Mammut (woolly mammoth)

Weite Verbreitung in Eurasien und Nordamerika im Spätpleistozän (KURTÉN 1968).

Ökologie: angepasst an arktische Bedingungen, perfektioniert u. a. im dichten Haarwuchs, einer dicken Unterhaut-Fettschicht und der Verkleinerung der Ohren (weniger Wärmeverlust über die Oberfläche) (KURTÉN 1968), konservierter Mageninhalt belegt die Ernährung von Tundravegetation, vor allem Gräser, auch Seggen, Zwergsträucher, Kräuter (KURTÉN 1968); näherte sich bis auf 50-100 km dem Gletscherrand (AARIS-SØRENSEN 1992).

***Equus* LINNAEUS, 1758 [EQ, kt]**

Pferde (horses)

Aufgrund der unterschiedlich gehandhabten Taxonomie innerhalb der rezenten, aber vor allem der pleistozänen Pferde wird in der vorliegenden Arbeit ausschließlich der Gattungsname *Equus* verwendet. Unter diesem vereinigen sich hier die folgenden Arten:

*Equus caballus* LINNAEUS, 1758 inklusive der als Synonyme geltenden *Equus ferus* BODDAERT, 1785 und *Equus przewalski* POLIAKOV, 1881 (vgl. WILSON & REEDER 2005) und das pleistozäne †*Equus germanicus* NEHRING, 1884, das bis in die älteste Dryas in Mitteleuropa verbreitet war (MUSIL 1974). Häufig findet man auch die Unterscheidung zwischen *E. caballus* als domestiziertem Pferd gegenüber der Wildform *E. ferus* (z. B. MUSIL 1974; nicht ungültig laut Entscheidung der International Commission on Zoological Nomenclature 2003).

Rezentverbreitung (von *E. caballus* s. l.): historische Belege für Verbreitung in Spanien, polnische und russische Steppen, Turkistan und Mongolei, rezente Populationen in der Südwestmongolei und angrenzend in Kanu, Sinkiang und Innerer Mongolei (China), verwildert u. a. in Südwesteuropa und Amerika (GRUBB 1993a).

Ökologie: offene Landschaften, Grasland, Halbwüste, Wüste und Gebirge (KLINGEL 1987).

**†*Coelodonta antiquitatis* (BLUMENBACH, 1803) [CDan, kt]**

Wollhaarnashorn/Wollnashorn (woolly rhinoceros)

Synonym: *Rhinoceros tichorhinus* FISCHER, 1817.

Im Spätpleistozän im ganzen mittleren und südlichen Eurasien verbreitet, in Sibirien weit bis nach Nordosten (KOENIGSWALD 2002a, KURTÉN 1968).

Ökologie: gute Kälteanpassung (dichtes Fell, besondere Morphologie der Nasenscheidewand), spezialisierter Grasfresser (hochkronige Molaren, hängende Schädelhaltung), Tier der Tundra, aber auch in wärmeren, jedoch trockenen Gebieten (KOENIGSWALD 2002a, KURTÉN 1968).

***Artiodactyla* OWEN, 1848 [ARTI, u]**

Paarhufer/Parzehir (even-toed ungulates)

***Sus scrofa* LINNAEUS, 1758 [SUsc, te]**

Wildschwein/wild boar

Rezentverbreitung: Europa, Südrussland und China, Mittlerer Osten, Indien, Sri Lanka, Indonesien, ehemals auf den Britischen Inseln und in Skandinavien, verwildert u. a. auf Mittelmeerinseln und in Ägypten (historisch),

Norwegen, Schweden, Australien, Amerika, auf zahlreichen Inseln im Indischen und Pazifischen Ozean; bis 1900 m Höhe (GRUBB 1993b, HERRE 1986a).

Ökologie: größere Laub- und Mischwälder, Erlenbrüche, Verlandungszonen, Koniferenbestände mit Unterwuchs, aber auch in Macchie und lichten, trockenen Wäldern (Mittelmeerraum), im Gebirge bis in die Almregion; Allesfresser (HERRE 1986a); DELPECH (1975) liefert folgende Niederschlags- und Temperaturbereiche für das Wildschwein: 200-700 mm/Jahr, Durchschnittstemperatur Januar -30-0°, Juli 15-30°, 130-300 Tage > 5°, 90-250 Tage > 10°, kein Permafrost.

### **Ruminantia SCOPOLI, 1777 [RUMI, u]**

Wiederkäuer (ruminants)

Unterordnung der Artiodactyla. Als Ruminantia bestimmte Überreste gehören einem der vorkommenden Cerviden oder Boviden an, sind jedoch nicht näher bestimmt worden.

### **Cervidae GOLDFUSS, 1820 [CER, u]**

Hirsche (deer)

#### ***Alces alces* (LINNAEUS, 1758) [ALal, kf]**

Elch (moose/elk)

Rezentverbreitung: Nordeurasien von Skandinavien und Polen nach Ostsibirien, im Süden zur Ukraine, bis Südsibirien, Nordmongolei und Nordchina (Xingjiang, Innere Mongolei, Heilongjiang), Alaska, Kanada, nördliche USA, ehemals im Kaukasus, eingeführt in Neuseeland (GRUBB 1993b), meist zwischen 50 und 70° N; bis 2500 m Höhe (NYGRÉN 1986).

Ökologie: bewohnt Nadel-, Misch- und Laubwälder (Espen, Weiden), Ränder von Mooren, Sümpfen, Seen, Vordringen in Senken in die Tundra, an Flüssen in trockene Gebiete oder über die Baumgrenze, Schneehöhen bis 60 cm problemlos (NYGRÉN 1986), kein Eindringen der Hufe in nassen Boden und Äsen unter der Wasseroberfläche möglich durch Anpassungen (Zehenspreizung, breite Schnauze) (KOENIGSWALD 2002a); DELPECH (1975) liefert folgende Niederschlags- und Temperaturbereiche für den Elch: 150-700 mm/Jahr, Durchschnittstemperatur Januar -70- -10°, Juli 5-20°, 60-180 Tage > 5°, 20-150 Tage > 10°.

#### ***Rangifer tarandus* (LINNAEUS, 1758) [RGta, kt]**

Ren/Rentier (reindeer)

In die Art *Rangifer tarandus* wurden hier auch diejenigen Funde einbezogen, die in der Literatur nur auf Gattungsebene (*Rangifer* sp.) bestimmt sind, da *R. tarandus* als einzige Art im untersuchten räumlichen und zeitlichen Rahmen in Frage kommt (entsprechende Anmerkung in der Datenbank).

Rezentverbreitung: zirkumboreal in der Tundra und Taiga von Spitzbergen, Norwegen, Finnland, Russland, Alaska und Kanada einschließlich der meisten arktischen Inseln und Grönland bis in den Norden der Mongolei, Innere Mongolei und Heilungkiang (China), Sakhalin, Idaho und Große Seen (USA), ehemals in Schweden, eingeführt u. a. auf Island, den Kerguelen und Südgeorgischen Inseln (GRUBB 1993b); in Höhen bis 2000 m. ü. NN (Fjäll) (HERRE 1986b).

Ökologie: vor allem in der Tundra, dicke Schneedecke unproblematisch aufgrund genügender Bodenfreiheit (lange Beine), aber auch Waldpopulationen, sehr gute Kälteanpassung (Wärmeisolierung, Anwärmen der

Atemluft), genügsam bezüglich der Nahrung, weite saisonale Wanderungen (HERRE 1986b, KOENIGSWALD 2002a); bis 200 km an den Gletscherrand heran (AARIS-SØRENSEN 1992, 2006); DELPECH (1975) liefert folgende Niederschlags- und Temperaturbereiche für das Rentier: 300-700 mm/Jahr, Durchschnittstemperatur Januar -70-10°, Juli 0-17°, 0-160 Tage > 5°, 0-14 Tage > 10°, Sonnenstand irrelevant; das moderne Rentier bewegt sich nördlich der 12-13° C Juli-Isotherme und empfindet Hitze-Stress bei > 15°C (JOHNSON & MERCER 1993; vgl. DEGERBØL 1964).

***Capreolus capreolus* (LINNAEUS, 1758) [CLcl, te]**

Reh (roe deer)

Rezentverbreitung: gemäßigtes Europa bis Westrussland, Türkei, Kaukasus-Region, Nordwestsyrien, Nordirak, Nordiran, früher auch Libanon und Israel (GRUBB 1993b).

Ökologie: Waldrandzone, Grasland, bis zur Baumgrenze, Laub- und Mischwälder (LEHMANN & SÄGESSER 1986); DELPECH (1975) liefert folgende Niederschlags- und Temperaturbereiche für das Reh: 200-700 mm/Jahr, Durchschnittstemperatur Januar -40-0°, Juli 10-30°, 125-300 Tage > 5°, 75-250 Tage > 10°, kein Permafrost.

***Cervus elaphus* LINNAEUS, 1758 [CEel, i]**

Rothirsch (red deer)

Rezentverbreitung: Holarktis mit Hauptvorkommen in der gemäßigten Zone (BÜTZLER 1986): Tunesien, Nordwestalgerien, Europa bis zur Krim und zum Kaukasus im Osten, Türkei, Nordiran, Zentralasien von Nordafghanistan, Kaschmir und russischem Turkistan bis Sibirien, Mongolei West- und Nordchina und Ussuri-Region (Russland), auf Korsika und Sardinien seit dem Neolithikum, Nordamerika, nahezu weltweit eingeführt (GRUBB 1993b).

Ökologie: lichte Wälder, bewaldete Flusstäler, Grasland, Heide, im Gebirge auch Fichtenwald bis oberhalb der Latschenzone, im Mittelmeerraum Macchie (BÜTZLER 1986); bis auf 550 km Entfernung vom Gletscher (AARIS-SØRENSEN 1992); DELPECH (1975) liefert folgende Niederschlags- und Temperaturbereiche für den Rothirsch: 300-700 mm/Jahr, Durchschnittstemperatur Januar -35-0°, Juli 10-25°, 125-300 Tage > 5°, 70-250 Tage > 10°, kein Permafrost; DRUCKER et al. (2003) geben deutlich zu bedenken, dass das Auftreten des Rothirsches in archäologischen Fundstellen aufgrund seiner ökologischen Flexibilität nicht als Anzeige bestimmter Umweltbedingungen gewertet werden kann.

**†*Megaloceros giganteus* (BLUMENBACH, 1803) [MGgi, te]**

Riesenhirsch (giant deer)

Weite spätglaziale Verbreitung in Europa und Nordasien (KOENIGSWALD 2002a, KURTÉN 1968).

Ökologie: bevorzugte feuchtes Klima, temperiert oder kaltgemäßigt (DELPECH 1975); in warm- und kaltzeitlichen Ablagerungen (PFEIFFER 1999), aber nicht in kalt-trockenem Milieu, angewiesen auf ausreichend Pflanzennahrung (jährlicher Aufbau des riesigen Geweihs) (KOENIGSWALD 2002a); in Fundstellen bis etwa 350 km Entfernung von der Eisfront (AARIS-SØRENSEN 1992).

**Bovidae GRAY, 1821 [BOV, u]**

Hornträger (bovids)

***Bison* SMITH, 1827 [BI, u]**

Bisons (bisons)

Häufig kann am Knochenmaterial nicht abgelesen werden, ob es sich um *Bison bonasus* oder *B. priscus* handelt (vgl. MARTIN 1987). Nach KOENIGSWALD (1999) erscheint *B. bonasus* in Mitteleuropa mit dem Ende des Weichsel-Glazials und löst den pleistozänen *B. priscus* zeitlich ab. Daher sind besonders Faunen im Übergang Pleistozän/Holozän von dieser Bestimmungs-Unsicherheit betroffen.

***Bison bonasus* (LINNAEUS, 1758) [BIbo, te]**

Wisent (European bison/wisent)

Einschließlich *Bison bonasus arbustotundrarum* DEGERBØL & IVERSEN, 1945.

Rezentverbreitung: Europa, ursprünglich von Schweden bis zu den Pyrenäen, Balkan bis zum Don und Kaukasus (Russland), in historischer Zeit ausgerottet (GRUBB 1993b).

Ökologie: Misch- und Laubwälder mit feuchten Lichtungen und Unterholz, auch offeneres Land und im Winter Nadelwälder (PUCEK 1986), keine dichten Wälder, sondern so genannte Parktundra (KURTÉN 1968), kein Nahrungsspezialist (KOENIGSWALD 2002a); bis 450 km vom Gletscherrand entfernt (AARIS-SØRENSEN 1992).

†***Bison priscus* BOJANUS, 1827 [BIpr, kt]**

Steppenbison (steppe wisent)

Häufiges Faunenelement im Weichsel-Glazial Eurasiens (KOENIGSWALD 1999b).

Ökologie: zwar hauptsächlich in kaltzeitlichen Steppenfaunen, aber auch unter warmzeitlichen Verhältnissen, daher kein reiner Steppenanzeiger (KOENIGSWALD 1999b), dennoch kein Waldelement, Lebensweise vergleichbar mit der des modernen amerikanischen Bisons *B. bison* (KURTÉN 1968).

***Bos* LINNAEUS, 1758 [BO, u]**

Rinder (cattle)

†***Bos primigenius* BOJANUS, 1827 [BOpr, te]**

Auerochse/Ur (aurochs)

Gilt laut GRUBB (1993b) als Synonym zum rezenten *Bos taurus*, bezeichnet hier jedoch die ausgestorbene Wildform gegenüber der domestizierten.

Ursprünglich in Europa und Westrussland verbreitet, bis in den Mittleren Osten; letztes Individuum starb 1627 (GRUBB 1993b), im Gegensatz zu *Bison priscus* kein Vordringen in extrem kontinental geprägte Regionen (KOENIGSWALD 1999b).

Ökologie: Auftreten hauptsächlich (aber nicht ausschließlich) in warmzeitlichen Waldfaunen, zwar Grasfresser, aber wahrscheinlich auch Blätter als Nahrung (KOENIGSWALD 1999b, 2002a), nicht streng interglazial, aber auch nicht klimatisch indifferent (KOENIGSWALD 2002a); dicht bewachsenes Grasland und offenes Waldgebiet als Habitat angenommen, keine saisonalen Wanderungen, in historischer Zeit ausschließlich Waldbewohner (KURTÉN 1968); bis 450 km an den Eisrand heran, eher unter atlantischen Bedingungen zu finden (AARIS-SØRENSEN 1992).

***Bos taurus* LINNAEUS, 1758 [BOta]**

Hausrind (domesticated cattle)

Hier nur Bezug auf das domestizierte Rind, obwohl die Verwendung der Artnamen umstritten ist (siehe CORBET 1978; WILSON & REEDER 2005). Diese Form geht nicht in die ökologische Auswertung ein.

***Bos vel Bison* [BOveBI, u]**

Die Unterscheidung dieser beiden Rinder gestaltet sich oftmals schwierig, besonders anhand von postcranialen und häufig fragmentiertem Material.

***Saiga tatarica* (LINNAEUS, 1766) [SAta, kt]**

Saiga (saiga antelope)

Rezentverbreitung: Nördlicher Kaukasus (Kalmyk-Steppe, Russland), Kasachstan, Nordusbekistan, Südwestmongolei, Sinkiang (China), in historischer Zeit im Westen bis Polen (GRUBB 1993b); in Kasachstan und der Mongolei bis 1000 m ü. NN (DELPECH 1975).

Ökologie: Steppen und Halbwüsten, ausgedehnte Wanderungen, gute Anpassung an Kälte und staubige Umgebung durch großen Nasenraum und nach unten gerichtete Nasenöffnung (WALTHER et al. 1988), flacher Boden, kontinentales Klima, harte Erdoberfläche, geringe Schneehöhe (nicht längere Zeit über 20 cm), Schnee darf aber auch nicht gänzlich fehlen (Wasseraufnahme), Sommer heiß und trocken, starker Frost im Winter; durchschnittliche Niederschlagsmenge nicht über 300 mm im Jahr (MUSIL 1974, SHER 1968), guter Klima-Anzeiger für streng kontinentale Steppen (KOENIGSWALD 2002a).

**Caprinae GRAY, 1821 [CAP, u]**

Böcke/Ziegenartige (goat-antelopes)

***Ovibos moschatus* (ZIMMERMANN, 1780) [OBmo, kt]**

Moschusochse (muskox)

Rezentverbreitung: früher Point Barrow, Alaska, bis Nordostgrönland, im Süden bis Nordostmanitoba (Kanada), eingeführt in weiteren Regionen Alaskas und auf Taimyr, Wrangel Island und Spitzbergen (GRUBB 1993b).

Ökologie: arktische Tundra, kurze, kühle Sommer und lange, kalte Winter, geringe Niederschläge (keine großen Schneehöhen), in sehr trockenen Regionen jedoch üppige Vegetation und Flusstäler bevorzugt (BOHLKEN 1986), hervorragender Kälteschutz (extrem dichtes Fell), guter Anzeiger für kalt-trockenes Klima (KOENIGSWALD 2002a).

***Rupicapra rupicapra* (LINNAEUS, 1758) [RUru, kt]**

Gämse/Gams (chamois)

Rezentverbreitung: Hochgebirge Europas und Vorderasiens zwischen ca. 35 und 50° N: Französische und Schweizer Alpen bis Karpaten, Tatra und Kaukasus, Türkei, eingeführt in Neuseeland; 450 bis 2500 m Höhe (GRUBB 1993b, SÄGESSER & KRAPP 1986).

Ökologie: Hoch- und steile Rasenflächen, Zone der Waldgrenze im Sommer, unterhalb dieser im Winter, dann in tieferen Lagen als *Capra ibex*, Schneehöhe und Witterungsschutz beeinflussen die Verbreitung im Winter; Anpassung an große Höhen: hohes Herz- und Lungengewicht, erhöhte Erythrozytenzahl (SÄGESSER & KRAPP

1986); DELPECH (1975) liefert folgende Niederschlags- und Temperaturbereiche für die Gämse: 300-700 mm/Jahr, Durchschnittstemperatur Januar -20-0°, Juli 15-25°, 100-160 Tage > 5°, 50-150 Tage > 10°, kein Permafrost.

***Capra ibex* LINNAEUS, 1758 [CPib, kt]**

Steinbock (ibex)

Rezentverbreitung: früher Gebirge Frankreichs, der Schweiz, Österreichs, Deutschlands und Norditaliens (Alpensteinbock), Kaukasus, Hindukusch, Pamir, Tien Schan, Altai bis Sayan-Gebirge, Sinai, Süd- und Westarabien, Westägypten und Nordabessinien (GRUBB 1993b; NIEVERGELT & ZINGG 1986).

Ökologie: steiles, topographisch gegliedertes Gelände, felsig, gern Südhänge, alpine bis nivale Höhenstufe (1600-3200 m), nur selten unterhalb der Waldgrenze, die steilsten Hänge im Winter, im Frühjahr in den niedrigsten Lagen, weniger in niederschlagsreichen Regionen (NIEVERGELT & ZINGG 1986); DELPECH (1975) liefert folgende Niederschlags- und Temperaturbereiche für den Steinbock: 300-700 mm/Jahr, Durchschnittstemperatur Januar -20-0°, Juli 15-25°, 100-160 Tage > 5°, 50-150 Tage > 10°, kein Permafrost.

***Ovis aries* LINNAEUS, 1758 [OVar, i]**

Schaf (red sheep)

Häufig nur auf das Hausschaf bezogen, beinhaltet laut WILSON & REEDER (2005) jedoch auch die Wildform *O. orientalis*.

Rezentverbreitung: als Mufflon in der Süd- und Osttürkei, Armenien, Südaserbeidschan, Nordirak, Westiran, weltweit domestiziert und vielfach ausgewildert (GRUBB 1993b), eingeführt u. a. auf Korika, Sardinien und Zypern; als Urial heimisch in Afghanistan, Nordwestindien, Nordost- und Südostiran, Südwestkasachstan, Mischpopulationen vorhanden (WILSON & REEDER 2005)

Ökologie: von der Wüste bis zum Hochgebirge, hügeliges Gelände, 300-4000 m. ü. NN, bevorzugt offenes Gelände, aber auch in Wäldern und Buschland, Dickicht, anpassungsfähig in Bezug auf Nahrung (VALDEZ et al. 1988).

Appendix 5. Neue <sup>14</sup>C-Datierungen (AMS) im Detail

Nr.	Fundstelle	Schicht	Proben-Bezeichnung	<sup>14</sup> C BP	±	Lab.-Nr.	Material	Erhaltung (Proxy)	Datum sicher?
145	Kempen		DkZ 4119, 112	285	30	Poz-27624	<i>Equus</i> sp., Metatarsus	4,0% N; 8,3% C	ja
168	Michelberg		ZFMK Ex. 1	20.280	160	Poz-26897	<i>Marmota</i> sp., Humerus- und Femurfragmente	0,1% N; 2,8% C	nein
236	Zigeunerfels	H/I	A9c/48	12.300	60	Poz-20368	Artiodactyla indet., Metapodien-Fragment	0,9% Kollagen	ja
236	Zigeunerfels	H	D4b/47	12.196	45	KIA-26997	? <i>Cervus elaphus</i> , Metapodien-Fragment	25,09% Kollagen	ja
236	Zigeunerfels	G	D8a/44	12.150	60	Poz-20321	Artiodactyla indet., Radius-fragment	0,6% Kollagen	?ja
236	Zigeunerfels	F	B6c/43	12.430	60	Poz-20369	Knochensplitter	1,4% Kollagen	ja
236	Zigeunerfels	F? (Streufund)	Zi ?F	955	30	Poz-26895	<i>Bos</i> sp., m3 dext., Wurzel	1,4% N; 4,2% C	ja
236	Zigeunerfels	F (E/F)	D7d/39-40	12.375	50	OxA-17268	<i>Panthera leo spelaea</i> , Caninus	keine Angabe	ja
236	Zigeunerfels	E	B10a/31	11.950	50	Poz-20370	Artiodactyla indet., Metapodien-Fragment	13% Kollagen	ja
236	Zigeunerfels	E	C6a/35	11.860	60	Poz-20318	Knochensplitter	9,6% Kollagen	ja
236	Zigeunerfels	D oben	B12c/20	11.270	40	KIA-26996	Knochen-fragment	5,83% Kollagen	ja
236	Zigeunerfels	D oben	C5d/25	10.900	50	Poz-20372	Artiodactyla indet., Zahn-fragment	11,2% Kollagen	ja
236	Zigeunerfels	C	B10a/ 9	9.960	50	Poz-20317	<i>Capreolus capreolus</i> , Metapodien-Fragment	12,7% Kollagen	ja
236	Zigeunerfels	C	B10b/13	9.905	40	KIA-26995	<i>Capreolus capreolus</i> , Metapodien-Fragment	9,22% Kollagen	ja
236	Zigeunerfels	B	C7a/8-9	9.840	50	Poz-20319	? <i>Cervus elaphus</i> , Metapodien-Fragment	0,2% Kollagen	nein
236	Zigeunerfels	A	D6c/6-7	9.940	50	Poz-20320	Knochen-fragment	1,4% Kollagen	ja
237	Burghöhle Dietfurt	Komplex 12a	BDK12a	11.180	50	Poz-20367	<i>Talpa europaea</i> , Humerus und Knochenfragmente	10% Kollagen	ja

## **Appendix 7. Methoden: Details**

### Untersuchung der Verbreitung einzelner Arten

Jede Säugetierart ist speziell an ihr Habitat angepasst. Eine spezifische Reaktion auf Umweltveränderungen spiegelt sich in der Verlagerung des Verbreitungsgebietes wider und entspricht niemals exakt der einer anderen Art. Die Fluktuationen einzelner Verbreitungsareale bedingen die Zusammensetzungen von Faunenassoziationen. Um die Anwendbarkeit des Langzeit-Modells von KOENIGSWALD (2002a) (s. Abschnitt 2.1.4, Abb. 2.5) auf kurzzeitige Stadiale und Interstadiale zu testen und genauere Klima-Aussagen zu treffen, wird gezielt auf die Dynamik ausgesuchter Arten eingegangen. Dazu wurden aus der CEMPHoB-Datenbank das Vorkommen der jeweiligen Art für verschiedene Zeiten ermittelt und für ausgewählte Taxa die entsprechenden Fundstellen mit Hilfe von ArcView GIS 3.2 (ESRI) in Karten eingetragen. Damit auch die Bedeutung geografischer Faktoren bei der Ausbreitung interpretiert werden kann, wurden in diesen Karten zusätzlich die Land-Meer-Verteilung und die Positionen der Gletscher berücksichtigt. Diese Informationen wurden den Publikationen von AARIS-SØRENSEN (1992, 1998, 2001, 2007), ANDERSEN & BORNS (1990), BJÖRCK (1996), ERIKSEN (2002) und GRIMM (2007) entnommen.

Um die Ausbreitungsgeschichte einzelner Arten zusammenfassend abzubilden, wurden die Verbreitungsgrenzen einzelner Arten zu den verschiedenen Zeiten zusätzlich als Linien dargestellt (Kapitel 4).

### Gruppierung der Säugetiere nach klimatischen Präferenzen

Jede in CEMPHoB genannte Säugetierart wird zum Zweck der klimabezogenen Auswertung von Faunengemeinschaften einer von vier Kategorien klimatischer Präferenzen zugewiesen. Gattungen, die im untersuchten Gebiet monospezifisch sind oder deren Arten ähnliche ökologische Anpassungen zeigen (z. B. *Spermophilus* sp.), können ebenfalls zugeordnet werden. Die klimatische Aussage von Gattungen, die unterschiedlich angepasste Arten enthalten (z. B. *Lepus* sp.), und von höheren Taxa (z. B. Artiodactyla) ist nicht identifizierbar (u). Derart bestimmte Funde fallen somit aus der Analyse heraus. Domestizierte Formen (*Canis lupus familiaris* und *Bos taurus*; siehe App. 4) werden ebenfalls ausgeschlossen. Die Definition der Kategorien richtet sich nach KOENIGSWALD (1972) und KOENIGSWALD & TAUTE (1974), um die dort veröffentlichten vorläufigen Ergebnisse zur Zigeunerfels-Fauna mit der aktuellen Auswertung vergleichen und in den mitteleuropäischen Zusammenhang stellen zu können. Allerdings weicht die Einordnung weniger Säugetierarten in der vorliegenden Arbeit ab (s. Abschnitt 4.3.3). Die Zuweisung basiert auf den

ökologischen Ansprüchen, die eine Art an ihre Umwelt stellt. Sie richtet sich also nach den Lebensräumen, die ein Säugetier besiedeln kann. Da die meisten der vorkommenden Arten rezent noch vertreten sind, wurden bei der Kategorisierung neben spezifischer Fachliteratur vor allem zoologische Lexika (DUGUY & ROBINEAU 1992; GRZIMEK 1988; KRAPP 2003; NIETHAMMER, J. & KRAPP 1978, 1982a, 1986, 1990a; NOWAK 1999; ROBINEAU et al. 1995; STUBBE & KRAPP 1993a, 1993b) zu Rate gezogen. Die Genauigkeit einer solchen Einteilung und die Problematik des aktualistischen Ansatzes werden in den Abschnitten 4.3.3 und 4.3.4 diskutiert. In Bezug auf ausgestorbene Arten beruht die Gruppierung vor allem auf den Beschreibungen von KAHLKE (1993, 1994), KOENIGSWALD (2002a) und KURTÉN (1968). Die entsprechende Gruppe für jedes Taxon ist App. 1.A (Arbeitsblatt "Taxa") und App. 4 zu entnehmen. Die Säugetiere wurden wie folgt eingeteilt:

**1. an kalte und/oder trockene Bedingungen angepasst (kt):** Diese Säugetiere können einerseits charakteristisch für kalte Bedingungen sein, wobei die Feuchtigkeit eine untergeordnete Rolle spielt, z. B. *Rangifer tarandus*, *Alopex lagopus*. Andererseits sind diejenigen hier eingeordnet, die sehr trockene Bedingungen anzeigen (Steppen- und Gebirgsarten), jedoch relativ unabhängig von der Temperatur sind, z. B. *Equus* sp., *Rupicapra rupicapra*. Und es sind Säuger enthalten, die kalte *und* trockene Bedingungen verlangen, z. B. *Ovibos moschatus*, *Dicrostonyx torquatus*.

**2. feuchte Habitate bevorzugend und kältetolerant (kf):** In diese Gruppe fallen Tiere, die feuchte Lebensräume bevorzugen und deren Vorkommen gegen extreme Aridität spricht. Sie zeichnen sich zugleich dadurch aus, dass sie kältere Temperaturen zwar nicht verlangen, aber zumindest ertragen können, z. B. *Alces alces*, *Microtus oeconomus*.

**3. temperiert angepasst (te):** In dieser Kategorie stehen Säuger, die typische Anzeiger gemäßigten Klimas sind. Sie zeigen in erster Linie warmzeitliche Temperaturen an. Die Humidität ist zweitrangig, es dürfen jedoch keine voll ariden Bedingungen herrschen. Tiere dieser Gruppe sind meist an das Vorkommen höherer Vegetation (Wald) gebunden, z. B. *Sus scrofa*, *Sciurus vulgaris*.

**4. klimatisch indifferent (i):** Diejenigen Säugetiere, die keine besonderen Bedingungen an ihren Lebensraum stellen, sind hier eingeordnet. Darunter fallen vor allem anpassungsfähige Insektivoren, z. B. *Sorex araneus*, und die meisten Carnivoren, die nur vom Vorkommen der Beutetiere abhängig sind, z. B. *Canis lupus*. Außerdem werden solche Tiere in diese Gruppe gestellt, die zwar gewisse Habitat-Präferenzen zeigen, jedoch insgesamt zu euryök sind, als dass man anhand ihres Vorkommens klare Aussagen über die Umweltbedingungen treffen könnte, z. B. *Cervus elaphus*.

### Quantitative Auswertung der Säugetierfauna

Zur quantitativen Auswertung der Säugetierfauna können nur solche Arten und Gattungen herangezogen werden, die sich in eine der oben genannten Kategorien einteilen lassen und deren Belege außerdem aus sicher zeitlich zugeordneten Kontexten stammen. Dies sind insgesamt 86 Arten/Gattungen. Die Anzahl aller vorkommenden Arten und Gattungen wird im Folgenden  $n$  genannt und setzt sich aus den unterschiedlichen Anzahlen in den Kategorien  $kt$ ,  $kf$ ,  $te$  und  $i$  zusammen. Es gilt also:

$$\mathbf{n = kt + kf + te + i}$$

Die auswertbare Gesamtfauna aller Zeitscheiben und aller Regionen setzt sich beispielsweise zusammen aus  $n = 86 = 26 (kt) + 5 (kf) + 34 (te) + 21 (i)$ .

Für jede Zeitscheibe und jede geografische Region wurde das absolute Vorkommen der Säugetiere in den ökologischen Kategorien in Säulendiagrammen dargestellt. Für die einzelnen Faunenzusammensetzungen im Zigeunerfels wurde ebenso verfahren. So sind Vergleiche auf einen Blick möglich, und Faunenveränderungen werden sichtbar. Zur Betrachtung von Faunenveränderungen über die Zeit wurden die Ergebnisse zusätzlich in Flächendiagrammen dargestellt.

Fluktuationen in Säugetierfaunen im Zusammenhang mit der klimatischen Entwicklung lassen sich außerdem im ternären Diagramm darstellen. Hierzu wurden die indifferenten Arten ausgeschlossen und die Anteile für  $kt$ ,  $kf$  und  $te$  berechnet. Für das ternäre Diagramm gilt:

$$\mathbf{kt + kf + te = 100\% .}$$

An den Spitzen dieses Diagramms sind jeweils  $te = 100\%$ ,  $kf = 100\%$  und  $kt = 100\%$ . Die Zusammensetzung einer Fauna erscheint als Punkt im Diagramm. Dessen Position spiegelt das Klima in Bezug auf die Parameter Feuchtigkeit und Temperatur wieder. Dabei bleibt zu beachten, dass es sich nicht um absolute meteorologische Angaben wie °C oder mm handelt; die maßgebende "Einheit" (der Proxy) ist die Anpassung der Säugetiere. Um die Veränderungen durch das Spät- und Postglazial darzustellen werden jeweils die Faunen aus unterschiedlichen Chronozonen einer Region aufgetragen und der Entwicklungspfad nachgezeichnet.

### Der "Guilday Calculator"

Dieses Computerprogramm wurde im Rahmen einer Dissertation am Institut für Paläontologie (heute Steinmann-Institut) in Bonn zum Zweck der GIS-gestützten Arealanalyse

pleistozäner Säugetierfaunen entwickelt (RAUFUSS 2001). Im Folgenden werden das Prinzip und die Vorgehensweise kurz dargestellt:

Bei der Untersuchung spätpleistozäner und holozäner Säugetierfaunen besteht der Vorteil, dass ein Großteil der in den Fundstellen vertretenen Arten rezent noch verbreitet ist, wenn auch die meisten von ihnen – gemäß der klimatischen Anpassung – heutzutage ein anderes Verbreitungsareal besiedeln (MUSIL 1992). GUILDAY et al. (1964) nutzten diesen Umstand zur Entwicklung einer Methode, die Paläoökologie eines fossilen Bioms zu rekonstruieren. Zu diesem Zweck werden die heutigen Verbreitungsgebiete aller in einer Fundstelle (oder Fundschicht) vorhandenen, rezent noch existenten Säugetiere übereinander projiziert. An jedem Ort wird anschließend die Anzahl der überlappenden Areale ausgezählt. Die geografischen Bereiche mit den meisten Überlappungen werden Äquivalenzareale genannt. Betrachtet man nun das heutige Klima (vor allem Temperatur und Niederschlag) in diesen Äquivalenzarealen, sind Rückschlüsse auf das Klima zur Zeit der Ablagerung der Fundschicht am Ort der Fundstelle möglich. Abstand und Richtung der Verschiebung eines Äquivalenzareals von der Fundstelle werden als Maß für die Veränderung der Bedingungen im Lebensraum der Fundstelle gegenüber heute angesehen. Eine Nord-Süd-Verschiebung gibt dabei laut RAUFUSS (2001, 2002) Aufschluss über Temperaturveränderungen, während sich die Kontinentalität in der Ost-West-Verlagerung widerspiegelt.

RAUFUSS (2001) entwickelte ein Verfahren zur automatischen Auszählung der Anzahl der überlagernden Verbreitungsareale rezenter Säugetierarten und -gattungen, den "Guilday Calculator". Hierzu digitalisierte er zunächst rezente Verbreitungsgebiete als Polygone im GIS und wandelte diese in Rasterdatensätze mit einer Zellgröße von 0,2° um, um sie anschließend als ASCII-Datensätze zu exportieren. Diese werden bei der Analyse von einem eigens hierfür geschriebenen C++ Programm eingelesen, das das Exportformat beibehält, und so verarbeitet, dass eine Datei mit den überlappenden Arealen erzeugt wird. Diese kann nun wiederum in das GIS importiert werden (RAUFUSS 2001, 2002).

In der vorliegenden Arbeit wurde der "Guilday Calculator" in Verbindung mit dem Programm ArcView GIS 3.2a der Firma Esri als Hilfestellung zur Klimaanalyse der Fundschichten im Zigeunerfels verwendet. Säugetierfaunen werden maßgeblich von Wechselwirkungen zwischen Klima und Vegetation beeinflusst. Die Wasserbilanz eines Vegetationsstandortes wird hauptsächlich durch die Klimafaktoren Niederschlag und Temperatur (und der sich daraus ergebenden Verdunstung) bestimmt. Voraussetzung eines Klimavergleiches ist daher die angemessene, übersichtliche Darstellung beider Faktoren und eine solide Klassifikation. Die Klima-Informationen zu den Äquivalenzarealen wurden der

Seite [www.klimadiagramme.de](http://www.klimadiagramme.de) (MÜHR 2006) entnommen. Sie stellen jeweils das 30jährige Mittel dar und beruhen auf Quellen des Deutschen Wetterdienstes, des International Panel of Climate Change (World Meteorological Organization und United Nations Environment Programme) und des National Climatic Data Center, Asherville, USA (MÜHR schriftl. Mttlg. 15.01.2007). Diese Diagramme wurden in der vorliegenden Arbeit optisch so angeglichen, dass sich in den entsprechenden Abbildungen ein einheitliches Bild zeigt. Die ursprünglich in den Grafiken enthaltene Information über die Klimazone der Köppen-Geiger-Klassifikation wurde der Übersicht halber aus den Abbildungen entfernt und in den Text integriert. Die Einordnung der Klimastationen zu Klimazonen bezieht sich auf die Klassifikation nach KÖPPEN (1900) und GEIGER (1954) (KOTTEK et al. 2006). Die Bedeutungen der in dieser Arbeit verwendeten Abkürzungen für die Klimazonen sind wie folgt:

Kürzel	Beschreibung	Definition
C	warmgemäßigtes Klima	Temperatur des kältesten Monats zwischen +18 und -3 °C
D	Boreales oder Schnee-Klima	Temperatur des kältesten Monats unter -3 °C
f	feucht	alle Monate feucht, weder Sommer- noch Winterniederschlag extrem niedrig
b	warme Sommer	Mitteltemperatur des wärmsten Monats unter +22° C, mindestens vier Monate mit Mitteltemperaturen von wenigstens +10° C
c	kühle Sommer	Mitteltemperatur des wärmsten Monats unter +22° C, maximal drei Monate mit Mitteltemperatur von wenigstens +10° C und kältester Monat über -38 °C

Die Verbreitungsgebiete einiger Taxa sind im Guilday Calculator nicht verfügbar, weshalb die folgenden nicht in die Arealanalyse eingehen konnten: Chiroptera indet., *Lepus europaeus*, *Microtus* sp., *Martes* sp., *Felis* sp. und *Bos* sp. Mit diesen Ausnahmen wurden nach dem Verfahren von GUILDAY et al. (1964) alle sicheren Nachweise einbezogen, auch klimatisch indifferente Arten. Euryöke Formen können aber laut RAUFUSS (2001, 2002) zu ungenauen klimatischen Aussagen führen. Daher verweist er auf die Möglichkeit der Qualifizierten Analyse, in die lediglich stenöke Taxa eingehen. Als stenök definiert RAUFUSS (2001) diejenigen Säugetiere, die in möglichst wenigen Klimazonen vorkommen. Da jedoch die nicht Klima anzeigenden Säugetiere einen wesentlichen Bestandteil der Faunen des Zigeunerfelsens ausmachen und auch in deren Verbreitungsarealen eine gewisse Aussagekraft liegt, wird hier auf die Qualifizierte Analyse verzichtet.

### Statistischer Faunenvergleich

Zum Vergleich einzelner Faunenassoziationen und zur Überprüfung der bisherigen Ergebnisse wurde eine statistische Ähnlichkeitsanalyse durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden Faunen aus möglichst allen Zeitscheiben und Regionen ausgewählt und deren Inhalt

untereinander verglichen. Für diese Auswertung kommen ausschließlich solche Fundstellen/-schichten infrage, die eine möglichst diverse, sicher bestimmte Fauna enthalten. Insgesamt wurden 56 Faunen in diesen Vergleich einbezogen. In zwei Fällen vieler Einzelfunde und weniger Assoziationen für ein Gebiet und eine Zeitscheibe, wurden Faunen zusammengefasst, nämlich für das Ahrensburger Tunneltal (112, 113, 118) im Meiendorf und für Schonen (080, 087) im Bølling-Allerød-Komplex. Wie in der anteiligen Faunenauswertung wurden die unsicher eingestuften Taxa ausgeschlossen. Um Bestimmungen als *Apodemus* sp., *Cricetus* sp., *Rhinolophus* sp. und *Nyctalus* sp. in die Ähnlichkeitsanalyse einbeziehen zu können und den Effekt von Fehlbestimmungen von *Myodes rutilus* als *M. glareolus* auszuschließen, wurden die Arten auf Ebene der jeweiligen Gattungen (alle Kategorie te) zusammengefasst. Die ausgewählten Fundstellen beinhalten insgesamt 77 Arten und Gattungen, die in die Analyse eingingen. Um ein unabhängiges Ergebnis zu erhalten, erfolgte keine Kategorisierung. Jedes Taxon und jede Fundschicht ging einzeln in die Auswertung ein, ohne auf klimatische Anpassung bzw. Region Rücksicht zu nehmen. Auf diese Weise wird die Aussagekraft der gewählten Gruppen getestet. Es wurde ausschließlich das absolute Auftreten der Arten und Gattungen gewertet (1 = tritt auf; 0 = fehlt); Individuenzahlen wurden nicht berücksichtigt. Auf diesem Weg entstand eine binäre Rohmatrix, in der die Spalten die Lokalitäten (Objekte) und die Zeilen die Taxa (Variablen) wiedergeben (App. 6.A, Arbeitsblatt "Rohmatrix", CD). Die Abkürzung der Ortsnamen erfolgte aus technischen Gründen. Der Schlüssel ist App. 6.A, Arbeitsblatt "Legende", zu entnehmen. Die statistischen Berechnungen wurden mit dem Programm Systat Version 7.0 (SPSS Inc.) durchgeführt. Die eingeleseene binäre Matrix wurde in eine Ähnlichkeitsmatrix umgewandelt, so dass die Distanzen zwischen den Lokalitäten dargestellt sind. Hier wurde der Ähnlichkeitsindex nach JACCARD (1901) verwendet. Dieser beträgt 1,0 bei 100% Übereinstimmung und 0, wenn keines der Taxa einer Fundstelle in der jeweils verglichenen vorkommt. Die Ähnlichkeitsmatrix befindet sich in App. 6.B (CD). Diese Matrix bildet die Grundlage für insgesamt sechs hierarchische Clusteranalysen (Single Linkage method (nearest neighbor); Euclidean Distances) – für die Gesamtheit der Fundstellen sowie für jede der fünf Zeitscheiben. Das beschriebene Verfahren wurde aufgrund der Empfehlungen von KACHIGAN (1991) und SHI (1993) gewählt.

**Appendix 8. Zigeunerfels: Lage der Schichten**

Westen

Osten

	4b	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11a	11b	12a	12b	13a
7		A	A	A+B	A+B	B	B											
8				AB	B	B	B											
9				B	B	B	B			C		AC+C	AC					
10												C						
11					?C			A+C		C	C	AC						
12						C		?C		C	C	C	C					
13				A	A+?C	C	C	C	C	C	C	C	C					
14				A	A+C	C	C	C	C	C	C	C						
15				A	A	C	C	C	C	C	C		C					
16				A	A		C	C	C		CD		CD					
17				A	A		C	CD	C									
18							C	C	C	CD + D	D	D	D	D	D	D	D	D
19								CD	CD	D	D	D	D	D	D	D	D	
20								D	D	D	D	D	D	D	D	D		D
21								D	D	D	D	D	D	D		D	D	
22					D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
23				D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
24				D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
25			D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D			D		
26				D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		D	D	
27				D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		D	D	D	
28				D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
29			D		D	D	D	D	D	D	D	D	DE	D+DE+ E	D			?E
30			D	D	D+DE	D	D	D	D	D	D	D+DE	DE+E	?D+E	?D+?E			?D
31			?D		D+DE+E	D+DE+E	D+DE	D+DE+E	D+DE+E	D+DE+E	D+DE+E	D+DE+E	E	E	E			

32		?E	?DE	?D+?D	D+DE+E	D+DE+E	D+DE+E	DE+E	D+DE+E	D+DE+E	D+DE+E	D+DE+E	?DE+E	?E	?E+EF			
33			E	?E	D+DE+E	D+DE+E	E	E	D+E	D+DE+E	DE+E	DE+E	?E	?E+EF	?E+EF			
34		E	E	E	D+DE+E+EF	E	E	E	DE+E	DE+E	E	E+EF	E+EF	EF	?E+EF			
35		?E	?E	E	D+DE+E+EF	E	E	E	E	E	E+EF	E+EF	?E+EF	?E+EF	?E+EF			
36		?E+?EF	?E+?EF	?EF	DE+E+EF	E	E	E+EF	E+EF	E+EF	?E+EF	?E+EF	EF	EF				
37		?EF	?EF	?EF	E+EF	?E+?EF	?E+EF	E+?EF+F	E+EF+F	E+EF	EF	EF+F	EF+F	?EF+F				
38		?EF	EF	?E+EF	E+EF	EF+F	EF	EF	EF+F	EF	EF+F	EF+F	EF+F	F				
39			?EF+?F	?EF+?F	E+EF+F	EF+F	EF+F	EF+F	EF+F	EF+F	F	F	F	F				
40		F	?EF	EF+F	EF+F	EF+F	EF+F	EF+F	EF+F	F	F	F	F	F	F			
41		F	F	F	EF+F	EF+F	?EF+F	F	F	F	F	F+FG	F+FG		?F+?FG			
42			F	F	EF+F	F	F	F	F+FG	F	F+FG	F+FG	FG+G	?F+FG+G				
43		F	F	F	EF+F	F+FG	F+FG	F+FG	F+G	F+FG+G	F+FG+G	FG+G	G	FG+G				
44		F	F	F	F	F+FG+?FG	F+FG+?G	F+FG+G	F+FG+G	FG+G+GH	G+GH	G+GH+H	G					
45		?F+G	F+?G	F	F	F+?G	F+G	FG+G+?H	FG+G+H	G+GH+H	G+GH+H	GH+H	H	H				
46	GH	G	FG+G	?F+G	F+G	F+G+H	G+H	FG+G+H	G+GH+H	GH+H	GH+H	H+HI	H+HI	H				
47	H	H	H	G+GH+H	G+H	G+H	GH+H	G+GH+H	G+GH	GH+H+HI	H+HI	H+HI	H					
48							HI	H	HI	HI								
49							HI						HI	HI				
50														HI				

## Appendix 10. Zigeunerfels: Maße Reh

*Capreolus capreolus*, Größe der Individuen aus dem Zigeunerfels im Vergleich zu allerødzeitlichen (Dietfurt) und neolithischen Funden (Burgäschisee) und rezenten Rehen. Vermessung heute fehlender Funde aus dem Zigeunerfels ("fehlt") und am Oberkiefer aus Dietfurt durch Prof. W. v. KOENIGSWALD, Bonn. Angaben entnommen den handschriftlichen Aufzeichnungen in den archivierten Unterlagen. Strecken in mm; Prozentangaben bezogen auf Rezentwerte (= 100%); x: Mittelwert; n: Anzahl der Funde.

### Oberkiefer

Gemessen	P2-P4	M1-M3	P2-M3
Zigeunerfels C10a13	29,9	36,1	64,9
Zigeunerfels B10a12	30,1	36,3	64,7
Zigeunerfels B10d12	30,2	36,7	65,3
Zigeunerfels B9b11	30,3	35,3	63,8
Zigeunerfels B10b11	-	34,5	-
Zigeunerfels B10d11	31,2	35,0	63,6
Zigeunerfels B11d12	-	35,0	-
Zigeunerfels x (n)	30,3 (5) = 107%	35,6 (7) = 114%	64,5 (5) = 110%
Dietfurt	28,4 = 100%	34,0 = 109%	60,3 = 103%
rezent (BOESSNECK 1956) x (n)	28,4 (10) = 100%	31,3 (15) = 100%	58,4 (10) = 100%

### Unterkiefer

Gemessen	p2-p4	m1-m3	p2-m3
Zigeunerfels B9c14 (fehlt)	27,7	-	-
Zigeunerfels C10a13	29,6	41,6	69,5
Zigeunerfels C10a13	27,9	41,3	68,1
Zigeunerfels B9a12	-	40,3	-
Zigeunerfels x (n)	28,4 (3)	41,1 (3)	68,8 (2) = 107%
Burgäschisee (JÉQUIER 1962) x (n)	28,1 (4)	39,5 (4)	68,7 (3) = 107%
rezent (BOESSNECK 1956) x (n)	-	-	64,4 (144) = 100%

### Unterkiefer

Gemessen	max. Breite distal
Zigeunerfels B11a12 (fehlt)	30,4
Zigeunerfels B11c12 (fehlt)	29,5
Zigeunerfels x (n)	30,0 (2) = 111%
Burgäschisee (JÉQUIER 1962) x (n)	28,6 (40) = 106%
rezent (BOESSNECK 1956) x (n)	27,0 (10) = 100%

### Scapula

Gemessen	Länge Proc. articularis	Länge Gelenkfläche	Breite Gelenkfläche	kl. Länge am Hals
Zigeunerfels C12a+b9-10	31,1 = 115%	24,1 = 112%	23,5 = 116%	19,4 = 113%
Burgäschisee (Jéquier 1962) x (n)	27,2 (31) = 101%	22,5 (30) = 100%	21,1 (34) = 105%	17,1 (36) = 100%
rezent (BOESSNECK 1956) x (n)	26,9 (5) = 100%	21,4 (5) = 100%	20,1 (5) = 100%	17,1 (5) = 100%

### Humerus

Gemessen	Breite der Trochlea
Zigeunerfels B11c12	28,6 = 118%
rezent (BOESSNECK 1956) x (n)	24,2 (3) = 100%

### Metacarpus

Gemessen	max. Breite distal	Tiefe distal	max. Breite proximal
Zigeunerfels B11c10 (Bissspuren)	23,6	15,0	-
Zigeunerfels B11c10	23,8	15,8	-
Zigeunerfels B11c10	-	-	21,5
Zigeunerfels B10c12 (fehlt)	23,5	15,4	-
Zigeunerfels B7c8+9	-	-	25,3
Zigeunerfels x (n)	23,6 (3) = 114%	15,4 (3) = 112%	23,4 (2) = 114%
Burgäschisee (JÉQUIER 1962) x (n)	20,3 (5) = 98%	-	19,8 (14) = 96%
rezent (BOSOLD 1968) x	20,6 (fem.) 21,0 (mask.) 20,8 = 100%	13,7 (fem.) 13,6 (mask.) 13,7 = 100%	20,2 (fem.) 20,9 (mask.) 20,6 = 100%

### Pelvis

Gemessen	Acetabulum-Länge inkl. Labrum	Acetabulum, Höhe d. medianen Randes
Zigeunerfels C7c14	33,2 = 122%	6,5 = 116%
rezent (LEMPPENAU 1964) x	27,2 = 100%	5,6 = 100%

### Metatarsus

Gemessen	Breite distal	Tiefe distal	Breite proximal	Tiefe proximal
Zigeunerfels B11d11	25,7	17,5	-	-
Zigeunerfels C12a9-10	25,9	17,0	-	-
Zigeunerfels B10b11 (fehlt)	-	-	20,6 = 107%	20,0 = 101%
Zigeunerfels x (n)	25,8 (2) = 114%	17,3 (2) = 117%	-	-
Burgäschisee (JÉQUIER 1962) x (n)	21,9 (?) = 96%	-	19,0 (12) = 98%	-
rezent (BOSOLD 1968) x	22,6 (fem.) 22,8 (mask.) 22,7 = 100%	15,3 (fem.) 15,4 (mask.) 15,4 = 100%	19,4 (fem.) 19,0 (mask.) 19,2 = 100%	19,8 (fem.) 19,8 (mask.) 19,8 = 100%

### Phalangen 3

Gemessen	diagonale Länge	max. Höhe	dorsale Länge
Zigeunerfels C7b13	28,1 = 116%	17,8 = 123%	28,5 = 130%
rezent (BOSOLD 1968) x	25,0 (fem. vorn) 24,5 (fem. hinten) 25,7 (mask. vorn) 24,7 (mask. hinten) 25,0 = 100%	13,6 (fem. vorn) 15,1 (fem. hinten) 13,9 (mask. vorn) 15,3 (mask. hinten) 14,5 = 100%	23,3 (fem. vorn) 23,9 (fem. hinten) 23,4 (mask. vorn) 24,1 (mask. hinten) 23,7 = 100%