



universität
wien

DIPLOMARBEIT

„Microwear Analyse am pleistozänen *Gulo gulo*
(LINNAEUS, 1758) und pleistozänen *Canis lupus*
LINNAEUS, 1758 aus Österreich und Tschechien“

verfasst von

Sarina Pychner

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 190406445

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Lehramtstudium UniStG, UF Mathematik UniStG, UF Biologie und
Umweltkunde UniStG

Betreut von:

ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Doris Nagel

Danksagung

Zunächst möchte ich Univ.-Prof. Mag. Dr. Doris Nagel, die mich während meiner Arbeit mit ihrem Wissen fachlich sehr kompetent betreut hat, danken. Durch das von ihr zur Verfügung gestellte Material, ihre hilfreichen Anregungen und einem konstruktivem Feedback wurde es möglich, eine für mich interessante Arbeit zu verfassen.

Mein besonderer Dank gilt Dr. Katharina Bastl, die meine Kolleginnen und mich, mit großer Geduld und kompetenten Fachwissen, in die Methode eingeführt hat und uns während dem praktischen Arbeiten immer tatkräftig unterstützt hat. Zudem möchte ich mich bei meinen Kolleginnen, Kerstin Egler und Viktoria Jetzinger, für die tolle Zusammenarbeit bedanken. Durch das gemeinsame Arbeiten und die zahlreichen Diskussionen waren sie während meiner Arbeit eine große Stütze.

Des Weiteren danke ich Alexander Bibl für seine Zeit und Unterstützung, die er uns während unserer Arbeit am Naturhistorischen Museum, geschenkt hat. Außerdem möchte ich mich bei Franz Mayer, Roland Mayer und Valentin Perlinger für ihre Unterstützung bedanken.

Martin danke ich für seine Unterstützung und die gründliche Durchsicht meiner Arbeit. Ich danke Miriam und meinen Großeltern, die immer ein Rückhalt für mich sind. Ein großes Danke gilt meinen Eltern, die mir mein Studium ermöglicht haben, mich während meiner Arbeit sehr unterstützt haben und auf die ich mich immer verlassen kann.

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig ohne Benutzung andere als der hier angegebenen Quellen verfasst habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Ich versichere, dass ich diese Diplomarbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegt habe.

Wien, 22.11.2013

Sarina Pychner

Abstract

During the course of this work, the microwear-method was applied to carnassial teeth of Carnivora, including extant Mustelidae, Mephitidae and Canidae and fossil ones from Austria (Late Pleistocene) and Czech Republic (Late Pleistocene). In addition there was data included concerning Hyaenidae, Canidae and Felidae. The enamel microwear for the pleistocene *Gulo gulo* and for the pleistocene *Canis lupus* was compared to the extant microwear results. According to this analyses the diet of the pleistocene *Canis lupus* consists mostly of meat, but did not include bones. The diet of the pleistocene *Gulo gulo* was very similar to the one of the extant *Gulo gulo*, who is predominantly an omnivorous.

Zusammenfassung

Im Zuge dieser Arbeit wurden die Zähne der Brechschere von Carnivoren mithilfe der Microwear-Methode untersucht. Diese beinhalten heutige Vertreter der Familien der Mustelidae, Mephitidae und Canidae, sowie fossile aus Österreich (Jungpleistozän) und Tschechien (Jungpleistozän). Weiters wurden Daten von rezenten Vertretern der Familien der Hyaenidae, Canidae und Felidae hinzugefügt. Die Microwear-Analyse vom pleistozänen *Gulo gulo* und vom pleistozänen *Canis lupus* wurde mit dem rezenten Datensatz verglichen und das mögliche Ernährungsmuster dieser pleistozänen Vertreter rekonstruiert. Der pleistozäne *Canis lupus* nahm, dieser Analyse zufolge, hauptsächlich Fleisch zu sich und vermied Knochen. Vorwiegend omnivor ernährte sich der pleistozäne *Gulo gulo*, wobei er ein sehr ähnliches Ernährungsmuster wie der rezente *Gulo gulo* aufweist.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	11
1.1. Artendiversität Österreichs	11
1.2. Ordnung Carnivora.....	12
1.2.1. Familie Mustelidae	12
<i>Gulo gulo</i> (LINNAEUS, 1758).....	13
1.2.2. Familie Canidae	16
<i>Canis lupus</i> LINNAEUS, 1758.....	17
1.3. Vergleichstiere und deren Ernährung	22
1.3.1. Familie Mustelidae	22
1.3.2. Familie Mephitidae	31
1.3.3. Familie Canidae	32
1.3.4. Familie Hyaenidae	35
1.3.5. Familie Felidae.....	36
1.4. Fundstellen.....	38
1.4.1. Drachenhöhle bei Mixnitz	38
1.4.2. Katerloch bei Weiz	39
1.4.3. Teufelslucke bei Eggenburg.....	39
1.4.4. Prědmost (Tschechien)	40
1.5. Das Pleistozän	41
1.5.1. Definition und zeitliche Gliederung.....	41
Was ist ein Eiszeitalter?	41
Das Pleistozän.....	43
Das Jungpleistozän.....	44
Datierungsmethoden.....	45
1.5.2. Das Klima des Pleistozäns.....	51
Rekonstruktion des Klimas aufgrund der Geologie	52

Das Klima im Allgemeinen	53
Verschiebung der Klimazonen	54
1.5.3. Flora und Fauna im Pleistozän.....	55
Die Flora	55
Die Fauna	58
1.5.4. Ursachen des Pleistozäns.....	60
2. Systematischer Teil	63
2.1. Methodik.....	63
2.1.1. Vorhergehende Studien	63
2.1.2. Microwear-Analyse.....	65
Die Microwear-Spuren	69
2.2. Material.....	72
2.2.1. Das fossile Material	72
Beschreibung des fossilen Materials.....	72
Vermessung des fossilen Materials	75
Fotos des fossilen Materials	79
2.2.2. Das rezente Material	88
Fotos des rezenten Materials.....	90
2.3. Analysen.....	96
3. Diskussion	103
4. Ergebnisse.....	106
5. Literaturverzeichnis.....	107
6. Abbildungsverzeichnis	121
7. Anhang	122

1. Einleitung

1.1. Artendiversität Österreichs

In Österreich sind derzeit 93 Säugetierarten etabliert, von denen 84 Arten zu den autochthonen Arten zählen (BAUER, 2001). Die autochthone Fauna betrachtet, entspricht das knapp 49% der in ganz Europa vorkommenden Säugetiere (MITCHELL-JONES ET AL., 1999, zitiert in BAUER, 2001). In Bezug auf die Fläche, welche Österreich einnimmt, entspricht das einer relativ großen Artenzahl. Der Grund dieser hohen Artendiversität liegt zum einen daran, dass durch das Vorkommen dreier biogeographischer Regionen viele unterschiedliche Lebensräume entstehen. Zum anderen ist die Anzahl an relikitären Arten infolge der mannigfaltigen Wiederbesiedelung relativ groß (BAUER, 2001; SIMPSON, 1964, zitiert in BAUER, 2001).

Die Zusammensetzung der rezenten Fauna und Flora in Österreich wurde bedeutend durch die klimatischen Veränderungen während der letzten Eiszeit, als auch durch die anschließende Wiederbesiedelung von Arten, die während der letzten Eiszeit unterschiedliche Refugien bewohnten, geprägt. Aufgrund dieser unterschiedlichen Rückzugsräume kam es teilweise zur Differenzierung von Arten und anschließendem Aufeinandertreffen bei der Wiederbesiedelung Österreichs nach der letzten Eiszeit (BAUER, 2001).

1.2. Ordnung Carnivora

"Als Carnivora, Raubtiere, werden einige Gruppen von Säugetieren zusammengefaßt, die sich vorwiegend als Beutegreifer vom Fleisch anderer Vertebrata ernähren und offensichtlich einheitlicher Herkunft sind." (STARCK, 1995:750) Zu beachten ist, dass sich Carnivoren jedoch nicht ausschließlich von Fleisch ernähren. Aufgrund ihrer großen Diversität, sind in dieser Ordnung verschiedene Ernährungsformen, von hypercarnivor bis hin zu hypocarnivor, vertreten (GOILLOT ET AL., 2009).

Die Ordnung der Raubtiere wird in zwei Unterordnungen unterteilt: Feliformia (120 Arten aus 56 Gattungen) und Caniformia (161 Arten aus 72 Gattungen) (WILSON, 2009). Im Weiteren beziehe ich mich, die systematischen Stellungen der Tierarten betreffend, auf WILSON & REEDER (<http://www.vertebrates.si.edu/msw/mswcfapp/msw/search.cfm> - 18.7.2013).

1.2.1. Familie Mustelidae

Die Familie der Musteliden tritt bereits seit dem Oligozän auf und ist somit eine relativ alte Carnivoren-Familie. Vertreter dieser Familie findet man über viele verschiedene Klimazonen verbreitet, von der tropischen bis hin zur borealen Zone. Es treten sowohl terrestrische als auch aquatische Arten auf (GROISS, 2009; CAMPBELL & REECE, 2011).

Die Familie der Mustelidae zählt zur Unterordnung der Caniformia und ist mit ihren 57 Arten aus 22 verschiedenen Gattungen die größte Familie innerhalb der Ordnung der Carnivora (LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009).

In Österreich findet man heute neun Arten aus vier verschiedenen Gattungen: *Martes martes*, *Martes foina*, *Mustela nivalis*, *Mustela putorius*, *Mustela eversmanii*, *Mustela erminea*, *Mustela vison*, *Meles meles* und *Lutra lutra* (SPITZENBERGER, 2001).

Wie alle Carnivoren besitzen auch die Musteliden ein sehr spezialisiertes Gebiss mit der sogenannten Brechschere (GROISS, 2009; ZIEGLER, 2008). "Die "Brechschere", darunter versteht man diejenigen Zähne, die an der Stelle sitzen, an der bei größtem Öffnungswinkel der beiden Kiefer, der meiste Druck erzeugt werden kann, wird in der

überwiegenden Zahl der modernen Formen von P^4 und M_1 gebildet." (GROISS, 2009:181) Im Allgemeinen sind die Zähne der Musteliden versetzt angeordnet und bei den meisten Vertretern scharf (GROISS, 2009).

Des Weiteren besitzen die Musteliden im Vergleich zum Körper relativ kurze Beine und sind Sohlengänger, was in der Ordnung der Carnivora eine Seltenheit ist. Der Sohlengang, bei dem der ganze Fuß den Boden berührt, ist die ursprünglichste der verschiedenen Fortbewegungsarten (GROISS, 2009; ZIEGLER, 2008).

***Gulo gulo* (LINNAEUS, 1758)**

"Der deutsche Name leitet sich vom norwegischen *Fjellfraß* (*fjell*=Hochland; *fraß*=Katze) ab." (GROISS, 2009:188) Demnach hat der deutsche Name "Vielfraß" nichts mit seinen Fressgewohnheiten zu tun (GÖRNER, 1988).

Der rezente *Gulo gulo*

Systematische Stellung

Klasse:	Mammalia LINNAEUS, 1758
Ordnung:	Carnivora BOWDICH, 1821
Unterordnung:	Caniformia KRETZOI, 1938
Familie:	Mustelidae FISCHER, 1817
Unterfamilie:	Mustelinae FISCHER, 1817
Gattung:	<i>Gulo</i> PALLAS, 1780
Art:	<i>Gulo gulo</i> (LINNAEUS, 1758)

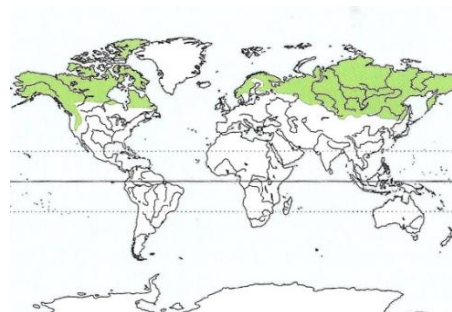


Abb. 1: Verbreitungsgebiet von *Gulo gulo* (LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009:627)

Verbreitungsgebiet

Das heutige Verbreitungsgebiet des *Gulo gulo*, ist Nordamerika, Europa und Asien. Wie in Abbildung 1 ersichtlich ist, erstreckt es sich in Nordamerika von Kanada bis zur USA (Alaska, Wyoming, Idaho, Montana), auf der Paläarktis von Skandinavien (Norwegen, NW-Schweden, teilweise Nord- und Ost-Finnland), über Russland, die Mongolei bis in den Norden Chinas. Dort bewohnt er vorwiegend den borealen,

winterkalten Nadelwald und die Taiga Skandinaviens (GROISS, 2009; KOENIGSWALD, 2002; CAMPBELL & REECE, 2011; HEPTNER & NAUMOV, 2002; DÖPPES, 2001; STARCK, 1995; WILSON & REEDER (Internetquelle); LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009), er kommt aber auch teilweise in Moor- und Felsgebieten vor. Im Gebirge ist er bis in eine Höhe von rund 4.000 Metern vertreten (GÖRNER, 1988). Seine bevorzugten Lebensräume sind allerdings von der Jahreszeit abhängig, so zieht der Vielfraß im Winter eine tundrenähnliche Landschaft vor, im Sommer hingegen die Wälder (PACHER & DÖPPES, 1997). Dieser Wechsel zwischen verschiedenen Lebensräumen kann aber auch mit dem Vorkommen oder Nichtvorkommen von Beutetieren zusammenhängen (HEPTNER & NAUMOV, 1974, zitiert in DÖPPES, 2001).

Äußere Merkmale und Lebensweise

Gulo gulo ist die größte europäische Art in der Familie der Mustelidae. Der Vielfraß kann eine Länge von über einem Meter erreichen und bis zu 18 Kilogramm wiegen (GROISS, 2009; KOENIGSWALD, 2002). Langes, dunkelbraunes Fell, auf dem an den Flanken für gewöhnlich hellere Streifen zu erkennen sind, bedeckt seinen Körper (HEPTNER & NAUMOV, 2002; STARCK, 1995). Er ist, wie alle Vertreter der Mustelidae, ein Sohlengänger und hat durch seine breiten Pfoten und der Spannhaut zwischen den Zehen den Vorteil sich auf der Schneedecke gut fortbewegen zu können. Außerdem ist er ein guter Kletterer und nutzt Bäume, um Vorräte zu verstecken oder als Schutzzone (STARCK 1995; KOENIGSWALD, 2002; GÖRNER, 1988).

Der Vielfraß ist ein sesshaftes Tier, das vorwiegend als Einzelgänger und meist in der Dunkelheit beziehungsweise in der Dämmerung aktiv ist. Während des Winters baut er in der Erde, im Schnee, oder mithilfe von Geäst, Höhlen, in denen er auch seine Jungen zur Welt bringt (KOENIGSWALD, 2002; HEPTNER & NAUMOV, 2002; PULLIAINEN, 1993). Die Feinde des Vielfraßes sind der Bär, der Luchs, der Wolf und der Mensch (GÖRNER, 1988).

Nährungsverhalten

Der Vielfraß ist ein Omnivore, der sich jedoch vorwiegend carnivor ernährt. Seine Nahrung besteht, neben frischem Fleisch auch aus Aas und pflanzlichen Bestandteilen. Er besitzt ein massives Gebiss, mit dem er unter anderem auch Knochen brechen kann (KOENIGSWALD, 2002; GÖRNER, 1988; HEPTNER & NAUMOV, 2002; GROISS, 2009). Seine Zähne sind jedoch zum Teil nicht so scharf wie bei

anderen Vertretern der Mustelidae. Die Zahnformel lautet im Oberkiefer: 3141; im Unterkiefer: 3142 (GROISS, 2009).

Die Nahrungszusammensetzung variiert im Laufe des Jahres aufgrund der verschiedenen Jahreszeiten. Im Winter ernährt er sich vorwiegend von Huftieren, vor allem von Rentieren und Elchen. Der Nahrungsanteil an Huftieren beträgt 45-75% (HEPTNER & NAUMOV, 2002). Des Weiteren zählen zu seinen Beutetieren Lemminge, Schneehasen, Kleinnager, Rauhfußhühner und Insekten (KOENIGSWALD, 2002; GROISS, 2009; STARCK, 1995; GÖRNER, 1988). Auffallend ist, besiedelt der Vielfraß gemeinsam mit Wölfen einen Lebensraum, wird der Anteil an Aas deutlich gesteigert (TEPLOV, 1955, zitiert in HEPTNER & NAUMOV, 2002). Der Grund liegt darin, dass der Vielfraß gerne bereits erlegte Beute von Wölfen, aber auch von anderen Raubtieren, weiterverwertet (KOENIGSWALD, 2002; GÖRNER, 1988). Kommen in seinem Lebensraum keine Wölfe und gleichzeitig wenig Huftiere vor, gewinnen kleinere Säugetiere und Kleinnager an Bedeutung. Dies ist auch im Sommer der Fall, wo seine Nahrung außerdem aus Beeren, Früchten und Wespenlarven besteht. Des Weiteren zieht er im Sommer Aas dem frischen Fleisch vor (HEPTNER & NAUMOV, 2002). Oft versteckt der Vielfraß einen Teil seiner Beute entweder im Schnee oder auf Bäumen und nutzt diesen als Vorrat (KOENIGSWALD, 2002; GÖRNER, 1988; HEPTNER & NAUMOV, 2002).

Jagdverhalten

Gulo gulo erlegt Beutetiere, die eine größere Körpergröße als er selbst aufweisen, durch einen Biss in den Nacken oder in die Kehle. Kleinere Nagetiere werden gejagt oder aus der Erde ausgegraben (LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009).

Der pleistozäne *Gulo gulo*

"Im Laufe ihrer Entwicklungsgeschichte ist bei dieser Gattung eine stete Größenzunahme zu beobachten. Der pliozäne Plesiogulo wird im ausgehenden Pliozän von Gulo minor SOTNIKOVA abgelöst, dem im frühen Pleistozän Gulo schlosseri KORMOS und im frühen Mittel-Pleistozän Gulo gulo LINNAEUS folgt." (GROISS, 2009:185-188)

Gulo schlosseri, der als Vorfahre des *Gulo gulo* gilt, war im Vergleich zu seinem Nachfolger kleiner und kam nur in warmen, gemäßigten Regionen vor (GROISS, 2009).

Verschiedene Funde von *Gulo gulo* Resten belegen das Vorkommen in Mitteleuropa während des Pleistozäns. Allerdings trat er hier nur während der Glaziale auf, da er ähnliche klimatische Verhältnisse, wie sie heute in der Taigazone vorherrschen, bevorzugte. Im jüngsten Pleistozän erstreckte sich sein Verbreitungsgebiet von Dänemark bis zu den Pyrenäen (KOENIGSWALD, 2002; GROISS, 2009).

1.2.2. Familie Canidae

Die Familie der Canidae zählt zur Unterordnung der Caniformia und umfasst insgesamt 35 Arten aus 13 Gattungen, wobei die Gattungen *Canis*, *Vulpes*, *Nyctereutes* und *Alopex* in Europa vertreten sind (SILLERO-ZUBIRI, 2009; STARCK, 1995; GÖRNER, 1988). Heute findet man Vertreter der Familie der Canidae auf allen Kontinenten, sie fehlten allerdings primär auf Neuseeland, Madagaskar, den Molukken, Neuguinea und einigen kleineren Inseln (GROISS, 2009; STARCK, 1995).

In Österreich kommen vier Canidenarten vor: *Nyctereutes procyonoides*, *Vulpes vulpes*, *Canis lupus* und *Canis aureus* (SPITZENBERGER, 2001).

Das Gebiss der Caniden weist eine sehr gut entwickelte Brechschere auf, die zwischen P_4 und m_1 liegt. Im Allgemeinen ist ihr Nahrungsspektrum sehr groß, auch pflanzliche Kost kann zu bestimmten Jahreszeiten eine große Rolle spielen (GROISS, 2009).

***Canis lupus* LINNAEUS, 1758**

Der rezente *Canis lupus*

Systematische Stellung

Klasse:	Mammalia LINNAEUS, 1758
Ordnung:	Carnivora BOWDICH, 1821
Unterordnung:	Caniformia KRETZOI, 1938
Familie:	Canidae FISCHER, 1817
Gattung:	<i>Canis</i> LINNAEUS, 1758
Art:	<i>Canis lupus</i> LINNAEUS, 1758

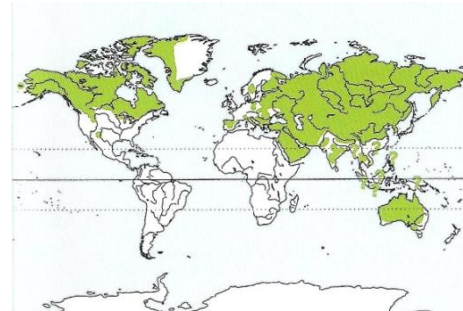


Abb. 2: Verbreitungsgebiet von *Canis lupus* (SILLERO-ZUBIRI, 2009:431)

Verbreitungsgebiet

Wie in Abbildung 2 ersichtlich, erstreckt sich das heutige Verbreitungsgebiet von *Canis lupus* von Nordamerika, über Europa bis nach Asien und Australien (SILLERO-ZUBIRI, 2009). Er kommt vor allem außerhalb Europas, in Kanada und Alaska, verhältnismäßig zahlreich vor. Auch in den USA treten noch isolierte Populationen auf (OKARMA, 2002). In Europa findet man ihn, wenn auch nicht so zahlreich, vor allem in Süd- und Mitteleuropa (Rumänien, ehemaliges Jugoslawien, Griechenland, Albanien, Bulgarien, Slowakei und Polen), aber auch in den Bergregionen Spaniens, Italiens und Portugals. Außerdem bewohnt eine kleine Anzahl die Länder Finnland, Schweden und Norwegen. In Asien kommt der Wolf in Russland, der Mongolei, Indien, China, Afghanistan, Korea, der Türkei, Syrien, Saudi-Arabien, Israel, dem Irak und dem Iran vor (OKARMA, 1997).

In Europa lebt der heutige Wolf in der nordischen Tundra und in bewaldeten Gebirgsregionen, in großen zusammenhängenden Nadel- beziehungsweise Laubwäldern, oder in unzugänglichen Sumpfreionen (PACHER & DÖPPES, 1997; TELLERÍA & SÁEZ-ROYUELA, 1984, zitiert in PETERS, 1993; KOENIGSWALD, 2002). Außerhalb Europas bewohnt er Tiefländer, als auch Bergregionen (KOENIGSWALD, 2002). Im Gebirge ist er bis in eine Höhe von rund 3.000 Metern anzutreffen. Er besitzt zwar ein

weites Verbreitungsgebiet, dennoch ist zu beachten, dass er in vielen Gebieten durch das Einwirken des Menschen verschwunden ist (GÖRNER, 1988).

Grundsätzlich weist *Canis lupus*, aufgrund seiner ökologischen Anpassungsfähigkeit, sehr weite Verbreitungsgebiete auf. Diese Gebiete beinhalten viele verschiedene Lebensräume, wie die nordische Tundra, die Steppe, als auch boreale und gemäßigte Wälder (KOENIGSWALD, 2002). *"Innerhalb ihres Verbreitungsareals sind Wölfe sehr ungleichmäßig verteilt. Ein wesentlicher Faktor ist das Angebot an Beutetieren (vor allem Paarhufer)."* (STARCK, 1995:805)

Äußere Merkmale und Lebensweise

Wölfe sind grundsätzlich sehr große Tiere mit relativ langen Beinen (GROISS, 2009). Aufgrund dieser langen Beine und der schlanken, gestreckten Pfoten, ist der Wolf ein sehr guter Läufer (KOENIGSWALD, 2002). Sie sind Zehengänger, das heißt der Mittelfuß liegt nicht am Boden auf, wodurch eine höhere Geschwindigkeit, als beispielsweise beim Sohlengang, möglich ist (ZIEGLER, 2008). Wölfe besitzen, wie alle Vertreter der Canidae einen langgestreckten Kopf und eine spitze Schnauze, wobei der Stirnabfall sehr flach ist (GROISS, 2009; SCHAEFER, 2010).

Das Gebiss von *Canis lupus* ist wenig spezialisiert und durch seine massiven Zähne sehr kräftig. Die ausgeprägten Eckzähne sind für das Töten des Beutetieres maßgebend. Die ersten unteren Molaren, auch Reißzähne genannt, dienen als Fleischschneideschere (KOENIGSWALD, 2002; GROISS, 2009).

Wölfe leben teilweise als Einzelgänger, als Paare oder in einem sogenannten Rudel. Sie sind sowohl tag- als auch nachtaktiv. Neben dem Menschen ist noch der Bär als Feind zu nennen (GÖRNER, 1988).

Nahrungsverhalten

Das Nahrungsspektrum der Wölfe ist überaus vielseitig, unter anderem da ihr bewohntes Areal weitaus größer ist, als jenes der einzelnen Gattungen von Beutetieren (OKARMA, 2002). Wölfe besitzen die Fähigkeit sich gut an die entsprechende Nahrungssituation anzupassen. Einerseits können sie besonders große Nahrungsmengen auf einmal aufnehmen, andererseits sind sie in der Lage, längere Perioden, die durch Nahrungsmangel geprägt sind, zu überdauern (OKARMA, 2002).

Die Hauptnahrung von Wölfen ist Fleisch und Knochen, wobei sie sowohl Aas als auch frisches Fleisch fressen (GROISS, 2002). In der Regel wird das gesamte Beutetier, abgesehen von den größeren Knochen und Teilen des Fells, verzehrt (SILLERO-ZUBIRI, 2009). Zu bestimmten Jahreszeiten stehen auch Pflanzen auf ihrem Speiseplan, außerdem kann es vorkommen, dass sie Früchte zu sich nehmen (ZEDROSSER, 1996, zitiert in PACHER & DÖPPES, 1997; GROISS, 2009). Allerdings liegt der Anteil an Früchten und Beeren unter 10% (STARCK, 1995).

Als Beutetiere gelten vor allem große Huftiere, aber auch kleine bis mittelgroße Tiere werden gejagt (STARCK, 1995). Sein Hauptbeutetier ist mit einem Anteil von 46% das Reh, danach folgt der Rothirsch mit 25%, das Wildschwein mit 24%, das Mufflon mit 3% und der Feldhase mit 2% (SCHULZ, 2011). *"Charakteristisch ist auch, daß in einer gegebenen geographischen Region nur ein oder zwei Gattungen die Mehrheit der Beutetiere der Wölfe bilden."* (OKARMA, 2002:42) Des Weiteren kommen auch Fische, Frösche und Insekten in ihrem Nahrungsspektrum vor (GÖRNER, 1988).

Zu beachten ist, dass die Nahrungszusammensetzung im Laufe des Jahres deutlichen Schwankungen unterliegt. So bilden im Winter vor allem große Huftiere den Großteil ihrer Nahrung, während im Sommer deutlich mehr kleinere Säugetiere, Fische, Vögel, Amphibien, Reptilien, Insekten und Früchte verspeist werden (MECH, 1970, zitiert in OKARMA, 2002).

Nach dem Verzehr ihrer Beute, kann es vorkommen, dass der Wolf einige Male an die Stelle zurückkehrt, wo das Beutetier verspeist wurde und an den Knochen kaut (OKARMA, 2002). Außerdem wurde beobachtet, dass Wölfe teilweise Teile ihrer Beute verstecken (MILLER ET AL., 1985, zitiert in OKARMA, 2002).

Im Allgemeinen ist der Wasserbedarf von Wölfen sehr hoch, weshalb sie auch immer nahe an Gewässern leben (OKARMA, 2002).

Jagdverhalten

Gejagt wird als Einzelgänger oder im Rudel, wobei der Wolf sein Beutetier hetzt und versucht, es mit Bissen zu verletzen, bis dieses zusammenbricht (KOENIGSWALD, 2002; GROISS, 2009). Hierbei spüren die Wölfe das Beutetier auf und verringern vorsichtig die Entfernung zu diesem. Wenn das Beutetier den oder die Angreifer bemerkt, bleiben die Wölfe stehen und starren es an. Die Wölfe brauchen für den Angriff einen Auslösereiz, den das entfliehende Beutetier darstellt. Ergreift das Beutetier die Flucht, löst dieses Verhalten die unverzügliche Verfolgung durch den

Wolf, beziehungsweise die Wölfe, aus. Bleibt das Beutetier hingegen stehen, und zeigt somit die Bereitschaft sich zu verteidigen, lassen Wölfe oftmals von ihrer Beute ab (OKARMA, 2002). Wölfe jagen ihre Beute im Allgemeinen nur über eine kurze Distanz. Erreichen sie ihre Beute auf dieser Distanz nicht, lassen sie im Normalfall von ihr ab (MECH, 1966, zitiert in OKARMA, 2002). Das heißt, die eigentliche Jagdtechnik eines Wolfes besteht im Wesentlichen aus dem Anschleichen an das Beutetier, dem plötzlichen Angriff mit maximaler Geschwindigkeit und der kurzen Verfolgung (OKARMA, 2002).

Wenn Wölfe in Gruppen jagen, handeln sie oft sehr organisiert. Dabei werden die Rollen verteilt und die Beute den anderen Wölfen zugetrieben (BIBIKOV, 1985, zitiert in OKARMA, 2002).

Der pleistozäne *Canis lupus*

Im Oligozän treten die ersten Vorfahren der heutigen Caniden auf. Die Gattungen *Canis*, *Cuon*, *Vulpes*, *Alopex* und *Nyctereutes* sind diejenigen, die durch Funde aus dem Pleistozän belegt sind (GROISS, 2009).

Erste Funde des *Canis lupus* lassen sich dem späten Riss zuordnen (GROISS, 2009). Man findet den pleistozänen Wolf sowohl in der kaltzeitlichen als auch in der warmzeitlichen Fauna. Der Grund ist, dass der Wolf nicht sehr stark von ökologischen Bedingungen abhängig ist und sich darüber hinaus schnell anpassen kann (KOENIGSWALD, 2002).

Im Vergleich zum heutigen Verbreitungsgebiet, war sein damaliges deutlich größer. Er kam in Nordamerika, Europa über Asien bis nach Japan vor, wo er Wüsten, Hochgebirgsregionen und tropische Gebiete bewohnte (NOWAK, 1983, zitiert in OKARMA, 2002). "*Während des gesamten jüngeren Pleistozäns ist der Wolf im Frankenjura anzutreffen. In kühlen/kalten Phasen waren die bei uns vorkommenden Tiere deutlich größer als die heutigen Vertreter Mitteleuropas (BERMANNSche Regel).*" (GROISS, 2009)

Man entdeckte Funde von Wolfsresten, die dem jüngsten Pleistozän zugeordnet wurden, und eine deutlich geringere Größe aufwiesen als die anderen Wölfe aus dem Pleistozän. Man stellte die Vermutung auf, dass es sich dabei um bereits

domestizierte Wölfe handelt (KOENIGSWALD, 2002). Die ältesten Funde von *Canis lupus f. familiaris* LINNAEUS, 1758 wurden in Asien gemacht, mit einem Alter von über 20.000 Jahren (GROISS, 2009). Erste Funde des Haushundes in Mitteleuropa werden der Pleistozän-Holozän-Grenze zugeordnet (KOENIGSWALD, 2002).

Der Haushund unterscheidet sich vom Wolf unter anderem durch eine Reduktion der Körpergröße als auch der Schnauzenlänge, wodurch die Zähne zusammengedrängt und versetzt angeordnet werden (GROISS, 2009). Was bei der Zuordnung von Tierresten von Bedeutung ist, ist die Größe des ersten unteren Molaren. Dieser Zahn ist beim Haushund kleiner (nicht ganz 26mm) als bei anderen jungpleistozänen Wölfen (KOENIGSWALD, 2002).

1.3. Vergleichstiere und deren Ernährung

1.3.1. Familie Mustelidae

In Österreich kommen neun Mustelidenarten vor: *Martes martes*, *Martes foina*, *Mustela nivalis*, *Mustela putorius*, *Mustela eversmanii*, *Mustela erminea*, *Mustela vison*, *Meles meles* und *Lutra lutra* (SPITZENBERGER, 2001). Davon wurden in dieser Arbeit fünf Arten (*Martes martes*, *Martes foina*, *Mustela nivalis*, *Mustela putorius*, *Meles meles*) analysiert. Zusätzlich wurden die Mustelidenarten *Gulo gulo*, *Vormela peregusna* und *Mellivora capensis* untersucht.

In Österreich vorkommende Arten:

1. *Martes martes* (LINNAEUS, 1758)

Systematische Stellung

Klasse:	Mammalia LINNAEUS, 1758
Ordnung:	Carnivora BOWDICH, 1821
Unterordnung:	Caniformia KRETZOI, 1938
Familie:	Mustelidae FISCHER, 1817
Unterfamilie:	Mustelinae FISCHER, 1817
Gattung:	<i>Martes</i> PINEL, 1792
Art:	<i>Martes martes</i> (LINNAEUS, 1758)

Das Verbreitungsgebiet des Edel- oder Baummarders ist die Westpaläarktis, wie man in Abbildung 3 erkennen kann. Er ist von Nordportugal beziehungsweise Irland ausgehend bis Westsibirien, abgesehen vom nördlichsten Skandinavien, verbreitet. Die südliche Grenze des Verbreitungsgebiets sind die großen Mittelmeerinseln, die Türkei, der Iran und der



Abb. 3: Verbreitungsgebiet von *Martes martes* (LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009:630)

Irak, wo man ihn ebenfalls antrifft (BAUER, 2001; STARCK, 1995; GÖRNER, 1988; LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009). Er kommt sowohl im Flachland, als auch im Mittelgebirge vor und bewohnt die nemorale Waldzone mit Nadel- und Mischwäldern, die Taiga und die Waldsteppe. (HERRMANN, 2005, zitiert in SCHMIDT & STEFEN, 2009). Im Gebirge kommt er bis zur Baumgrenze vor (STARCK, 1995).

Martes martes findet man in Österreich in allen Großlandschaften. Die böhmische Masse und die Ostalpen gelten als seine Hauptverbreitungsgebiete, wobei er auch in den Donau-, Thaya- und Marchauen häufig auftritt (BAUER, 2001). *"Der Baummarder bewohnt Hochwaldbestände der verschiedensten Waldgesellschaften von der harten Au in der planar/kollinen Stufe bis zum Fichten-, Zirben- oder Lärchen-Almwald."* (BAUER, 2001:609) Er zieht naturbelassene Wälder bewirtschafteten vor, außerdem muss eine Krautschicht vorhanden sein, die die Basis für seine Beutetiere darstellt (BAUER, 2001).

Der Baummarder ernährt sich omnivor. Zu seinen Beutetieren zählen Kleinsäuger (vor allem Erdmäuse), Vögel (und deren Eier), Amphibien, Insekten, aber auch Früchte, Bucheckern, Beeren und Aas von größeren Säugetieren. Während die Kleinsäuger im Laufe des Jahres immer gleich bedeutend sind, variiert der Anteil an Aas, Früchten und Insekten (GÖRNER, 1988; SCHMIDT & STEFEN, 2009; LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009).

2. *Martes foina* (ERXLEBEN, 1777)

Systematische Stellung

Klasse:	Mammalia LINNAEUS, 1758
Ordnung:	Carnivora BOWDICH, 1821
Unterordnung:	Caniformia KRETZOI, 1938
Familie:	Mustelidae FISCHER, 1817
Unterfamilie:	Mustelinae FISCHER, 1817
Gattung:	<i>Martes</i> PINEL, 1792
Art:	<i>Martes foina</i> (ERXLEBEN, 1777)

Das Verbreitungsgebiet von *Martes foina* ist die Paläarktis. Es erstreckt sich von Zentral- und Südeuropa, einschließlich der Inseln Kreta, Rhodos und Korfu, bis hin zum Himalaya (STARCK, 1995; BAUER, 2001; DOUMA-PETRIDOU, 1984, MASSETI, 1998, zitiert in BAUER, 2001). Wie in Abbildung 4 ersichtlich ist, handelt es sich um ein relativ zerstückeltes Gebiet und ist vorwiegend an Gebirgs- und Hügellandschaften gebunden (BAUER, 2001).

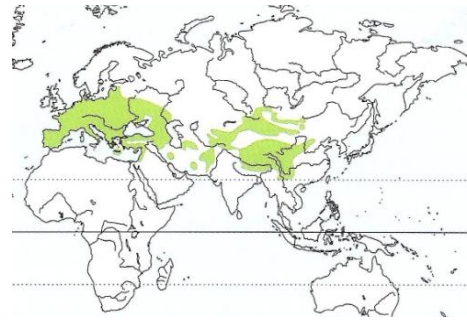


Abb. 4: Verbreitungsgebiet von *Martes foina* (LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009:629)

Ausnahmen in Europa sind Großbritannien, Island, Irland, Skandinavien und die oben nicht genannten Mittelmeerinseln (GÖRNER, 1988; SCHMIDT & STEFEN, 2009).

"In Österreich lebt der Steinmarder in allen Großlandschaften, wobei die Ebenen des pannonischen und illyrischen Klimagebietes und die Streusiedlungslandschaften am Rand der Grazer Bucht und des Klagenfurter Beckens ziemlich flächendeckend besiedelt sind ..." (BAUER, 2001:612) Sein typischer Lebensraum sind Mischwälder oder bewachsenes, felsiges Gelände, aber auch besiedeltes Gebiet. So findet man *Martes foina* in Österreich häufig in städtischen beziehungsweise dörflichen Siedlungsgebieten, wo er in Parklandschaften, in Gebäuden oder Gärten lebt (STARCK, 1995; SCHMIDT & STEFEN, 2009; BAUER, 2001). Der Steinmarder kommt in allen Höhenstufen, vom Flachland bis hin zur subalpinen Höhenstufe vor (BAUER, 2001).

Martes foina ernährt sich omnivor, vorwiegend von Kleinsäugern, Insekten, Reptilien, Amphibien, Vögeln (und deren Eiern), Würmern, Beeren und Früchten. Die verschiedenen Jahreszeiten und Habitate, und somit auch das Vorhandensein bestimmter Nahrung, spielen bei der Zusammensetzung seiner Nahrung eine große Rolle (GÖRNER, 1988; LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009).

3. *Mustela nivalis* LINNAEUS, 1766

Systematische Stellung

Klasse:	Mammalia LINNAEUS, 1758
Ordnung:	Carnivora BOWDICH, 1821
Unterordnung:	Caniformia KRETZOI, 1938
Familie:	Mustelidae FISCHER, 1817
Unterfamilie:	Mustelinae FISCHER, 1817
Gattung:	<i>Mustela</i> LINNAEUS, 1758
Art:	<i>Mustela nivalis</i> LINNAEUS, 1766

Wie man in der Abbildung 5 erkennen kann, ist das Mauswiesel, das kleinste Landraubtier, sowohl in der Nearktis, als auch in der Paläarktis verbreitet (STARCK, 1995; AULAGNIER ET AL., 2009). In der Paläarktis erstreckt sich sein Verbreitungsgebiet südlich bis nach Nordafrika beziehungsweise bis in den Iran, östlich bis in die Mongolei und nach Nordkorea und im Norden bis nach Skandinavien, es fehlt allerdings in Irland und Island (BAUER, 2001; MITCHELL ET AL., 1990, zitiert in BAUER, 2001; GÖRNER, 1988). In der Nearktis ist es in den USA und in Kanada verbreitet (LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009).

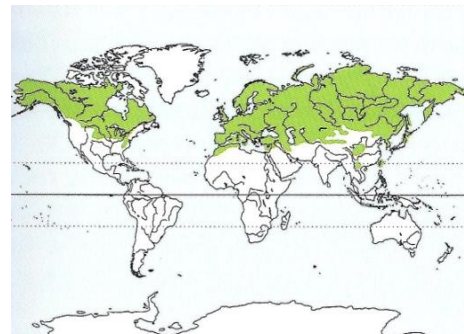


Abb. 5: Verbreitungsgebiet von *Mustela nivalis* (LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009:653)

Mustela nivalis kommt in ganz Österreich vor, besonders häufig im Gebiet des pannonischen Klimas. Nach *Vulpes vulpes* ist das Mauswiesel die in Österreich am häufigsten vorkommende Art der Ordnung der Carnivora (BAUER, 2001).

Das Mauswiesel bevorzugt warm-trockene Gebiete und bewohnt den Wald, das Grasland und die Steppe und kommt im Gebirge bis zur subalpinen Höhenstufe vor (STARCK, 1995; AULAGNIER ET AL., 2009; BAUER, 2001). Allerdings sind zumindest teilweise waldfreie Gebiete eine Voraussetzung, da dies der Lebensraum der wichtigsten Beutetiere ist. Außerdem kommt es vor, dass *Mustela nivalis* Bauten des

Menschen als Lebensraum nutzt, wie beispielsweise Steinhaufen, Hütten oder Ställe (BAUER, 2001).

Mustela nivalis ernährt sich vorwiegend carnivor. Zu seiner Nahrung zählen Kleinsäuger, vor allem Langschwanz- und Wühlmäuse, aber auch Amphibien, Reptilien, Vögel und Wirbellose. Außerdem nimmt das Mauswiesel auch gelegentlich Aas zu sich (STARCK, 1995; GÖRNER, 1988; LANGE & GÖRNER, 2009; LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009).

4. *Mustela putorius* LINNAEUS, 1758

Systematische Stellung

Klasse:	Mammalia LINNAEUS, 1758
Ordnung:	Carnivora BOWDICH, 1821
Unterordnung:	Caniformia KRETZOI, 1938
Familie:	Mustelidae FISCHER, 1817
Unterfamilie:	Mustelinae FISCHER, 1817
Gattung:	<i>Mustela</i> LINNAEUS, 1758
Art:	<i>Mustela putorius</i> LINNAEUS, 1758

Wie in Abbildung 6 ersichtlich, kommt der Iltis oder Waldiltis in Nordafrika, Asien und Europa vor (GÖRNER, 1988). Er ist in ganz Europa, abgesehen von Irland, der Halbinsel Krim und den Mittelmeerinseln, bis zum Uralgebirge verbreitet (STARCK, 1995; BAUER, 2001).

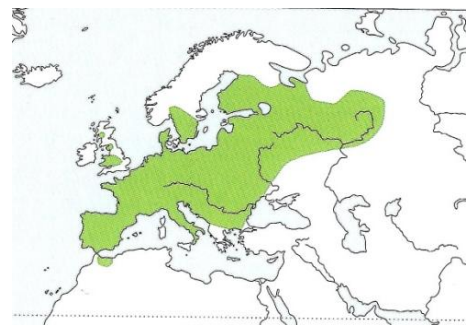


Abb. 6: Verbreitungsgebiet von *Mustela putorius* (LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009:654)

Mustela putorius bewohnt vorzugsweise Feuchtgebiete, wie bewachsene Fluss- und Bachufer und Wiesenlandschaften mit Gräben, aber auch Ackerbaugebiete und Waldränder (STUBBE, 1990, zitiert in LANGE, 2009; BAUER, 2001). Die von *Mustela putorius* besiedelten, unterschiedlichen Gebiete haben gemeinsam, dass diese meist sehr deckungsreich, beispielsweise durch das Vorhandensein von Büschen oder

Röhricht, sind. Der Waldiltis kommt sowohl in naturbelassenen Gebieten, sowie in der Nähe von, beziehungsweise in menschlichen Siedlungsgebieten vor (BAUER, 2001).

Mustela putorius ernährt sich vorwiegend von Kleinsäugetern (Ratten, Haus- und Waldmäuse), Amphibien, Fischen, Würmern, Krebstieren, bodenbrütende Vögeln und deren Eiern. Sein Nahrungsspektrum kann aber auch Aas und Früchte beinhalten (GÖRNER, 1988; LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009; BAUER, 2001).

5. *Meles meles* (LINNAEUS, 1758)

Systematische Stellung:

Klasse:	Mammalia LINNAEUS, 1758
Ordnung:	Carnivora BOWDICH, 1821
Unterordnung:	Caniformia KRETZOI, 1938
Familie:	Mustelidae FISCHER, 1817
Unterfamilie:	Mustelinae FISCHER, 1817
Gattung:	<i>Meles</i> BRISSON, 1762
Art:	<i>Meles meles</i> (LINNAEUS, 1758)

Der europäische Dachs ist, wie in Abbildung 7 ersichtlich, in ganz Europa verbreitet. Das relativ geschlossene Verbreitungsgebiet reicht im Norden bis nach Skandinavien, über Russland, den Nahen Osten, Syrien bis in den Norden von Afghanistan. Außerdem kommt er auf Rhodos, Kreta und auf den Balearen vor (STARCK, 1995; BAUER, 2001; LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009). Ausnahmen sind Island, Sardinien, Nordskandinavien, Korsika und Sizilien (GÖRNER, 1988).



Abb. 7: Verbreitungsgebiet von *Meles meles* (LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009:623)

Der europäische Dachs bewohnt Laub-, Nadel- und Mischwälder, gewässernahe Habitats, Grasland, Ackerland, Steppen und Halbwüsten. Er bevorzugt dabei das

Vorhandensein von Waldgebieten (Laub- und Mischwälder) sowohl im Flach- und Hügelland, als auch im Mittelgebirge (STARCK, 1995; GÖRNER, 1988; LANGE & STEFEN, 2009; BAUER, 2001; LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009).

Der Dachs ist in Österreich weit verbreitet und bewohnt vor allem die alpinen Tal- und Beckenlandschaften und die Nördlichen Voralpen, aber auch das Alpenvorland, die Böhmisches Masse, das Weinviertel, das Wiener Becken und das burgenländische Tiefland. In Österreich bevorzugt er Habitate, die durch Laub- und Auwälder geprägt sind (BAUER, 2001).

Meles meles ernährt sich omnivor, wobei Würmer (vor allem Regenwürmer), Insekten, Kleinsäuger, Schnecken, Amphibien, Reptilien, Vögel (auch deren Eier), Früchte, Wurzeln, Knollen, Getreide und Aas zu seiner Nahrung zählen (GÖRNER, 1988; LANGE & STEFEN, 2009; BAUER, 2001; KRUUK & PARISH, 1981, zitiert in BAUER, 2001). Die Nahrungszusammensetzung variiert in den verschiedenen Habitaten. So kommt der Anteil an Regenwürmern, bei einem im Wald lebenden Dachs, durchschnittlich auf 62%. Bewohnt er hingegen das Gras- oder Ackerland, nimmt er anteilmäßig gleich viel pflanzliches Material (Getreide und Früchte) wie Regenwürmer zu sich (rund 34%). Eine noch geringere Rolle spielen Regenwürmer in mediterranen Küstenhabitaten, wo die Hauptnahrung aus Früchten und Insekten besteht (LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009).

Außerhalb von Österreich vorkommende Arten:

6. *Vormela peregusna* (GÜLDENSTÄDT, 1770)

Systematische Stellung:

Klasse:	Mammalia LINNAEUS, 1758
Ordnung:	Carnivora BOWDICH, 1821
Unterordnung:	Caniformia KRETZOI, 1938
Familie:	Mustelidae FISCHER, 1817
Unterfamilie:	Mustelinae FISCHER, 1817
Gattung:	<i>Vormela</i> BLASIUS, 1884
Art:	<i>Vormela peregusna</i> (GÜLDENSTÄDT, 1770)

Wie man in Abbildung 8 erkennen kann, kommt der Tigeriltis in Süd- und Osteuropa, in Zentral- und Südwestasien (abgesehen von Arabien), in China und in der Mongolei vor (STARCK, 1995). Sein Lebensraum sind vorwiegend Wüsten, Halbwüsten und Steppen. Manchmal kommt er auch in Ortschaften und Flusstälern vor (GÖRNER, 1988).

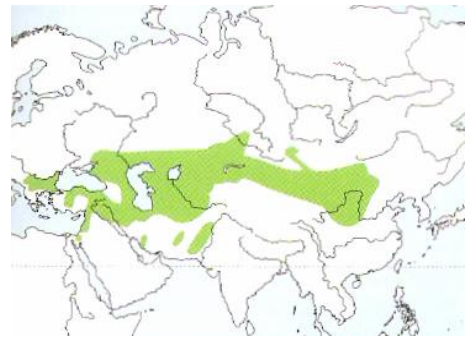


Abb. 8: Verbreitungsgebiet von *Vormela peregusna* (LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009:637)

Vormela peregusna ist ein Allesfresser, der aber vorwiegend tierische Nahrung zu sich nimmt. Neben Springmäusen, Rennmäusen, Ziesel, Hamstern, Reptilien, Amphibien, bodenbrütenden Vögeln (inklusive Eiern), zählen aber auch Früchte zu seiner Nahrung (GÖRNER, 1988; STARCK, 1995; LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009).

7. *Mellivora capensis* (SCHREBER, 1776)

Systematische Stellung

Klasse:	Mammalia LINNAEUS, 1758
Ordnung:	Carnivora BOWDICH, 1821
Unterordnung:	Caniformia KRETZOI, 1938
Familie:	Mustelidae FISCHER, 1817
Unterfamilie:	Mustelinae FISCHER, 1817
Gattung:	<i>Mellivora</i> STORR, 1780
Art:	<i>Mellivora capensis</i> (SCHREBER, 1776)

Der Honigdachs ist der einzige Vertreter dieser Gattung. Wie in Abbildung 9 ersichtlich, findet man ihn in Afrika (südlich der Sahara), in Vorderindien, im Iran, in Arabien, in Turkmenien, in Syrien und in Palästina (STARCK, 1995). Er bewohnt die unterschiedlichsten Habitate, vom tropischen Regenwald, über Feuchtgebiete, Steppen, Savannen bis hin zur Wüste (LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009).

Mellivora capensis ernährt sich omnivor, wobei vor allem kleine Säugetiere, Insekten, Amphibien, Reptilien und Vögel zu seiner Hauptnahrung zählen. Des Weiteren kommen auch Wurzeln, Beeren, Früchte, Honig und die Larven der Honigbienen in seinem Nahrungsspektrum vor. Obwohl der Honigdachs danach benannt wurde, stellt der Honig nur einen zweitrangigen Nahrungsbestandteil dar (STARCK, 1995; LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009).

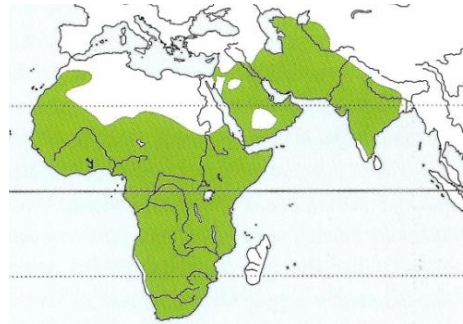


Abb. 9: Verbreitungsgebiet von *Mellivora capensis* (LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009:621)

8. *Gulo gulo* (LINNAEUS, 1758)

Der Vielfraß wurde bereits im Kapitel 1.2.1.Familie Mustelidae im Detail beschrieben.

1.3.2. Familie Mephitidae

9. *Mephitis mephitis* (SCHREBER, 1776)

Systematische Stellung

Klasse:	Mammalia LINNAEUS, 1758
Ordnung:	Carnivora BOWDICH, 1821
Unterordnung:	Caniformia KRETZOI, 1938
Familie:	Mephitidae BONAPARTE, 1845
Gattung:	<i>Mephitis</i> E.GEOFFROY SAINT-HILAIRE & F.G.CUVIER, 1795
Art:	<i>Mephitis mephitis</i> (SCHREBER, 1776)

Der Streifenskunk kommt wie alle Stinktiere ausschließlich in Amerika vor. Wie in Abbildung 10 ersichtlich, erstreckt sich sein Verbreitungsgebiet von Kanada bis nach Florida und Kalifornien. *Mephitis mephitis* ist an kein spezielles Habitat gebunden, solange ausreichend Nahrung und schutzbietender Bewuchs vorhanden sind (STARCK, 1995; DRAGOO, 2009).

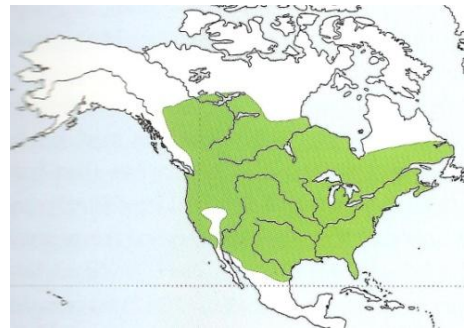


Abb. 10: Verbreitungsgebiet von *Mephitis mephitis* (DRAGOO, 2009:558)

Er ist ein opportunistischer Allesfresser, der vor allem Insekten als bevorzugte Nahrung aufnimmt. Des Weiteren zählen Würmer, Schnecken, Schlangen, Fische, Frösche, Mäuse, Früchte, Getreide, Nüsse, Aas, aber auch Abfälle zu seinem Nahrungsspektrum (DRAGOO, 2009).

1.3.3. Familie Canidae

In Österreich kommen vier Canidenarten vor: *Nyctereutes procyonoides*, *Vulpes vulpes*, *Canis lupus* und *Canis aureus* (SPITZENBERGER, 2001). Im Zuge dieser Arbeit wurden rezente Individuen der Arten *Nyctereutes procyonoides* und *Vulpes vulpes*, und fossile Individuen von *Canis lupus* untersucht.

10. *Nyctereutes procyonoides* (GRAY, 1834)

Systematische Stellung

Klasse:	Mammalia LINNAEUS, 1758
Ordnung:	Carnivora BOWDICH, 1821
Unterordnung:	Caniformia KRETZOI, 1938
Familie:	Canidae FISCHER, 1817
Gattung:	<i>Nyctereutes</i> TEMMINCK, 1838
Art:	<i>Nyctereutes procyonoides</i> (GRAY, 1834)

Das ursprüngliche Verbreitungsgebiet des Marderhundes, welches man in Abbildung 11 erkennen kann, ist Ostasien, wo er in der Mandschurei, in Korea, von Ost-China bis nach Nordindochina und Japan verbreitet ist. Heute kommt er aber auch, aufgrund von Aussetzungen, teilweise in Zentraleuropa, in Nordskandinavien und bis nach Südosteuropa vor (STARCK, 1995; GÖRNER, 1988).

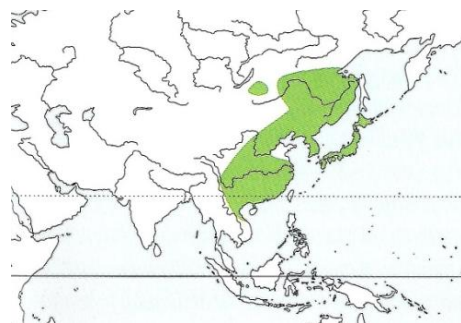


Abb. 11: Ursprüngliches Verbreitungsgebiet von *Nyctereutes procyonoides* (SILLERO-ZUBIRI, 2009:435)

Als Lebensraum bevorzugt er wassernahe Gegenden, vor allem Misch- und Laubwälder mit dichtem Unterwuchs in Niederungslandschaften und im Mittelgebirge (STARCK, 1995; GÖRNER, 1988; SACKL, 2001; NOWAK in STUBBE & KRAPP, 1993a, zitiert in SACKL, 2001).

In Österreich, sowie in den anderen europäischen und ostasiatischen Regionen, bewohnt der Marderhund vorzugsweise Gebiete, beginnend vom Flach- und Hügelland, bis zu einer Höhe von 400 Metern. Im Nördlichen Alpenvorland und in Gebieten der Böhmisches Masse wurde er sogar bis in eine Höhe von 600 Metern nachgewiesen (SACKL, 2001; NOWAK in STUBBE & KRAPP, 1993a, zitiert in SACKL, 2001).

Nyctereutes procyonoides ernährt sich omnivor. Seine Beutetiere sind vorwiegend Kleintiere, wie Amphibien und Mäuse, aber auch Jungvögel, Fische, Insekten, Weichtiere, Aas, Früchte, Samen und Knollen zählen zu seiner Nahrung (STARCK, 1995; GÖRNER, 1988). Im Vergleich zu anderen Wildcaniden, ist der Anteil an pflanzlicher Nahrung relativ hoch. Dennoch liegt der Anteil an Aas, besonders in den Wintermonaten, darüber (STIER, 2006, zitiert in LUX & SCHMIDT, 2009).

11. *Vulpes vulpes* (LINNAEUS, 1758)

Systematische Stellung

Klasse:	Mammalia LINNAEUS, 1758
Ordnung:	Carnivora BOWDICH, 1821
Unterordnung:	Caniformia KRETZOI, 1938
Familie:	Canidae FISCHER, 1817
Gattung:	<i>Vulpes</i> FRISCH, 1775
Art:	<i>Vulpes vulpes</i> (LINNAEUS, 1758)

Der Rotfuchs ist holarktisch verbreitet. Wie man in Abbildung 12 erkennen kann, kommt er in Europa, Asien, Nordafrika und Nordamerika vor. Außerdem findet man ihn auch auf der Südhälfte Australiens, wo er eingeführt wurde. Bis auf Island ist er in ganz Europa verbreitet. In Europa und Asien erstreckt sich sein Verbreitungsgebiet von der Wald- oder Strauchtundra ausgehend, südwärts bis an die Küsten Nordafrikas und der

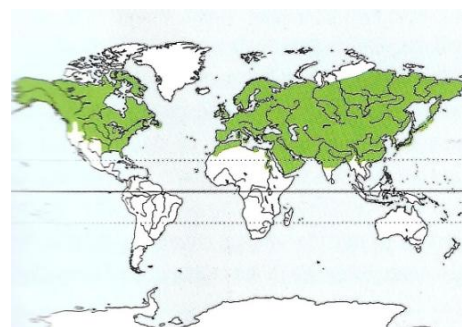


Abb. 12: Verbreitungsgebiet von *Vulpes vulpes* (SILLERO-ZUBIRI, 2009:441)

Arabischen Halbinsel, beziehungsweise bis zum Himalaya und in den Norden des Vietnams. In Amerika ist er ebenfalls weit verbreitet, kommt allerdings weder in den tropischen Gebieten, noch in den Halbwüsten Amerikas vor (GÖRNER, 1988; BAUER, 2001). *Vulpes vulpes* bewohnt die verschiedensten Landschaftstypen, bevorzugt allerdings abwechslungsreiches Gelände mit unterschiedlichen Strukturen und diverser Vegetation (GÖRNER, 1988; BAUER, 2001).

"In Österreich ist der Rotfuchs mit Ausnahme der waldfreien Hochlagen der Alpen, ausgedehnter Feuchtgebiete und menschlicher Siedlungen flächendeckend verbreitet, und auch diese nicht eigentlich besiedelten Gebiete werden zum Teil noch in den Aktionsraum einbezogen." (BAUER, 2001:572) In den Ostalpen kommt er in allen Höhenstufen bis hin zur hochalpinen Stufe vor (BAUER, 2001).

Er ist ein anpassungsfähiger und opportunistischer Allesfresser, der sich vorwiegend von kleinen bis mittelgroßen Wirbeltieren, vor allem von Mäusen, aber auch von Vögeln und deren Eiern, Wirbellosen, Früchten, Beeren und Aas ernährt (GÖRNER, 1988; SILLERO-ZUBIRI, 2009).

1.3.4. Familie Hyaenidae

12. *Crocuta crocuta* (ERXLEBEN, 1777)

Systematische Stellung

Klasse:	Mammalia LINNAEUS, 1758
Ordnung:	Carnivora BOWDICH, 1821
Unterordnung:	Feliformia KRETZOI, 1945
Familie:	Hyaenidae GRAY, 1821
Gattung:	<i>Crocuta</i> KAUP, 1828
Art:	<i>Crocuta crocuta</i> (ERXLEBEN, 1777)

Wie in Abbildung 13 ersichtlich, ist die Tüpfelhyäne heute in Afrika südlich der Sahara, ausgenommen dem südlichen Südafrika und dem Kongobecken, verbreitet. Dort bewohnt sie vorzugsweise das Grasland und offenes, flaches Land (RICHARDSON & BEARDER, 1986).

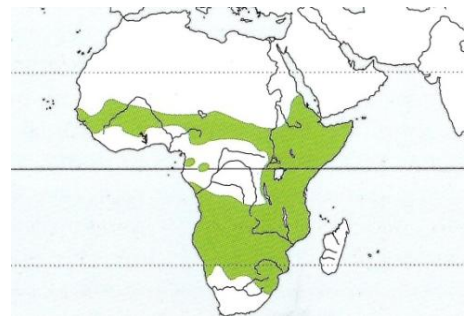


Abb. 13: Verbreitungsgebiet von *Crocuta crocuta* (HOLEKAMP & KOLOWSKI, 2009:254)

Crocuta crocuta ernährt sich vorwiegend carnivor. Zu ihrer Nahrung zählen vor allem Säugetiere, die ein Gewicht von über 20 Kilogramm aufweisen. Tüpfelhyänen sind sowohl aktive Jäger, als auch ausgezeichnete Aasfresser, wobei organische Knochenbestandteile, die vollständig verdaut werden, als auch unverdauliche Reste der Beutetiere, wie beispielsweise Hufe, Horne, Bänder, Haare und Knochenteile aufgenommen werden. Die unverdaulichen Reste werden anschließend wieder erbrochen. Die Jagdhäufigkeit ist an die verfügbare Menge an Aas gekoppelt (RICHARDSON & BEARDER, 1986). Tüpfelhyänen können in kürzester Zeit sehr große Mengen an Fleisch und Knochen aufnehmen. In Abhängigkeit der Nahrungsverfügbarkeit schwankt ihre tägliche Menge zwischen 1,5 und 3,8 Kilogramm pro Tag (HOLEKAMP & KOLOWSKI, 2009).

1.3.5. Familie Felidae

13. *Acinonyx jubatus* (SCHREBER, 1775)

Systematische Stellung

Klasse:	Mammalia LINNAEUS, 1758
Ordnung:	Carnivora BOWDICH, 1821
Unterordnung:	Feliformia KRETZOI, 1945
Familie:	Felidae FISCHER DE WALDHEIM, 1817
Unterfamilie:	Felinae FISCHER DE WALDHEIM, 1817
Gattung:	<i>Acinonyx</i> BROOKES, 1828
Art:	<i>Acinonyx jubatus</i> (SCHREBER, 1775)
Unterart:	<i>Acinonyx jubatus jubatus</i> (SCHREBER, 1775)

Wie man in Abbildung 14 erkennen kann, kommt *Acinonyx jubatus* heute nur in Afrika, genauer im Süden, Osten und teilweise im Nordwesten Afrikas und im Iran, vor. In erster Linie findet man den Geparden in trockenen, offenen Habitaten, dennoch bevorzugt er ein Mosaik bestehend aus Waldgebieten und Graslandschaften (SUNQUIST & SUNQUIST, 2009).

Acinonyx jubatus jubatus ist eine der Unterarten des Geparden und kommt heute ausschließlich im südlichen Afrika vor (BATEMAN, 1986).



Abb. 14: Verbreitungsgebiet von *Acinonyx jubatus* (Sunquist, M: E. & Sunquist, 2009:155)

Der Gepard ist ein hervorragender Jäger und kann als schnellstes Landtier über kurze Strecken eine sehr hohe Geschwindigkeit (bis über 110km/h) erreichen. Er ernährt sich carnivor, wobei zu seinen Beutetieren Huftiere bis zu einem Gewicht von 40 Kilogramm, unter anderem Impalas, Gazellen und Gnus zählen. Kommen in seinem Lebensraum keine oder nur wenig Huftiere vor, gewinnen Perlhühner und andere am Boden lebende Vögel, sowie Hasen an Bedeutung. Ein adulter Gepard

nimmt im Durchschnitt täglich 2,8 Kilogramm Fleisch zu sich (BATEMAN, 1986; SUNQUIST & SUNQUIST, 2009).

14. *Panthera leo* (LINNAEUS, 1758)

Systematische Stellung

Klasse: Mammalia LINNAEUS, 1758
Ordnung: Carnivora BOWDICH, 1821
Unterordnung: Feliformia KRETZOI, 1945
Familie: Felidae FISCHER DE WALDHEIM, 1817
Unterfamilie: Pantherinae POCOCK, 1917
Gattung: *Panthera* OKEN, 1816
Art: *Panthera leo* (LINNAEUS, 1758)

Der Löwe kommt heute, wie in Abbildung 15 ersichtlich, in Afrika südlich der Sahara, abgesehen vom Regenwaldgürtel des Kongos, und in Nordwest-Indien auf der Halbinsel Kathiawar vor. Dabei bewohnt er sehr unterschiedliche Lebensräume, wie beispielsweise Wüsten oder saftige Weiden, für gewöhnlich bevorzugt er Halbwüsten-Gebiete (VAN ORSDOL, 1986; SUNQUIST & SUNQUIST, 2009).

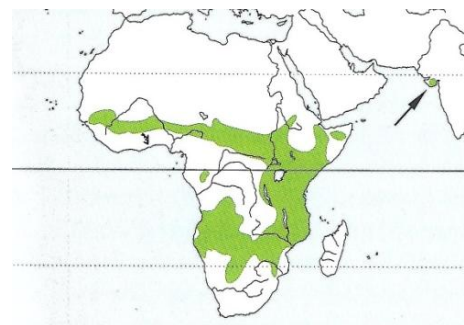


Abb. 15: Verbreitungsgebiet von *Panthera leo* (Sunquist, M: E. & Sunquist, 2009:137)

Der Löwe ernährt sich carnivor und ist, die Auswahl der Beutetiere betreffend, sehr anpassungsfähig. So können Flusspferde, Nashörner oder afrikanische Elefanten seine Beutetiere sein, aber auch Hasen, Nagetiere, Reptilien und kleine Vögel (VAN ORSDOL, 1986; SUNQUIST & SUNQUIST, 2009).

1.4. Fundstellen

1.4.1. Drachenhöhle bei Mixnitz

Die Drachenhöhle bei Mixnitz (Österr. Höhlenkatasternr.: 2839/1) befindet sich in der Steiermark, genauer in der Gemeinde Pernegg an der Mur (Katastralgemeinde Mixnitz). Diese Fundstelle liegt im Grazer Bergland (Mittelsteirischer Karst) im Südfall des Rötels (FLADERER, 1997; DÖPPES, 2001).

Der Karsthohlraum ist 542 Meter lang und weist wenig Sinterbildungen auf. Der große Eingang der Drachenhöhle ist nach Westen ausgerichtet. Der grundsätzliche Aufbau besteht aus einem ostwest-gerichteten Hauptkluftsystem, das von einem Kluftsystem, welches in Nordsüd-Richtung orientiert ist, gekreuzt wird (GÖTZINGER, 1931, SCHADLER, 1931a-b, zitiert in FLADERER, 1997). *"An Scharungspunkten der Kluftsysteme kam es zu den mehrphasigen Verwürfen. Generell lässt sich die Drachenhöhle in einen tunnelartigen nach Nordost gerichteten Anfangsteil mit 'Vorhalle' und 1.Verwurf, die West-Ost-orientierte Mittelhalle mit dem 2.Verwurf und den hinteren Teil mit dem 3.Verwurf gliedern."* (FLADERER, 1997:295-296) Der Boden der Höhle wurde aufgrund des Abbaus umgestaltet, weshalb dieser heute etwa 8 Meter unter der Höhe des ursprünglichen Bodens liegt (SCHADLER 1931a-c, zitiert in FLADERER, 1997).

In der Drachenhöhle wurden vor allem Höhlenbärenknochen gefunden. Diese machen einen Anteil von über 99% aus. Gefolgt wird der Höhlenbär vom Wolf, der als zweithäufigste Großtierart dieser Fundstelle gilt (ANTONIUS, 1931, MARINELLI, 1931, DEXLER 1931, zitiert in FLADERER, 1997). Weitere Funde sind: *Gulo gulo*, *Vulpes vulpes*, *Ursus arctos*, *Ursus spelaeus*, *Martes martes*, *Panthera spelaea* etc. Bei den verschiedenen Funden in dieser Höhle ist das Öftere, aufgrund von internen Verlagerungen, keine genaue zeitliche Zuordnung möglich gewesen (WETTSTEIN-WESTERSHEIM, 1931, zitiert in FLADERER, 1997).

Ich habe mich in meiner Arbeit, diese Fundstelle betreffend, mit den *Gulo gulo* Funden beschäftigt.

1.4.2. Katerloch bei Weiz

Das Katerloch bei Weiz (Höhlenkatasternr: 2833/59) in der Steiermark, liegt auf einer Seehöhe von 900 Metern und befindet sich nordwestlich von Weiz, am Südosthang des Sattelberges. Es handelt sich um eine Tropfsteinhöhle, die seit 1954 als Naturdenkmal gilt (DÖPPES, 2001). Der Name beruht auf den früher "Eulkater" genannten Eulen (HOFER, 1954, zitiert in DÖPPES, 2001).

"Das 22m breite und 10m hohe Portal führt in eine nach innen abfallende Eingangshalle. Über einen senkrechten Schacht (56m) gelangte man anfangs in den Marteldom (133m). Durch den Durchbruch der Sinterwand bei der Schachtvorstufe erreicht man über zwei kleinere Hallen die 120m lange, 85m breite und bis 18m hohe Phantasiehalle. Ein 11m langer Stollen verbindet die Phantasiehalle mit dem Zauberreich und Seenparadies. Inzwischen erreicht man eine Tiefe von ca. 150m. Durch ihren reichen Tropfsteinschuck, der in allen Hallen vorhanden ist, wird das Katerloch zu recht als die tropfsteinreichste Schauhöhle bezeichnet." (DÖPPES, 2001:58)

Im Katerloch von Weiz wurden nach DÖPPES (2001) (Aufsammlungen von H. ZAPFE (1964) und F. SAUERZOPF (1988)) folgende Faunenarten gefunden: *Canis lupus*, *Ursus arctos*, *Ursus spelaeus*, *Cervus elaphus*, *Bos sp.* und einige Kleinsäuger.

Im Weiteren habe ich mich, diese Fundstelle betreffend, mit den Funden von *Gulo gulo* beschäftigt.

1.4.3. Teufelslucke bei Eggenburg

Die Fundstelle Teufelslucke (Österr. Höhlenkatasternr: 6846/3) bei Eggenburg befindet sich in Niederösterreich, nordöstlich von Eggenburg. Seit 1982 gilt diese Höhle als besonders geschützt (HARTMANN, 1990, zitiert in RABEDER, 1997; DÖPPES, 2001). Es handelt sich um eine Schichtgrenzenhöhle, die auf 324 Metern Seehöhe am Nordhang des Königsberges bei Roggendorf liegt (DÖPPES, 2001; RABEDER, 1997).

"Die 'Schichtgrenzhöhle' entstand durch teilweise Wegführung der Lockersedimente zwischen Kristallin und Eggenburger Schichten. In ihrer heutigen Gestalt stellt die Höhle ein System verschiedener, örtlich zu grösseren Ausweitungen vereinigter Gänge dar, die teilweise kaum oder überhaupt nicht befahrbar sind. Die Raumhöhe bleibt stets gering. Die Gestaltung von Boden und Decke ist recht unregelmäßig und teilweise weitgehend unabhängig von der verschiedenen Gesteinsbeschaffenheit (EHRENBERG 1966)." (RABEDER, 1997:62)

Durch Hyänen, Eulen und Füchse wurden im Laufe der Zeit verschiedene Arten in die Höhle gebracht. In der Teufelslucke wurden sowohl Reste von *Gulo gulo*, als auch von *Canis lupus* gefunden. Beide werden dem Hochglazial zugeordnet. Es wird angenommen, dass die Teufelslucke während dieser Zeit von Hyänen bewohnt wurde, die durch das Einbringen von Resten verschiedener Säugetiere, welche Bewohner der Kaltsteppe waren, den fossilen Faunenbestand der Höhle maßgebend geprägt haben. Weitere Säugetierfunde sind: *Vulpes vulpes*, *Alopex lagopus*, *Meles meles*, *Mustela erminea*, *Mustela nivalis*, *Mustela eversmanii*, *Martes cf. martes*, *Martes sp.*, *Ursus spelaeus*, *Panthera spelaea*, *Crocota spelaea*, *Equus hydruntinus*, *Equus cf. "chosaricus"*, *Coelodonta antiquitatis*, *Rangifer tarandus*, *Mammuthus primigenius*, etc. (RABEDER, 1997).

Im Weiteren beschäftige ich mich, die Funde dieser Fundstelle betreffend, mit den *Gulo gulo*-Resten.

1.4.4. Předměstí (Tschechien)

Die Fundstelle Předměstí befindet sich im tschechischen Mähren, im, einen Kalksteinfelsen umgebenden, Löss. Seit 1882 wurden hier pleistozäne Knochen verschiedener Faunenarten gefunden (MUSIL, 1981, zitiert in DÖPPES, 2001). Nach MUSIL (1956) (zitiert in DÖPPES, 2001) werden, neben den Funden von *Canis lupus* und *Gulo gulo*, folgende Arten angeführt: *Ursus arctos*, *Vulpes vulpes*, *Alces alces*, *Rangifer tarandus*, *Ovibos moschatus*, *Equus sp.*, *Coelodonta antiquitatis*, *Mammuthus*, *Homo sp.*, etc.

Im Zuge meiner Arbeit beschäftige ich mich, diese Fundstelle betreffend, mit den Funden von *Gulo gulo* und *Canis lupus*.

1.5. Das Pleistozän

1.5.1. Definition und zeitliche Gliederung

Die nachstehende Abbildung 16 zeigt die Abfolge erdgeschichtlicher Epochen.

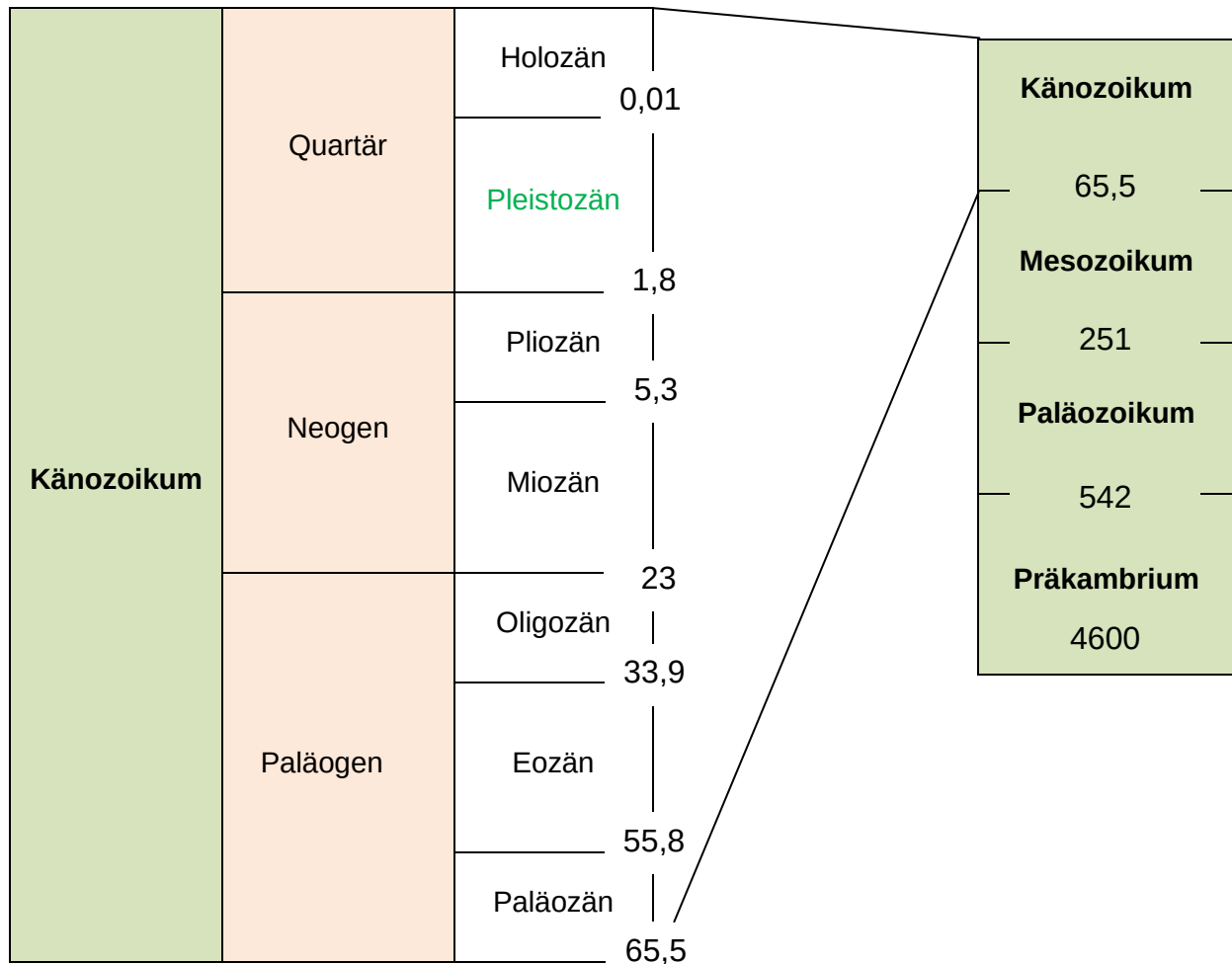


Abb. 16: Zeitliche Einteilung des Känozoikums. Altersangaben in Millionen Jahren. (verändert, nach CAMPBELL & REECE, 2011:690)

Was ist ein Eiszeitalter?

Ein Eiszeitalter ist dadurch charakterisiert, dass mindestens ein Pol der Erde vergletschert ist und es im Laufe des Eiszeitalters zu starken zyklischen Klimaänderungen kommt. Durch diese Schwankungen im Klima kommt es zur

Unterteilung in Glaziale (Kaltzeiten) und Interglaziale (Warmzeiten), die wahrscheinlich im Vergleich zu den Glazialen eine längere Dauer aufweisen. (EHLERS, 2011; ZIEGLER, 2008). Die Glaziale weisen im Vergleich zu den Interglazialen deutlich tiefere Temperaturen und eine geringere Niederschlagsmenge auf (KOVAR-EDER, 2009). Bei dieser groben Unterteilung ist zu berücksichtigen, dass es während der Kaltzeiten ebenfalls zu Schwankungen des Klimas gekommen ist (KOENIGSWALD, 2002; KUCERA, 2009). Man spricht von sogenannten Stadialen und Interstadialen, die in unterschiedlichen Abständen auftreten (KOENIGSWALD, 2002; KUCERA, 2009). Während der Interstadiale herrscht ein gemäßigtes (nemorales) Klima vor, jedoch wird das warme Interglazial-Klima nicht erreicht. Unter Stadiale werden alle Kaltphasen zusammengefasst, die durch boreales Klima geprägt sind (EHLERS, 2011).

Damit es überhaupt zur Bildung von Gletschern kommt, müssen die Temperaturen so niedrig sein, dass der Niederschlag als Schnee niedergeht. Kommt es nun während des Winters zur Anhäufung von Schnee, ist es notwendig, dass der Schnee im darauffolgenden Sommer nicht vollends abschmilzt. Das heißt es kommt vor allem auf die Sommertemperaturen an, ob Gletscherbildung möglich ist, da sich im Winter mehr Schnee ansammeln kann, wenn im vorangegangenen Sommer nur wenig Schnee geschmolzen ist. Durch eine druckbedingte und thermische Metamorphose entsteht aus Schnee schließlich Gletschereis (KLOSTERMANN, 2009).

Das Quartär wird als Eiszeitalter bezeichnet, wobei zu beachten ist, dass es in der Erdgeschichte mehrere Eiszeitalter gegeben hat, die wenige Millionen Jahre dauerten (KOENIGSWALD, 2002; EHLERS, 2011). Die einzelnen Eiszeitalter liegen Jahrmillionen auseinander und treten in unterschiedlichen Intervallen auf. Das Quartär ist somit das jüngste Eiszeitalter und begann vor ca. 2 Millionen Jahren (KOVAR-EDER, 2009). Es umfasst das Pleistozän und das Holozän, das bis zur Gegenwart reicht. Aus diesem Grund spricht man auch vom gegenwärtigen Eiszeitalter (GROISS, 2009; KOVAR-EDER, 2009). Der Übergang vom Neogen zum Quartär geschah nicht durch ein plötzliches Ereignis, sondern Schritt für Schritt. Die Grenze zu setzen brachte Probleme mit sich, da sich die Spuren der ersten Vereisung in verschiedenen Gebieten an unterschiedlichen Stellen befanden (WOLDSTEDT, 1961). Der ursprünglichen Einteilung zufolge, begann das Pleistozän

vor 1,8 Millionen Jahren und wurde vor etwa 10.000 Jahren vom Holozän abgelöst (KOENIGSWALD, 2002; CAMPBELL & REECE, 2011).

"In jüngster Zeit ist der Status des Quartärs als formale stratigraphische Einheit im Sinne einer geologischen Periode angezweifelt worden. Es gibt Vorschläge, den Begriff völlig fallen zu lassen und das Neogen als Periode bis in die Gegenwart zu verlängern (mit Miozän, Pliozän, Pleistozän und Holozän als Epochen, z.B. STEININGER 2002, GRADSTEIN ET AL. 2004). PILLANS (2004) schlägt vor, das Quartär als formale chronostratigraphische Einheit zu erhalten, allerdings als Subperiode des Neogens. Die Untergrenze des Quartärs läge dann bei 2,6 Ma v.h., und die Plio-Pleistozän-Grenze bei 1,8 Ma v.h. bliebe davon unberührt. Eine klare Position beziehen dagegen GIBBARD ET AL. (2005): Das Quartär behält den Status einer eigenständigen Periode (mit Pleistozän und Holozän als Epochen). Der Beginn des Quartärs und des Pleistozäns sollte übereinstimmend an der Gauss/Matuyama-Grenze (Untergrenze Gelasium-GSSP bei 2,6 Ma v.h.) festgelegt werden. Das neu zu definierende Pleistozän würde dann das Gelasium mit beinhalten (siehe auch BOWEN & GIBBARD 2006). Das INQUA Executive Committee vertritt mittlerweile ebenfalls diese Auffassung (Open Letter, Quaternary Perspectives 16/1, 2006). Die Subkommission Quartär der Deutschen Stratigraphischen Kommission schließt sich diesem Vorschlag voll und ganz an." (LITT, 2007:4-5)

Während des Pleistozäns kam es also zu einem zyklischen Wechsel zwischen Glazialen und Interglazialen und infolgedessen zu starken, globalen Klimaschwankungen. Das Holozän, das bis heute andauert, schließt als relativ warme Epoche an das Pleistozän an. Heute lässt sich nicht beurteilen, ob es sich beim Holozän um ein weiteres Interglazial handelt, oder ob das jüngste Eiszeitalter durch das Holozän beendet wurde (KOVAR-EDER, 2009).

Das Pleistozän

Das Pleistozän wird in Alt-, Mittel- und Jungpleistozän untergliedert. Das Altpleistozän endet vor 0,87 Millionen Jahren mit Beginn der großen Glazialen, die für das Mittelpleistozän charakteristisch sind. Das Jungpleistozän beginnt vor 130.000 Jahren und wurde vom Holozän abgelöst (KOENIGSWALD, 2002).

Ursprünglich wurde der Ablauf des Quartärs nur mithilfe von Funden temperaturabhängiger Organismen rekonstruiert (GROISS, 2009). Die einzelnen Abschnitte des Pleistozäns wurden aufgrund der Gletschervorstöße in die einzelnen Glaziale unterteilt (KOENIGSWALD, 2002). In Europa lag der Ursprung der Vergletscherung während der Kaltzeiten in Skandinavien und in den Alpen. So sind von Skandinavien ausgehend drei große Gletschervorstöße belegt, welche das Jung- und Mittelpleistozän in das Elster-, Saale- und Weichselglazial einteilen. Hingegen wurden im Alpenraum vier Vorstöße - Günz, Mindel, Riss und Würm - beschrieben (ZIEGLER, 2008). Zwischen den Glazialen liegen die Interglaziale, die im Bereich der Alpen als R-W-Interglazial, M-R-Interglazial und G-M-Interglazial bezeichnet werden. In Norddeutschland folgt dem Elster-Glazial das Holstein-Interglazial, und dem Saale-Glazial das Eem-Interglazial. Aufgrund dieser unterschiedlichen Anzahl an Glazialen, folgten weitere Untersuchungen. In diesem Zusammenhang wurde belegt, dass die einzelnen Glaziale beziehungsweise Interglaziale ebenfalls Klimaschwankungen aufwiesen, und somit in Stadiale und Interstadiale zu unterteilen sind (EHLERS, 2011; ANDERSEN & BORNES, 1994).

Das Jungpleistozän

Das Jungpleistozän erstreckt sich über eine Zeitspanne von 120.000 Jahren und wird in das Eem-Interglazial, die letzte Warmzeit, und das Weichsel-Glazial, die letzte Kaltzeit, unterteilt. Dem Eem-Interglazial geht das Saale-Glazial voraus, das noch zum Mittelpleistozän zählt, und vor rund 130.000 Jahren endete. Das Eem-Interglazial erstreckt sich über eine Zeitspanne von ca. 13.000 Jahren und wird vor etwa 117.000 Jahren vom Weichsel-Glazial abgelöst (KOENIGSWALD, 2002; BAUER, 2001).

Das Jungpleistozän ist durch einen einzigen Vereisungszyklus ausgefüllt, der in vier Phasen untergliedert wird, wobei die dritte Phase die Längste ist, während jener auch Interstadiale auftraten. Ein Zyklus beginnt mit der mesokratischen Phase, die durch eine Laubwaldvegetation, nährstoffreiche Böden und Gewässer geprägt ist. In der oligokratischen Phase kommt es zur Temperaturerniedrigung und das feuchtere atlantische Klima bedingt die Zurückdrängung der Laubwaldvegetation. Charakteristisch für diese Phase ist ein verringerter Nährstoffkreislauf und die

Ausbreitung von Nadelwäldern und Heide- und Moorgesellschaften. In der kryokratischen Phase kommt es zu einer weiteren Temperaturniedrigung und gleichzeitig zur Feuchtigkeitssenkung, sodass selbst die resistenten Florenelemente verschwinden. Die pflanzliche und tierische Produktion wird stark eingegrenzt und Tundren und Kältesteppen breiten sich immer mehr aus. Es herrscht eine starke mechanische Verwitterung, extreme Temperaturgegensätze sowie eine ausgeprägte Abtragung durch Erosion und Bodenfließen vor, was schließlich zur Bildung von glazialen Verhältnissen führt. Dem Temperatur- und Niederschlagstief folgt in der protokratischen Phase eine rasche Temperaturerhöhung, wodurch die Gletscher in ihrer Ausdehnung relativ schnell an Größe verlieren. Aufgrund der besseren klimatischen Bedingungen, kommt es wieder zur Ausbreitung von Wäldern und einer üppigen Vegetation. Diese Entwicklung stagniert relativ schnell, wodurch bereits am Ende des Klimaoptimums der Übergang zur Nadelwaldvegetation einsetzt. Das ist der Grund, weshalb diese Übergangsphase zur mesokratischen Phase als artenreichste gilt (IVERSEN, 1958, LOŽEK, 1976, 1982A, KUKLA, 1980, BIRKS IN BERGLUND, 1986, DELCOURT & DELCOURT, 1991, zitiert in BAUER, 2001).

Vor rund 10.300 Jahren liegt der Beginn der Nacheiszeit. Mit dem Holozän kam es zwar zur allgemeinen Verbesserung des Klimas, es gab jedoch zwei kurzfristige Kälterückschläge, einen vor 12.550 bis vor 11.800 Jahren und den zweiten vor 10.800 bis vor 10.300 Jahren. Die Zeitspanne von rund 1.000 Jahren vor dem ersten Kälterückfall ist die sogenannte Bölling-Zeit, die Zeitspanne zwischen den beiden Temperaturabfällen wird Alleröd-Zeit genannt (ZIEGLER, 2008; ANDERSEN & BORNES, 1994).

Datierungsmethoden

Aufgrund von, durch Tiefseebohrungen gewonnenen Temperaturangaben, wurde die Gesamtgliederung des Pleistozäns, sowie des Holozäns, möglich (KOENIGSWALD, 2002).

"Erst seit EMILIANI und SHACKLETON (1974) die von der Wassertemperatur abhängige unterschiedliche Verteilung der Sauerstoff-Isotopen $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ in Kalkschalen von Foraminiferen erkannten, war es möglich, sehr viel exaktere Temperaturangaben über vergangene Zeiten zu machen." (GROISS, 2009:78) Mithilfe der Sauerstoff-

Isotopen-Stratigraphie von Tiefsee-Bohrkernen wird eine Klimakurve erstellt (siehe Abbildung 17), die zeigt, dass es während des Mittel- Jungpleistozäns ca. 10 Glaziale gegeben hat, wodurch die frühere Einteilung nicht bestätigt wurde (KOENIGSWALD, 2002). Das Grundprinzip dieser Methode ist der anteilige Vergleich der beiden Sauerstoff-Isotope in den Gehäusen von marinen, kalkschaligen Organismen. Das leichtere Isotop ^{16}O verdunstet im Vergleich zum Isotop ^{18}O schneller. Über den Niederschlag und den Abfluss gelangen die verdunsteten Isotope wieder ins Meer, wodurch der Verlust wieder ausgeglichen wird. Allerdings war dies während des Pleistozäns in den Kaltzeiten nicht möglich, da in den Gletschern große Wassermengen gehalten wurden, wodurch das verdunstete Wasser nicht wieder ins Meer gelangte. Die Folge ist, dass in den Gehäusen der kalkschaligen Organismen ein ungleiches Verhältnis der Sauerstoff-Isotope vorgefunden wird (EHLERS, 2011; ANDERSEN & BORNS, 1994).

Mithilfe von Massenspektrometern werden die Isotopenverhältnisse gemessen (KLOSTERMANN, 2009). *"Die Ergebnisse werden auf einen Standard bezogen. Abweichungen werden als ‰ $\delta^{18}\text{O}$ angegeben."* (KLOSTERMANN, 2009:215)

Die Formel nach KLOSTERMANN (2009) lautet:

$$\delta^{18}\text{O} = 1000 * \frac{\left\{ \frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \right\}_{\text{Probe}} - \left\{ \frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \right\}_{\text{Standard}}}{\left\{ \frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \right\}_{\text{Standard}}}$$

Die Foraminiferen-Populationen werden nicht nur durch Temperaturschwankungen, sondern auch durch das Nahrungsangebot und den Salzgehalt des Meerwassers beeinflusst. Weitere Untersuchungen ergaben, dass ein beachtlicher Teil der Isotopenverhältnisschwankungen in Tiefseebohrkernen nicht Temperaturschwankungen widerspiegelt, sondern die Größenänderungen der Inlandseiskappen und somit die Veränderung der Isotope im gesamten Ozean. Das heißt, dass die $\delta^{18}\text{O}$ -Schwankungen die Veränderung der globalen Eisvolumina wiedergeben (KLOSTERMANN, 2009).

"Die $\delta^{18}\text{O}$ -Variationen in Tiefseebohrkernen schwanken zwischen 1 und 2 ‰. Die $\delta^{18}\text{O}$ -Stufen werden nach EMILIANI (1955) von oben beginnend durchnummeriert. Dabei stehen gerade Zahlen für Kaltzeiten, ungerade für Warmzeiten. Die Stufe 1

steht für das Holozän, die Stufe 5 beziehungsweise die Stufe 5 e für das Eem. Die Veränderungen des $\delta^{18}\text{O}$ -Gehaltes erfolgen unterschiedlich schnell. Der Übergang vom Interglazial zum Glazial geht allmählich vonstatten. Der Übergang vom Interglazial zum Glazial dagegen erfolgt abrupt." (KLOSTERMANN, 2009:217)

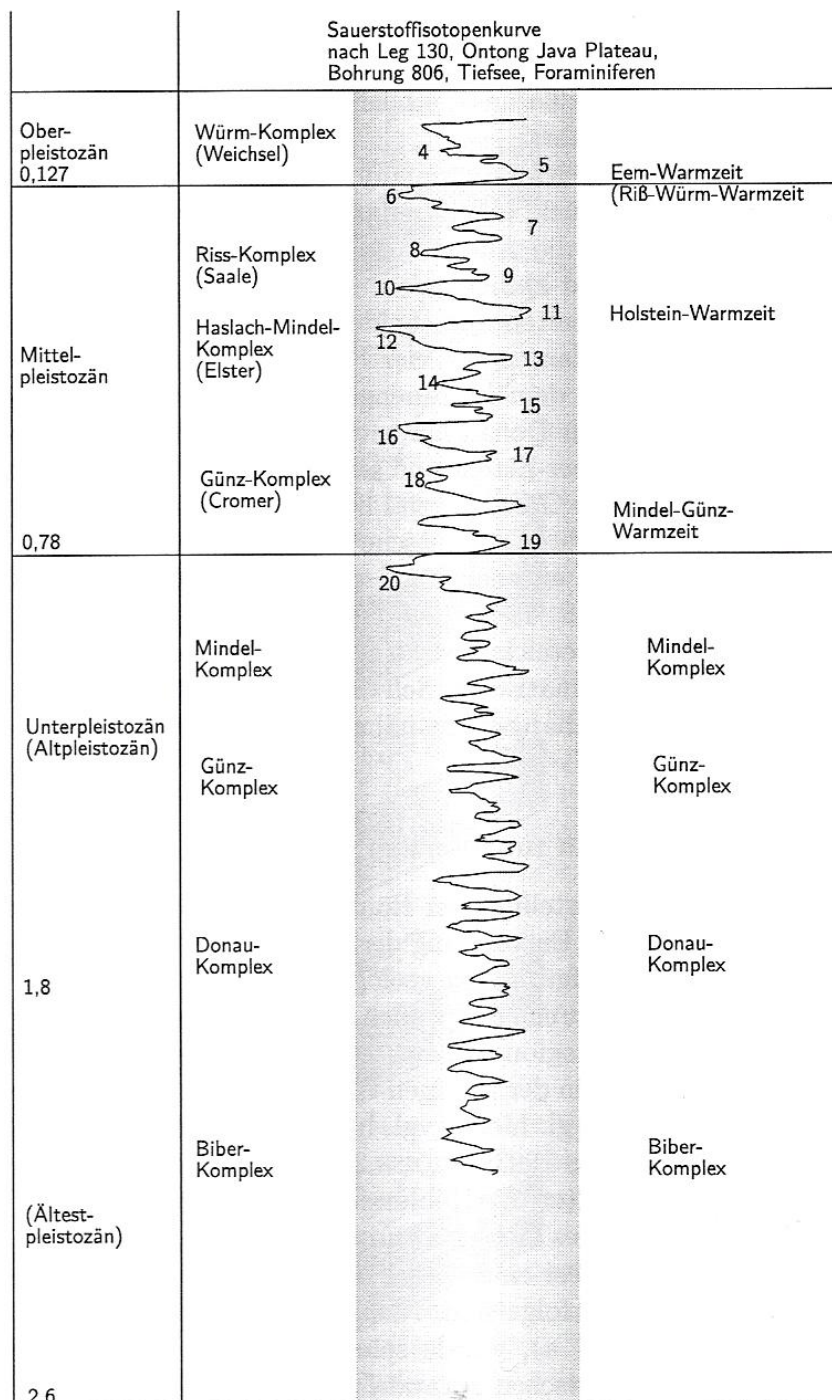


Abb. 17: Sauerstoffisotopenkurve nach Leg 130, Ontong Java Plateau, Bohrung 806, Tiefsee, Foraminiferen (GROISS, 2009:51)

Relative Altersbestimmung

Bei dieser Art von Altersbestimmung wird ein relatives Alter einer Probe angegeben. Das heißt, es wird untersucht, ob die Probe im Vergleich zu anderen jünger oder älter ist. Hierzu zählen die Methode der klassischen Stratigraphie sowie die der Biostratigraphie (KOENIGSWALD, 2002).

Bei der klassischen Stratigraphie ist der Grundgedanke, dass jüngere Schichten älteren aufliegen. Bei diesen Untersuchungen müssen mögliche Umlagerungen oder Verschiebungen durch tektonische Vorgänge beachtet werden (KOENIGSWALD, 2002). Die Biostratigraphie stützt sich auf sogenannte Leitfossilien, deren Vorkommen auf eine ganz bestimmte Zeit beschränkt ist, wodurch sie für bestimmte Schichten charakteristisch sind (KOENIGSWALD, 2002; ZIEGLER, 2008). Durch das Betrachten von Faunenzusammensetzungen und dem Auftreten oder Verschwinden von Arten aus bestimmten Gebieten sind weitere zeitliche Einordnungen möglich. Außerdem kann man davon ausgehen, dass Schichten mit höher evoluierten Formen ein geringeres Alter aufweisen, allerdings ist diese Anwendung nur über große Zeitspannen möglich (KOENIGSWALD, 2002).

Absolute Altersbestimmung

Bei der absoluten Altersbestimmung werden Zahlenwerte angegeben, die für die vergangenen Jahre stehen. Zu dieser Altersbestimmung zählen unter anderem die Dendrochronologie, bei der die Sonnenjahre gezählt werden, sowie radiometrische Datierungsmethoden (KOENIGSWALD, 2002).

Dendrochronologie

Die Dendrochronologie beruht auf der Zählung von Jahresringen bei Bäumen. Diese Jahresringe, die durch die Abfolge der Jahreszeiten entstehen, variieren in ihrer Dicke und sind vom allgemeinen Klimaverlauf abhängig. Durch die Untersuchung von Bäumen, die sich in ihrer Lebenszeit überlappen, wurde es möglich Jahresringkurven zu erstellen, die die letzten 10.000 Jahre beschreiben. Mit dieser Methode lässt sich das Alter von Hölzern, beziehungsweise das Alter der Schicht, in der diese vorkommen, datieren. Eine wichtige Rolle spielt die Dendrochronologie bei der

Kalibrierung von Altersangaben der Radiokarbon-Methode (siehe unten Kapitel "Radiokarbon-Methode") (BERNER ET AL., 2000; KOENIGSWALD, 2002).

"In Seesedimenten gibt es unter bestimmten Bedingungen ebenfalls eine jahreszeitliche Schichtung, die so genannten Warven, die eine ähnliche Zählung ermöglichen." (KOENIGSWALD, 2002:26)

Radiometrische Datierungsmethoden

Mithilfe der radiometrischen Datierungsmethoden werden Zeitpunkte beziehungsweise das Alter von Fossilien aufgrund des radioaktiven Zerfalls von Isotopen bestimmt. Dabei bezieht man sich auf die Halbwertszeit, jene Zeit, in der die Hälfte dieser Isotope zerfallen ist. Es wird die Menge der Zerfallsprodukte beziehungsweise die der noch vorhandenen radioaktiven Isotope bestimmt und durch den Vergleich mit der Menge anderer Isotope das Alter einer Probe ermittelt (BERNER ET AL., 2000; GROISS, 2009; KOENIGSWALD, 2002).

Radiokarbon-Methode

Mithilfe der Radiokarbon-Methode beziehungsweise Radiokohlenstoff-(^{14}C)-Methode kann das Alter von organischen Material bestimmt werden (BERNER ET AL., 2000; GROISS, 2009). In der Luft liegt Kohlenstoff als stabiles Isotop ^{12}C und als radioaktives Isotop ^{14}C vor. Diese Methode beruht auf dem Zerfall des radioaktiven ^{14}C -Isotops (BERNER ET AL., 2000; GROISS, 2009; KOENIGSWALD, 2002). Das Kohlendioxid, welches durch die Verbindung der Kohlenstoff-Isotope mit Sauerstoff entsteht, wird von Pflanzen über die Photosynthese assimiliert und eingebaut. Durch die Aufnahme von pflanzlicher Nahrung wird dieses ^{14}C von Tieren während ihres Lebens in ihr Stützskelett eingebaut. Das heißt, das Verhältnis der beiden Kohlenstoff-Isotope, das in Knochen und Geweben von Organismen während deren Leben vorherrscht, gibt das Verhältnis der Isotope in der Atmosphäre wieder. Nach dem Tod eines Lebewesens wird kein Kohlenstoff mehr aufgenommen, wodurch sich das Verhältnis aufgrund des Zerfalls des radioaktiven ^{14}C verschiebt (BERNER ET AL., 2000; GROISS, 2009; KOENIGSWALD, 2002; JÖRIS, 2009). Mithilfe der Halbwertszeit des ^{14}C , die 5.730 Jahre beträgt, und der noch vorhanden Menge an ^{14}C in Fossilien wird deren Alter bestimmt (GROISS, 2009). Der Gehalt an ^{14}C wird mithilfe eines Zählrohres, mit dem die Anzahl der zerfallenen ^{14}C -Kerne gezählt wird, oder eines Massenspektrometers

bestimmt (JÖRIS, 2009). Mit dieser Methode können Datierungen der letzten 50.000 Jahre auf ein Jahrhundert genau bestimmt werden (BERNER ET AL., 2000).

Diese Methode geht allerdings von einer konstanten Konzentration des atmosphärischen Radiokohlenstoffs aus. Die Menge an ^{14}C , welches in der Atmosphäre aus ^{14}N gebildet wird, ist jedoch von der Sonnenaktivität abhängig und ist in Perioden, in der die Strahlung der Sonne erhöht ist, ebenfalls größer. Die Folge ist, dass es verschiedene Zeitabschnitte gibt, die aufgrund dieser Schwankungen in der Sonnenaktivität gleich hohe Alterswerte aufweisen. Außerdem war die Menge an atmosphärischen ^{14}C im Jungpleistozän größer, weshalb die Werte der Altersbestimmungen für diese Periode zu niedrig sind. Das heißt, dass es sein kann, dass das Alter in ^{14}C -Jahren nicht mit dem Alter in Jahren des Sonnenkalenders übereinstimmt (KOENIGSWALD, 2002; BERNER ET AL., 2000). Für die letzten 14.000 Jahre ist dies kein Problem, da für diesen Zeitbereich ein beinahe vollständiger Baumringkalender erstellt wurde (JÖRIS, 2009). Mithilfe der Dendrochronologie (siehe oben Kapitel "Dendrochronologie") kann die ursprüngliche Menge an Radiokohlenstoff bestimmt werden und somit die Werte der ^{14}C -Alter kalibriert werden (KOENIGSWALD, 2002; JÖRIS, 2009). *"Ein Alter von 10.000 ^{14}C -Jahren entspricht etwa 11.500 Sonnenjahren."* (KOENIGSWALD, 2002:26)

"Für weiter zurückliegende Zeitabschnitte werden C-14-datierte Mikroorganismen aus marinen Bohrkernen untersucht. Das den C-14-Daten jeweils entsprechende Kalenderalter wird über das Abgleichen der Muster des in Bohrkernen dokumentierten Paläoklimas mit vergleichbaren Mustern aus anderen Klimaarchiven ermittelt, deren Alter nach Jahresschichten ausgezählt sind, oder die über andere Verfahren der Altersbestimmung (Uran-Seriendatierungen) datierbar sind. Dabei zeigt sich, dass die C-14-Alter über lange Abschnitte der letzten Kaltzeit die "echten" Kalenderalter um mehrere Jahrtausende unterschätzen." (JÖRIS, 2009:123).

Uran-Thorium-Methode

Um Datierungen höheren Alters zu bestimmen ist die Untersuchung von radioaktiven Elementen mit höheren Halbwertszeiten notwendig. Die Uran-Thorium-Methode, die auf dem radioaktiven Zerfall von Uran und Thorium und ihrem Verhältnis beruht, ermöglicht Datierungen eines Alters von bis zu 500.000 Jahren. Besonders geeignet ist diese Methode zur Untersuchung von Speläothemen, wie beispielsweise alten Kalksintern (BERNER ET AL., 2000; GROISS, 2009).

Die Isotope von Uran und Thorium zerfallen in unverwittertem Gestein gleich schnell, wodurch sich ein Zerfallsgleichgewicht einstellt (BERNER ET AL., 2000). Zu beachten ist, dass Uran und Thorium in Hinblick auf Wasser unterschiedliche Eigenschaften aufweisen. So entstehen durch den radioaktiven Zerfall aus den wasserlöslichen Uran-Isotopen Thorium-Isotopen, die nicht wasserlöslich sind. Kommt es nun zur Verwitterung oder zur Neubildung von Material, wird dieses Gleichgewicht gestört, da die beiden Isotope unterschiedliche Eigenschaften aufweisen. Dadurch wird beispielsweise bei der Bildung von Speläothemen im Wasser gelöstes Uran eingebaut, Thorium jedoch nicht, wodurch ein radioaktives Ungleichgewicht entsteht. Das heißt das entstandene Material enthält bei seiner Entstehung keine Thorium-Isotope. Im Laufe der Zeit kommt es aufgrund des radioaktiven Zerfalls der Uran-Isotopen zur Entstehung von Thorium-Isotopen, wodurch sich ein neues radioaktives Gleichgewicht einstellt (BERNER ET AL., 2000; KOENIGSWALD, 2002). *"Die jeweiligen Zustände, die auf dem Weg dorthin erreicht wurden, sind ein Maß für die vergangene Zeit oder das Alter."* (BERNER ET AL., 2000:47)

1.5.2. Das Klima des Pleistozäns

Zu Beginn des Pleistozäns wurde das Klima trockener und kühler. Auf diese Klimaveränderung folgte ein Wechsel von Glazialen, in denen weite Gebiete mit Eis und Schnee bedeckt waren, und Interglazialen, in denen es erneut zur allgemeinen Temperaturerhöhung kam (ZIEGLER, 2008). Dabei gab es große Unterschiede zwischen Nord- und Südhalbkugel. Während es auf der Nordhalbkugel im Laufe des Pleistozäns Regionen gab, die abwechselnd eisbedeckt und eisfrei waren, war dies auf der Südhalbkugel nicht der Fall (KLOSTERMANN, 2009).

Auf das Klima, das während der Glaziale beziehungsweise während der Interglaziale vorherrschte, lässt sich zum einen aufgrund der Fauna und Flora, zum anderen, aufgrund der geologischen Begebenheiten rückschließen (WOLDSTEDT, 1961).

Es wurde festgestellt, dass die Temperaturen während der Kaltzeiten im Laufe des Pleistozäns abgenommen haben. So war die mittlere Jahrestemperatur während der Kaltzeiten im Altpleistozän um einiges höher als im Jungpleistozän, wo diese dem Nullpunkt nahe kam (KOVAR-EDER, 2009).

Rekonstruktion des Klimas aufgrund der Geologie

Aufgrund der Geologie ist die Rekonstruktion des Klimas für die letzte Eiszeit einerseits mithilfe der periglazialen Erscheinungen, und andererseits durch das Betrachten der ehemaligen Schneegrenze möglich (WOLDSTEDT, 1961).

Im Weiteren werde ich mich in diesem Kapitel weitgehend auf WOLDSTEDT (1961) beziehen. Bei der Betrachtung der periglazialen Erscheinungen als Klimaindikatoren sind zwei damalige Grenzen von Bedeutung: die Südgrenze des Dauerfrostbodens und die nördliche Waldgrenze. Ein Dauerfrostboden kommt erst bei einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von unter -2°C vor. Die nördliche Waldgrenze fällt hingegen mit der Grenze zusammen, die ein Julimittel von 10°C aufweist. Man nimmt an, dass sich diese beiden Grenzen östlich der Alpen kreuzten, das heißt in diesem Gebiet kann man von einer mittleren Jahrestemperatur von -2°C und einer durchschnittlichen Temperatur von 10°C im Juli ausgehen. Unter Annahme einer Sinuskurve für die Folge der Mittelwerte der Monate stellte POSER (zitiert in WOLDSTEDT, 1961) eine Tabelle der Monatsmittel für das würmzeitliche Europa auf (siehe Abbildung 18). Für die umliegenden Gebiete wurden die Temperaturwerte abgeschätzt (POSER, 1947, zitiert in WOLDSTEDT, 1961).

Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
-14	-12	-8	-2	4	8	10	8	4	-2	-8	-12

Abb. 18: Monatsmittelwerte des würmzeitlichen Europas (nach WOLDSTEDT, 1961:307)

Die Schneegrenze ist jene Grenze, wo Ablation und Niederschlag im Gleichgewicht stehen (KLOSTERMANN, 2009). *"Die Höhenlage der Schneegrenze ist abhängig von Klima, Schneefall, Temperatur, Sonneneinstrahlung, Verdunstung, Reflexion, Luftfeuchtigkeit, Wind, etc."* (KLOSTERMANN, 2009:23) Die Schneegrenzlinien besitzen einen nordöstlichen Verlauf, wobei die Niederschläge nach Osten hin abnehmen. Die eiszeitliche Schneegrenzdepression, die im wesentlichen der heutigen entspricht, liegt zwischen 500 und 1.500m (WOLDSTEDT, 1961). *"Sie beträgt in polaren Gebieten bis 600m, in den Breiten von 65° - 40° 1000 bis 1500m, in den trockenen Roßbreiten 400 - 600m, am Äquator 600 - 800m, in der Antarktis nur wenige Meter. Wir treffen aber auf der ganzen Erde keinen Punkt rezenter Vergletscherung, der nicht zur Eiszeit eine stärkere Vergletscherung gehabt hätte. Eine nähere Betrachtung der*

einzelnen Gebiete ergibt, daß die eiszeitliche Schneegrenze eine starke Depression in den feuchten Gebieten, eine geringe in den Trockengebieten zeigt. Wo in der Gegenwart die Niederschläge gering sind, da nimmt auch die Depression der letzteiszeitlichen Schneegrenze ab." (WOLDSTEDT, 1961:309-310) Die Schneegrenzdepression hat aufgrund der vermuteten zeitgleichen Abkühlung auf der Erde ebenfalls gleichzeitig stattgefunden. Der Verlauf beziehungsweise das Absinken der Schneegrenze ist jedoch in den verschiedenen Gebieten unterschiedlich stark geschehen. Dies ist auf die Zone maximalen Niederschlags zurückzuführen. Dort wo diese Zone von der Schneegrenze gekreuzt wird, wird eine stärkere Absenkung der Schneegrenze verzeichnet (KLUTE, 1921, PASCHINGER, 1923, zitiert in WOLDSTEDT, 1961).

Das Klima im Allgemeinen

Durch allgemeine Temperaturabsenkung im skandinavischen Hochgebirge kam es dort zur Kreuzung der Schneegrenzlinie mit der Zone des maximalen Niederschlags. Dieses Absinken der Schneegrenze wird als Ursprung der nordeuropäischen Vereisung angenommen, die eine maximale Ausdehnung von 6,5 Mill. Quadratkilometer umfasste (WOLDSTEDT, 1961). Durch diese fortschreitende Vereisung wurde immer mehr Wasser in Form von Eis gebunden. Infolgedessen sank der Meeresspiegel ab, zeitweise lag dieser mehr als 150m unter dem heutigen Stand (GROISS, 2009). Zu beachten ist, dass die Vereisung mit ihren Schwankungen einen bedeutenden Einfluss auf das Klima hatte und somit die stärkere Absenkung der Temperatur außerhalb des europäischen Inlandseisgebietes nicht als Ursache, sondern als Folge der Vereisung anzusehen ist (WOLDSTEDT, 1961; KLOSTERMANN, 2009).

Das Eisschild breitete sich, wie oben bereits erwähnt, einerseits von Skandinavien ausgehend aus, andererseits kam es auch im Bereich der Alpen zur Anhäufung von Schnee und Eis. Es bildete sich der Skandinavische Schild und von den Alpen ausgehend kam es zu verschieden ausgeprägten Gletscherzungen, die nach Norden vorstießen. Dadurch entstand zwischen diesen Vergletscherungen eine gletscherfreie Zone, die sich zwischen dem nördlichen Alpengletscherrand und dem südlichen Rand des skandinavischen Eisschildes erstreckte. Dieses Gebiet nennt

man Periglazialgebiet, das durch einen Permafrostboden geprägt war (GROISS, 2009). In diesen nicht schneebedeckten Gebieten südlich des Eiskuchens, herrschte während des Würmglazials ein Tundrenklima, das eine starke Trockenheit aufwies. Es erstreckte sich vom südlichen England bis an die mitteleuropäischen Alpen und die Karpaten (POSER, 1947a, zitiert in WOLDSTEDT, 1961; ZIEGLER, 2008). Solch einen Permafrostboden findet man heute noch in Alaska und in großen Gebieten Sibiriens (KOENIGSWALD, 2002). Westlich der Alpen herrschte ein maritimes Tundrenklima vor, östlich der Alpen ein kontinentales Dauerfrostboden-Waldklima (POSER 1947a, zitiert in WOLDSTEDT, 1961).

Verschiebung der Klimazonen

Die ganze Erde betrachtet, kam es während der Glaziale zur Verschiebung der gesamten Klimazonen von den Polen ausgehend in Richtung Äquator (BÜDEL, 1949, zitiert in WOLDSTEDT, 1961). Auf der Südhalbkugel, kann man, im Vergleich zur Nordhalbkugel, eine weniger starke Verlagerung feststellen, da der antarktische Kontinent in glazialen Zeiten ähnlich vergletschert war wie während der Interglaziale (WOLDSTEDT, 1961). Durch diese Verschiebung kommt es zur Änderung des Klimas und infolgedessen zur Änderung der Vegetation in den bestimmten Gebieten (KLUTE, 1930, zitiert in WOLDSTEDT, 1961). Im Allgemeinen kam es zur Vergrößerung des arktischen Bereiches und zur deutlichen Verkleinerung des nichttropischen Waldes. Die mediterrane Vegetation, als auch die Wüsten- und Wüstensteppen wurden reduziert, die Savanne und der innertropische Wald gewannen an Größe (WOLDSTEDT, 1961).

Grundsätzlich kann man annehmen, dass die allgemeine Zyklonentätigkeit während der Glazialzeiten in ihrer Stärke größer war als heute. Grund dafür sind die Temperaturgradienten sowohl in meridionaler als auch in zonaler Richtung. Die zonalen Temperaturgegensätze waren vor allem im Winter groß, da in dieser Periode das Meer im Vergleich zum kalten Festland relativ warm war (WOLDSTEDT, 1961).

Die größte Ausdehnung während des letzten Glazials erreichten die Eismassen vor 19.000 bis 25.000 Jahren. Anschließend kam es zur Temperaturerhöhung, wodurch das Eis langsam zu schmelzen begann und in der zuvor baumlosen Tundra Floren-

und Faunenarten einwanderten, die während der Kaltzeit fehlten. Mit kontinuierlicher Temperaturerhöhung und Zunahme der Feuchtigkeit wurde die Nacheiszeit eingeleitet (ZIEGLER, 2008). Das Klima der Nacheiszeit ist mit dem Klima, das während der Interglaziale vorherrschte, vergleichbar. Dies ist allerdings nur für das letzte Interglazial bewiesen (WOLDSTEDT, 1961). Es folgten die oben erwähnten Kälterückschläge, doch während der Bölling- beziehungsweise der Alleröd-Zeit herrschte bereits sehr warmes, mildes Klima vor. Vor 7.500 bis 4.500 Jahren wurde das Klimaoptimum der Nacheiszeit, mit einer mittleren Jahrestemperatur von ca. 2°C über der heutigen, erreicht (ZIEGLER, 2008).

1.5.3. Flora und Fauna im Pleistozän

Allgemein lässt sich das Zusammenspiel zwischen Floren- und Faunenbestand mithilfe einer Nahrungspyramide verdeutlichen. Dabei betrachtet man die Pflanzen, die in einem bestimmten Gebiet vorkommen, als Nahrungsgrundlage. Die Herbivoren sind die Erstverbraucher, die kleineren Säuger und Greifvögel die Zweitverbraucher. Unter Drittverbraucher versteht man die großen Beutegreifer, die die Spitze der Pyramide bilden und somit in ihrer Anzahl, im Vergleich zu den anderen Stufen, geringer sind. Die einzelnen Stufen stehen im Gleichgewicht und sind stark voneinander abhängig. Wenn sich aufgrund der klimatischen Veränderungen ein Teil der Pyramide verändert, hat dies enorme Auswirkungen auf die anderen Teile der Pyramide (GROISS, 2009).

Verschiedene Arten, die bei annähernd gleichen Umweltbedingungen leben, werden zu Faunen- beziehungsweise Florengesellschaften zusammengefasst (KOENIGSWALD, 2002) *"Der mehrfache Faunen- und Florenwechsel im Pleistozän lässt erkennen, wie sich die bestimmenden Klimafaktoren, Temperatur und Feuchtigkeit, wiederholt verändert haben."* (KOENIGSWALD, 2002:140)

Die Flora

Vor Beginn des Pleistozäns war Europa vor allem durch überwiegend sommergrüne Nadel- und Mischwälder geprägt. Viele der Florenarten verschwanden zu Beginn beziehungsweise während des Pleistozäns vollends (KOVAR-EDER, 2009).

Die Flora während des letzten Glazials:

Aufgrund der Temperaturerniedrigung wurden in Europa die mannigfaltigen Mischwälder zunehmend verdrängt und es verschwand der Großteil der höheren Pflanzenarten. Es gab nur wenige Arten, primär Moose und Flechten, die diesen extremen Bedingungen standhalten konnten. Der Beginn des Hochglazials ist durch einen deutlichen Artenschwund geprägt. Die Laubbäume wurden in ihrer Anzahl reduziert und nach und nach vom Nadelholz verdrängt. Mit sinkender Temperatur verschwanden mit der Zeit auch die Nadelbäume in den Hochlagen und es kam zur Bildung der Steppentundra, auch Mammutsteppe genannt (GROISS, 2009; KUCERA, 2009). Das Vorhandensein dieser offenen Grasländer, die sich von Westeuropa, über Sibirien bis nach Alaska ausbreiteten, wurde durch Pollenanalysen belegt (KOENIGSWALD, 2002; KUCERA, 2009). Die baumlose Tundra ist durch die typische Glazialflora, unter anderem bestehend aus *Dryas octopetala*, *Betula nana* und *Salix polaris*, charakterisiert. Betrachtet man das heutige Verbreitungsgebiet von *Salix polaris*, stellt man fest, dass diese Pflanze nur in Höhenlagen arktischen Klimas oder innerhalb des Polarkreises vorkommt (WOLDSTEDT, 1961). Aufgrund der Betrachtung der Verhältnisse der heutigen Tundra und deren damaligen Vorkommens in Mitteleuropa, kann man davon ausgehen, dass hier die durchschnittliche Temperatur während des gesamten Jahres, ausgenommen im Juli, 0°C selten überschritten hat (RANGE, 1923, GAGEL, 1923, WERTH, 1925, zitiert in WOLDSTEDT, 1961).

Durch die Verschiebung der Klimazonen verlagerten sich im würmzeitlichen Mitteleuropa die laubwerfenden Wälder ins Mediterrangebiet (BÜDEL, 1949, zitiert in WOLDSTEDT, 1961; ZIEGLER, 2008). Die mediterrane Hartlaubfauna breitete sich erst im Osten und Süden des Mediterrangebietes aus. Dort, wo keine Hartlaubfauna ausgeprägt war, sondern sommergrüne Laubwälder vorherrschten, musste es demnach Pluvialzeiten gegeben haben, das heißt, dass die sommerliche Trockenheit fehlte (WOLDSTEDT, 1961).

Die Flora während des letzten Interglazials:

Während der Interglaziale breiteten sich die höheren Pflanzen von den Tälern bis hin zu den Hochflächen erneut aus. Diese Wiederbesiedelung war vor allem von der

Dauer des Interglazials und der Stärke der Temperaturzunahme abhängig. Trotz dieser Artenzunahme während der Warmzeiten, ist während des Pleistozäns eine allgemeine Abnahme der Arten feststellbar, wodurch die Vegetation in Europa grundsätzlich verändert wurde (GROISS, 2009; KOVAR-EDER, 2009). Grund dafür ist in Europa unter anderem der Verlauf der Gebirgsketten von Westen nach Osten. Durch diese West-Ost-Ausrichtung der Alpen, Karpaten und Pyrenäen wird in Europa der Floren- und Faunenaustausch gehemmt (GROISS, 2009). Dies kommt einerseits bei einer Temperaturerniedrigung, also zu Beginn eines Glazials, zum Tragen, da hier die Gebirgsketten für viele Arten ein Hindernis darstellen, um in südlichere, gemäßigte Gebiete auszuweichen. Andererseits wird durch diese West-Ost-Ausrichtung auch die Wiederbesiedelung während der Interglaziale erschwert (GROISS, 2009; ZIEGLER, 2008). *"In Nordamerika war dagegen wegen des Nord-Süd-Streichens der Gebirge, in Ostasien wegen ihres Fehlens in Küstennähe ein Ausweichen in Refugien möglich. ... In Europa führte der mehrmalige Wechsel von Kalt- und Warmzeiten zum Aussterben vieler Pflanzenarten und ist Ursache für die im Vergleich mit Nordamerika und Ostasien artenarme Flora."* (ZIEGLER, 2008:260)

In Europa traten zu Beginn eines Interglazials vorerst *Pinus* und *Betula* auf. Im Laufe der Interglaziale waren meist laubwerfende Eichenmischwälder mit *Quercus*, *Tilia* und *Ulmus* vorherrschend, die sich weit nach Norden hin ausbreiteten. Gegen Ende eines Interglazials tauchten *Fagus sylvatica*, *Abies* und *Carpinus betulus* in den Wäldern auf (KOENIGSWALD, 2002; KOVAR-EDER, 2009).

Die Flora während der Nacheiszeit:

In Mitteleuropa kamen, infolge der Erwärmung der Zone, wo während der Kaltzeiten eine baumlose Tundra vorherrschend war, Pflanzen wie die Silberwurz, Zwergweiden und Zwergbirken zum Vorschein. Mit Beginn der Nacheiszeit wurde das Klima immer milder, und schon langsam breiteten sich in Mitteleuropa wieder Kiefer und Birke aus. Dies war auch während der Bölling- und Alleröd-Zeit der Fall, allerdings kehrte während der beiden genannten Kälterückschläge die *Dryas*-Tundra zurück. Je wärmer es wurde, desto häufiger traten *Quercus*, *Acer* und *Corylus* auf und ergänzten die weitreichenden Mischwälder. Während die Temperatur ihr Optimum erreichte, kamen *Tilia*, *Ulmus*, *Alnus* und *Fraxinus* zum Vorschein. Diesem Klimahö-

hepunkt folgte eine leichte Abkühlung, es wurde feuchter und nach und nach tauchten *Abies* und *Fagus sylvatica* wieder auf (ZIEGLER, 2008; WOLDSTEDT, 1961; KOVAR-EDER, 2009).

Die Fauna

Im Gegensatz zur Flora lassen sich aufgrund glazialer Faunenfunde weitaus weniger Rückschlüsse auf das Klima treffen. Man kann zwar bei Betrachtung der glazialen Fauna annehmen, dass es während der Glaziale zur deutlichen Temperaturabnahme und während der Interglaziale wieder zur Erwärmung gekommen ist, es lassen sich jedoch keine genaueren Verhältnisse rekonstruieren (WOLDSTEDT, 1961).

Vergleicht man die Diversität in kalten, mit der in wärmeren Regionen, so lässt sich feststellen, dass die Diversität der Fauna als auch die der Flora mit der Temperaturabnahme sinkt (GROISS, 2009). Eine Anpassung an neue Umweltbedingungen war für die meisten Arten, aufgrund der Geschwindigkeit des Klimaumschwungs bei einem Wechsel zwischen Glazialen und Interglazialen, nicht möglich. Die Folge war das Verschwinden von Arten aus einem bestimmten Gebiet. Gleichzeitig wanderten jedoch neue Arten, welche bereits Gegenden mit vergleichbaren Umweltverhältnissen bewohnten, in dieses Gebiet ein. Aufgrund glazialer Faunenfunde an verschiedenen Fundorten, lassen sich Faunengesellschaften für die einzelnen Zeitbereiche rekonstruieren (KOENIGSWALD, 2002). Es lassen sich nicht nur Diversitätsunterschiede, sondern auch morphologische Unterschiede in den verschiedenen Faunengemeinschaften feststellen (GROISS, 2009). *"Die Bergmannsche Regel besagt, dass Tiere in kalten Regionen, im Verhältnis zu Vertretern der gleichen Art aus wärmeren Gebieten, größer, gedrungener und kompakter gebaut sind. Sie nähern sich durch ihre gedrungene Gestalt, zumindest theoretisch, der Kugelform."* (GROISS, 2009:86) Das heißt für Tiere, die kalte Gebiete bewohnen, ist eine möglichst geringe Oberfläche im Vergleich zum Volumen von Vorteil, da dadurch der Wärmeverlust minimiert wird. Außerdem besitzen Tiere in kälteren Regionen weniger lange Extremitäten, Ohren und Schwänze, wodurch die sichere Durchblutung gewährleistet wird, da diese näher beim Herzen liegen (Allensche Proportionsregel) (GROISS, 2009). Eine Regel, die für sehr kleine Formen nicht gelten muss (PROST ET AL, 2013).

Gerade in Mitteleuropa kam es durch diese Klimaveränderungen zur drastischen Änderung in der Faunenzusammensetzung. Der Grund liegt in der geografischen Lage Mitteleuropas, wodurch die Tierarten, durch Veränderungen der Temperatur und Feuchtigkeit, abwechselnd kontinentalen beziehungsweise maritimen Lebensbedingungen ausgesetzt waren. Im Gegensatz dazu stehen beispielsweise Gebiete in Sibirien und das westliche Nordamerika, die stets durch trockenes, kontinentales Klima geprägt waren. Hier hatte die Veränderung des Klimas keine derart drastischen Auswirkungen auf die Fauna (KOENIGSWALD, 2002)

"Die beiden wichtigsten Faunengemeinschaften aus dem Jungpleistozän lassen sich nach den Elefanten als Waldelefanten-Fauna und Mammut-Fauna bezeichnen, die ganz unterschiedliche ökologische Gegebenheiten repräsentieren. Die Waldelefanten-Fauna kennzeichnet die Warmzeiten und die Mammut-Fauna die Kaltzeiten." (KOENIGSWALD, 2002:140) Während die meisten Pflanzenfresser stark von einem bestimmten Florenbestand abhängig sind, der nur unter bestimmten klimatischen Verhältnissen vorkommt, sind Raubtiere in der Regel weniger stark auf ein bestimmtes Klima angewiesen, da für sie das Vorhandensein von geeigneten Beutetieren maßgebend ist. Das ist der Grund, weshalb einige Raubtiere, darunter auch *Canis lupus*, sowohl in der Waldelefanten-Fauna als auch in der Mammut-Fauna vorkommen (KOENIGSWALD, 2002). Die Waldelefanten-Fauna des Eem-Interglazials in Mitteleuropa beinhaltet unter anderem *Elephas antiquus*, *Capreolus capreolus*, *Sus scrofa*, *Bos primigenius*, *Stephanorhinus kirchbergensis*, *Dama dama*, *Bubalus murrensis* und *Hippopotamus amphibius* (KOENIGSWALD, 2002). Während dieser warmen Periode fand man kälteliebende Arten nur mehr im nördlichsten Europa in den arktischen und subarktischen Regionen (ANDERSEN & BURNS, 1994). Zu Beginn des letzten Glazials wanderten im Zuge der Temperaturerniedrigung neue Arten nach Mitteleuropa ein und die alten verschwanden allmählich. Mit der Zeit änderte sich die gesamte Faunengemeinschaft und es etablierte sich die Mammut-Fauna. Zur Mammut-Fauna, die bis ins Mittel-Weichsel vorherrschend war, zählte unter anderem *Mammuthus primigenius*, *Rangifer tarandus*, *Bison priscus*, *Coelodonta antiquitatis* und *Megaloceros giganteus* (KOENIGSWALD, 2002). *Megaloceros giganteus* trat allerdings auch während der Interglaziale auf (ZIEGLER, 2008). Die damals vorkommenden Raubtiere waren mitunter *Ursus spelaeus*,

Crocota crocuta, *Gulo gulo*, *Panthera leo spelaea* und *Canis lupus* (KOENIGSWALD, 2002).

Mit der kontinuierlichen Temperaturzunahme am Ende des Weichsel-Glazials wich diese, für das Weichsel-Glazial charakteristische, Faunenzusammensetzung in nördlichere Gebiete aus, in denen die Steppentundra noch erhalten war. In die südlicheren Gebiete Europas wanderten wärmeliebende Arten ein und es etablierte sich allmählich eine neue Faunengemeinschaft, die die Wälder, die sich immer weiter ausbreiteten, bewohnte (ANDERSEN & BORNES, 1994).

1.5.4. Ursachen des Pleistozäns

Der Wechsel zwischen den Glazialen und Interglazialen ist mit dem Jahreszeitenwechsel, den wir heute auf der Erde erleben, vergleichbar. Der Unterschied liegt lediglich in der Dauer eines Zyklus. Es gibt verschiedene Faktoren, die für die Schwankungen im Klima ausschlaggebend sind (KUCERA, 2009; KOVAR-EDER, 2009). Milankovitsch, ein serbischer Mathematiker, führte diese starken periodischen Schwankungen auf die unterschiedliche Intensität der Sonneneinstrahlung auf der Erde zurück. Deswegen nennt man diese wiederkehrenden Zyklen auch "Milankovitsch-Zyklen" (GROISS, 2009; KUCERA, 2009; KOVAR-EDER, 2009; WOLDSTEDT, 1961). Der Ursprung dieser Änderungen in der Sonneneinstrahlungintensität liegt zum einen in der Umlaufbahn der Erde, zum anderen in der Neigung der Erdachse und der Präzession, der Kreiselbewegung der Erde. (WAGNER, 1995, zitiert in KOENIGSWALD, 2002; ZIEGLER, 2008; KUCERA, 2009; KOVAR-EDER, 2009; WOLDSTEDT, 1961; ANDERSEN & BORNES, 1994). *"Die Erde umrundet die Sonne nicht auf einer exakten Kreisbahn, sondern in Form einer Ellipse. Dadurch steht die Erde der Sonne einmal näher (Perihel) und einmal ferner (Aphel). Diese Exzentrizität schwankt in einem Zyklus von 100 000 Jahren zwischen 0,5% und 6%, der derzeitige Wert liegt bei knapp 2%. Die Neigung der Erdachse, die zurzeit bei 23,5° liegt, nimmt in einem Zyklus von etwa 40 000 Jahren auf 22,1° ab und ist maßgeblich für die Sonneneinstrahlung in den höheren Breiten. Die Erdachse führt weiterhin in einem Zyklus von 22 000 Jahren eine Art Taumelbewegung durch (Präzession). Dadurch werden Perihel und Aphel verschoben. Zur Zeit liegt das Perihel im Winter der*

Nordhalbkugel, dadurch werden diese etwas milder. Entsprechend waren vor 110.000 Jahren die Winter kühler, weil das Perihel im Sommer lag." (KOENIGSWALD, 2002:33) Diese Kreiselbewegung wirkt sich, im Gegensatz zur Neigung der Erdachse, stärker auf die niedrigen und mittleren Breiten aus (GROISS, 2009). Milankovitch konnte zeigen, dass diese verschiedenen Umstände und deren Wirkung sich überlagern und somit verstärken, beziehungsweise abschwächen können, was schlussendlich zur Ausbildung von Glazialen und Interglazialen führt (GROISS, 2009; KOENIGSWALD, 2002). Neben der Intensität der Sonneneinstrahlung haben unter anderem auch Sonnenwinde Einfluss auf das Klima, da diese das Magnetfeld der Erde beeinflussen (KOENIGSWALD, 2002).

Auffallend ist unter anderem die Lage der Kontinente während eines Eiszeitalters. So nahm ein Kontinent, während eines solchen Zeitraumes, immer eine Pol-Lage auf der Erde ein. Im letzten Eiszeitalter ist dies die Antarktis, die am Südpol liegt. Diese Lage ist der Ausgangspunkt für die Ansammlung von Schnee, da hier, im Vergleich zum Rest der Erde, die Sonneneinstrahlung limitiert ist. Folge der Schneeanhäufung ist eine stark reflektierende Oberfläche, wodurch die Temperatur weiter sinkt. Bei einer ausreichenden Niederschlagsmenge führt dies zur Bildung von Gletschern. Betrachtet man den heutigen Nordpol der Erde, liegt dieser zwar im offenen Meer, ist jedoch aufgrund der umliegenden Landmassen umschlossen, wodurch wiederum eine Anhäufung von Schnee möglich ist (KOENIGSWALD, 2002; WOLDSTEDT, 1961; ANDERSEN & BORNES, 1994). Da sich die Temperaturenniedrigung in der Äquatorregion am Stärksten auswirkt, folgt, dass das meridionale Temperaturgefälle reduziert wird, woraus eine Verminderung der Zirkulation folgt. Dadurch gelangt aus der Äquatorregion weniger Wärme in die höheren Breiten, worauf sich in Gebieten mit einer hohen Niederschlagsmenge und ausgeprägter Topographie Eis bildet (WOLDSTEDT, 1961).

Des Weiteren treten starke Niederschläge besonders beim Aufeinandertreffen von warmem Meer und kaltem Festland an Küsten auf. Dies ist beispielsweise in Skandinavien der Fall, wo aufgrund des relativ warmen Golfstroms, die Vergletscherung gefördert wurde (KLUTE, 1928, KERNER-MARILAUN, 1924, BEHRMANN, 1948, zitiert in WOLDSTEDT, 1961). Als weitere Folge der durch die Schneeansammlung entstandenen Gletscher sinkt der Meeresspiegel entsprechend

ab, wodurch die Dimension der Weltmeere und die damit verbundene Wasserverdunstung reduziert wird (KUCERA, 2009; KOVAR-EDER, 2009). Außerdem spielen bei der Entstehung von Klimaschwankungen die Meeresströmungen und deren Verlagerung, der CO₂-Gehalt der Atmosphäre, als auch das Relief der Landschaft eine Rolle (KUCERA, 2009; KOVAR-EDER, 2009; ZIEGLER, 2008; WOLDSTEDT, 1961).

Obwohl bereits viele Ursachen bezüglich der Schwankungen des Klimas geklärt wurden, stehen noch einige Fragen um die Zusammenhänge dieses komplexen Gefüges offen (KUCERA, 2009; KOVAR-EDER, 2009).

2. Systematischer Teil

2.1. Methodik

Mithilfe der Microwear-Analyse ist es möglich, Ernährungsmuster von Tiergruppen, beispielsweise Carnivoren, zu analysieren und auf jene von fossilen Arten rückzuschließen. Diese Methode beruht auf der Analyse von Mikro-Spuren im Zahnschmelz, die durch die Aufnahme von Nahrung entstehen. Die sogenannte Microwear-Spuren werden bei fossilen sowie bei rezenten Arten untersucht. Durch den Vergleich der fossilen Daten mit jenen der rezenten, wird ein mögliches Ernährungsmuster der fossilen Arten rekonstruiert (GOILLOT ET AL., 2009; BASTL ET AL., 2012).

Während bei früheren Microwear-Analysen ein Rasterelektronenmikroskop (REM) mit einer sehr hohen Vergrößerung (bis zu 500-fach) verwendet wurde, wurde 2002 von SOLOUNIAS & SEMPREGON eine neue Methode vorgestellt, bei der die Zähne bei einer geringeren Vergrößerung (35-fach) untersucht werden. Mit dieser Methode ist es möglich, eine große Anzahl an Zahnproben in relativ kurzer Zeit zu untersuchen, außerdem wird dabei nur ein Standardlichtmikroskop benötigt. Dadurch wird es möglich, eine größere Anzahl an Proben innerhalb einer Spezies zu untersuchen, sowie die Anzahl der untersuchten Taxa zu erhöhen, wodurch wiederum eine kritischere und statistisch bedeutsamere Betrachtung möglich ist (SOLOUNIAS & SEMPREGON, 2002).

2.1.1. Vorhergehende Studien

Die Ordnung der Carnivora zählt zu den diversesten in der Klasse der Säugetiere. Aufgrund dieser großen Diversität ist auch die Ernährung der Carnivoren sehr vielfältig. Die verschiedenen Ernährungsmuster reichen von hypercarnivor bis hin zu hypocarnivor und inkludieren beispielsweise Omnivore, Frugivore, Insektivore und Herbivore. Carnivoren wiesen in der Vergangenheit ebenfalls eine hohe Diversität bezüglich der Ernährung auf (GOILLOT ET AL., 2009).

Eine Methode verschiedene Ernährungsformen zu untersuchen, ist die Analyse von Microwear-Spuren im Zahnschmelz. Im Weiteren werden hier einige Studien vorgestellt, welche die Ernährungsmuster bei Carnivoren behandeln (GOILLOT ET AL., 2009; BASTL ET AL., 2012).

Zu den ersten Studien, die sich mit Microwear-Spuren bei Carnivoren beschäftigten, zählt die Studie TAYLOR und HANNAM (1986). Es gab bereits einige vorhergehende Untersuchungen, die sich mit den verschiedenen Nahrungsspektren innerhalb der Carnivoren auseinandersetzten, die allerdings zu keinem eindeutigen Ergebnis führten. In der Studie TAYLOR und HANNAM (1986) wurden 32 Proben aus 12 Arten der Familie der Viverridae untersucht. Dabei konnten punktförmige und längliche Spuren unterschieden werden (GOILLOT ET AL., 2009).

1990 untersuchte VAN VALKENBURGH mithilfe der Microwear-Analyse 90 Proben aus 9 Carnivoren-Arten. Es konnte ein möglicher Zusammenhang zwischen Microwear-Spuren und dem Knochenanteil in der Nahrung der Carnivoren gezeigt werden (GOILLOT ET AL., 2009; BASTL ET AL., 2012).

Die Microwear-Methode nach SOLOUNIAS und SEMPREBON (2002) wurde 2004 in der Studie DEWAR (2004) an Zähnen einiger rezenter Carnivoren-Gruppen angewendet. Die Ergebnisse wurden mit ausgestorbenen Säugetiergruppen verglichen. Es wurde angegeben, dass durch das Betrachten von punktförmigen Microwear-Spuren die unterschiedliche Ernährung der Carnivoren deutlich unterschieden werden kann (BASTL ET AL., 2012).

Eine Variation der Methode nach SOLOUNIAS und SEMPREBON (2002) (nach MERCERON ET AL. (2004)) wendeten GOILLOT ET AL. (2009) bei rezenten als auch bei fossilen Carnivoren an. Im Zuge dieser Studie wurden zwei Vertreter der ausgestorbenen Familie der Amphicyonidae untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass das Standardlichtmikroskop an Carnivoren anwendbar ist und deren unterschiedliche Ernährungsmuster voneinander abgrenzbar sind (GOILLOT ET AL., 2009; BASTL ET AL., 2012).

In der aktuellsten Studie BASTL ET AL. (2012) wurde die Methode nach SOLOUNIAS und SEMPREBON (2002) an Zähnen ausgewählter rezenter Carnivoren mit unterschiedlicher Ernährung angewendet. Dabei wurden für Taxa mit unterschiedlicher Nahrungszusammensetzung verschiedene Microwear-Muster gefunden. Des Weiteren wurden Zähne vom fossilen *Hyaenodon* aus der Familie der Hyaenodontidae untersucht. Dieser Studie zufolge ist das Nahrungsspektrum von *Hyaenodon* im Vergleich zu den rezenten Hyänen generalistischer und weist einen geringeren Knochenanteil wie *Crocota crocuta* auf (BASTL ET AL., 2012).

2.1.2. Microwear-Analyse

In die Methodik wurden meine Kolleginnen, Kerstin Egler und Viktoria Jetzinger, und ich freundlicherweise von Katharina Bastl eingeführt. Das rezente Material das von der Säugetierabteilung des Naturhistorischen Museums in Wien zur Verfügung gestellt wurde, konnte von Kerstin Egler, Viktoria Jetzinger und mir gemeinsam bearbeitet werden, wobei in der Tabelle (siehe Kapitel 7. Anhang) vermerkt ist, welche Probe von welcher Person untersucht worden ist. Zusätzlich stellte uns Katharina Bastl Daten von weiteren rezenten Arten zur Verfügung. Das fossile Material, das aus den Fundstellen Drachenhöhle bei Mixnitz, Teufelslucke bei Eggenburg, Katerloch bei Weiz und Prědměst in Tschechien stammt, wird am paläontologischen Institut der Universität Wien aufbewahrt. Die fossilen Proben wurden ausschließlich von mir analysiert.

Die Microwear-Analyse wurde sowohl bei rezenten, als auch bei fossilen Arten am P_4 , M_1 und m_1 durchgeführt (siehe Kapitel 2.2. Material).

Die Zähne P_4 , M_1 und m_1 wurden mithilfe von Aceton, Wattestäbchen und Wattepad's gründlich gereinigt. Nach dem Reinigen wurden die Daten der Tiere aufgenommen, nach einzelnen Arten zusammengefasst und die Proben fotografiert.

Für die Abdrücke wurde die blaue Zahnarztpaste "President, plus jet, 48ml, ISO 4823, Typ2, medium consistency, Polyvinylsiloxane (addition-type), EXP: 2010-08, LOT: 0159718" verwendet.

Als die Zähne nach dem Reinigen vollständig getrocknet waren, wurde mit dem Auftragen der Paste begonnen. Dabei arbeiteten wir zu zweit, um Wartezeiten zu minimieren. Das Kiefer des jeweiligen Tieres wurden von einer Person gehalten, während die zweite Person die Paste vorsichtig auftrug. Es musste darauf geachtet werden, die zu untersuchenden Zähne vollständig mit der Paste zu bedecken und dabei keine Luftblasen entstehen zu lassen. Besondere Aufmerksamkeit galt der Facette des Zahnes, da hier der zu untersuchende Ausschnitt gewählt wurde. Nach dem Auftragen konnten die Abdrücke der ersten Zähne bereits abgenommen werden.

Anschließend wurden die Abdrücke mit einem Streifen aus "Lap putty" (von Coltène/Whaledent auf Polyvinylsiloxanbasis aus zwei Komponenten) umhüllt. "Lap putty" wurde am Rand eines Abdrucks angelegt und zu einem Schälchen geformt, das ein Auslaufen des später einzufüllenden, flüssigen Harzes verhinderte.

Nach dem etwa eintägigen Aushärten der Abdrücke, wurden diese für einen klaren Epoxidharz-Abguss verwendet. Dabei werden die Abdrücke mit dem Harz annähernd vollgefüllt, damit die nun entstehende Oberfläche möglichst weit von der zu untersuchenden Oberfläche entfernt ist. Dadurch wird verhindert, dass eben diese Oberfläche während der Betrachtung des Abgusses unter dem Mikroskop die Mikrowear-Analyse aufgrund des durchsichtigen Abgusses beeinflusst (SOLOUNIAS & SEMPREBON, 2002). Das flüssige Harz wurde uns freundlicherweise von den Präparatoren des Instituts für Paläontologie an der Universität Wien, Franz Mayer, Roland Mayer und Valentin Perlinger aufbereitet und direkt zur Verwendung bereitgestellt.

"The epoxy was mixed well and then centrifuged for approximately 3-5 minutes before pouring. Centrifuging the mixture eliminates bubbles and also helps the epoxy set better and more quickly." (SOLOUNIAS & SEMPREBON, 2002:7)

Das flüssige Harz wurde vorsichtig entlang des Randes des geformten Abgusschälchens eingetropft, es floss langsam in den Abguss und füllte ihn vollends aus. Somit wurde eine mögliche Bläschenbildung vermieden, wodurch die Veranschaulichung der zu untersuchenden Spuren beeinträchtigt werden könnte.

Da die untersuchten Carnivoren-Zähne meist eine relativ geringe Größe aufwiesen, war die Methode, die Abdrücke mit dem "lap putty" zu umhüllen, nicht immer möglich. Bei den größeren Zähnen wurde diese, wie oben beschrieben, angewendet. Die kleineren Zähne wurden der Reihe nach in einem Knetmassestreifen durch leichtes Andrücken fixiert. Anschließend wurde mit einer Pipette und einer Präpariernadel gearbeitet. Dabei wurde das flüssige Harz vorsichtig in den Abdruck getropft. Dabei entstandene Luftbläschen wurden anschließend mit der Präpariernadel entfernt, indem diese unter dem Stereomikroskop an die Oberfläche gezogen wurden.

Bei den 46 rezenten Individuen wurden im Oberkiefer die Zähne P_4 und M_1 , und im Unterkiefer der Zahn m_1 beprobt. Bei den 15 fossilen Individuen war es aufgrund des Erhaltungszustandes nicht immer möglich alle drei Zähne zu untersuchen.

Das Epoxid-Harz benötigte ein bis zwei Tage zum Aushärten, anschließend wurden die Abdrücke entfernt. Die fertigen Abgüsse wurden unter dem Stereomikroskop betrachtet, und diejenigen, die für die Microwear-Analyse aufgrund von Luftbläschen oder anderen Beschädigungen nicht brauchbar waren, aussortiert. Folgende Tabelle gibt den Ausfall der rezenten Arten in Prozent an:

Tabelle 1: Ausfall der untersuchten rezenten Arten in Prozent

Taxon	Ausfall in %
<i>Martes martes</i>	57,1
<i>Martes foina</i>	79,2
<i>Mustela nivalis</i>	100
<i>Mustela putorius</i>	62,5
<i>Meles meles</i>	66,7
<i>Vormela peregusna</i>	100
<i>Mellivora capensis</i>	50
<i>Gulo gulo</i>	62,5
<i>Mephitis mephitis</i>	91,7
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	45

In der nachstehenden Tabelle ist der Ausfall der fossilen Arten in Prozent angegeben:

Tabelle 2: Ausfall der untersuchten fossilen Arten in Prozent

Taxon	Ausfall in %
<i>Gulo gulo</i>	85,7
<i>Canis lupus</i>	70

Der Grund, warum man Harzabgüsse anstatt der originalen Zähne verwendet, liegt darin, dass das Harz im Vergleich zum Zahnschmelz selbst weniger stark glänzt. Beleuchtet man den Zahnschmelz, reflektiert dieser sehr stark, wodurch die Struktur des Schmelzes und somit auch die zu untersuchenden Spuren oft nicht sichtbar werden. Mit den Epoxid-Harzabgüssen funktioniert diese Methode wesentlich besser (SOLOUNIAS & SEMPREGON, 2002).

Die Microwear-Analyse wurde an 51 Zähnen (siehe Kapitel 7.Anhang) rezenter Individuen (*Martes martes*, *Martes foina*, *Mustela putorius*, *Meles meles*, *Mellivora capensis*, *Gulo gulo*, *Mephitis mephitis*, *Nyctereutes procyonoides*) und an vier Zähnen fossiler Individuen (*Canis lupus*, *Gulo gulo*) durchgeführt. Aufgrund des schlechten Erhaltungszustandes, war der Ausfall, speziell bei den fossilen Proben, relativ groß (siehe Tabelle 2). Bei folgenden, fossilen Proben, war es möglich eine Microwear-Analyse durchzuführen (siehe Kapitel 2.2.1.Das fossile Material):

Gulo gulo:

- P₄ im Oberkiefer dext (PIUW 3000/03/003), in Tabelle 3 (Nr.6) - Drachenhöhle bei Mixnitz (Jungpleistozän)

Canis lupus:

- m₁ im Unterkiefer dext (PIUW), in Tabelle 4 (Nr.2) - Prědmost (Jungpleistozän)
- M₁ + P₄ im Oberkiefer dext (PUIW), in Tabelle 4 (Nr.3) - Prědmost (Jungpleistozän)
- m₁ im Unterkiefer sin (PIUW), in Tabelle 4 (Nr.9) - Prědmost (Jungpleistozän)

Es wurden die Spuren mithilfe eines Standardlichtmikroskops (Leica MZ 12/7) identifiziert und in einem standardisierten Bereich, einem Quadrat von 0.4mm x 0.4mm, ausgezählt.

Die durchsichtigen Epoxid-Harzabgüsse wurden auf einem Stück Knetmasse, das zur Fixierung diente, unter das Mikroskop gelegt und in Position gebracht. Das hat den Vorteil, dass die Probe nicht verrutscht und man beide Hände zur Adjustierung des Mikroskops und des Lichtes zur Verfügung hat.

Die Abgüsse wurden schräg beleuchtet und bei einer 35-fachen Vergrößerung analysiert. Das standardisierte Quadrat wurde an der Facette der Zähne P₄, M₁ und m₁, das heißt dort, wo es zur Okklusion kommt, platziert, und anschließend ausgezählt. Wenn diese Stelle aufgrund des schlechten Erhaltungszustandes, Verunreinigungen oder Luftbläschen nicht brauchbar war, wurde eine benachbarte Stelle, wo die Spuren deutlich erkennbar waren, ausgewählt.

Um die einzelnen Spuren gut sichtbar zu machen, waren die Einstellungen der Lichtintensität, sowie die Lichtposition besonders wichtig. Am Besten erkennt man die Spuren, wenn das Licht in einem flachen Winkel zur Oberfläche der Probe einfällt.

Das Licht wurde bei einer niedrigen Vergrößerung eingestellt und im Zuge dessen die bestgeeignete Stelle für das standardisierte Quadrat gewählt. Anschließend wechselte man auf die 35-fache Vergrößerung und begann mit dem Auszählen der Spuren in dem Quadrat. Wie bereits erwähnt, konnten weitere Änderungen und Bewegungen des Lichtes notwendig sein, um die einzelnen Spuren sichtbar zu machen. Diese Adjustierungen sind notwendig, da die verschiedenen Spuren unterschiedliche Dimensionen und Tiefen besitzen und infolgedessen das Licht unterschiedlich stark brechen (SOLOUNIAS & SEMPREGON, 2002).

Die Microwear-Spuren

Es wurden zwei Regionen an der Facette des Zahnes gewählt, und die Microwear-Spuren in dem Auszähl-Quadrat identifiziert und gezählt. Wenn auf der Facette, aufgrund ihrer Beschaffenheit oder ihrer Größe, keines, oder nur eines der beiden

Quadrate auszählbar war, wurden geeignete benachbarte Regionen auf dem Abguss gewählt und ausgezählt.

Pits

Pits sind kreisförmige Spuren unterschiedlicher Größe und Tiefe. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Typen sind bei einer 35-fachen Vergrößerung sehr deutlich erkennbar. Man unterscheidet small pits, large pits und puncture pits. Die large pits sind tiefer, weniger lichtbrechend, und deswegen immer dunkel. Small pits sind flacher und brechen das Licht stärker, weshalb sie aufleuchten. Außerdem besitzen die large pits normalerweise einen mindestens doppelt so großen Durchmesser als die small pits. Weiters haben die large pits oft einen weniger klaren Rand, im Vergleich zu den small pits, sind aber dennoch für gewöhnlich kreisförmig. Puncture pits sind noch tiefer als die large pits, infolgedessen ebenfalls dunkel, unterscheiden sich von diesen jedoch durch einen klar definierten Rand (SOLOUNIAS & SEMPREBON, 2002). In Abbildung 19 erkennt man den Unterschied zwischen small und large pits.

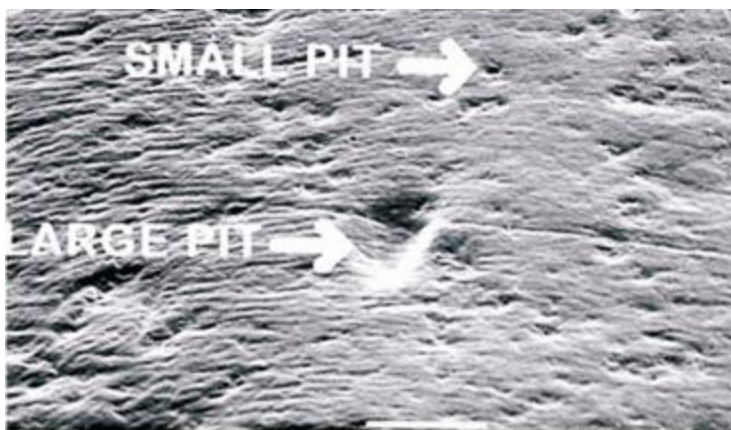


Abb. 19: SEM photomicrographs at 500x. Surface showing small and large pits; *Tragelaphus scriptus* (SOLOUNIAS & SEMPREBON, 2002:12)

Scratches

Scratches sind längliche Spuren, wobei man hypercoarse, coarse und fine scratches unterscheidet. Diese verschiedenen scratches definieren sich durch die Tiefe. Je tiefer scratches sind, desto weniger lichtbrechend sind sie (SOLOUNIAS & SEMPREBON, 2002).

Fine scratches sind die feinsten und dünnsten Kratzer. Sie sind flach, weshalb sie das Licht relativ stark brechen und dadurch aufleuchten. Coarse scratches sind breiter und tiefer als fine scratches und erscheinen deshalb dunkel. Bei Hinwegbewegen des Lichtes über die coarse scratches leuchten auch diese kurz auf. Hierbei ist die Veränderung des Lichteinfalls wichtig, um eine Verwechslung der fine scratches mit den coarse scratches zu vermeiden. Hypercoarse scratches sind die breitesten und tiefsten Kratzer. Sie sind deutlich tiefer und noch weniger lichtbrechend als die coarse scratches, wodurch sie immer dunkel erscheinen (SOLOUNIAS & SEMPREBON, 2002). In Abbildung 20 erkennt man den Unterschied zwischen fine und coarse scratches.

Des Weiteren wurde die Anzahl der cross scratches vermerkt. Sie verlaufen, unabhängig von ihrer Tiefe oder Breite, nicht der Hauptrichtung der Mehrheit der Kratzer folgend. Das heißt, es sind diejenigen, die anders orientiert sind, als die Mehrheit der Kratzer und die Hauptrichtung somit kreuzen (siehe Abbildung 21). Dabei werden alle Kratzer betrachtet und die Hauptrichtung festgestellt (SOLOUNIAS & SEMPREBON, 2002).

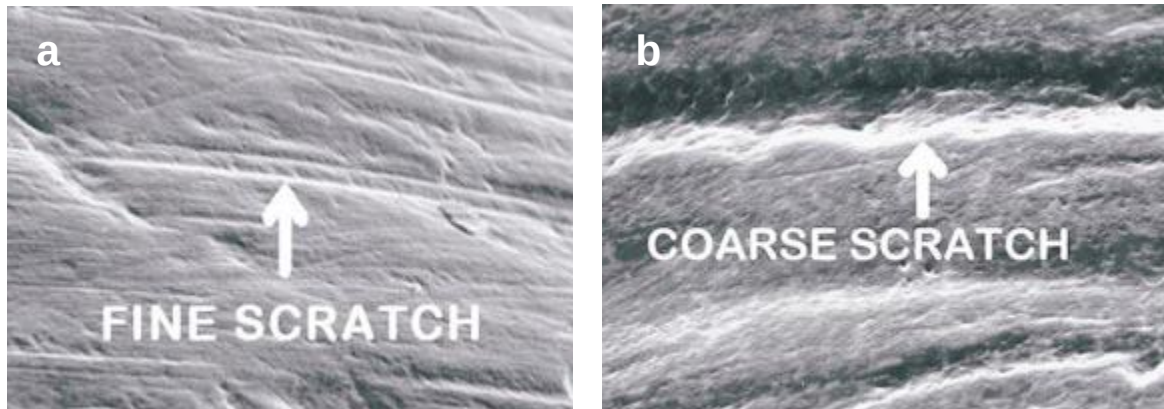


Abb. 20: SEM photomicrographs at 500x. a: Mostly finely scratched surface; *Bison bison*. b: Coarse scratch and fine scratches; *Bison bison* (Solounias & Semprebbon, 2002:12)

Gouges

Gouges sind Spuren die sich deutlich von den pits unterscheiden, dennoch ziemlich kreisförmig sind. Diese Spuren sind seltener als die pits, aber wenn sie auftreten, sind sie sehr ausgeprägt. Besonders auffallend ist der zerklüftete, unregelmäßige Rand, wie in Abbildung 21 ersichtlich ist. Außerdem sind gouges größer (ca. zwei- bis dreimal) und tiefer als die large pits. Sie sind relativ dunkel und wenig

lichtbrechend. Es wurde vermerkt, ob in dem Standardquadrat gouges auftraten oder nicht (SOLOUNIAS & SEMPREBON, 2002).

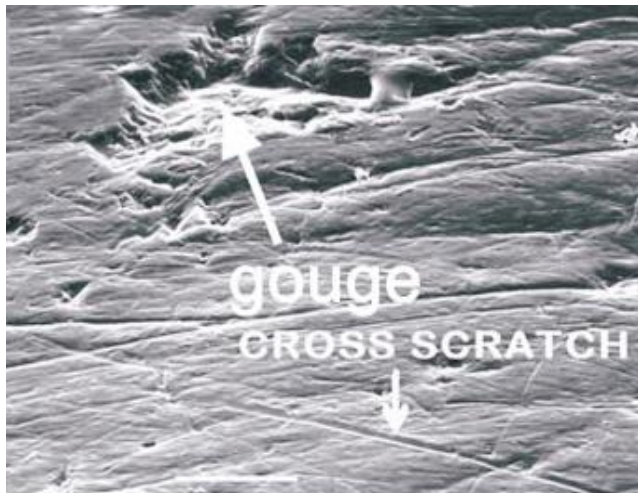


Abb. 21: SEM photomicrographs at 500x. Surface showing a gouge and cross scratches; *Ovis canadensis* (Solounias & Semprebon, 2002:12)

2.2. Material

2.2.1. Das fossile Material

Beschreibung des fossilen Materials

In der folgenden Tabelle sind die Daten (Inventarnummer, Fundstelle, sowie die Beschreibung der Probe) aller untersuchten fossilen Individuen von *Gulo gulo* und *Canis lupus* vermerkt. Die Proben stammen alle aus dem Jungpleistozän und werden am Paläontologischem Institut der Universität Wien aufbewahrt. Die Inventarnummer ist nicht bei allen Proben bekannt, weshalb in jenen Fällen, nur angegeben wurde, dass diese am Paläontologischem Institut der Universität Wien (PIUW) aufbewahrt werden.

Tabelle 3: Auflistung und Beschreibung der beprobten fossilen *Gulo gulo*-Proben aus den Fundstellen Katerloch bei Weiz (Jungpleistozän), Drachenhöhle bei Mixnitz (Jungpleistozän), Teufelslucke bei Eggenburg (Jungpleistozän) und Prädmost (Jungpleistozän).

<i>Gulo gulo</i>	Inventarnummer	Beschreibung	Fundstelle
1	PIUW 1800	Unterkieferfragment sin (abgebrochen bei i ₁) mit i ₂ , Alveole von i ₃ , c, Alveole von p ₁ , p ₂ , p ₃ , p ₄ , m ₁ , m ₂	Katerloch bei Weiz; Steiermark
2	PIUW 3000/03/004	Unterkieferfragment sin (abgebrochen bei i ₃) mit c, p ₁ abgebrochen, p ₂ abgebrochen, p ₃ , p ₄ , m ₁ , m ₂	Drachenhöhle, Mixnitz, Steiermark
3	PIUW	Unterkieferfragment dext (abgebrochen bei i ₃) mit c, p ₁ , p ₂ , p ₃ , p ₄ , m ₁ , ohne m ₂ (dieser war nie vorhanden)	?
4	PIUW	Unterkieferfragment sin (abgebrochen nach i ₁) mit i ₁ , i ₂ , Alveole von i ₃ , Alveole von c, Alveole von p ₁ , p ₂ , p ₃ , p ₄ , m ₁ , m ₂ abgebrochen	Prädmost
5	PIUW 3000/03/002	Unterkieferfragment dext (abgebrochen nach p ₃) mit Alveolen von c (noch sichtbar), p ₃ abgebrochen, p ₄ , m ₁ , ohne m ₂ (dieser war nie vorhanden)	Drachenhöhle, Mixnitz, Steiermark
6	PIUW 3000/03/003	Schädelfragment mit - sin: I1, I2, I3, Alveole von C, P1 (Rudiment), P2 abgebrochen, P3, P4 teilweise vorhanden, Alveole von M1 - dext: I1, I2, I3, C abgebrochen, P1 nicht mehr vorhanden, P2 abgebrochen, P3 abgebrochen, P4, M1	Drachenhöhle, Mixnitz, Steiermark

Tabelle 4: Auflistung und Beschreibung der beprobten fossilen *Canis lupus*-Proben aus der Fundstelle Prědměst (Jungpleistozän)

<i>Canis lupus</i>	Inventarnummer	Beschreibung	Fundstelle
1	PIUW	Unterkieferfragment dext (abgebrochen bei c) mit Alveole von p ₁ , p ₂ , p ₃ , p ₄ , m ₁ , m ₂ , Alveole von m ₃	Prědměst, Tschechien
2	PIUW	Unterkieferfragment dext (abgebrochen nach i ₁) mit i ₁ , i ₂ , i ₃ , c, p ₁ , p ₂ , p ₃ , p ₄ , m ₁ , m ₂ , m ₃	Prědměst, Tschechien
3	PIUW	Oberkieferfragment + Unterkieferfragment sin (abgebrochen nach c) Oberkieferfragment mit: - sin: C, P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ abgebrochen, M ₁ abgebrochen, M ₂ (hier Abdruck nicht möglich, da mir Unterkiefer verbunden) - dext: C, P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ , M ₁ , M ₂ Unterkieferfragment sin mit c, p ₁ , p ₂ , p ₃ , p ₄ , m ₁ , m ₂	Prědměst, Tschechien
4	PIUW	Unterkieferfragment dext (abgebrochen nach i ₂) mit i ₂ , i ₃ , c, p ₁ , p ₂ , Alveolen von p ₃ , p ₄ , m ₁ , m ₂ abgebrochen, Alveole von m ₃	Prědměst, Tschechien
5	PIUW	Unterkieferfragment dext (abgebrochen nach i ₁) mit Alveole von i ₁ , Alveole von i ₂ , Alveole von i ₃ , Alveole von c, p ₁ abgebrochen, p ₂ , Alveole von p ₃ , Alveole von p ₄ , m ₁ , m ₂ , m ₃ abgebrochen	Prědměst, Tschechien
6	PIUW	Unterkieferfragment sin (abgebrochen nach i ₁) mit Alveole von i ₁ , Alveole von i ₂ , Alveole von i ₃ , Alveole von c, p ₁ , p ₂ , p ₃ , p ₄ , m ₁ , m ₂ , Alveole von m ₃	Prědměst, Tschechien
7	PIUW	Unterkieferfragment dext (abgebrochen nach c) mit c, p ₁ nicht vorhanden, p ₂ , p ₃ , p ₄ , m ₁ , m ₂ , m ₃	Prědměst, Tschechien
8	PIUW	Unterkieferfragment sin (abgebrochen bei i ₂) mit Alveole von i ₂ , Alveole von i ₃ , c, p ₁ , p ₂ abgebrochen, p ₃ abgebrochen, p ₄ , m ₁ ,	Prědměst, Tschechien

		m ₂ , Alveole von m ₃	
9	PIUW	Unterkieferfragment sin abgebrochen nach i ₂ , Alveole von i ₂ , Alveole von i ₃ , c, p ₁ , p ₂ abgebrochen, p ₃ abgebrochen, p ₄ , m ₁ , m ₂ , Alveole von m ₃	Prědmost, Tschechien

Vermessung des fossilen Materials

Von jedem Zahn wurden Länge und Breite vermessen. Bei dem Zahn P₄ wurden zwei Breiten gemessen. Die erste Zahl bezieht sich auf die Breite am Protocon. Die zweite Messung wurde am hinteren Ende des Zahns (ohne Protocon) genommen. Die folgenden Werte sind in Millimeter angegeben.

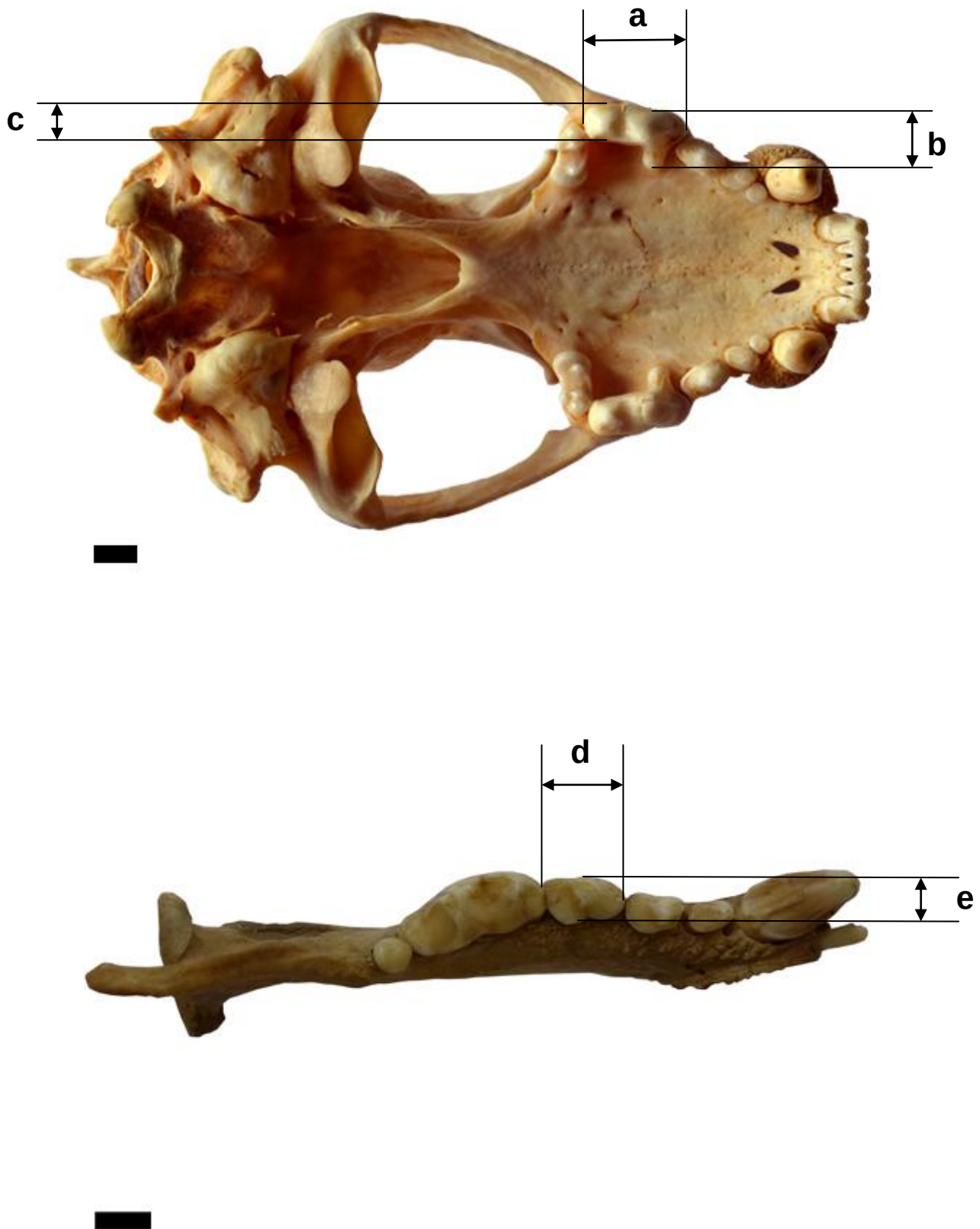


Abb. 22: Der schwarze Balken dient als Maßstab, die Länge beträgt einen Zentimeter. **a-c** Vermessungen des Zahnes P₄ am *Gulo gulo* Oberkiefer dext (NMW 40922), Tiergarten Schönbrunn-Österreich (1988), masculin, a-Länge des Zahnes P₄, b-Breite des Zahnes P₄ am Protocon, c-Breite des Zahnes P₄ ohne Protocon; **d-e** Vermessungen des Zahnes p₄ am *Gulo gulo* Unterkieferfragment sin (PIUW 1800), Katerloch bei Weiz-Steiermark (Jungpleistozän), d-Länge des Zahnes p₄, e-Breite des Zahnes p₄

Tabelle 5: 1 Länge und Breite der Zähne (c, p₂, p₃, p₄, m₁, m₂) des Unterkieferfragments sin von *Gulo gulo* (PIUW 1800), Katerloch bei Weiz (Jungpleistozän); **2** Länge und Breite der Zähne (c, p₃, p₄, m₁, m₂) des Unterkieferfragments sin von *Gulo gulo* (PIUW 3000/03/004), Drachenhöhle bei Mixnitz (Jungpleistozän); **3** Länge und Breite der Zähne (c, p₂, p₃, p₄, m₁) des Unterkieferfragments dext von *Gulo gulo* (PIUW), Fundstelle unbekannt; **4** Länge und Breite der Zähne (c, p₁, p₂, p₃, p₄, m₁) des Unterkieferfragments sin von *Gulo gulo* (PIUW), Prädmost (Jungpleistozän); **5** Länge und Breite der Zähne (p₄, m₁) des Unterkieferfragments dext von *Gulo gulo* (PIUW 3000/03/002), Drachenhöhle bei Mixnitz (Jungpleistozän); **6a** Länge und Breite der Zähne (P₄, M₁) des Schädelfragments dext von *Gulo gulo* (PIUW 3000/03/003), Drachenhöhle bei Mixnitz (Jungpleistozän); **6b** Länge und Breite der Zähne (P₁, P₃) des Schädelfragments sin von *Gulo gulo* (PIUW 3000/03/003), Drachenhöhle bei Mixnitz (Jungpleistozän). Angaben in mm.

1	Länge	Breite
c	10	9,3
p ₂	5,7	4,1
p ₃	8,3	5,7
p ₄	11,3	7,2
m ₁	20,3	9,3
m ₂	5,3	4,7

2	Länge	Breite
c	11,9	11,1
p ₃	8,4	6,8
p ₄	13,1	9,1
m ₁	23,7	11,4
m ₂	6,9	5,8

3	Länge	Breite
c	9,5	9,2
p ₁	4,1	3,4
p ₂	6,3	4,3
p ₃	8,4	5,7
p ₄	11,9	6,5
m ₁	21,1	9,5

4	Länge	Breite
p ₂	7,4	5,0
p ₃	9,4	6,6
p ₄	12,9	8,9
m ₁	24,3	10,8

6a	Länge	Breite
P ₄	23,8	14,1/9,9
M ₁	8,2	15,5

5	Länge	Breite
p ₄	14,0	8,3
m ₁	24,2	11,4

6b	Länge	Breite
P ₁	4,2	4,3
P ₃	11,0	7,1

Die Maße des Unterkieferfragments sin von *Canis lupus* (PIUW), Prědmot (Jungpleistozän), in Tabelle 4 (Nr.3), waren die Maße der Zähne aufgrund der Verkeilung mit dem Oberkieferfragment nicht messbar.

Tabelle 6: **1** Länge und Breite der Zähne (p₂, p₃, p₄, m₁, m₂) des Unterkieferfragments dext von *Canis lupus* (PIUW), Prědmot (Jungpleistozän); **2** Länge und Breite der Zähne (c, p₁, p₂, p₃, p₄, m₁, m₂, m₃) des Unterkieferfragments dext von *Canis lupus* (PIUW), Prědmot (Jungpleistozän); **3a** Länge und Breite der Zähne (C, P₁, P₂, P₃, M₁, M₂) des Oberkieferfragments dext von *Canis lupus* (PIUW), Prědmot (Jungpleistozän); **3b** Länge und Breite der Zähne (C, P₁, P₂, P₃, M₁, M₂) des Oberkieferfragments sin von *Canis lupus* (PIUW), Prědmot (Jungpleistozän); **4** Länge und Breite der Zähne (c, p₁, p₂, p₃, p₄, m₁) des Unterkieferfragments dext von *Canis lupus* (PIUW), Prědmot (Jungpleistozän); **5** Länge und Breite der Zähne (p₂, m₁, m₂) des Unterkieferfragments dext von *Canis lupus* (PIUW), Prědmot (Jungpleistozän). Angaben in mm.

1	Länge	Breite
p ₂	12,0	6,5
p ₃	14,2	6,8
p ₄	16,3	8,3
m ₁	31,7	12,8
m ₂	12,3	9,0

2	Länge	Breite
c	7,2	6,5
p ₁	4,5	3,0
p ₂	7,9	3,5
p ₃	8,9	3,6
p ₄	9,0	4,1
m ₁	14,0	5,2
m ₂	6,8	4,4
m ₃	3,2	2,6

3a	Länge	Breite
C	7,5	4,1
P ₁	4,9	3,0
P ₂	8,8	3,5
P ₃	9,0	3,8
P ₄	14,5	6,9
M ₁	8,0	10,0
M ₂	4,4	7,3

3b	Länge	Breite
C	6,6	3,8
P ₁	4,4	2,3
P ₂	8,0	3,1
P ₃	8,5	3,9
P ₄	--	--
M ₁	--	--
M ₂	4,5	2,5

4	Länge	Breite
c	14,7	10,6
p ₁	6,5	5,6
p ₂	12,9	6,9
p ₃	--	--
p ₄	17,9	9,3
m ₁	32,0	14,0

5	Länge	Breite
p ₂	12,6	6,0
m ₁	27,2	11,3
m ₂	12,1	8,3

Tabelle 7: **6** Länge und Breite der Zähne (p₁, p₂, p₃, p₄, m₁, m₂) des Unterkieferfragments sin von *Canis lupus* (PIUW), Prädmost (Jungpleistozän); **7** Länge und Breite der Zähne (c, p₂, p₃, p₄, m₁, m₂) des Unterkieferfragments dext von *Canis lupus* (PIUW), Prädmost (Jungpleistozän); **8** Länge und Breite der Zähne (c, p₁, p₂, p₃, p₄, m₁, m₂) des Unterkieferfragments sin von *Canis lupus* (PIUW), Prädmost (Jungpleistozän); **9** Länge und Breite der Zähne (c, p₁, p₂, p₃, p₄, m₁, m₂) des Unterkieferfragments sin von *Canis lupus* (PIUW), Prädmost (Jungpleistozän). Angaben in mm.

6	Länge	Breite	7	Länge	Breite	8	Länge	Breite	9	Länge	Breite
p ₁	6,2	4,5	c	8,2	7,5	c	13,1	8,2	c	14,8	10,5
p ₂	14,2	6,5	p ₂	13	7,1	p ₁	5,8	4,7	p ₁	6,0	4,9
p ₃	14,0	6,9	p ₃	15,1	5,8	p ₂	11,9	6,0	p ₂	13,9	--
p ₄	16,5	8,3	p ₄	17,8	9,2	p ₃	13,8	--	p ₃	15,2	7,5
m ₁	28,8	11,9	m ₁	30	12,9	p ₄	14,5	7,6	p ₄	16,9	8,7
m ₂	12,5	9,1	m ₂	12	10,2	m ₁	26,8	11,0	m ₁	31,6	13,2
						m ₂	11,3	8,7	m ₂	11,9	8,9

Fotos des fossilen Materials

Bei den Fotos dient ein schwarzer Balken in der linken, unteren Ecke des Bildes als Maßstab. Die Länge dieses Balken beträgt in der jeweiligen Abbildung einen Zentimeter.

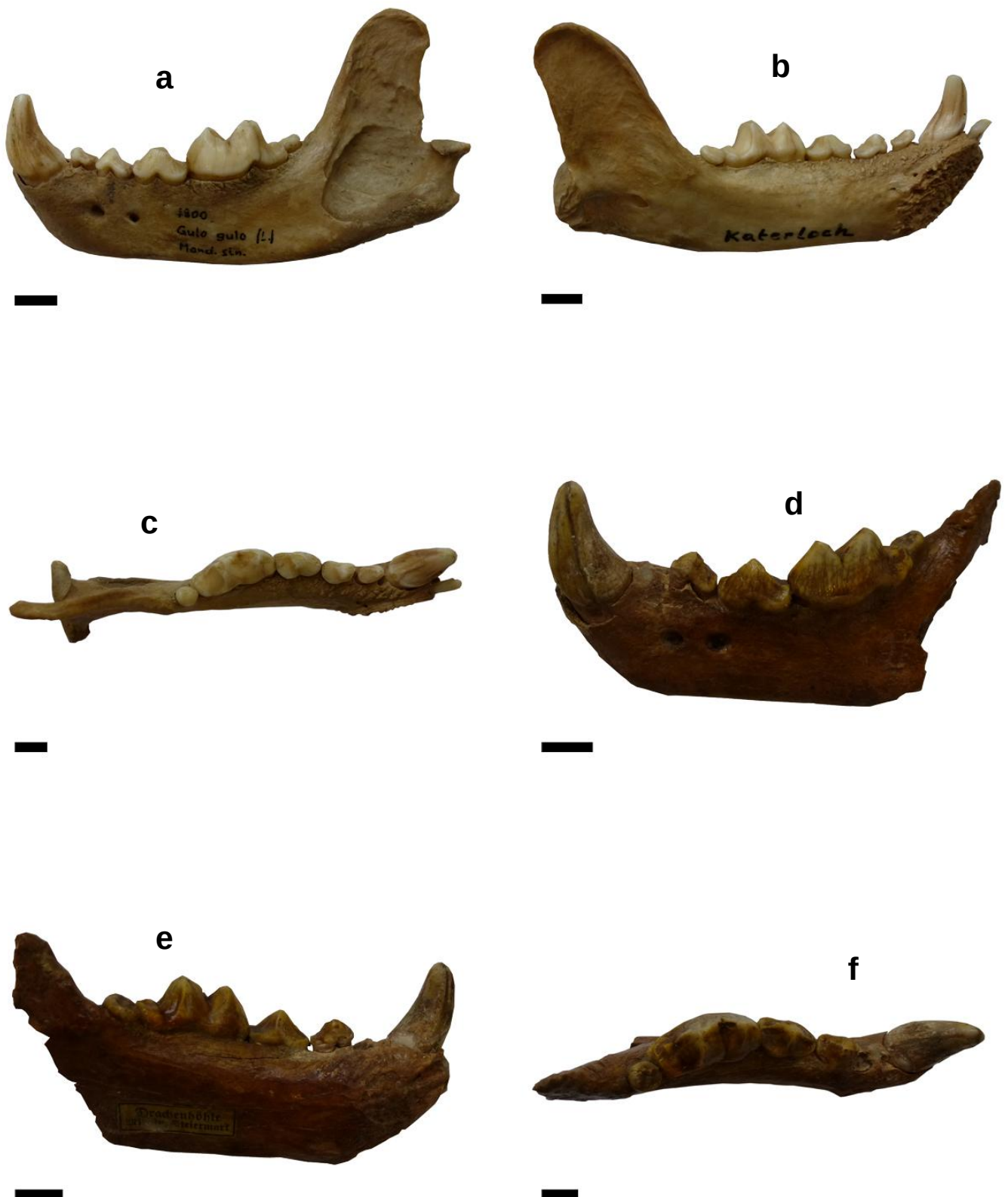


Abb. 23: **a-c** *Gulo gulo* Unterkieferfragment sin (PIUW 1800), Katerloch bei Weiz (Jungpleistozän), Tabelle 3 (Nr.1), a-buccal, b-lingual, c-occlusal; **d-f** *Gulo gulo* Unterkieferfragment sin (PIUW 3000/03/004), Drachenhöhle bei Mixnitz (Jungpleistozän), Tabelle 3 (Nr.2), d-buccal, e-lingual, f-occlusal. Maßstab entspricht 1cm.

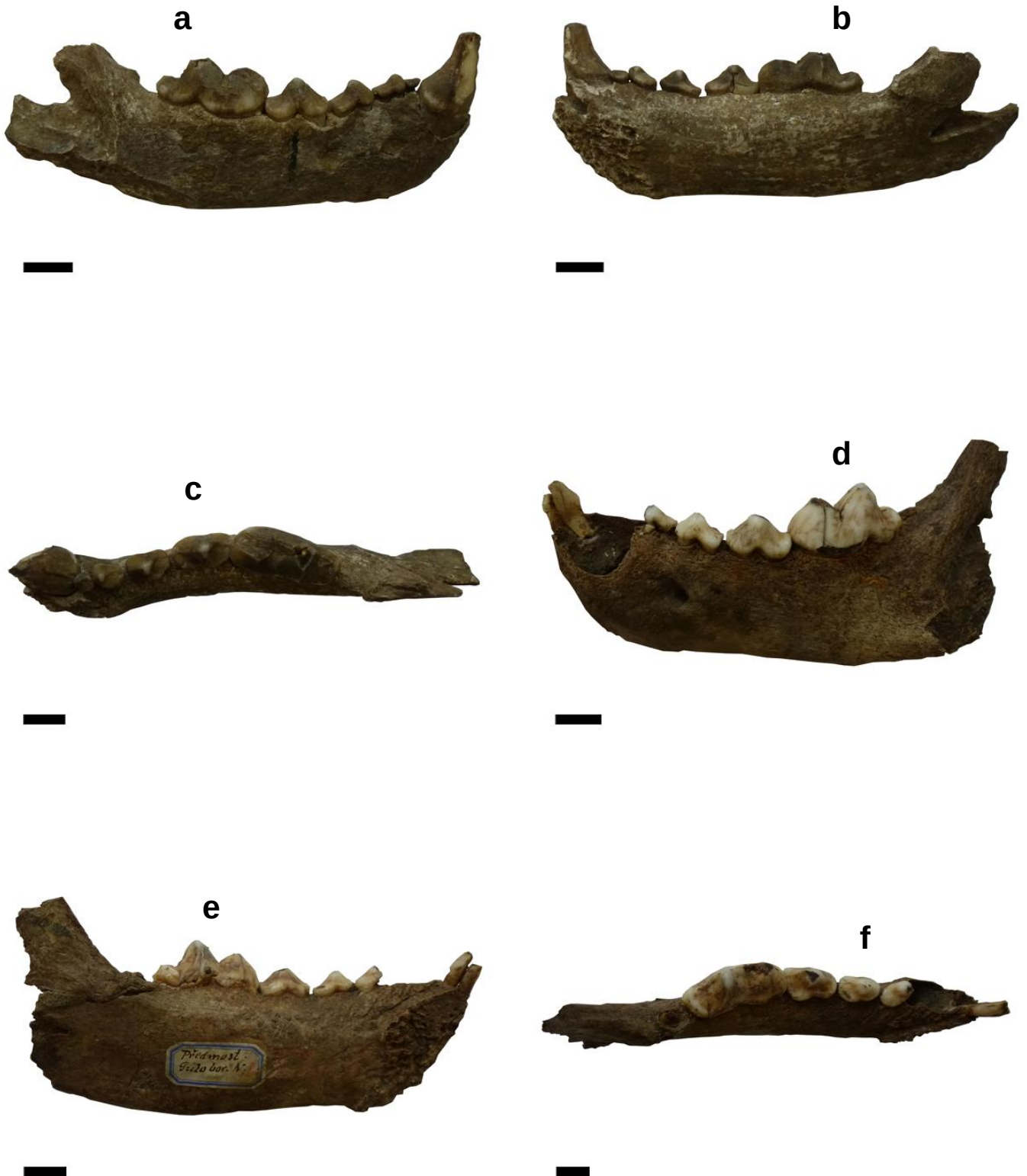


Abb. 24: **a-c** *Gulo gulo* Unterkieferfragment dext (PIUW), Fundstelle unbekannt, Tabelle 3 (Nr.3), a-buccal, b-lingual, c-occlusal; **d-f** *Gulo gulo* Unterkieferfragment sin (PIUW), Prědměst (Jungpleistozän), Tabelle 3 (Nr.4), d-buccal, e-lingual, f-occlusal. Maßstab entspricht 1cm.

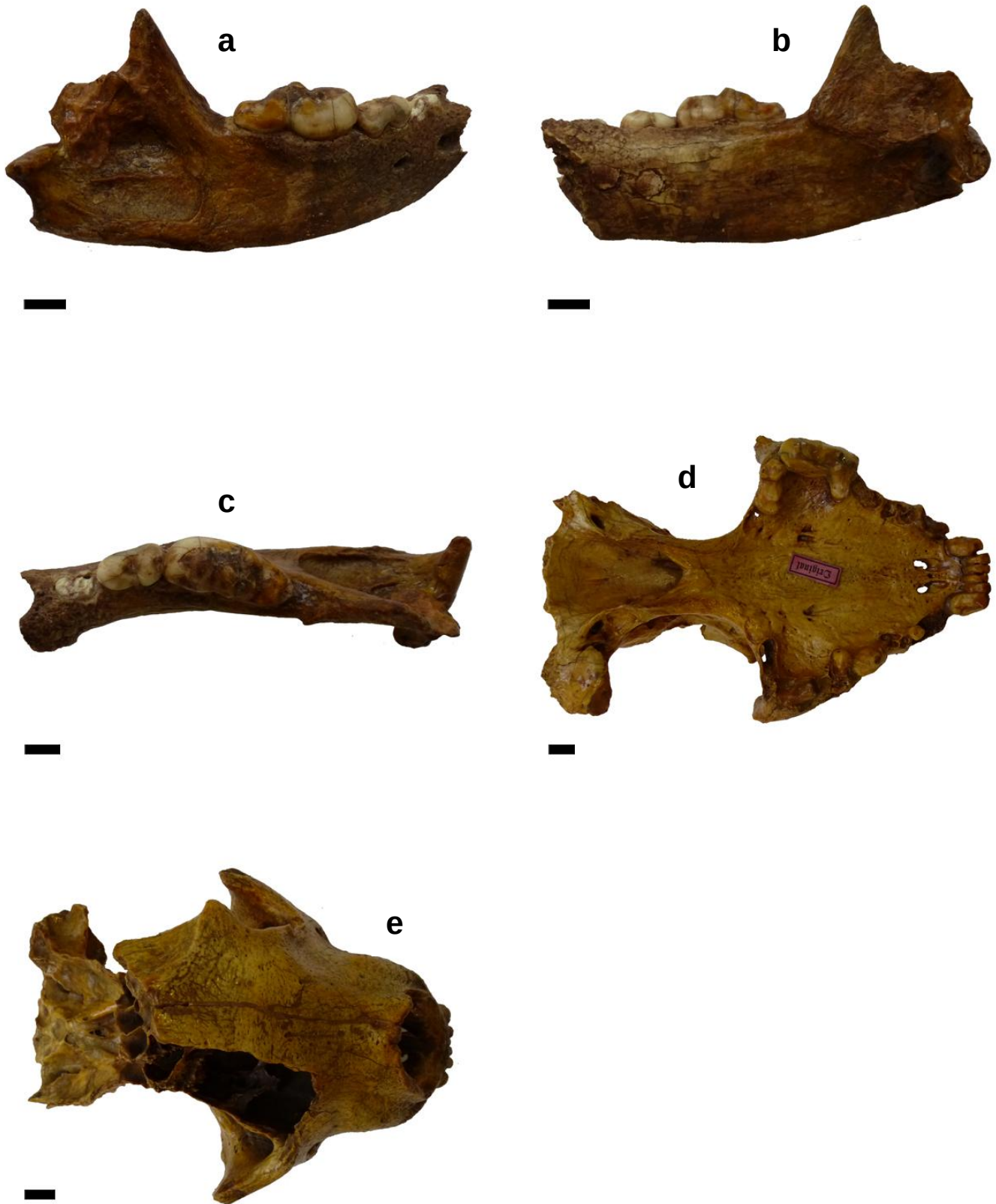


Abb. 25: **a-c** *Gulo gulo* Unterkieferfragment dext (PIUW 3000/03/002), Drachenhöhle bei Mixnitz (Jungpleistozän), Tabelle 3 (Nr.5), a-buccal, b-lingual, c-occlusal; **d-e** *Gulo gulo* Schädelfragment (PIUW 3000/03/003), Drachenhöhle bei Mixnitz, Tabelle 3 (Nr.6), d-ventral, e-dorsal. Maßstab entspricht 1cm.



Abb. 26: **a-c** *Canis lupus* Unterkieferfragment dext (PIUW), Prědmmost (Jungpleistozän), Tabelle 4 (Nr.1), a-buccal, b-lingual, c-occlusal; **d-f** *Canis lupus* Unterkieferfragment dext (PIUW), Prědmmost (Jungpleistozän), Tabelle 4 (Nr.2), d-buccal, e-lingual, f-occlusal. Maßstab entspricht 1cm.



Abb. 27: a-d *Canis lupus* Oberkieferfragment mit Unterkieferfragment dext (PIUW), Prědmmost (Jungpleistozän), Tabelle 4 (Nr.3), a-dorsal, b-ventral, c-Oberkieferfragment dext buccal, d- Oberkieferfragment sin buccal; e-f *Canis lupus* Unterkieferfragment dext (PIUW), Prědmmost (Jungpleistozän), Tabelle 4 (Nr.4), e-buccal, f-lingual. Maßstab entspricht 1cm.

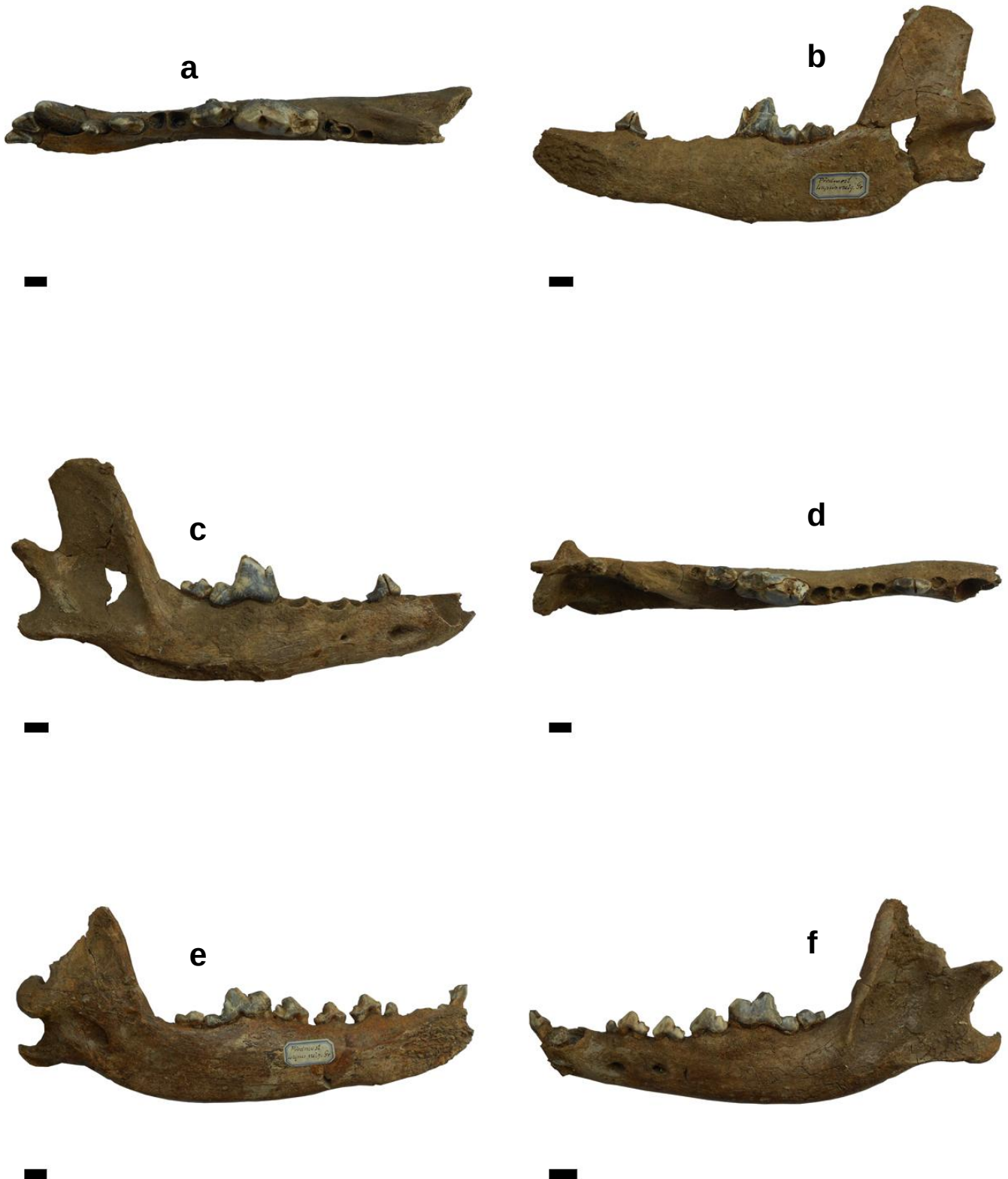


Abb. 28: **a** *Canis lupus* Unterkieferfragment dext (PIUW), Prědmmost (Jungpleistozän), Tabelle 4 (Nr.4), occlusal; **b-d** *Canis lupus* Unterkieferfragment dext (PIUW), Prědmmost (Jungpleistozän), Tabelle 4 (Nr.5), b-lingual, c-buccal, d-occlusal; **e-f** *Canis lupus* Unterkieferfragment sin (PIUW), Prědmmost (Jungpleistozän), Tabelle 4 (Nr.6), e-lingual, f-buccal. Maßstab entspricht 1cm.

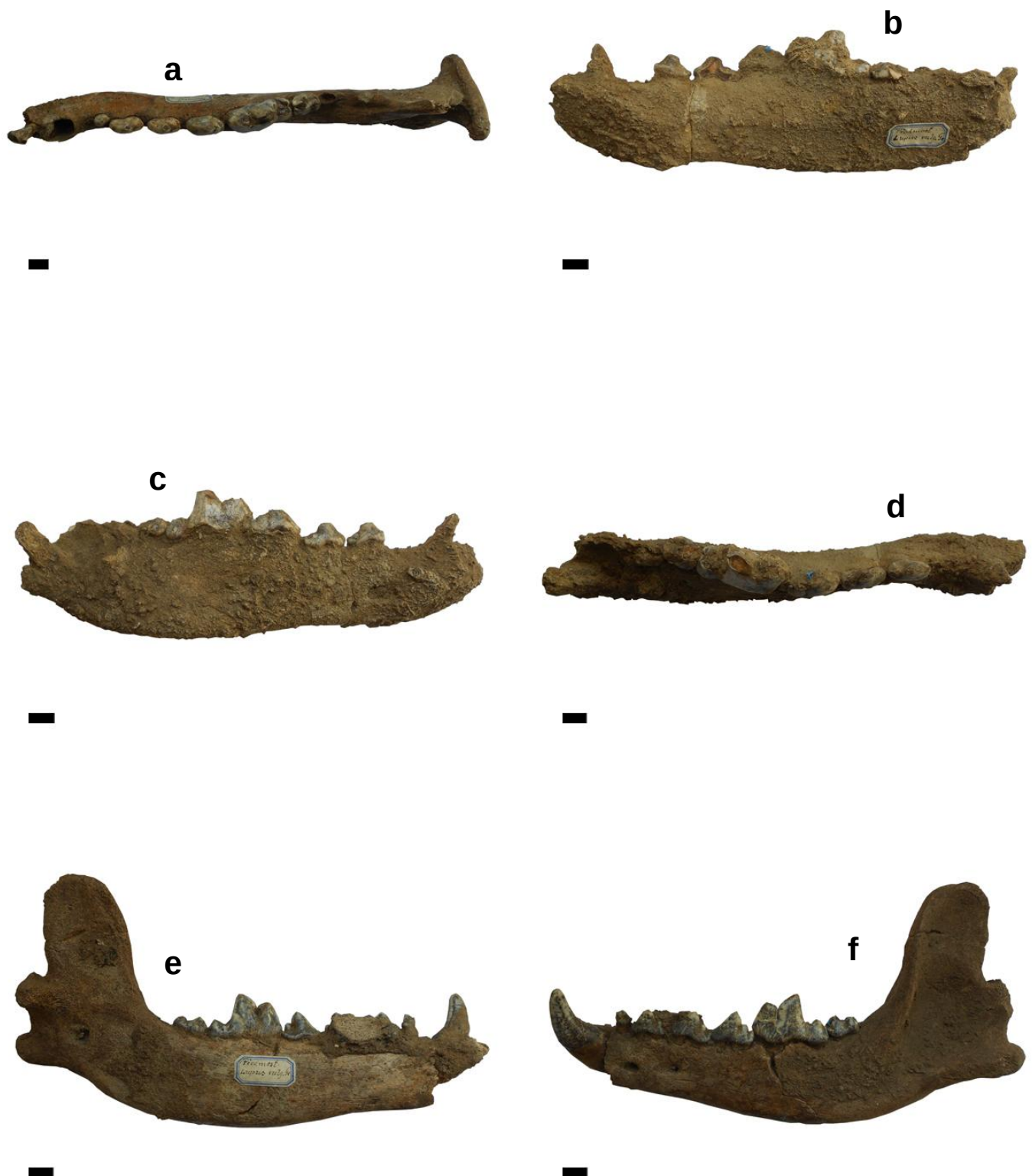


Abb. 29: **a** *Canis lupus* Unterkieferfragment sin (PIUW), Prědmot (Jungpleistozän), Tabelle 4 (Nr.6), occlusal; **b-d** *Canis lupus* Unterkieferfragment dext (PIUW), Prědmot (Jungpleistozän), Tabelle 4 (Nr.7), b-lingual, c-buccal, d-occlusal; **e-f** *Canis lupus* Unterkieferfragment sin (PIUW), Prědmot (Jungpleistozän), Tabelle 4 (Nr.8), e-lingual, f-buccal. Maßstab entspricht 1cm.

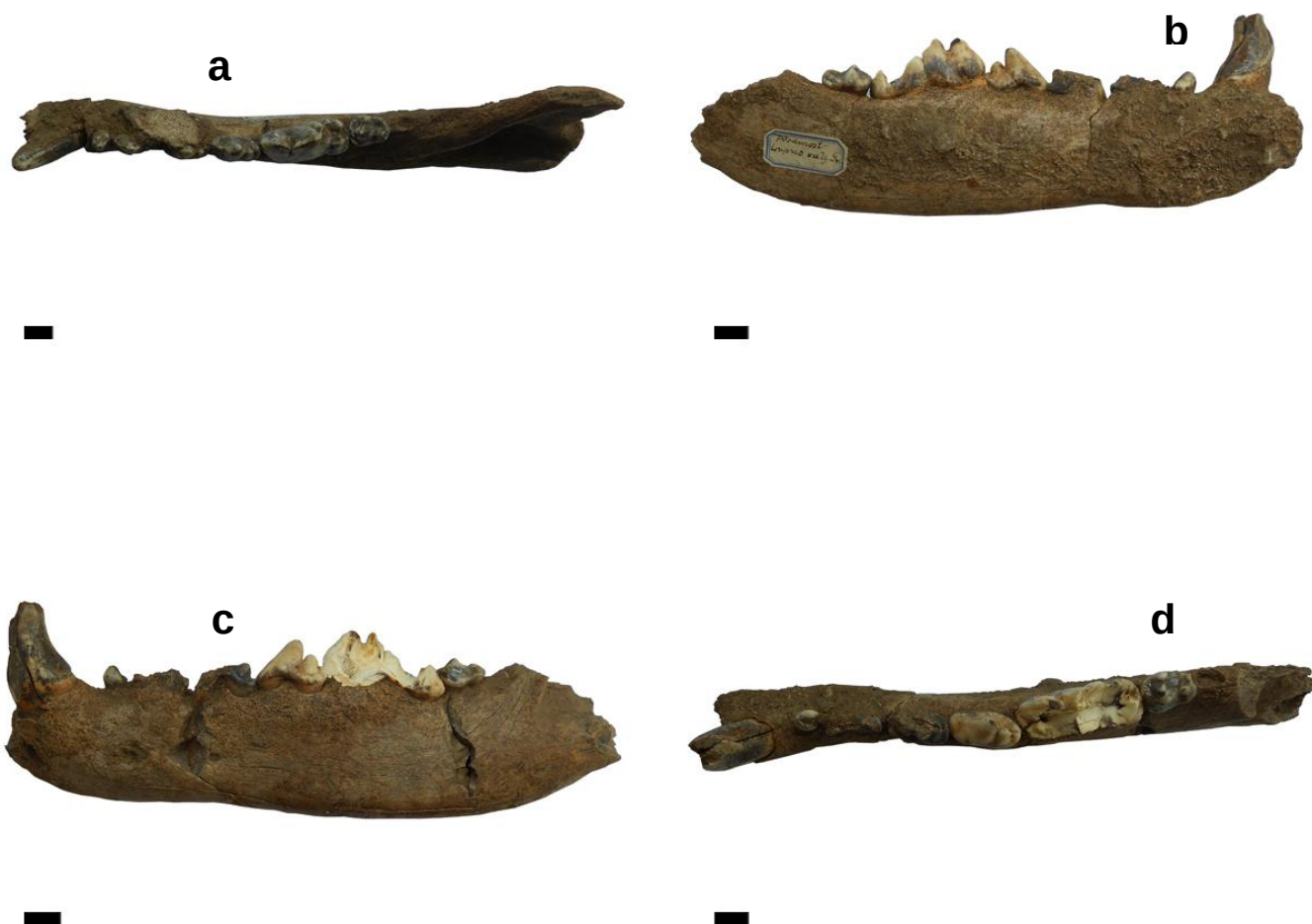


Abb. 30: a *Canis lupus* Unterkieferfragment sin (PIUW), Prědmot (Jungpleistozän), Tabelle 4 (Nr.8), occlusal; b-d *Canis lupus* Unterkieferfragment sin (PIUW), Prědmot (Jungpleistozän), Tabelle 4 (Nr.9), b-lingual, c-buccal, d-occlusal. Maßstab entspricht 1cm.

2.2.2. Das rezente Material

Da die rezenten Tiergruppen, die von uns untersucht wurden, eine sehr ähnliche Ernährung aufweisen, wurden noch weitere Vergleichstiere benötigt, um klarere Rückschlüsse auf die Ernährung der fossilen Tiergruppen treffen zu können. Katharina Bastl stellte uns freundlicherweise ein Datenset aus BASTL (2012) zur Verfügung. Dieses diente neben den untersuchten rezenten Tieren als Vergleichsmaterial. Im Anhang wurden die Daten aller untersuchten Proben, inklusive der Person, von der die Probe analysiert wurde, beziehungsweise, ob die einzelnen Proben für die Microwear-Analyse brauchbar waren, in einer Tabelle zusammengefasst.

Das beprobte rezente Material beinhaltet acht Vertreter der Mustelidae (*Martes martes*, *Martes foina*, *Mustela nivalis*, *Mustela putorius*, *Meles meles*, *Vormela peregusna*, *Mellivora capensis*, *Gulo gulo*), einen Vertreter der Mephitidae (*Mephitis mephitis*), zwei Vertreter der Canidae (*Nyctereutes procyonoides*, *Vulpes vulpes*), einen Vertreter der Hyaenidae (*Crocota crocuta*) und zwei Vertreter der Felidae (*Acinonyx jubatus jubatus*, *Panthera leo*).

Martes martes, *Martes foina*, *Meles meles*, *Mellivora capensis* und *Mephitis mephitis* wurden als Beispiele klassischer Omnivoren gewählt. Diese Tiere ernähren sich sowohl von tierischer als auch von pflanzlicher Nahrung, wobei sich die Nahrungszusammensetzung aufgrund von Jahreszeiten oder unterschiedlichen Habitaten verändern kann (GÖRNER, 1988; SCHMIDT & STEFEN, 2009; LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009; LANGE & STEFEN, 2009; BAUER, 2001; STARCK, 1995). Diese Vertreter sind vor allem deswegen interessant, da mithilfe der Microwear-Analyse möglicherweise eine Aufspaltung innerhalb der Gruppe der Omnivoren bezüglich der Ernährung erzielt werden kann. *Mustela nivalis*, *Mustela putorius*, *Vormela peregusna* und *Gulo gulo* ernähren sich vorwiegend carnivor, wobei in ihrem Nahrungsspektrum auch pflanzliche Nahrung, in unterschiedlichen Anteilen vorkommen kann (STARCK, 1995; GÖRNER, 1988; LANGE & GÖRNER, 2009; LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009; BAUER, 2001; KOENIGSWALD, 2002; HEPTNER & NAUMOV, 2002; GROISS, 2009).

Die beiden Vertreter der Canidae sind Allesfresser, weisen jedoch deutliche Unterschiede in der Ernährung auf. So ernährt sich *Vulpes vulpes* vorwiegend carnivor, bei *Nyctereutes procyonoides* ist der Anteil an pflanzlicher Nahrung im Vergleich zu anderen Caniden besonders hoch ist (STIER, 2006, zitiert in LUX & SCHMIDT, 2009; GÖRNER, 1988; SILLERO-ZUBIRI, 2009; STARCK, 1995).

Crocota crocuta ernährt sich von Fleisch und Knochen. Diese Art gilt als typischer Knochenbrecher und ist jener Vertreter innerhalb der Hyaenidae, der den höchsten Knochenanteil in der Ernährung aufweist (HOLEKAMP & KOLOWSKI, 2009; RICHARDSON & BEARDER, 1986; BASTL ET AL., 2012).

Die Vertreter der Felidae, *Acinonyx jubatus jubatus* und *Panthera leo* wurden als Beispiele typischer Fleischspezialisten gewählt. Während *Panthera leo* neben Fleisch auch Knochen (in unterschiedlichen Verhältnissen) zu sich nimmt, vermeidet *Acinonyx jubatus jubatus* die Aufnahme von Knochen vollends (BATEMAN, 1986; SUNQUIST & SUNQUIST, 2009; VAN ORSDOL, 1986; BASTL ET AL., 2012).

Liste der rezenten Arten, die von uns untersucht wurden:

1. *Martes martes*
2. *Martes foina*
3. *Mustela nivalis*
4. *Mustela putorius*
5. *Meles meles*
6. *Vormela peregusna*
7. *Mellivora capensis*
8. *Gulo gulo*
9. *Mephitis mephitis*
10. *Nyctereutes procyonoides*

Rezente Arten aus dem von Katharina Bastl zur Verfügung gestelltem Datenset:

- 11. *Vulpes vulpes*
- 12. *Crocuta crocuta*
- 13. *Acinonyx jubatus jubatus*
- 14. *Panthera leo*

Fotos des rezenten Materials

Bei den Fotos dient ein schwarzer Balken in der linken, unteren Ecke des Bildes als Maßstab. Die Länge dieses Balken beträgt in der jeweiligen Abbildung einen Zentimeter.

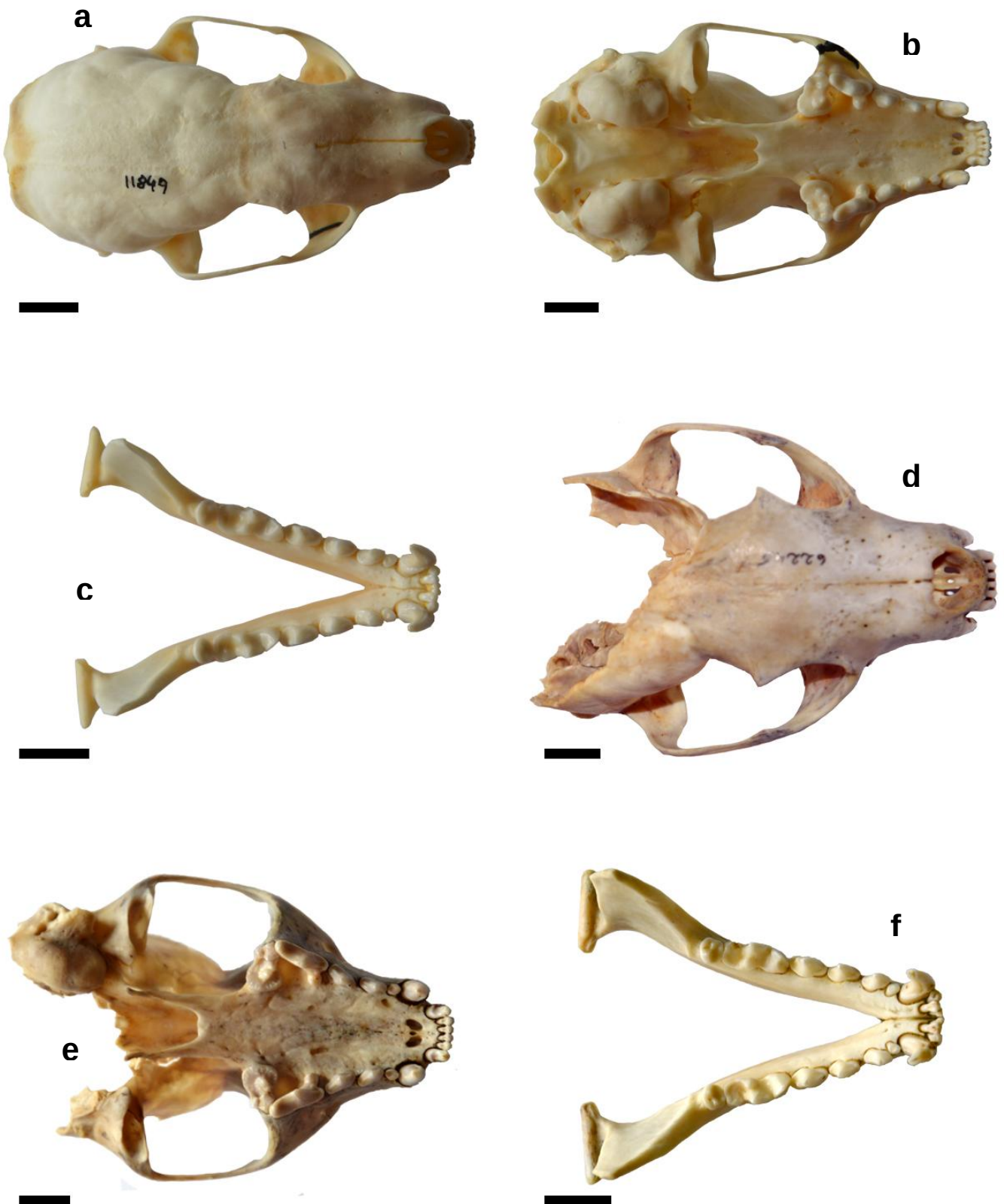


Abb. 31: a-b *Martes martes* Schädel (NMW 11849), Tulln-Niederösterreich (1968), feminin, a-dorsal, b-ventral; c *Martes martes* Unterkiefer (NMW 11849), Tulln-Niederösterreich (1968), feminin, occlusal; d-e *Martes foina* Schädel (NMW 62245), Zeiselmauer-Niederösterreich (2000), masculin, d-dorsal, e-ventral; f *Martes foina* Unterkiefer (NMW 62245), Zeiselmauer-Niederösterreich (2000), masculin, occlusal. Maßstab entspricht 1cm.

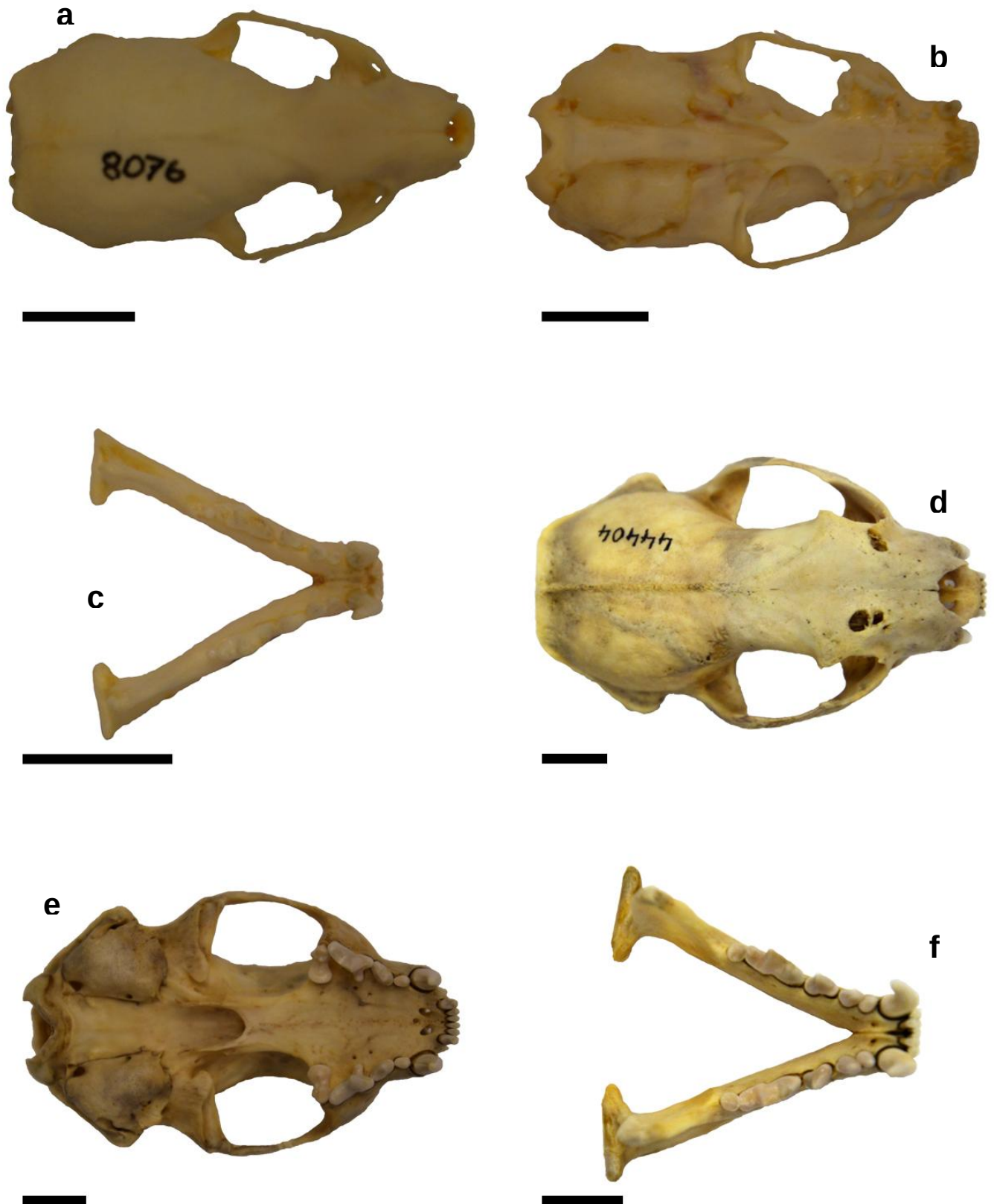


Abb. 32: **a-b** *Mustela nivalis* Schädel (NMW 8076), Niederleis-Niederösterreich (1961), masculin, a-dorsal, b-ventral; **c** *Mustela nivalis* Unterkiefer (NMW 8076), Niederleis-Niederösterreich (1961), masculin, occlusal; **d-e** *Mustela putorius* Schädel (NMW 44404), Wolfert-Oberösterreich (1988), masculin, d-dorsal, e-ventral; **f** *Mustela putorius* Unterkiefer (NMW 44404), Wolfert-Oberösterreich (1988), masculin, occlusal. Maßstab entspricht 1cm.



Abb. 33: **a-b** *Meles meles* Schädel (NMW 21368), Niederösterreich (Jahreszahl unbekannt), a-dorsal, b-ventral; **c** *Meles meles* Unterkiefer (NMW 21368), Niederösterreich (Jahreszahl unbekannt), occlusal; **d-e** *Vormela peregusna* Schädel (NMW B2015), Skoje- Makedonija-Jugoslavija (1928), d-dorsal, e-ventral; **f** *Vormela peregusna* Unterkiefer (NMW B2015), Skoje-Makedonija-Jugoslavija (1928), occlusal. Maßstab entspricht 1cm.

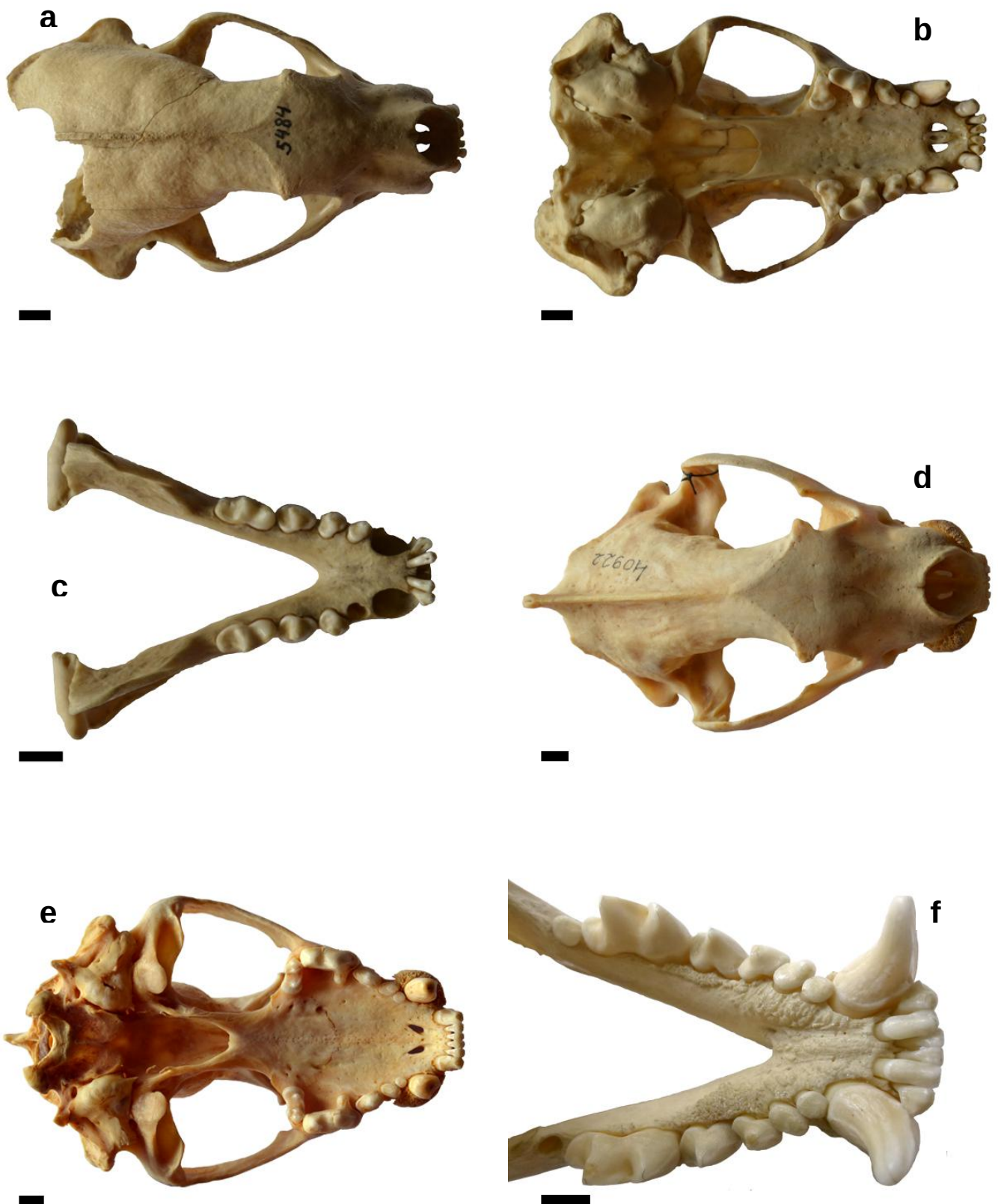


Abb. 34: **a-b** *Melivora capensis* Schädel (NMW 5484), Südafrika (Jahreszahl unbekannt), a-dorsal, b-ventral; **c** *Melivora capensis* Unterkiefer (NMW 5484), Südafrika (Jahreszahl unbekannt), occlusal; **d-e** *Gulo gulo* (NMW 40922), Tiergarten Schönbrunn-Österreich (1988), masculin, d-dorsal, e-ventral; **f** *Gulo gulo* Unterkiefer (PIUW 1325) occlusal. Maßstab entspricht 1cm.

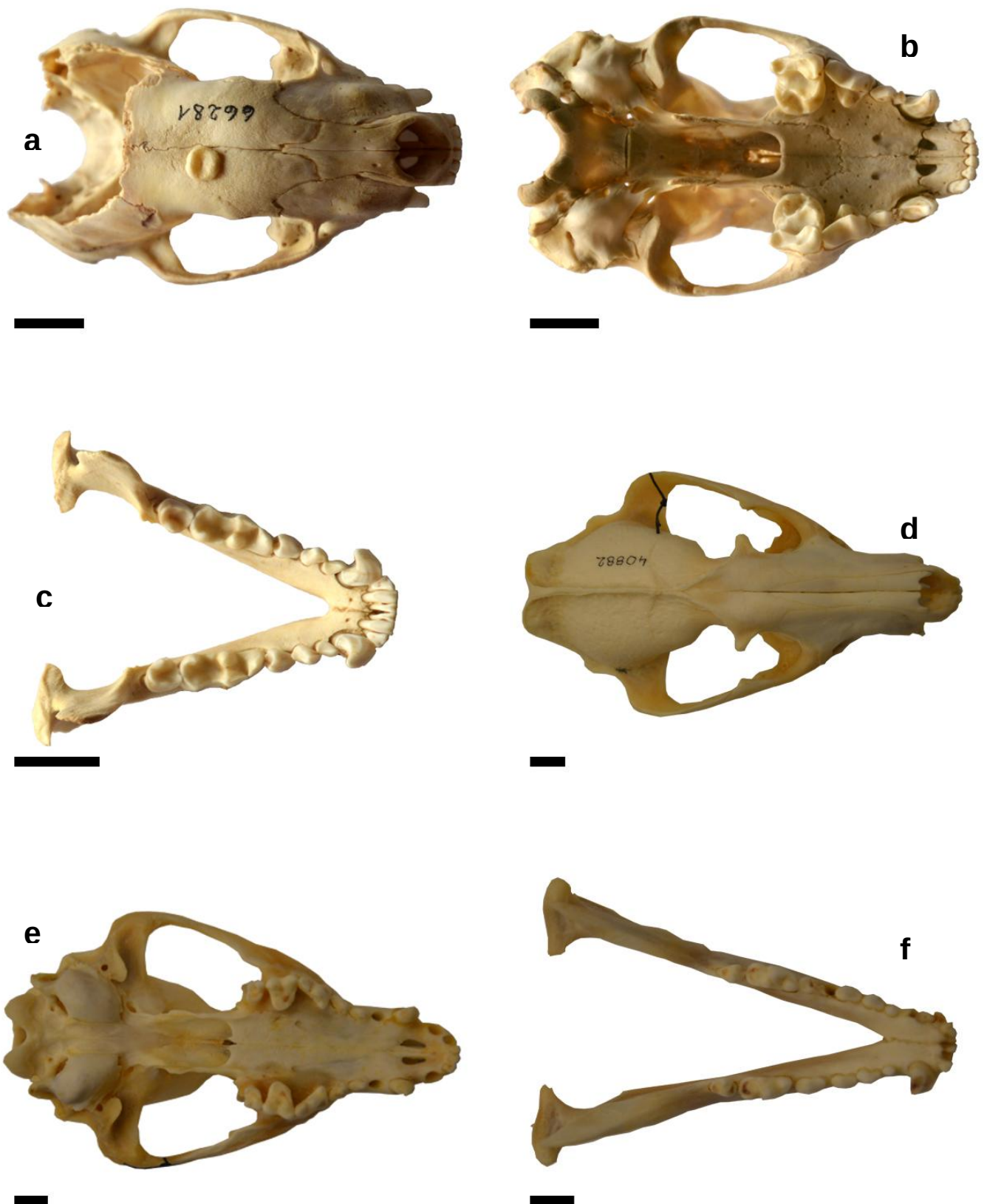


Abb. 35: a-b *Mephitis mephitis* Schädel (NMW 66281), Fundort und Jahreszahl unbekannt, masculin, a-dorsal, b-ventral; c *Mephitis mephitis* Unterkiefer (NMW 66281), Fundort und Jahreszahl unbekannt, masculin, occlusal; d-e *Nyctereutes procyonoides* Schädel (NMW 40882), Ost-Masuren-Polen (1990), d-dorsal, e-ventral; f *Nyctereutes procyonoides* Unterkiefer (NMW 40882), Ost-Masuren-Polen (1990), occlusal. Maßstab entspricht 1cm.

2.3. Analysen

Im Nachfolgenden werden die Ergebnisse der Microwear-Analyse in Verteilungsdiagrammen dargestellt. Es werden dabei immer zwei Werte gegeneinander aufgetragen. Für die Erstellung der Diagramme wurde das Programm "Microsoft Excel" genutzt.

In Abbildung 36 und 37 wurden die Werte aller untersuchten rezenten und fossilen Arten dargestellt. Die Abbildungen 38 und 39 stellen Ausschnitte der beiden vorhergehenden Abbildungen dar, wobei hier die Werte aller untersuchten rezenten Mustelidae und Mephitidae, als auch die Werte des untersuchten fossilen *Gulo gulo* dargestellt wurden.

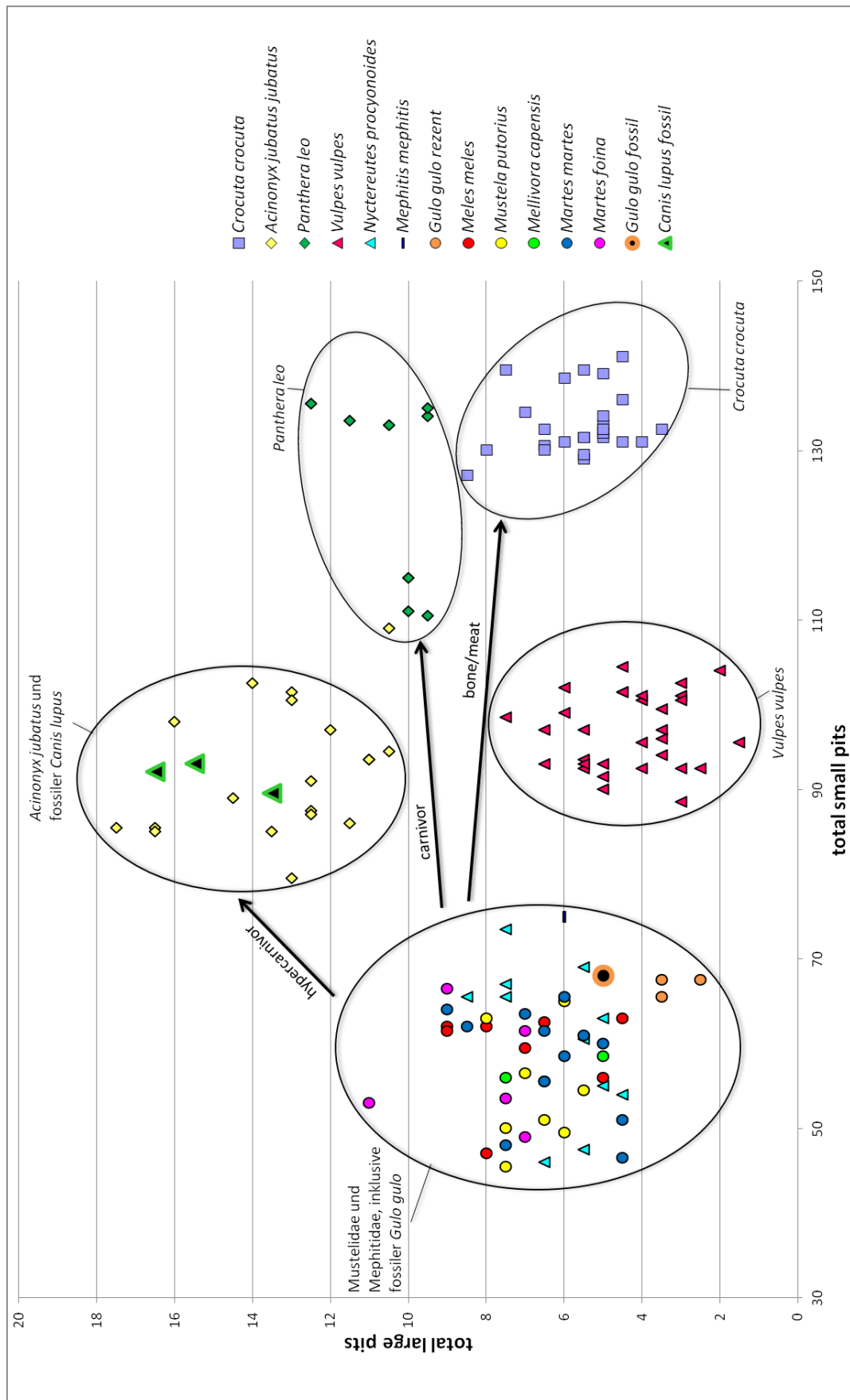


Abb. 36: Gegenüberstellung von total small pits vs. total large pits der rezenten Arten (*Crocota crocuta*, *Acinonyx jubatus jubatus*, *Panthera leo*, *Nyctereutes procyonoides*, *Mephitis mephitis*, *Gulo gulo*, *Meles meles*, *Mustela putorius*, *Mellivora capensis*, *Martes martes*, *Martes foina*) und des pleistozänen *Gulo gulo* und pleistozänen *Canis lupus*

In Abbildung 36 werden total large pits den total small pits gegenübergestellt.

Die Familie der Musteliden, mit den Vertretern *Gulo gulo*, *Meles meles*, *Mustela putorius*, *Mellivora capensis*, *Martes martes*, *Martes foina* bilden eine relativ geschlossene Punktwolke. Auffallend ist, dass sich der rezente *Gulo gulo* etwas abgrenzt, da er, im Vergleich zu den restlichen Vertretern der Mustelidae, weniger large pits (durchschnittlich zwischen zwei und vier pits) aufweist. Der fossile *Gulo gulo* weist eine ähnliche large pit Anzahl wie die restlichen Musteliden auf, und liegt mit durchschnittlich fünf pits somit in dieser Punktwolke.

Acinonyx jubatus jubatus grenzt sich durch eine höhere large pit Anzahl von den anderen Tiergruppen deutlich ab. Der fossile *Canis lupus* fällt mit einer ähnlichen pit Anzahl genau in den Bereich des *Acinonyx jubatus jubatus*.

Mephitis mephitis, der einzige Vertreter der Familie der Mephitidae, fällt in die Nähe der Gruppe der Musteliden. Ebenso *Nyctereutes procyonoides*, ein Vertreter der Canidae, fällt in diesen Bereich. *Crocuta crocuta* (Hyaenidae), *Panthera leo* (Felidae) und *Vulpes vulpes* (Canidae) trennen sich deutlich von den anderen Arten ab.

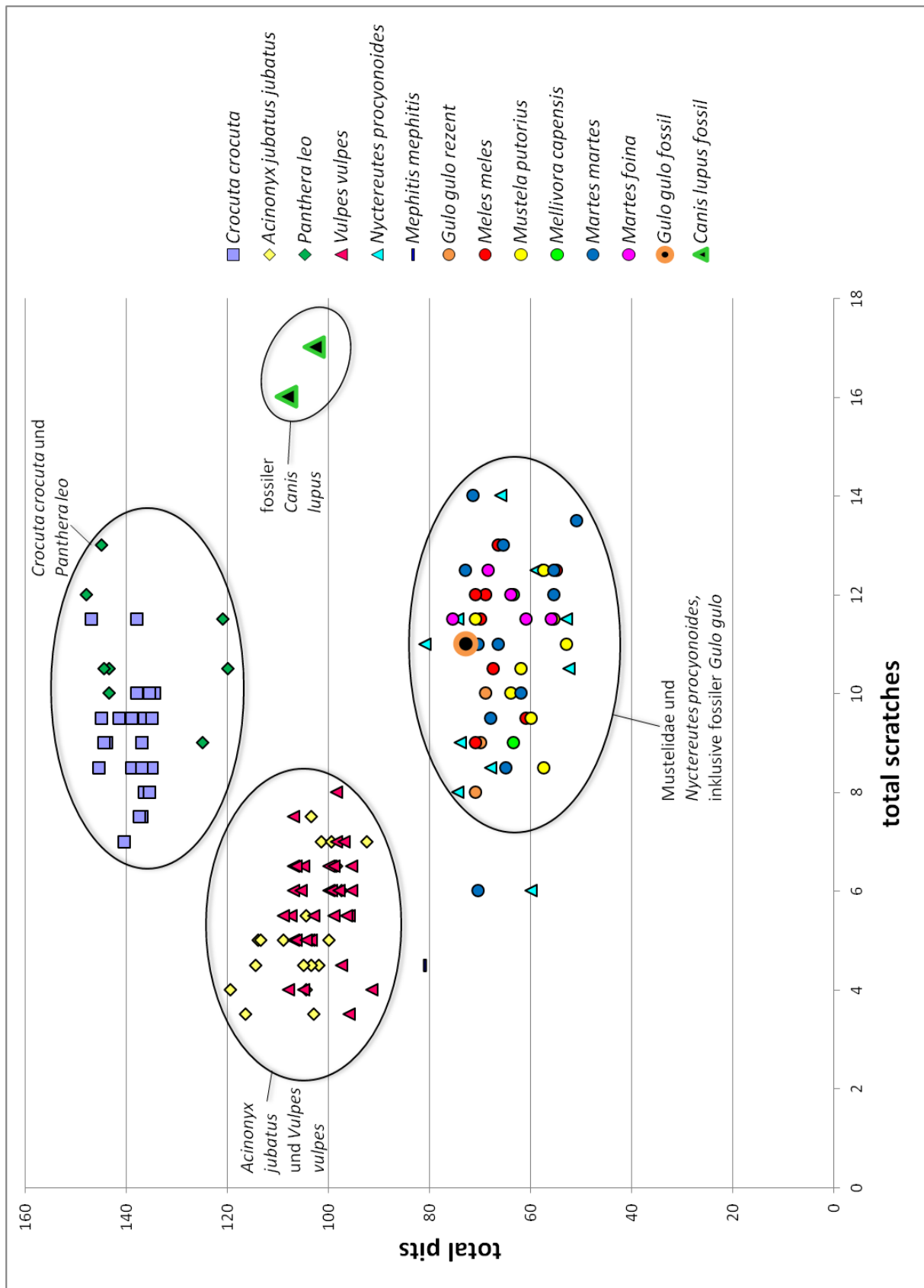


Abb. 37: Gegenüberstellung von total scratches vs. total pits der rezenten Arten (*Crocuta crocuta*, *Acinonyx jubatus jubatus*, *Panthera leo*, *Nyctereutes procyonoides*, *Mephitis mephitis*, *Gulo gulo*, *Meles meles*, *Mustela putorius*, *Mellivora capensis*, *Martes martes*, *Martes foina*) und des pleistozänen *Gulo gulo* und pleistozänen *Canis lupus*

In Abbildung 37 sind die total pits den total scratches gegenübergestellt.

Hier fällt der rezente *Gulo gulo* direkt in die Punktwolke der restlichen Mustelidae. Auch der fossile *Gulo gulo* fällt in diesen Bereich, weist allerdings im Vergleich zum rezenten Vertreter eine höhere Anzahl an scratches auf.

Der fossile *Canis lupus* grenzt sich in diesem Diagramm deutlich von den anderen Arten ab. Er weist eine ähnliche Anzahl an pits wie *Acinonyx jubatus jubatus* und *Vulpes vulpes* auf, allerdings grenzt er sich durch eine deutlich höhere Anzahl an scratches ebenfalls von diesen beiden Arten ab. Zu beachten ist, dass bei *Canis lupus* zwei der drei untersuchten Zähne, mit einer Anzahl von durchschnittlich 16 scratches und 108,5 pits, genau übereinander liegen, weshalb insgesamt nur zwei Zähne im Diagramm ersichtlich sind.

Crocota crocuta und *Panthera leo* separieren sich mit ca. 140 pits und bilden zusammen eine Punktwolke. *Mephitis mephitis* liegt mit 80 pits und durchschnittlich 4,5 scratches relativ separat.

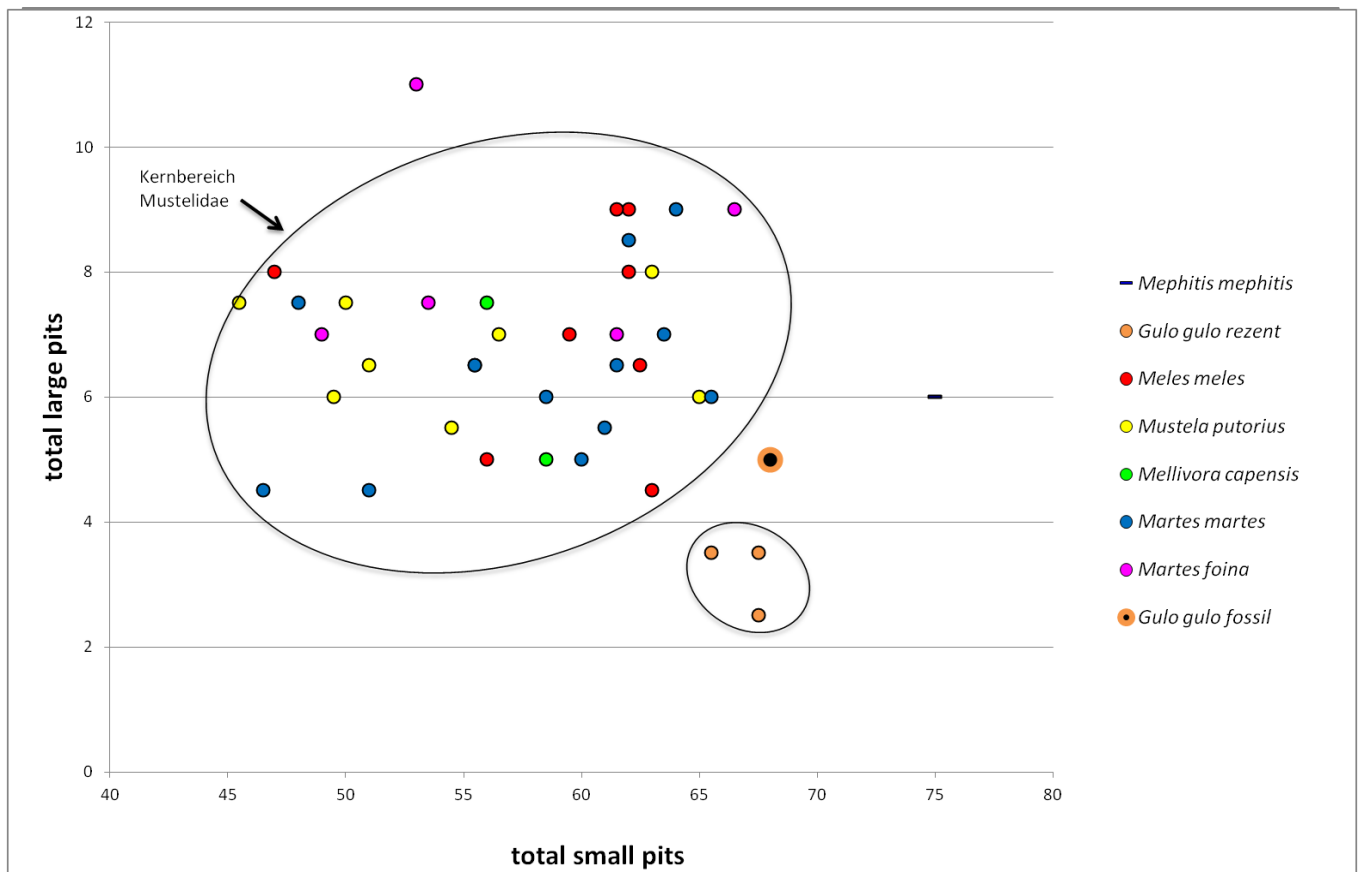


Abb. 38: Ausschnitt aus der Abb. 35, Gegenüberstellung der total small pits vs. total large pits der rezenten Arten (*Mephitis mephitis*, *Gulo gulo*, *Meles meles*, *Mustela putorius*, *Mellivora capensis*, *Martes martes*, *Martes foina*) und des pleistozänen *Gulo gulo*

Abbildung 38 ist ein Ausschnitt der Abbildung 36 und stellt ausschließlich die Daten der Vertreter der Mustelidae, als auch von *Mephitis mephitis* dar.

Der rezente *Gulo gulo* grenzt sich durch eine geringere large pit Anzahl von den restlichen Vertretern ab. Durch die Vergrößerung wird ersichtlich, dass ebenfalls der fossile *Gulo gulo* eine höhere small pit Anzahl als die restlichen Vertreter aufweist, und somit in einer Linie mit dem rezenten *Gulo gulo* liegt. Allerdings unterscheiden sich der fossile und der rezente Vertreter durch die Anzahl der large pits, die beim fossilen mit durchschnittlich 5 large pits höher liegt als beim rezenten.

Dieses Diagramm zeigt, dass sich *Mephitis mephitis*, mit einer Anzahl von durchschnittlich 75 small pits, deutlich von den Vertretern der Mustelidae abgrenzt.

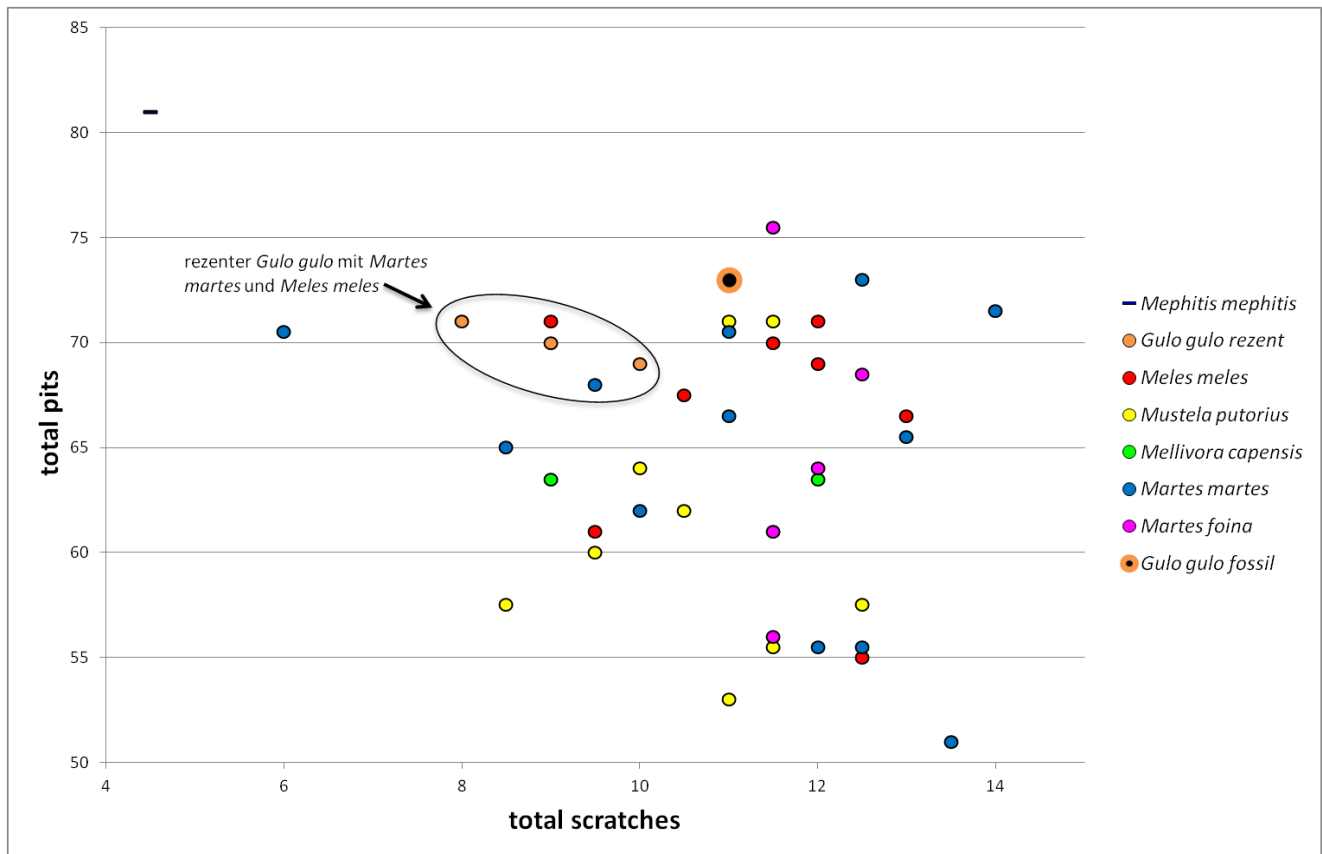


Abb. 39: Ausschnitt aus der Abb. 36, Gegenüberstellung der total scratches vs. total pits der rezenten Arten (*Mephitis mephitis*, *Gulo gulo*, *Meles meles*, *Mustela putorius*, *Mellivora capensis*, *Martes martes*, *Martes foina*) und des pleistozänen *Gulo gulo*

Abbildung 39 ist ein Ausschnitt der Abbildung 37 und stellt ausschließlich die Daten der Vertreter der Mustelidae, als auch von *Mephitis mephitis* dar.

Der rezente *Gulo gulo* liegt mit einer durchschnittlichen Anzahl von rund 70 pits in der Nähe von *Martes martes* und *Meles meles*. Der fossile *Gulo gulo* liegt mit einer höheren Anzahl an pits und scratches, im Vergleich zum rezenten Vertreter, etwas darüber.

Mephitis mephitis grenzt sich mit einer höheren pit und einer niedrigeren scratch Anzahl (durchschnittlich 81 pits und 4,5 scratches) deutlich von den Vertretern der Mustelidae ab.

3. Diskussion

Die Gegenüberstellung von small pits zu large pits (Abbildung 36) separiert Carnivoren in ihren Ernährungsmustern besser, als das Gegenüberstellen von scratches zu pits (Abbildung 37). Durch das Gegenüberstellen der small und der large pits grenzen sich die einzelnen Gruppen mit unterschiedlicher Ernährung deutlich voneinander ab: *Crocota crocota* (Knochenbrecher), *Panthera leo* (Fleisch und Knochen), *Acinonyx jubatus jubatus* (Fleisch, keine Knochen), *Vulpes vulpes* (vorwiegend carnivor) und die klassischen Omnivoren (Fleisch und Pflanzen). Eine omnivore Ernährung zeigt sich durch weniger scratches und weniger small und large pits, im Vergleich zu Tieren mit einem höheren Fleischanteil (BASTL ET AL., 2012).

Die Musteliden (*Meles meles*, *Mellivora capensis*, *Martes martes*, *Martes foina*, *Vulpes vulpes*, *Mustela putorius*, *Gulo gulo*), *Mephitis mephitis* und *Nyctereutes procyonoides* bilden eine gemeinsame Punktwolke und nehmen, im Vergleich zu den anderen Gruppen, einen relativ großen Radius ein (Abbildung 36), da ihre Nahrungszusammensetzung sehr stark variiert (STARCK, 1995; GÖRNER, 1988; LANGE & GÖRNER, 2009; LARIVIÈRE & JENNINGS, 2009; BAUER, 2001; KOENIGSWALD, 2002; HEPTNER & NAUMOV, 2002; GROISS, 2009). Interessant ist, dass auch *Mustela putorius* in diesen Mischbereich der Omnivoren fällt, da der Fleischanteil im Vergleich zu den Omnivoren bei dieser Art eigentlich höher ist. Dabei ist zu beachten, dass diese Analyse nur die letzten Mahlzeiten eines Tieres widerspiegelt (BASTL ET AL., 2012).

Auffallend ist bei den Vertretern der Mustelidae, dass sich die Ernährungsmuster der einzelnen Arten stark überlappen, wobei das Ernährungsmuster von *Martes martes* einen relativ großen Radius besitzt, worin annähernd alle anderen Muster eingeschlossen werden. *Mephitis mephitis* grenzt sich von den Vertretern der Mustelidae durch eine höhere pit Anzahl und eine geringere scratch Anzahl deutlich ab.

Die Proben des rezenten *Gulo gulo* fallen in die Nähe der anderen Musteliden, separieren sich jedoch deutlich von ihnen (Abbildung 38). Hier spiegelt sich der höhere Fleisch- beziehungsweise Knochenanteil im Nahrungsspektrum von *Gulo gulo*, im Vergleich zu den anderen Musteliden, wieder (STARCK, 1995; GÖRNER, 1988; KOENIGSWALD, 2002; HEPTNER & NAUMOV, 2002; GROISS, 2009).

Vulpes vulpes orientiert sich durch eine höhere Anzahl an small pits, im Vergleich zu dem Mischbereich der Omnivoren, in Richtung der Punktwolke von *Crocota crocuta*, welche als extremster Knochenbrecher (BASTL ET AL., 2012), in Abbildung 36 eine noch weitere Entfernung zum Kernbereich der Omnivoren aufweist. Hier zeigt sich, dass die Nahrung von *Vulpes vulpes* durch einen höheren Fleisch- und somit auch Knochenanteil, im Vergleich zu den anderen Omnivoren, geprägt ist (GÖRNER, 1988; SILLERO-ZUBIRI, 2009; STARCK, 1995).

Acinonyx jubatus weist in etwa die gleiche Anzahl an small pits wie *Vulpes vulpes* auf, separiert sich jedoch durch deutlich mehr large pits von allen anderen Gruppen (Abbildung 36). Dies lässt sich dadurch erklären, dass *Acinonyx jubatus* als reiner Fleischfresser gar keine Knochen zu sich nimmt (BASTL ET AL., 2012).

Panthera leo platziert sich erwartungsgemäß, aufgrund seiner Nahrungszusammensetzung bestehend aus Fleisch und Knochen (BASTL ET AL., 2012), zwischen den Punktwolken von *Acinonyx jubatus* und *Crocota crocuta* (Abbildung 36).

Der fossile *Canis lupus* aus Prädmost (Jungpleistozän) ernährte sich, der Microwear-Analyse zufolge, vorwiegend von Fleisch und vermied Knochen. Dies wird zum einen dadurch ersichtlich, dass *Canis lupus* genau in den Bereich von *Acinonyx jubatus* fällt (Abbildung 36), zum anderen durch eine geringere pit Anzahl, im Vergleich zu anderen Gruppen. Auf den ersten Blick sieht es aus, als ob die Ernährungsmuster des pleistozänen *Canis lupus* und des rezenten Geparden nahezu ident sind. Doch betrachtet man die Anzahl der scratches (Abbildung 37), grenzt sich der fossile *Canis lupus* doch deutlich vom Geparden ab, woraus man schließen kann, dass seine Nahrungszusammensetzung durchaus Differenzen zu der des Geparden aufwies.

Der rezente *Canis lupus* (wurde im Zuge dieser Arbeit nicht untersucht) ernährt sich, wie oben bereits erwähnt, sowohl von Fleisch als auch von Knochen, da er für gewöhnlich fast das gesamte Beutetier verzehrt (SILLERO-ZUBIRI, 2009). Außerdem zählen zu bestimmten Jahreszeiten auch Pflanzen zu seiner Nahrung (GROISS, 2009). Eine mögliche Erklärung, weshalb der pleistozäne Wolf, der Microwear-Analyse zufolge, gar keine Knochen aufgenommen hat, liegt in der Betrachtung seiner ökologischen Anpassungsfähigkeit. Der pleistozäne *Canis lupus* trat sowohl in

der kaltzeitlichen als auch in der warmzeitlichen Fauna auf. Es ist möglich, dass es sich bei den beprobten Individuen um Tiere handelt, die während einer Kaltzeit lebten. Während einer Kaltzeit, in der die Vegetation teilweise sehr gering war, veränderte sich folglich das Nahrungsangebot und pflanzliche Nahrung verlor an Bedeutung, gleichzeitig wurden große Beutetiere wichtiger. Möglicherweise war diese Zeit durch einen Überschuss an Beutetieren geprägt, wodurch es für den Wolf nicht mehr notwendig war, das gesamte Beutetier zu verzehren. Des Weiteren ist zu bedenken, dass die Microwear-Analyse nur einen Ausschnitt der Ernährung eines Lebewesens wiedergibt. Das heißt, es werden durch diese Untersuchung nur jene Nahrungsbestandteile erkannt, die relativ kurz vor dem Tod des Tieres aufgenommen wurden. Im Zuge dieser Arbeit konnten, aufgrund des schlechten Erhaltungszustandes der Zähne, nur drei Individuen beprobt werden. Um dieses beschriebene Nahrungsverhalten des pleistozänen *Canis lupus* eindeutig bestätigen zu können, wären weitere Proben notwendig.

Der rezente *Gulo gulo* setzt sich von dem Kernbereich der Omnivoren durch eine geringere large pit Anzahl ab. Während die restlichen Vertreter der Mustelidae einen relativ großen Radius aufweisen, gruppieren sich die drei Proben des rezenten Vielfraßes sehr nahe zusammen. In Abbildung 36 sieht es so aus, als würde der fossile *Gulo gulo* aus der Drachenhöhle bei Mixnitz (Jungpleistozän) in dem Kernbereich der Omnivoren liegen, doch betrachtet man den vergrößerten Ausschnitt in Abbildung 38, erkennt man, dass sich der fossile Vertreter ebenfalls abgrenzt und eigentlich zwischen der Mustelidengruppe und dem rezenten *Gulo gulo* liegt. Demnach wies der pleistozäne Vielfraß eine ähnliche Nahrungszusammensetzung auf wie der rezente Vertreter, der sich von frischem Fleisch (vor allem von Rentieren), Aas und pflanzlicher Nahrung ernährt (HEPTNER & NAUMOV, 2002). Betrachtet man die scratches, weist der fossile Vertreter eine höhere Anzahl auf, woraus man schließen kann, dass dieser im Vergleich zu den rezenten Vertretern mehr harte Nahrung, beispielsweise Knochen, zu sich genommen hat. Der höhere Anteil an harter Nahrung wird außerdem dadurch unterstützt, dass beim fossilen Vielfraß gouges vorhanden waren (siehe Kapitel 7. Anhang), was bei den rezenten Proben nicht der Fall war (BASTL ET AL., 2012). Die Abweichungen in der Nahrungszusammensetzung des rezenten und des fossilen Vielfraßes lassen sich zum einen dadurch erklären, dass sich das Verbreitungsgebiet des Vielfraßes vom

Pleistozän bis heute stark verändert hat, infolgedessen veränderte sich auch sein Nahrungsangebot. Außerdem ist zu erwähnen, dass die Nahrungszusammensetzung des Vielfraßes im Laufe des Jahres variiert. So steigt im Winter der Anteil an Huftieren, während im Sommer kleinere Beutetiere, sowie pflanzliche Nahrung, beispielsweise Früchte, an Bedeutung gewinnen (HEPTNER & NAUMOV, 2002). Das heißt, es ist durchaus möglich, dass der fossile *Gulo gulo* vor seinem Tod einen Winter durchlebt hat, in dem er sich hauptsächlich von Huftieren ernährt hat, wodurch der Anteil an Knochen gestiegen ist. Eine andere Erklärung wäre, dass sich, aufgrund des veränderten Verbreitungsgebietes, das Nahrungsangebot so verändert hat, dass beispielsweise andere Pflanzen als heute zu seiner Nahrung zählten, wodurch die Abweichungen in der large pit Anzahl beziehungsweise in der scratch Anzahl zustande gekommen sind. Aufgrund des schlechten Erhaltungszustandes der fossilen Zähne von *Gulo gulo* konnte im Zuge dieser Arbeit nur ein einzelner Zahn des pleistozänen Vielfraßes analysiert werden. Um eine detailliertere und statistisch signifikantere Aussage über die Ernährung des pleistozänen *Gulo gulo* treffen zu können, wären weitere Proben notwendig.

4. Ergebnisse

Mit Hilfe der Microwear-Analyse ist es möglich Ernährungstendenzen bei Musteliden festzustellen. Viele Vertreter der Mustelidae gruppieren sich innerhalb der *Martes*-Variation, *Gulo gulo* fällt jedoch aus diesem Bereich heraus. Beim fossilen *Gulo gulo* war leider nur eine Probe für die Untersuchung geeignet. Das Ergebnis zeigt eine ähnliche Nahrungszusammensetzung wie jene des rezenten Vielfraßes.

Das Ergebnis der Microwear-Analyse vom pleistozänen *Canis lupus* stimmt nicht mit dem erwarteten Ergebnis überein. Der Untersuchung zufolge ernährte sich der pleistozäne Wolf hypercarnivor, woraus sich ergibt, dass das Ernährungsmuster des fossilen *Canis lupus* deutliche Differenzen zu dem des rezenten Vertreters aufweist. Welche möglichen Gründe dieser Tendenz zugrunde liegen, könnte ein interessantes Thema weiterer Forschungen sein.

Weitere Untersuchungen sind notwendig um die Nahrungstendenzen des *Gulo gulo*, sowie des *Canis lupus* in Europa im Pleistozän bestätigen zu können.

5. Literaturverzeichnis

- ANDERSEN, B.G. & BORNS, H.W. JR, 1994: The Ice Age world. Scandinavian University Press (Universitetsforlaget AS).
- ANTONIUS, O., 1931: Bericht über die Untersuchung von Höhlenbärenschädel. - In: ABEL & KYRLE, 1931: Die Drachenhöhle bei Mixnitz:329-331, Wien.
- AULAGNIER, S., HAFFNER, P., MITCHELL-JONES, A. J., MOUTOU, F. & ZIMA, J., 2009: Die Säugetiere Europas, Nordafrikas und Vorderasiens. [Übersetzt von ROTH, O. & SALZMANN, H. C.] Haupt Verlag Bern.
- BAUER, K., 2001: Rotfuch *Vulpes vulpes* (Linnaeus, 1758). - In SPITZENBERGER, F., 2001: Die Säugetierfauna Österreichs. Grüne Reihe Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt u. Wasserwirtschaft, Bd. 13. Graz.
- BAUER, K., 2001: Baumarder *Martes martes* (Linnaeus, 1758). - In SPITZENBERGER, F., 2001: Die Säugetierfauna Österreichs. Grüne Reihe Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt u. Wasserwirtschaft, Bd. 13. Graz.
- BAUER, K., 2001: Steinmarder *Martes foina* (Erxleben, 1777). - In SPITZENBERGER, F., 2001: Die Säugetierfauna Österreichs. Grüne Reihe Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt u. Wasserwirtschaft, Bd. 13. Graz.
- BAUER, K., 2001: Mauswiesel *Mustela nivalis* Linnaeus, 1766. - In SPITZENBERGER, F., 2001: Die Säugetierfauna Österreichs. Grüne Reihe Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt u. Wasserwirtschaft, Bd. 13. Graz.
- BAUER, K., 2001: Iltis, Waldiltis *Mustela putorius* Linnaeus, 1758. - In SPITZENBERGER, F., 2001: Die Säugetierfauna Österreichs. Grüne Reihe Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt u. Wasserwirtschaft, Bd. 13. Graz.

- BAUER, K., 2001: Dachs *Meles meles* Linnaeus, 1758. - In SPITZENBERGER, F., 2001: Die Säugetierfauna Österreichs. Grüne Reihe Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt u. Wasserwirtschaft, Bd. 13. Graz.
- BASTL, K., SEMPREBON, G. & NAGEL, D., 2012: Low-magnification microwear in Carnivora and dietary diversity in *Hyaenodon* (Mammalia: Hyaenodontidae) with additional information on its enamel microstructure. *Palaogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **348-349**:13-20.
- BASTL, K., 2012: Ecomorphology of the European Hyaenodon: apex predator or opportunistic hunter? New aspects revealing the ecological niche. Institut der Paläontologie der Universität Wien.
- BATEMAN, G., 1986: Die Tiere unserer Welt. Raubtiere. Band 1. Equinox (1986) Ltd. Deutsche Ausgabe: Verlagsgruppe Bertelsmann GmbH Bertelsmann Lexikothek Verlag GmbH, Gütersloh.
- BERGLUND, B.E. (Hrsg), 1986: Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology. J.Wiley & Sons, London.
- BEHRMANN, W., 1948: Golfstrom und Eiszeit. *Pet. Mitt.* 92.
- BERNER, U., CASPER, G., EDLER VON DANIELS, C.H., DOOSE-ROLINSKI, H., FREUND, H., GEYH, M. A., LUPPOLD, F. W., HENJES-KUNST, F., HÖHNDORF, A., KLEINMANN, A., KÖTHE, A., MERKT, J., MEYER, K.-J., STAESCHE, U., STREIF, H., SUCKOW, A. & WORM, U., 2000: Vom Zählen und Messen. - In: BERNER, U. & STREIF, H. (Hrsg.), 2000: Klimafakten. Der Rückblick - Ein Schlüssel für die Zukunft. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart.
- BIBIKOV, D.I., 1985: Volk. Isdatelstwo "Nauka", Moskwa:1-106.
- BOWEN, D.Q., 1978: Quaternary geology. A Stratigraphic Framework for Multidisciplinary Work. Pergamon Press.

- BOWEN, D.Q. & GIBBARD, P. L., 2006: The Quaternary is here to stay. – Journal of Quaternary Science, **22**: 3-8; Chichester.
- BÜDEL, J., 1949: Die räumliche und zeitliche Gliederung des Eiszeitklimas. *Naturwiss.* **36**.
- CAMPBELL, N.A. & REECE, J.B., 2011: Biologie. 8.Auflage. Pearson Studium, ein Imprint der Pearson Education Deutschland GmbH, München.
- DELCOURT, H.R. & DELCOURT, P.A., 1991: Quaternary ecology. A paleoecological perspective. Chapman & Hall, London.
- DEWAR, E.W., 2004: Microwear of carnivorous mammals described with low-magnification dental stereomicroscopy. Journal of Vertebrate Paleontology **24**(3): 52A.
- DEXLER, H., 1931: Über Hirnschädelausgüsse von *Ursus spalaeus*. - In: ABEL & KYRLE, 1931:498-536: Die Drachenhöhle bei Mixnitz. Wien.
- DOUMA-PETRIDOU, E., 1984: Contribution to the knowledge of *Martes foina* Erxl. (Mammalia, Carnivora) from Achaia, northern Peloponnesus, Greece and rest southern Balkan Peninsula. Mammalia **48**: 565-572.
- DÖPPES, D. & RABEDER, G. (Hrsg.), 1997: Pliozäne und pleistozäne Faunen Österreichs. Band 10. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaft, Wien.
- DÖPPES, D., 2001: *Gulo gulo* (Mustelidae, Mammalia) im Jungpleistozän Mitteleuropas, sowie die Beschreibung einer neuen Unterart aus den Ostalpen. Formal- und Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Wien.
- DRAGOO, J.W., 2009: Family Mephitidae (Skunks). - In WILSON, D.E. & MITTERMEIER, R.A. (Hrsg.), 2009: Handbook of the Mammals of the World.

Vol. 1.Carnivores. Lynx Edicions in association with Conservation International and IUCN, Barcelona.

EHLERS, J., 2011: Das Eiszeitalter. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg.

EHRENBERG, K. (Hrsg.), 1966: Die Teufels- oder Fuchsenlucke bei Eggenburg (NÖ.). Denkschr. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl. **112**:123-136, Wien.

EMILIANI, C., 1955: Pleistocene temperatures. *J.Geol.* **63**:538-578.

EMILIANI, C. & SHACKLETON, N.J., 1974: The Brunhes Epoch: Isotopic paleotemperatures and geochronology. - In: *Science* **183**:511-514.

FLADERER, F.A., 1997: Drachenhöhle bei Mixnitz. - In DÖPPES, D. & RABEDER, G. (Hrsg.), 1997: Pliozäne und Pleistozäne Faunen Österreichs. Band 10. Österr. Akademie der Wissenschaften, Wien.

GAGEL, C., 1923: Das Klima der Diluvialzeit. *Z. deutsch.* 75.

GIBBARD, P.L., SMITH, A.G.; ZALASIEWICZ, J.A., BARRY, T.L., CANTRILL, D., COE, A.L., COPE, J.C.W., GALE, A.S., GREGORY, F.J., POWELL, J.H., RAWSON, P.F., STONE, P. & WATERS, C.N., 2005: What status for the Quaternary? *Boreas* **34**: 1-6; Oslo.

GOILLOT, C., BLONDEL, C. & PEIGNÉ, S., 2009: Relationships between dental microwear and diet in Carnivora (Mammalia) - Implications for the reconstruction of the diet of extinct taxa. *Palaogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **271**:13-23.

GÖRNER, M. & HACKETHAL, H., 1988: Säugetiere Europas. Neumann Verlag Leipzig.

- GÖRNER, M. (Hrsg.), 2009: Atlas der Säugetiere Thüringens. Arbeitsgruppe Artenschutz Thüringen e.V. Jena und Landesjagdverband Thüringen e.V. Erfurt.
- GÖTZINGER, G., 1931: Das Drachenhöhlenflußsystem und dessen Alter. - In: ABEL & KYRLE, 1931:870-882: Die Drachenhöhle bei Mixnitz. Wien.
- GRADSTEIN, F., OGG, J. & SMITH, A. (Hrsg.), 2004: A Geologic Time Scale. Cambridge (Cambridge University Press).
- GROISS, J.Th., AMBROS, D., HILPERT, B. & MICHEL, U., 2009: Eiszeittiere. Bewohner fränkischer Höhlen. Filander Verlag. Erlangen.
- GROISS, J.Th., 2009: Die Systematik der wichtigsten Gattungen und Arten. - In: GROISS, Josef Th., AMBROS, D., HILPERT, B. & MICHEL, U., 2009: Eiszeittiere. Bewohner fränkischer Höhlen. Filander Verlag. Erlangen.
- GROISS, J.Th., 2009: Klimabedingungen im Pleistozän. - In: GROISS, Josef Th.; AMBROS, D., HILPERT, B. & MICHEL, U., 2009: Eiszeittiere. Bewohner fränkischer Höhlen. Filander Verlag. Erlangen.
- GROISS, J.h., 2009: Die Faunen. - In: GROISS, Josef Th., AMBROS, D., HILPERT, B. & MICHEL, U., 2009: Eiszeittiere. Bewohner fränkischer Höhlen. Filander Verlag. Erlangen.
- GROISS, J.Th., 2009: Zeitliche Einordnung der Höhlen und ihrer Faunen. - In: GROISS, Josef Th., AMBROS, D., HILPERT, B. & MICHEL, U., 2009: Eiszeittiere. Bewohner fränkischer Höhlen. Filander Verlag. Erlangen.
- HARTMANN, W. & H., 1990: Die Höhlen Niederösterreichs 4. - Die Höhle, wiss. Beih. **37**:11, Wien.

- HEPTNER, V.G. & NAUMOV, N.P., 1967: Mammals of the Soviet Union. Volume II (1b). Vysshaya Shkola. Moscow, Russia (in English published by Amerind Publishing Co, 2002. New Delhi)
- HEPTNER, V.G. & NAUMOV, N.P. (Hrsg.), 1974: Säugetiere der Sowjetunion. Band II. Seekühe und Raubtiere. Jena.
- HERRMANN, M., 2005: Baumarder *Martes martes* (Linnaeus, 1758). - In: BRAUN, M. & DIETERLEN, F. (Hrsg.), 2005: Die Säugetiere Baden-Württembergs B.2., Stuttgart.
- HOFER, K., 1954: Zur Forschungsgeschichte der Dürntaler Tropfsteinhöhlen.-Z. Die Höhle **5/2**:26-29, Wien.
- HOLEKAMP, K. E. & KOLOWSKI, J. M., 2009: Family Hyaenidae (Hyenas). - In WILSON, Don E. & MITTERMEIER, R.A. (Hrsg.), 2009: Handbook of the Mammals of the World. Vol. 1.Carnivores. Lynx Edicions in association with Conservation International and IUCN, Barcelona.
- IVERSEN, J., 1958: The bearing of glacial and interglacial epochs in the formation and extinction of plant taxa. Uppsala Univ. Arsskr. **6**:210-215.
- JÖRIS, O., 2009: Datierung nach dem Verfallsprinzip. C-14-Altersbestimmung. - In RAU, S., NAUMANN, D. & BARTH, M. (Hrsg.), 2009: Eiszeit Kunst und Kultur). Begleitband zur Großen Landesausstellung des Archäologisches Landesmuseum Baden-Württemberg. Jan Thorbecke Verlag.
- KERNER-MARILAUN, F., 1924: Spitalers neuer Erklärungsversuch der Eiszeit. *Die Eiszeit 1*.
- KLOSTERMANN, J., 2009: Das Klima im Eiszeitalter. 2.Auflage. E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart.

KLUTE, F., 1921: Über die Ursachen der letzten Vereisung. *Geogr. Z.* 27.

KLUTE, F., 1928: Die Bedeutung der Depression der Schneegrenze für eiszeitliche Probleme. *Gletsch.* 16.

KLUTE, F., 1930: Verschiebung der Klimagebiete der letzten Eiszeit. *Pet. Mitt. Erg.heft* 209.

KOENIGSWALD, W., 2002: Lebendige Eiszeit (Klima und Tierwelt im Wandel). Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

KOVAR-EDER, J., 2009: Birke oder Buchs. Vegetation während des Eiszeitalters. - In RAU, S., NAUMANN, D. & BARTH, M. (Hrsg.), 2009: Eiszeit (Kunst und Kultur). Begleitband zur Großen Landesausstellung des Archäologischen Landesmuseum Baden-Württemberg. Jan Thorbecke Verlag.

KRUUK, H. & PARISH, T., 1981: Feeding specialization of the European badger (*Meles meles*) in Scotland. *J. Anim. Ecol.* **50**:773-788

KUCERA, M., 2009: Beständiger Wechsel. Das Klima der Eiszeit. - In RAU, S., NAUMANN, D. & BARTH, M. (Hrsg.), 2009: Eiszeit (Kunst und Kultur). Begleitband zur Großen Landesausstellung des Archäologischen Landesmuseum Baden-Württemberg. Jan Thorbecke Verlag.

KUKLA, J., 1980: End of the last interglacial: a predictive model for the future? *Palaeoecology of Africa* **12**: 395-408.

LANGE, I., 2009: Waldiltis *Mustela putorius*. - In: GÖRNER, M. (Hrsg.), 2009: Atlas der Säugetiere Thüringens. Arbeitsgruppe Artenschutz Thüringen e.V. Jena und Landesjagdverband Thüringen e.V. Erfurt.

LANG, I. & STEFEN, C., 2009: Dachs *Meles meles*. - In: GÖRNER, M. (Hrsg.), 2009: Atlas der Säugetiere Thüringens. Arbeitsgruppe Artenschutz Thüringen e.V. Jena und Landesjagdverband Thüringen e.V. Erfurt.

- LANGE, I. & GÖRNER, M., 2009: Mauswiesel *Mustela nivalis*. - In: GÖRNER, M. (Hrsg.), 2009: Atlas der Säugetiere Thüringens. Arbeitsgruppe Artenschutz Thüringen e.V. Jena und Landesjagdverband Thüringen e.V. Erfurt.
- LARIVIÈRE, S. & JENNINGS, A. P., 2009: Family Mustelidae (Weasels and Relatives). - In WILSON, D.E. & MITTERMEIER, R.A. (Hrsg.), 2009: Handbook of the Mammals of the World. Vol. 1.Carnivores. Lynx Edicions in association with Conservation International and IUCN, Barcelona.
- LITT, Th., 2007: Das Quartär als chronostratigraphische Einheit. *Eiszeitalter und Gegenwart Quaternary Science Journal* **56**:1-2, Hannover.
- LOŽEK, V., 1976: Klimaabhängige Zyklen der Sedimentation und Bodenbildung während des Quartärs im Lichte malakozoologischer Untersuchungen. Rozpr. Česk. Akad. Ved, Řada Mat. Přírodn. Ved **86** (8).
- LUX, E. & SCHMIDT, Th., 2009: Marderhund *Nyctereutes procyonoides*. - In: GÖRNER, M. (Hrsg.), 2009: Atlas der Säugetiere Thüringens. Arbeitsgruppe Artenschutz Thüringen e.V. Jena und Landesjagdverband Thüringen e.V. Erfurt.
- MARINELLI, W., 1931: Der Schädel des Höhlenbären. - In: ABEL & KYRLE, 1931: Die Drachenhöhle bei Mixnitz: 332-497, Wien.
- MASSETI, M., 1998: Observations on the quaternary mammalian faunas of the mediterranean islands. Proc. Int. Union Prehist. Protohist. Sci. XIII Forli 1996, 6/I: 89-96.
- MECH, D. L., 1966: The wolves of Isle Royale. U. S. Nat. Park Serv. Fauna Ser. No **7**:1-210.
- MECH, D. L., 1970: The wolf: the ecology and behavior of an endangered species. Natural History Press, Garden City:1-389.

- MERCERON, G., BLONDEL, C., BRUNET, M., SEN, S., SOLOUNIAS, N., VIRIOT, L. & HEINTZ, E., 2004: The Late Miocene paleoenvironmental of Afghanistan as inferred from dental microwear in artiodactyls. *Palaeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **207**:143-163.
- MERCERON, G., BLONDEL, C., DE BONIS, L., KOUFOS, G. D. & VIRIOT, L., 2005a: A new method of dental microwear analysis: application to extant primates and *Ouranopithecus macedoniensis* (Late Miocene of Greece). *Palaios* **20**:551-561.
- MILLER, F.L., GUNN, A. & BROUGHTON, E., 1985: Surplus killing as exemplified by wolf prepatation on newborn caribou. *Can J. Zool.* **63**:295-300
- MITCHELL-JONES, A.J., AMORI, G., BOGDANOWICZ, W., KRYŠTUFEK, B., REIJNDERS, P.J.H., SPITZENBERGER, F., STUBBE, M., THISSEN, J.B.M., VOHRALÍK, V. & ZIMA, J., 1999: The Atlas of European mammals. Poyser, London.
- MUSIL, R., 1956: Mährische Fundstellen pleistozäner Wirbeltiere. *Geologie* **5**:319-323
- MUSIL, R., 1981: *Ursus spelaeus* - Der Höhlenbär I. Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens, Weimar.
- NOWAK, R.M., 1983: A perspective on the taxonomy of wolves in North America. [W:Wolves in Canada and Alaska. L. N. Carbyn, ed.]. *Can. Wildl. Serv. Rep. Ser. No* **45**:10-19
- OKARMA, H., 2002: Der Wolf. Ökologie, Verhalten, Schutz. [Übersetzt von LANGWALD, Klaus, Bearb. von ALTMANN-LANGWALD, Dagmar] Parey Buchverlag im Blackwell Wissenschafts-Verlag GmbH, Berlin.
- PACHER, M. & DÖPPES, D., 1997: Zwei Faunenelemente aus Pleistozänen Höhlenfundstellen des toten Gebirges: *Canis lupus* L. und *Gulo gulo* L. *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck* **22**:129-151.

- PASCHINGER, V., 1923: Die Eiszeit ein meteorologischer Zyklus. *Gletsch.* 13.
- PETERS, G., 1993: *Canis lupus*. - In STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.), 1993: Band 5/I. Raubsäuger. AULA-Verlag GmbH. Wiesbaden. - In NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.), 1993: Handbuch der Säugetiere Europas.
- PFARR, Th. & STUMMER, G., 1988: Die längsten und tiefsten Höhlen Österreichs. - Die Höhle, wiss. Beih. **35**:1-248, Wien.
- PILLANS, B., 2004: Proposal to redefine the Quaternary. Episodes **27**:127, Beijing.
- POSER, H., 1947: Dauerfrostboden und Temperaturverhältnisse während der Würm-Eiszeit. *Naturwiss.* 34.
- PROST, S., KLIETMANN, J., VAN KOLFSCHOTEN, T., GURALNICK, R.P., WALTERI, E., VRIELING, K., STILLER, M., NAGEL, D., RABEDER, G., HOFREITER, M. & SOMMER, R.S., 2013: Effects of late quarternary climate change on Palearctic shrews. *Global Change Biology* **19**:1865-1874.
- PULLIAINEN, E., 1993: *Gulo gulo*. - In STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.), 1993: Band 5/I. Raubsäuger. AULA-Verlag GmbH. Wiesbaden. - In NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.), 1993: Handbuch der Säugetiere Europas.
- RABEDER, G., 1997: Teufelslucke bei Eggenburg. - In DÖPPES, D. & RABEDER, G. (Hrsg.), 1997: Pliozäne und Pleistozäne Faunen Österreichs. Band 10. Österr. Akademie der Wissenschaften, Wien.
- RANGE, P., 1923: Über das spätglaziale Klima. *Z. deutsch.* 75.
- RAU, S., NAUMANN, D. & BARTH, M. (Hrsg.), 2009: Eiszeit (Kunst und Kultur). Begleitband zur Großen Landesausstellung des Archäologischen Landesmuseum Baden-Württemberg. Jan Thorbecke Verlag.

- RICHARDSON, Ph.K.R. & BEARDER, S.K., 1986: Hyänen. - In BATEMAN, G., 1986: Die Tiere unserer Welt. Raubtiere. Band 1. Verlagsgruppe BertelsmannGmbH Bertelsmann Lexikothek Verlag GmbH, Gütersloh.
- SACKL, P., 2001: Marderhund *Nyctereutes procyonoides* (Gray, 1834). - In SPITZENBERGER, F., 2001: Die Säugetierfauna Österreichs. Grüne Reihe Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt u. Wasserwirtschaft, Bd. 13. Graz.
- SCHADLER, J., 1931a: Der Rötelstein und seine Durchhöhlung.- In: ABEL & KYRLE, 1931: Die Drachenhöhle bei Mixnitz:143-147, Wien.
- SCHADLER, J., 1931b: Topographie und Morphologie der Höhlenräume. - In: ABEL & KYRLE, 1931:148-165: Die Drachenhöhle bei Mixnitz. Wien.
- SCHADLER, J., 1931c: Die Ablagerungen. - In: ABEL & KYRLE, 1931: Die Drachenhöhle bei Mixnitz:169-224, Wien.
- SCHAEFER, M., 2010: Brohmer. Fauna von Deutschland. 23.Auflage. Quelle & Meyer Verlag GmbH & Co., Wiebelsheim.
- SCHMIDT, Th. & STEFEN, C., 2009: Baummarder *Martes martes*. - In: GÖRNER, M. (Hrsg.), 2009: Atlas der Säugetiere Thüringens. Arbeitsgruppe Artenschutz Thüringen e.V. Jena und Landesjagdverband Thüringen e.V. Erfurt.
- SCHMIDT, Th. & STEFEN, C., 2009: Steinmarder *Martes foina*. - In: GÖRNER, M. (Hrsg.), 2009: Atlas der Säugetiere Thüringens. Arbeitsgruppe Artenschutz Thüringen e.V. Jena und Landesjagdverband Thüringen e.V. Erfurt.
- SCHULZ, O., 2011: Wölfe. Ein Mythos kehrt zurück. BLV Buchverlag GmbH & Co. KG, München.

- SEMPREBON, G.M.; GODFREY, L.R., SOLOUNIAS, N.; SUTHERLAND, M. R.; JUNGERS, W.L., 2004: Can low-magnification stereomicroscopy reveal diet? *Journal of Human Evolution* **47**:115-144.
- SILLERO-ZUBIRI, C., 2009: Family Canidae (Dogs). - In WILSON, D.E. & MITTERMEIER, R.A. (Hrsg.), 2009: *Handbook of the Mammals of the World. Vol. 1. Carnivores*. Lynx Edicions in association with Conservation International and IUCN, Barcelona.
- SIMPSON, G.G., 1964: Species density of North American recent mammals. *Syst. Zool.* **13**:57-73
- SOLOUNIAS, N. & SEMPREBON, G., 2002: Advances in the Reconstruction of Ungulate Ecomorphology with Application to Early Fossil Equids. *American Museum Novitates* **3366**:1-49.
- SPITZENBERGER, F., 2001: *Die Säugetierfauna Österreichs. Grüne Reihe Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt u. Wasserwirtschaft, Bd. 13*. Graz.
- STARCK, D., 1995: Teil 5/2. Säugetiere. - In STARCK, D. (Hrsg.), 1995: *Band II. Wirbeltiere*. - In KAESTNER, A. (Begr.), 1995: *Lehrbuch der Speziellen Zoologie*. Gustav Fischer Verlag Jena. Stuttgart.
- STEININGER, F., 2002: Das Känozoische Ärathem – Versuch einer Revision der chronostratigraphischen Gliederung. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg* **237**: 39-45, Frankfurt/M.
- STIER, N., 2006: Eroberer aus dem Osten. - In: *Neubürger auf dem Vormarsch, Sonderheft Unsere Jagd, Pirsch, Niedersächsischer Jäger*, 13-29.
- STUBBE, M., 1990: Der Status des Waschbären *Procyon lotor* (L.) in der DDR. *Beitr. Jagd- u. Wildforsch.* **17**:180-192.

- STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.), 1993a: Band 5/I. Raubsäuger. AULA-Verlag GmbH. Wiesbaden. - In NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.), 1993: Handbuch der Säugetiere Europas.
- STUBBE, M. & KRAPP, F. (Hrsg.), 1993b: Band 5/II. Raubsäuger. AULA-Verlag GmbH. Wiesbaden. - In NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.), 1993: Handbuch der Säugetiere Europas.
- SUNQUIST, M. E. & SUNQUIST, F. C., 2009: Family Felidae (Cats). - In WILSON, D.E. & MITTERMEIER, R.A. (Hrsg.), 2009: Handbook of the Mammals of the World. Vol. 1. Carnivores. Lynx Edicions in association with Conservation International and IUCN, Barcelona.
- TAYLOR, M.E. & HANNAM, A.G., 1986: Tooth microwear and diet in the African Viverridae. Canadian Journal of Zoology **65**:1696-1702.
- TELLERÍA, J.L. & SÁEZ-ROYUELA, C., 1984: The large mammals of central Spain. An introductory view. Mammal. Rev. **14**:51-56.
- TEPLOV, V. P., 1955: K zimnei ekologii rosomakhi v raione Pechoro-Ilychskovo zapovednika [On the winter ecology of the wolverine in the region of the Pechora-Ilych preserve]. *Byull. Mosk. ob-va ispyt. prirody, otd. biol.*, 60, No. 1.
- VAN ORSDOL, K.G., 1986: Löwe. - In BATEMAN, G, 1986: Die Tiere unserer Welt. Raubtiere. Band 1. Verlagsgruppe Bertelsmann GmbH Bertelsmann Lexikothek Verlag GmbH, Gütersloh.
- VAN VALKENBURGH, B. TEDFORD, M. T. & WALKER, A., 1990: Molar microwear and diet in large carnivores: inferences concerning diet in the sabertooth cat, *Smilodon fatalis*. Journal of Zoology (London) **222**:319-340.
- WAGNER, G.A. 1995: Age Determination of Young Rocks and Artifacts. Berlin (Springer).

- WERTH, E., 1925: Die pflanzenführenden Diluvialablagerungen der thüringisch-sächsischen Bucht. *Ber. deutsch. bot. Ges.* 43.
- WETTSTEIN-WESTERSHEIM, O., 1931: Die diluvialen Kleinsäugerreste. - In: ABEL & KYRLE, 1931:768-789: Die Drachenhöhle bei Mixnitz. Wien.
- WILSON, D.E. & MITTERMEIER, R.A. (Hrsg.), 2009: Handbook of the Mammals of the World. Vol. 1.Carnivores. Lynx Edicions in association with Conservation International and IUCN, Barcelona.
- WILSON, D.E., 2009: Class Mammalia (Mammals). - In WILSON, D.E. & MITTERMEIER, R.A. (Hrsg.), 2009: Handbook of the Mammals of the World. Vol. 1.Carnivores. Lynx Edicions in association with Conservation International and IUCN, Barcelona.
- WOLDSTEDT, P., 1961: Das Eiszeitalter. Grundlinien einer Geologie des Quartärs - Die allgemeinen Erscheinungen des Eiszeitalters. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.
- WOLDSTEDT, P., 1958: Das Eiszeitalter. Grundlinien einer Geologie des Quartärs - Europa, Vorderasien und Nordafrika im Eiszeitalter. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.
- ZEDROSSER, A., 1996: Wolf - *Canis lupus* (LINNAEUS, 1758). Carinthia II (Teil 1) **186/106**:236-238, Klagenfurt.
- ZIEGLER, B., 2008: Paläontologie. Vom Leben in der Vorzeit. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart.

Internetquelle:

Systematische Stellung nach WILSON & REEDER:

<http://www.vertebrates.si.edu/msw/mswcfapp/msw/search.cfm> am 18.7.2013

6. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: LARIVIÈRE, S. & JENNINGS, A. P., 2009: Family Mustelidae (Weasels and Relatives). - In WILSON, D.E. & MITTERMEIER, R.A. (Hrsg.), 2009: Handbook of the Mammals of the World. Vol. 1.Carnivores. Lynx Edicions in association with Conservation International and IUCN, Barcelona.

Abbildung 2: SILLERO-ZUBIRI, C., 2009: Family Canidae (Dogs). - In WILSON, D.E. & MITTERMEIER, R.A. (Hrsg.), 2009: Handbook of the Mammals of the World. Vol. 1.Carnivores. Lynx Edicions in association with Conservation International and IUCN, Barcelona.

Abbildung 3 bis 9: LARIVIÈRE, S. & JENNINGS, A. P., 2009: Family Mustelidae (Weasels and Relatives). - In WILSON, D.E. & MITTERMEIER, R.A. (Hrsg.), 2009: Handbook of the Mammals of the World. Vol. 1.Carnivores. Lynx Edicions in association with Conservation International and IUCN, Barcelona.

Abbildung 10: DRAGOO, J.W., 2009: Family Mephitidae (Skunks). - In WILSON, D.E. & MITTERMEIER, R.A. (Hrsg.), 2009: Handbook of the Mammals of the World. Vol. 1.Carnivores. Lynx Edicions in association with Conservation International and IUCN, Barcelona.

Abbildung 11 und 12: SILLERO-ZUBIRI, C., 2009: Family Canidae (Dogs). - In WILSON, D.E. & MITTERMEIER, R.A. (Hrsg.), 2009: Handbook of the Mammals of the World. Vol. 1.Carnivores. Lynx Edicions in association with Conservation International and IUCN, Barcelona.

Abbildung 13: HOLEKAMP, K. E. & KOLOWSKI, J. M., 2009: Family Hyaenidae (Hyenas). - In WILSON, D.E. & MITTERMEIER, R.A. (Hrsg.), 2009: Handbook of the Mammals of the World. Vol. 1.Carnivores. Lynx Edicions in association with Conservation International and IUCN, Barcelona.

Abbildung 14 und 15: SUNQUIST, M: E. & SUNQUIST, F. C., 2009: Family Felidae (Cats). - In WILSON, D.E. & MITTERMEIER, R.A. (Hrsg.), 2009: Handbook of the Mammals of the World. Vol. 1.Carnivores. Lynx Edicions in association with Conservation International and IUCN, Barcelona.

Abbildung 16: CAMPBELL, N.A. & REECE, J.B., 2011: Biologie. 8.Auflage. Pearson Studium, ein Imprint der Pearson Education Deutschland GmbH, München.

Abbildung 17: GROISS, J.Th., 2009: Zeitliche Einordnung der Höhlen und ihrer Faunen. - In: GROISS, J.Th., AMBROS, D., HILPERT, B. & MICHEL, U., 2009: Eiszeittiere. Bewohner fränkischer Höhlen. Filander Verlag. Erlangen.

Abbildung 18: WOLDSTEDT, P., 1961: Das Eiszeitalter. Grundlinien einer Geologie des Quartärs - Die allgemeinen Erscheinungen des Eiszeitalters. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.

Abbildung 19 bis 21: SOLOUNIAS, N. & SEMPREBON, G., 2002: Advances in the Reconstruction of Ungulate Ecomorphology with Application to Early Fossil Equids. American Museum Novitates **3366**:1-49.

Abbildung 22 bis 35: eigene Photographie

Abbildung 36 bis 39: eigens erstellte Diagramme

7. Anhang

Im Folgenden sind die Daten (Inventarnummer, Fundort, Jahreszahl, Geschlecht-falls bekannt) aller rezenten Proben zusammengefasst. Es wurde vermerkt, ob die jeweilige Probe für die Microwear-Analyse brauchbar war. Wenn dies der Fall war, wurde angegeben von welcher Person die Analyse durchgeführt wurde.

Die Anzahl der Microwear-Spuren (scratches, pits, gouges) der untersuchten Proben (rezent und fossil) sind im Mittel angeführt.

Daten der rezenten Proben						
Taxon	Nummer	Fundort	Jahr	G.*	Zahn	Zählung
<i>Martes martes</i>	NMW 11849	Tulln - Niederösterreich	1968	f	OK dext	Pychner
<i>Martes martes</i>	NMW 11849	Tulln - Niederösterreich	1968	f	OK sin	Pychner
<i>Martes martes</i>	NMW 11849	Tulln - Niederösterreich	1968	f	UK dext	Jetzinger
<i>Martes martes</i>	NMW 11849	Tulln - Niederösterreich	1968	f	UK sin	Jetzinger
<i>Martes martes</i>	NMW 41069	Wolfsbach-NÖ	1989		OK dext	Egler
<i>Martes martes</i>	NMW 41069	Wolfsbach-NÖ	1989		OK sin	-
<i>Martes martes</i>	NMW 41069	Wolfsbach-NÖ	1989		UK dext	-
<i>Martes martes</i>	NMW 41069	Wolfsbach-NÖ	1989		UK sin	-
<i>Martes martes</i>	NMW 41067	Wolfsbach-NÖ	1989		OK dext	-
<i>Martes martes</i>	NMW 41067	Wolfsbach-NÖ	1989		OK sin	Pychner
<i>Martes martes</i>	NMW 41067	Wolfsbach-NÖ	1989		UK dext	-
<i>Martes martes</i>	NMW 41067	Wolfsbach-NÖ	1989		UK sin	Jetzinger
<i>Martes martes</i>	NMW 20341	Revier Alland, GB+PB Baden-NÖ	1972/ 1973		OK dext	Egler
<i>Martes martes</i>	NMW 20341	Revier Alland, GB+PB Baden-NÖ	1972/ 1973		OK sin	-

<i>Martes martes</i>	NMW 20341	Revier Alland, GB+PB Baden-NÖ	1972/ 1973		UK dext	-
<i>Martes martes</i>	NMW 20341	Revier Alland, GB+PB Baden-NÖ	1972/ 1973		UK sin	-
<i>Martes martes</i>	NMW 41068	Wolfsbach-NÖ	1988	f	OK dext	-
<i>Martes martes</i>	NMW 41068	Wolfsbach-NÖ	1988	f	OK sin	-
<i>Martes martes</i>	NMW 41068	Wolfsbach-NÖ	1988	f	UK dext	-
<i>Martes martes</i>	NMW 41068	Wolfsbach-NÖ	1988	f	UK sin	-
<i>Martes martes</i>	NMW 23464	Gattmannsdorf, Gem. Obergrafendorf, GB+PB, St.Pölten- NÖ	1977/ 1978		OK dext	-
<i>Martes martes</i>	NMW 23464	Gattmannsdorf, Gem. Obergrafendorf, GB+PB, St.Pölten- NÖ	1977/ 1978		OK sin	-
<i>Martes martes</i>	NMW 23464	Gattmannsdorf, Gem. Obergrafendorf, GB+PB, St.Pölten- NÖ	1977/ 1978		UK dext	-
<i>Martes martes</i>	NMW 23464	Gattmannsdorf, Gem. Obergrafendorf, GB+PB, St.Pölten- NÖ	1977/ 1978		UK sin	Pychner
<i>Martes</i>	NMW 41071	NÖ	1988		OK dext	Jetzinger

<i>martes</i>						
<i>Martes martes</i>	NMW 41071	NÖ	1988		OK sin	Egler
<i>Martes martes</i>	NMW 41071	NÖ	1988		UK dext	Egler
<i>Martes martes</i>	NMW 41071	NÖ	1988		UK sin	-
<i>Martes foina</i>	NMW 63980	Wolfsbach, NÖ	2001	m	OK dext	-
<i>Martes foina</i>	NMW 63980	Wolfsbach, NÖ	2001	m	OK sin	-
<i>Martes foina</i>	NMW 63980	Wolfsbach, NÖ	2001	m	UK dext	-
<i>Martes foina</i>	NMW 63980	Wolfsbach, NÖ	2001	m	OK sin	-
<i>Martes foina</i>	NMW 62244	Zeiselmauer, NÖ	1998	f	OK dext	-
<i>Martes foina</i>	NMW 62244	Zeiselmauer, NÖ	1998	f	OK sin	-
<i>Martes foina</i>	NMW 62244	Zeiselmauer, NÖ	1998	f	UK dext	-
<i>Martes foina</i>	NMW 62244	Zeiselmauer, NÖ	1998	f	UK sin	-
<i>Martes foina</i>	NMW 62245	Zeiselmauer, NÖ	2000	m	OK dext	-
<i>Martes foina</i>	NMW 62245	Zeiselmauer, NÖ	2000	m	OK sin	-
<i>Martes foina</i>	NMW 62245	Zeiselmauer, NÖ	2000	m	UK dext	Egler
<i>Martes foina</i>	NMW 62245	Zeiselmauer, NÖ	2000	m	UK sin	-
<i>Martes foina</i>	NMW 62246	Zeiselmauer, NÖ	2001	m	OK dext	-
<i>Martes foina</i>	NMW 62246	Zeiselmauer, NÖ	2001	m	OK sin	-
<i>Martes foina</i>	NMW 62246	Zeiselmauer, NÖ	2001	m	UK dext	-
<i>Martes foina</i>	NMW 62246	Zeiselmauer, NÖ	2001	m	UK sin	-
<i>Martes foina</i>	NMW 62247	Maria-Anzbach, NÖ	1998	m	OK dext	Pychner
<i>Martes foina</i>	NMW 62247	Maria-Anzbach, NÖ	1998	m	OK sin	Jetzinger
<i>Martes foina</i>	NMW 62247	Maria-Anzbach, NÖ	1998	m	UK dext	-
<i>Martes foina</i>	NMW 62247	Maria-Anzbach, NÖ	1998	m	UK sin	Egler
<i>Martes foina</i>	NMW 62512	Perchtoldsdorf, NÖ	1999		OK dext	-

<i>Martes foina</i>	NMW 62512	Perchtoldsdorf, NÖ	1999		OK sin	-
<i>Martes foina</i>	NMW 62512	Perchtoldsdorf, NÖ	1999		UK dext	-
<i>Martes foina</i>	NMW 62512	Perchtoldsdorf, NÖ	1999		UK sin	Jetzinger
<i>Mustela nivalis</i>	NMW 8078	Niederleis, NÖ	1961	m	OK dext	-
<i>Mustela nivalis</i>	NMW 8078	Niederleis, NÖ	1961	m	OK sin	-
<i>Mustela nivalis</i>	NMW 8078	Niederleis, NÖ	1961	m	UK dext	-
<i>Mustela nivalis</i>	NMW 8078	Niederleis, NÖ	1961	m	UK sin	-
<i>Mustela nivalis</i>	NMW 8084	Niederleis, NÖ	1962	m	OK dext	-
<i>Mustela nivalis</i>	NMW 8084	Niederleis, NÖ	1962	m	OK sin	-
<i>Mustela nivalis</i>	NMW 8084	Niederleis, NÖ	1962	m	UK dext	-
<i>Mustela nivalis</i>	NMW 8084	Niederleis, NÖ	1962	m	UK sin	-
<i>Mustela nivalis</i>	NMW 8080	Niederleis, NÖ	1961	m	OK dext	-
<i>Mustela nivalis</i>	NMW 8080	Niederleis, NÖ	1961	m	OK sin	-
<i>Mustela nivalis</i>	NMW 8080	Niederleis, NÖ	1961	m	UK dext	-
<i>Mustela nivalis</i>	NMW 8080	Niederleis, NÖ	1961	m	UK sin	-
<i>Mustela nivalis</i>	NMW 8081	Niederleis, NÖ	1961	m	OK dext	-
<i>Mustela nivalis</i>	NMW 8081	Niederleis, NÖ	1961	m	OK sin	-

<i>Mustela nivalis</i>	NMW 8081	Niederleis, NÖ	1961	m	UK dext	-
<i>Mustela nivalis</i>	NMW 8081	Niederleis, NÖ	1961	m	UK sin	-
<i>Mustela nivalis</i>	NMW 8076	Niederleis, NÖ	1961	m	OK dext	-
<i>Mustela nivalis</i>	NMW 8076	Niederleis, NÖ	1961	m	OK sin	-
<i>Mustela nivalis</i>	NMW 8076	Niederleis, NÖ	1961	m	UK dext	-
<i>Mustela nivalis</i>	NMW 8076	Niederleis, NÖ	1961	m	UK sin	-
<i>Mustela putorius</i>	NMW 44401	St. Ulrich bei Steyr, OÖ	1992	m	OK dext	Jetzinger
<i>Mustela putorius</i>	NMW 44401	St. Ulrich bei Steyr, OÖ	1992	m	OK sin	Pychner
<i>Mustela putorius</i>	NMW 44401	St. Ulrich bei Steyr, OÖ	1992	m	UK dext	-
<i>Mustela putorius</i>	NMW 44401	St. Ulrich bei Steyr, OÖ	1992	m	UK sin	-
<i>Mustela putorius</i>	NMW 44404	Wolfert, OÖ	1988	m	OK dext	Jetzinger
<i>Mustela putorius</i>	NMW 44404	Wolfert, OÖ	1988	m	OK sin	-
<i>Mustela putorius</i>	NMW 44404	Wolfert, OÖ	1988	m	UK dext	-
<i>Mustela putorius</i>	NMW 44404	Wolfert, OÖ	1988	m	UK sin	Egler
<i>Mustela putorius</i>	NMW 44406	Wolfert, OÖ	1987	m	OK dext	Egler
<i>Mustela</i>	NMW 44406	Wolfert, OÖ	1987	m	OK sin	Pychner

<i>putorius</i>						
<i>Mustela putorius</i>	NMW 44406	Wolfers, OÖ	1987	m	UK dext	Pychner
<i>Mustela putorius</i>	NMW 44406	Wolfers, OÖ	1987	m	UK sin	-
<i>Mustela putorius</i>	NMW 41202	St. Ulrich bei Steyr, OÖ	1987	m	OK dext	-
<i>Mustela putorius</i>	NMW 41202	St. Ulrich bei Steyr, OÖ	1987	m	OK sin	-
<i>Mustela putorius</i>	NMW 41202	St. Ulrich bei Steyr, OÖ	1987	m	UK dext	-
<i>Mustela putorius</i>	NMW 41202	St. Ulrich bei Steyr, OÖ	1987	m	UK sin	-
<i>Mustela putorius</i>	NMW 41103	Judenburg, OÖ	?	m	OK dext	Egler
<i>Mustela putorius</i>	NMW 41103	Judenburg, OÖ	?	m	OK sin	-
<i>Mustela putorius</i>	NMW 41103	Judenburg, OÖ	?	m	UK dext	-
<i>Mustela putorius</i>	NMW 41103	Judenburg, OÖ	?	m	UK sin	Pychner
<i>Mustela putorius</i>	NMW 37619	Eberschwang, OÖ	1978		OK dext	-
<i>Mustela putorius</i>	NMW 37619	Eberschwang, OÖ	1978		OK sin	-
<i>Mustela putorius</i>	NMW 37619	Eberschwang, OÖ	1978		UK dext	-
<i>Mustela putorius</i>	NMW 37619	Eberschwang, OÖ	1978		UK sin	-
<i>Meles meles</i>	NMW 42580	Glinzing, Gem. Haidershofen, Amstetten, NÖ	1990	f	OK dext	-

<i>Meles meles</i>	NMW 42580	Glinzing, Gem. Haidershofen, Amstetten, NÖ	1990	f	OK sin	-
<i>Meles meles</i>	NMW 42580	Glinzing, Gem. Haidershofen, Amstetten, NÖ	1990	f	UK dext	-
<i>Meles meles</i>	NMW 42580	Glinzing, Gem. Haidershofen, Amstetten, NÖ	1990	f	UK sin	Pychner
<i>Meles meles</i>	NMW 57478	St. Bernhard- Frauenhofen, NÖ	1991		OK dext	-
<i>Meles meles</i>	NMW 57478	St. Bernhard- Frauenhofen, NÖ	1991		OK sin	-
<i>Meles meles</i>	NMW 57478	St. Bernhard- Frauenhofen, NÖ	1991		UK dext	Egler
<i>Meles meles</i>	NMW 57478	St. Bernhard- Frauenhofen, NÖ	1991		UK sin	Jetzinger
<i>Meles meles</i>	NMW 41078	Autobahnauffahrt Haag (Oberndorf), Haindorf, NÖ	1990	f	OK dext	Pychner
<i>Meles meles</i>	NMW 41078	Autobahnauffahrt Haag (Oberndorf), Haindorf, NÖ	1990	f	OK sin	Egler
<i>Meles meles</i>	NMW 41078	Autobahnauffahrt Haag (Oberndorf), Haindorf, NÖ	1990	f	UK dext	Egler
<i>Meles meles</i>	NMW 41078	Autobahnauffahrt Haag (Oberndorf), Haindorf, NÖ	1990	f	UK sin	-
<i>Meles meles</i>	NMW 61623	Purkersdorf, NÖ	1952- 1960		OK dext	-
<i>Meles meles</i>	NMW 61623	Purkersdorf, NÖ	1952-		OK sin	-

			1960			
<i>Meles meles</i>	NMW 61623	Purkersdorf, NÖ	1952-1960		UK dext	-
<i>Meles meles</i>	NMW 61623	Purkersdorf, NÖ	1952-1960		UK sin	-
<i>Meles meles</i>	NMW 21368	NÖ	?		OK dext	-
<i>Meles meles</i>	NMW 21368	NÖ	?		OK sin	-
<i>Meles meles</i>	NMW 21368	NÖ	?		UK dext	-
<i>Meles meles</i>	NMW 21368	NÖ	?		UK sin	-
<i>Meles meles</i>	NMW 40530	Groß Weihendorf, GB Ravelsbach, PB Hollabrunn, NÖ	?		OK dext	-
<i>Meles meles</i>	NMW 40530	Groß Weihendorf, GB Ravelsbach, PB Hollabrunn, NÖ	?		OK sin	Jetzinger
<i>Meles meles</i>	NMW 40530	Groß Weihendorf, GB Ravelsbach, PB Hollabrunn, NÖ	?		UK dext	Jetzinger
<i>Meles meles</i>	NMW 40530	Groß Weihendorf, GB Ravelsbach, PB Hollabrunn, NÖ	?		UK sin	-
<i>Vormela peregusna</i>	NMW 1348/B 2016	Trialetskij chrebet bei Borschomj, Grusin, SSR, UdSSR	1903	f	OK dext	-
<i>Vormela peregusna</i>	NMW 1348/B 2016	Trialetskij chrebet bei Borschomj, Grusin, SSR, UdSSR	1903	f	OK sin	-
<i>Vormela peregusna</i>	NMW 1348/B 2016	Trialetskij chrebet bei Borschomj, Grusin, SSR,	1903	f	UK dext	-

		UdSSR				
<i>Vormela peregusna</i>	NMW 1348/B 2016	Trialetskij chrebet bei Borschomj, Grusin, SSR, UdSSR	1903	f	UK sin	-
<i>Vormela peregusna</i>	NMW B2025	Maribor-Slovenija-Jugoslavija	1928/1929		OK dext	-
<i>Vormela peregusna</i>	NMW B2025	Maribor-Slovenija-Jugoslavija	1928/1929		OK sin	-
<i>Vormela peregusna</i>	NMW B2025	Maribor-Slovenija-Jugoslavija	1928/1929		UK dext	-
<i>Vormela peregusna</i>	NMW B2025	Maribor-Slovenija-Jugoslavija	1928/1929		UK sin	-
<i>Vormela peregusna</i>	NMW B2015	Skoje, Makedonija, Jugoslavija	1928		OK dext	-
<i>Vormela peregusna</i>	NMW B2015	Skoje, Makedonija, Jugoslavija	1928		OK sin	-
<i>Vormela peregusna</i>	NMW B2015	Skoje, Makedonija, Jugoslavija	1928		UK dext	-
<i>Vormela peregusna</i>	NMW B2015	Skoje, Makedonija, Jugoslavija	1928		UK sin	-
<i>Vormela peregusna</i>	NMW 22269	Mosul-Iraq	?		OK dext	-
<i>Vormela peregusna</i>	NMW 22269	Mosul-Iraq	?		OK sin	-
<i>Vormela peregusna</i>	NMW 22269	Mosul-Iraq	?		UK dext	-
<i>Vormela peregusna</i>	NMW 22269	Mosul-Iraq	?		UK sin	-
<i>Vormela peregusna</i>	NMW nicht inventarisiert	Tiergarten Schönbrunn	1934	m	OK dext	-
<i>Vormela</i>	NMW nicht	Tiergarten	1934	m	OK sin	-

<i>peregusna</i>	inventarisiert	Schönbrunn				
<i>Vormela peregusna</i>	NMW nicht inventarisiert	Tiergarten Schönbrunn	1934	m	UK dext	-
<i>Vormela peregusna</i>	NMW nicht inventarisiert	Tiergarten Schönbrunn	1934	m	UK sin	-
<i>Mellivora capensis</i>	NMW 5484	S.Afrika	?		OK dext	Pychner
<i>Mellivora capensis</i>	NMW 5484	S.Afrika	?		OK sin	Jetzinger
<i>Mellivora capensis</i>	NMW 5484	S.Afrika	?		UK dext	-
<i>Mellivora capensis</i>	NMW 5484	S.Afrika	?		UK sin	-
<i>Gulo gulo</i>	NMW 40922	Tiergarten-Schönbrunn (Tierhandel)	1988	m	OK dext	-
<i>Gulo gulo</i>	NMW 40922	Tiergarten-Schönbrunn (Tierhandel)	1988	m	OK sin	Jetzinger
<i>Gulo gulo</i>	NMW 40922	Tiergarten-Schönbrunn (Tierhandel)	1988	m	UK dext	Egler
<i>Gulo gulo</i>	NMW 40922	Tiergarten-Schönbrunn (Tierhandel)	1988	m	UK sin	Pychner
<i>Gulo gulo</i>	NMW 22772	unbekannt- aus dem Alpenzoo Innsbruck	1974	m	OK dext	-
<i>Gulo gulo</i>	NMW 22772	unbekannt- aus dem Alpenzoo Innsbruck	1974	m	OK sin	-
<i>Gulo gulo</i>	NMW 22772	unbekannt- aus dem Alpenzoo Innsbruck	1974	m	UK dext	-
<i>Gulo gulo</i>	NMW 22772	unbekannt- aus dem Alpenzoo Innsbruck	1974	m	UK sin	-

		Alpenzoo Innsburck				
<i>Mephitis mephitis</i>	NMW 66281	?	?	m	OK dext	-
<i>Mephitis mephitis</i>	NMW 66281	?	?	m	OK sin	-
<i>Mephitis mephitis</i>	NMW 66281	?	?	m	UK dext	-
<i>Mephitis mephitis</i>	NMW 66281	?	?	m	UK sin	-
<i>Mephitis mephitis</i>	NMW 7714/B 6162	?	1951		OK dext	-
<i>Mephitis mephitis</i>	NMW 7714/B 6162	?	1951		OK sin	-
<i>Mephitis mephitis</i>	NMW 7714/B 6162	?	1951		UK dext	-
<i>Mephitis mephitis</i>	NMW 7714/B 6162	?	1951		UK sin	-
<i>Mephitis mephitis</i>	NMW 1003/B 2071	?	1894		OK dext	-
<i>Mephitis mephitis</i>	NMW 1003/B 2071	?	1894		OK sin	-
<i>Mephitis mephitis</i>	NMW 1003/B 2071	?	1894		UK dext	Egler
<i>Mephitis mephitis</i>	NMW 1003/B 2071	?	1894		UK sin	-
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 998	Primorskij Kraj, Russ. Föd.	1896		OK dext	Jetzinger
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 998	Primorskij Kraj, Russ. Föd.	1896		OK sin	-
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 998	Primorskij Kraj, Russ. Föd.	1896		UK dext	Pychner

<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 998	Primorskij Kraj, Russ. Föd.	1896		UK sin	-
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 40880	Ost-Masuren, Polen	1990		OK dext	-
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 40880	Ost-Masuren, Polen	1990		OK sin	-
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 40880	Ost-Masuren, Polen	1990		UK dext	Egler
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 40880	Ost-Masuren, Polen	1990		UK sin	-
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 40881	Ost-Masuren, Polen	1990		OK dext	-
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 40881	Ost-Masuren, Polen	1990		OK sin	Pychner
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 40881	Ost-Masuren, Polen	1990		UK dext	Egler
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 40881	Ost-Masuren, Polen	1990		UK sin	-
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 40882	Ost-Masuren, Polen	1990		OK dext	Jetzinger
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 40882	Ost-Masuren, Polen	1990		OK sin	Pychner
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 40882	Ost-Masuren, Polen	1990		UK dext	Egler
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 40882	Ost-Masuren, Polen	1990		UK sin	Pychner
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 1110/B 3113	Hondo, Japan	1870		OK dext	-
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 1110/B 3113	Hondo, Japan	1870		OK sin	-
<i>Nyctereutes</i>	NMW 1110/B	Hondo, Japan	1870		UK dext	Jetzinger

<i>procyonoides</i>	3113					
<i>Nyctereutes</i> <i>procyonoides</i>	NMW 1110/B 3113	Hondo, Japan	1870		UK sin	Jetzinger

*G.=Geschlecht

Auszahlungen der rezenten Proben (Mittelwerte)											
Taxon	Nummer	Zahn	Fine scratches	Coarse scratches	Hypercoarse scratches	Cross scratches	Small pits	Large pits	Puncture pits	gouges	
<i>Gulo gulo</i>	NIMW 40922	m ₁ sin	2	5	1	1	67,5	3,5	0	0	
<i>Gulo gulo</i>	NIMW 40922	P ₄ sin	2	5,5	1,5	k.H.*	67,5	2,5	0	0	
<i>Gulo gulo</i>	NIMW 40922	m ₁ dext	4	5	1	k.H.*	65,5	3,5	0	0	
<i>Meles meles</i>	NIMW 41078	m ₁ dext	4	4	1	0,5	62	9	0	0	
<i>Meles meles</i>	NIMW 41078	P ₄ dext	5,5	5	2,5	4,5	59,5	7	0	0	
<i>Meles meles</i>	NIMW 41078	P ₄ sin	4	5	1,5	3	63	4,5	0	0	
<i>Meles meles</i>	NIMW 40530	P ₄ sin	4	7	0,5	k.H.*	62	8	0	0	
<i>Meles meles</i>	NIMW 40530	m ₁ dext	4,5	7	0,5	4	62,5	6,5	0	0	
<i>Meles meles</i>	NIMW 42580	m ₁ sin	3	6,5	2,5	3	61,5	9	0	0	
<i>Meles meles</i>	NIMW 57478	m ₁ sin	4	4,5	1	k.H.*	56	5	0,5	0	
<i>Meles meles</i>	NIMW 57478	m ₁ dext	3,5	7,5	1,5	2,5	47	8	0	0	
<i>Mustela putorius</i>	NIMW 44404	P ₄ dext	4	4	0,5	1,5	50	7,5	0	0	
<i>Mustela putorius</i>	NIMW 44404	m ₁ sin	4,5	6,5	0,5	2	65	6	0	0	
<i>Mustela putorius</i>	NIMW 44401	P ₄ sin	4,5	5,5	2,5	3	51	6,5	0	0	

<i>Mustela putorius</i>	NMW 44401	P ₄ dext	2,5	6	1,5	2,5	56,5	7	0,5	0
<i>Mustela putorius</i>	NMW 41103	m ₁ sin	4	4	2,5	3	55,5	6,5	0	0
<i>Mustela putorius</i>	NMW 41103	P ₄ dext	1,5	6,5	1,5	4	54,5	5,5	0	0
<i>Mustela putorius</i>	NMW 44406	m ₁ dext	3,5	6	1,5	2	45,5	7,5	0	0
<i>Mustela putorius</i>	NMW 44406	P ₄ sin	5	5	1,5	3	49,5	6	0	0
<i>Mustela putorius</i>	NMW 44406	P ₄ dext	5,5	5,5	0	0	63	8	0	0
<i>Mephitis mephitis</i>	NMW 1003/B2071	m ₁ dext	2	2,5	0	2	75	6	0	0
<i>Mellivora capensis</i>	NMW 5484	P ₄ dext	2	4,5	2,5	1	56	7,5	0	0
<i>Mellivora capensis</i>	NMW 5484	P ₄ sin	2,5	7	2,5	4,5	58,5	5	0	0
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 998	m ₁ dext	4	5	1,5	k.H.*	46	6,5	0	0
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 998	P ₄ dext	2,5	3	0,5	2,5	55	5	0	0
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 1110/B3113	m ₁ dext	4,5	3,5	0	3	69	5,5	0	0
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 1110/B3113	m ₁ sin	3,5	4	1	3	63	5	0	0
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 40881	P ₄ sin	4,5	5	2	k.H.*	67	7,5	0	0
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 40881	m ₁ dext	3	5	3	2,5	65,5	7,5	0	1
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 40882	m ₁ sin	3,5	6	2	2	47,5	5,5	0	0
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 40882	m ₁ dext	3,5	4,5	3	3	73,5	7,5	0	1

<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 40882	P ₄ sin	6	6	0,5	k.H.*	54	4,5	0,5	0
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 40882	P ₄ dext	5,5	7	1,5	5,5	60,5	5,5	0	0
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	NMW 40880	m ₁ dext	2,5	5	1,5	1,5	65,5	8,5	0	0
<i>Martes martes</i>	NMW 11849	P ₄ sin	5	7	0,5	3	64	9	0	0
<i>Martes martes</i>	NMW 11849	P ₄ dext	3,5	7,5	1,5	2,5	51	4,5	0	0
<i>Martes martes</i>	NMW 11849	m ₁ dext	5,5	7,5	0	4,5	60	5	0,5	0
<i>Martes martes</i>	NMW 11849	m ₁ sin	5	3,5	1,5	1	55,5	6,5	0	0
<i>Martes martes</i>	NMW 41067	m ₁ sin	4,5	3,5	0,5	1	58,5	6	0,5	0
<i>Martes martes</i>	NMW 41067	P ₄ sin	6,5	6	1	3	46,5	4,5	0	0
<i>Martes martes</i>	NMW 20341	P ₄ dext	4,5	8	1,5	2	65,5	6	0	0
<i>Martes martes</i>	NMW 41071	P ₄ sin	3	6	0,5	3	61,5	6,5	0	0
<i>Martes martes</i>	NMW 41071	m ₁ dext	4	5,5	2,5	2	48	7,5	0	0
<i>Martes martes</i>	NMW 41071	P ₄ dext	4	6,5	0,5	k.H.*	62	8,5	0	0
<i>Martes martes</i>	NMW 41069	P ₄ dext	3	3	0	0	63,5	7	0	0
<i>Martes martes</i>	NMW 23464	m ₁ sin	5	5	1	3,5	61	5,5	0	0
<i>Martes foina</i>	NMW 62245	m ₁ dext	5,5	4,5	1,5	1	53,5	7,5	0	0
<i>Martes foina</i>	NMW 62512	m ₁ sin	6	5,5	0	0,5	66,5	9	0	0

<i>Martes foina</i>	NMW 62247	P ₄ sin	4,5	6	1	3,5	49	7	0	0
<i>Martes foina</i>	NMW 62247	P ₄ dext	4	7	1	2	53	11	0	0
<i>Martes foina</i>	NMW 62247	m ₁ sin	5,5	5,5	1,5	2,5	61,5	7	0	0

*k.H. = keine Haupttrichtung feststellbar

Auszahlungen der fossilen Proben (Mittelwerte)										
Taxon	Nummer/Fundstelle	Zahn	Fine scratches	Coarse scratches	Hypercoarse scratches	Cross scratches	Small pits	Large pits	Puncture pits	gouges
<i>Gulo gulo</i>	PIUW 3000/03/003 in Tabelle 3 (Nr.6) Drachenhöhle bei Mixnitz (Jungpleistozän)	P ₄ dext	4,5	4,5	2	4,5	68	5	0	1
<i>Canis lupus</i>	PIUW in Tabelle 4 (Nr.2) Prédmost (Jungpleistozän)	m ₁ dext	7	5,5	3,5	k.H.*	92	16,5	0	0
<i>Canis lupus</i>	PIUW in Tabelle 4 (Nr.3) Prédmost (Jungpleistozän)	M ₁ + P ₄ dext	6	7	3	k.H.*	93	15,5	0	0
<i>Canis lupus</i>	PIUW in Tabelle 4 (Nr.9) Prédmost (Jungpleistozän)	m ₁ sin	8	6	3	4	89,5	13,5	0	0

*k.H. = keine Haupttrichtung feststellbar

Abstract

During the course of this work, the microwear-method was applied to carnassial teeth of Carnivora, including extant Mustelidae, Mephitidae and Canidae and fossil ones from Austria (Late Pleistocene) and Czech Republic (Late Pleistocene). In addition there was data included concerning Hyaenidae, Canidae and Felidae. The enamel microwear for the pleistocene *Gulo gulo* and for the pleistocene *Canis lupus* was compared to the extant microwear results. According to this analyses the diet of the pleistocene *Canis lupus* consists mostly of meat, but did not include bones. The diet of the pleistocene *Gulo gulo* was very similar to the one of the extant *Gulo gulo*, who is predominantly an omnivorous.

Zusammenfassung

Im Zuge dieser Arbeit wurden die Zähne der Brechschere von Carnivoren mithilfe der Microwear-Methode untersucht. Diese beinhalten heutige Vertreter der Familien der Mustelidae, Mephitidae und Canidae, sowie fossile aus Österreich (Jungpleistozän) und Tschechien (Jungpleistozän). Weiters wurden Daten von rezenten Vertretern der Familien der Hyaenidae, Canidae und Felidae hinzugefügt. Die Microwear-Analyse vom pleistozänen *Gulo gulo* und vom pleistozänen *Canis lupus* wurde mit dem rezenten Datensatz verglichen und das mögliche Ernährungsmuster dieser pleistozänen Vertreter rekonstruiert. Der pleistozäne *Canis lupus* nahm, dieser Analyse zufolge, hauptsächlich Fleisch zu sich und vermied Knochen. Vorwiegend omnivor ernährte sich der pleistozäne *Gulo gulo*, wobei er ein sehr ähnliches Ernährungsmuster wie der rezente *Gulo gulo* aufweist.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Sarina Pychner
Geburtsdatum und -ort: 11.04.1989, Salzburg
Nationalität: Österreich
Adresse: sarina.pychner@gmail.com

Ausbildung

1995-1999: Volksschule Feldkirchen bei Mattighofen
1999-2003: Katholische Privathauptschule Michaelbeuern
2003-2007: BORG Nonntal in Salzburg (Naturwissenschaftlicher Zweig)
2007: Matura mit Auszeichnung im Juni 2007 am BORG Nonntal
2007-2008: Lehramtstudium (UF Mathematik und UF Biologie und Umweltkunde)
an der Universität Salzburg
2008-2013: Lehramtstudium (UF Mathematik und UF Biologie und Umweltkunde)
an der Universität Wien