

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Die Arvicolidae (Rodentia, Mammalia) aus der Cheile Turzii Höhle (Rumänien, Bronzezeit)

Verfasserin

Claudia Ayyildiz

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 190 347 445

Studienrichtung lt. Studienblatt: Lehramtsstudium UF Französisch UF Biologie und Umweltkunde

Betreuerin: Univ.-Prof. Mag. Dr. Doris Nagel

Die Arvicolidae (Rodentia, Mammalia) aus der Cheile Turzii Höhle (Rumänien, Bronzezeit)

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

1.1.	Quartär – Das letzte Eiszeitalter.....	3
1.2.	Fossilien.....	21
1.3.	Die Evolution der Säugetiere.....	28
1.4.	Rodentia.....	28
1.5.	Arvicolidae.....	33
1.6.	Lage der Höhle.....	56
1.7.	Methodik.....	60

2. Systematik

2.1.	<i>Microtus</i>	66
2.2.	<i>Chionomys</i>	77
2.3.	<i>Arvicola</i>	81

3.	Ergebnisse.....	86
----	-----------------	----

4.	Artenspektrum.....	88
----	--------------------	----

5.	Phylogenie.....	88
----	-----------------	----

6.	Zeichnungen.....	90
----	------------------	----

7.	Begriffserläuterungen.....	91
----	----------------------------	----

8.	Literaturverzeichnis.....	92
----	---------------------------	----

9.	Danksagung.....	93
----	-----------------	----

10. Anhang

10.1.	Abstract.....	94
10.2.	Lebenslauf.....	95

1. Einleitung

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit den Arvicoliden der Cheile Turzii Fundstelle (Rumänien) aus der Bronzezeit. Radiokarbondaten ergaben ein Alter von etwa 4.000 Jahren, der Bronzezeit, einer wärmeren Phase des Holozäns. Die geologische Gegenwart kann aber nicht erklärt werden, ohne die vorangegangenen Ereignisse im Quartär zu verstehen. Deswegen beschäftigt sich meine Einleitung zuerst mit einer Zusammenfassung der wichtigsten klimatischen und biologischen Ereignisse im Quartär von Mitteleuropa.

In den weiteren Kapiteln gehe ich näher auf die Gruppe der Wühlmäuse und deren Entwicklung ein. Im „Systematischen Teil“ finden sich die Messungen, die Auswertung der Ergebnisse sowie Abbildungen des von mir bearbeiteten Materials.

Die Fundstelle ist besonders wegen der Überreste des bronzzeitlichen Menschen von Interesse und damit für die Rekonstruktion des von ihm bewohnten Lebensraumes.

1.1. Quartär-Das letzte Eiszeitalter

Das Pleistozän bildet gemeinsam mit dem Holozän das Quartär. Es wird untergliedert in Alt-Mittel- und Jungpleistozän und umfasst den Zeitraum von 1,8 Millionen Jahren bis 11.500 Jahren vor heute (von Koenigswald, 2010). Das Pleistozän zählt zum Känozoikum, der Erd-Neuzeit. War es während des Mesozoikums, dem Erd-Mittelalter, noch weitgehend warm, kam es im Känozoikum, genauer gesagt am Ende der Kreide vor etwa 65 Millionen Jahre, zu einer Verschlechterung des Klimas, welcher vor allem die Dinosaurier zum Opfer fielen. Andere Tiergruppen hingegen, wie beispielsweise Vögel oder Säugetiere profitierten von den neuen klimatischen Bedingungen, vor allem deshalb da beide einen sehr hohen Metabolismus besaßen (von Koenigswald, 2010). Ab dem späten Paläogen kam es dann zu einer weltweiten Abkühlung und gegen Ende des Neogens vor etwa 2 Millionen Jahren nahmen die Klimaschwankungen auf der Nordhalbkugel immer mehr zu (Ziegler, 2008). Mit dem Quartär begann schließlich das bis in die Gegenwart andauernde Eiszeitalter. Das

Klima wurde kühler und trockener, es kam zu einem mehrmaligen Wechsel von Kalt- und Warmzeiten (von Koenigswald, 2010).

Das Quartär dauert seit etwa zwei Millionen Jahre an. Wie bereits erwähnt handelt es sich dabei um das jüngste Eiszeitalter. Dieses bezeichnet Perioden bei denen die Polarregionen mit Eis bedeckt sind. Meist sind auch noch Teile von Kontinenten in den mittleren Breiten vereist. Die genauen Ursachen für solche Eiszeitalter kennt man noch nicht. Was jedoch auffallend ist, ist die Tatsache dass während aller bisherigen Eiszeitalter jeweils ein Pol der Erde auf einem Kontinent platziert war (von Koenigswald, 2010).

Die Lage der Kontinente hat sich im Laufe der Erdgeschichte schon mehrmals verändert. Im Erdaltertum beispielsweise lagen mit hoher Wahrscheinlichkeit einmal Australien, dann Afrika am Südpol. Im jetzigen Eiszeitalter, zu welchem auch die geologische Gegenwart gehört, liegt die Antarktis auf dem Südpol und ist fast gänzlich vereist (von Koenigswald, 2010).

Es könnte also einen möglichen Zusammenhang zwischen der Pol-Lage eines Kontinentes und dem Auftreten eines Eiszeitalters geben. Der Pol ist jener Bereich mit der schwächsten Sonneneinstrahlung, liegt dieser auf einem Kontinent, so kann es dort zu Schneeansammlungen kommen. Durch den weißen Schnee, welcher das Sonnenlicht stark reflektiert, kommt es zu einem weiteren Wärmeverlust. Gibt es dann auch noch ausreichend Niederschläge, so kann dies zur Bildung von Gletschern führen. Ein weiterer wichtiger Faktor, dürfte die Stellung der Erde zur Sonne sein (von Koenigswald, 2010).

Ein Eiszeitalter dauert einige wenige Millionen Jahre an, es ist gekennzeichnet durch beträchtliche Schwankungen des Klimas. Es wechseln sich sogenannte Kaltzeiten, die man auch als Glaziale, Eiszeiten oder Kryomere bezeichnet, mit Warmzeiten ab, die auch als Interglaziale oder Thermomere bezeichnet werden. Ein Zyklus dauert in etwa 100.000 Jahre (von Koenigswald, 2010).

Das Pleistozän

Das derzeitige Eiszeitalter, das Quartär, setzt sich zusammen aus dem Pleistozän und dem Holozän. Das Pleistozän wird dann weiter untergliedert in Alt-, Mittel-, und Jungpleistozän. Das Altpleistozän geht von 1,8 Millionen Jahre bis 0,87 Millionen Jahre vor heute. Es folgt

das Mittelpleistozän, welches bis etwa 130.000 Jahre vor heute andauerte. Anschließend kam das Jungpleistozän, dieses dauerte bis 11.500 vor heute (von Koenigswald, 2010).

Das Pleistozän ist gekennzeichnet durch extreme Kaltzeiten, in denen vor allem Europa, Skandinavien, die Alpen, Nordamerika und der kanadische Schild die Zentren der Vergletscherung bildeten. Das Mittel- und auch das Jungpleistozän wurden durch Vorstöße der skandinavischen Inlandgletscher bis nach Mitteleuropa gekennzeichnet. In Norddeutschland gab es drei große Vorstöße (Elster-, Saale-, Weichsel-Glaziale), in den Gebiet der Alpen zählte man sogar vier Vorstöße (Günz-, Mindel-, Riss-, Würm-Glaziale) (Ziegler, 2008). Mit Elster, Saale, Weichsel bzw. Günz, Mindel, Riss, Würm werden die Kaltzeiten des Pleistozäns bezeichnet. Diese wurden immer wieder von Warmzeiten unterbrochen (Cromer, - Holstein-, Eem- Interglaziale bzw. Günz/Mindel-, Mindel/Riss-, Riss/Würm-Interglaziale) (Ziegler, 2008).

Waren in den Kaltzeiten die Wälder weit nach Süden abgedrängt und so gut wie nur auf die Randgebiete des Mittelmeeres beschränkt, kam es während der Warmzeiten zu einer weiten Ausbreitung der Laubbaumwälder in ganz Mitteleuropa (Ziegler, 2008). Zahlreichen Tier- und Pflanzenarten war es nicht möglich nach Süden auszuweichen, aufgrund der ost-west streichenden Gebirge (Alpen, Karpaten, Pyrenäen). Auch das Mittelmeer stellte für sie ein Problem dar. Anders sah die Lage in Nordamerika aus, hier war es den Organismen leichter möglich in Refugien zu flüchten, ebenso in Ostasien (Ziegler, 2008).

In Europa starben während des Pleistozäns zahlreiche Großsäuger, wie zum Beispiel Mammut, Höhlenbär, Höhlenhyäne, Höhlenlöwe, Riesenhirsch und Fellnashorn aus (Ziegler, 2008).

Das Weichsel- bzw. Würm-Glazial war die letzte Kaltzeit, an welche das Holozän anschließt, die noch andauernde Warmzeit. Es ist oft sehr schwierig zwischen Kalt- und Warmzeiten zu unterscheiden, da diese durch zahlreiche Klimaschwankungen gekennzeichnet waren. Zählt man in Norddeutschland drei Kaltzeiten bzw. Warmzeiten, so sind es im Alpenraum vier und laut Tiefseebohrungen sogar zehn. Hier ist noch vieles unklar und es gibt noch einige offene Fragen (von Koenigswald, 2010).

Warum Kalt-/Warmzeiten?

Die Ursachen für das wechselnde Auftreten von Kalt- und Warmzeiten sind nicht gänzlich geklärt. Am Wahrscheinlichsten ist es, dass die Änderungen der Sonneneinstrahlung auf die Erde, bedingt durch die astronomischen Parameter der Erdachse, der Grund für das Auftreten von Glazialen bzw. Interglazialen sind. Die Erde umrundet die Sonne in Form einer Ellipse, dies führt dazu, dass die Erde der Sonne einmal näher steht (Perihel) und einmal ferner (Aphel). In einem Zyklus von 100.000 Jahren bewegt sich diese Exzentrizität zwischen 0,5% und 6% (von Koenigswald, 2010).

Auch die Neigung der Erdachse verändert sich. Liegt sie derzeit bei $23,5^\circ$ so wird sie in einem Zyklus von 40.000 Jahren auf $22,1^\circ$ abnehmen und ein Grund für die Sonneneinstrahlung in den höheren Breiten sein (von Koenigswald, 2010).

In einem Zyklus von 22.000 Jahren führt die Erdachse weiterhin eine Art Taumelbewegung durch, dadurch verschieben sich Perihel und Aphel. Im Moment liegt das Perihel im Winter auf der Nordhalbkugel. Dadurch sind die Winter etwas milder, als sie es vor 110.000 Jahre waren, wo das Perihel im Sommer lag. Diese Schwankungen wurden vom Mathematiker Milutin Milankovic berechnet. Dieser war zum Ergebnis gekommen, dass sich die Wirkungen dieser Schwankungen zu bestimmten Zeiten gegenseitig abschwächen, zu anderen aber stark verstärken. Im Pleistozän dürften die klimatischen Schwankungen sehr intensiv gewesen sein, was zum mehrmaligen Wechsel von Kaltzeiten und Warmzeiten geführt hat (von Koenigswald, 2010).

Eine exakte Berechnung von Kalt- und Warmzeiten kann man noch immer nicht durchführen, aber Schwankungen der Sonneneinstrahlung, die Änderung der Neigung der Erdachse, Verlagerungen von Meeresströmungen, sowie Veränderungen des CO_2 -Gehaltes in der Atmosphäre dürften wichtige Parameter darstellen (Ziegler, 2008).

Faunenwechsel in Mitteleuropa

Im Pleistozän gab es wie bereits erwähnt einen mehrmaligen Wechsel von Kalt- und Warmzeiten. Diese Wechsel hatten natürlich auch weitreichende Auswirkungen auf das Leben auf der Erde. Mit einem Wechsel des Klimas und den damit verbundenen Temperaturveränderungen, änderte sich auch die Zusammensetzung der Fauna. Besonders Mitteleuropa nimmt eine Sonderstellung ein. Hier hatten die Zyklen von Kalt- und Warmzeiten besonders drastische Auswirkungen auf die Zusammensetzung der damaligen Fauna (von Koenigswald, 2010). In Nordamerika oder auch in Sibirien hinterließ der Wechsel zwischen Glazialen und Interglazialen nicht so deutliche Spuren, mitunter war es sogar extrem schwer überhaupt zwischen Kalt- und Warmzeiten zu unterscheiden. In Mitteleuropa war dies viel einfacher möglich. Hier ließen sich die Warmzeiten, welche sich durch ein atlantisches Klima und die Kaltzeiten, die sich durch ein kontinentales Klima auszeichneten, gut trennen. Mit diesem Klimawechsel gingen auch starke Schwankungen des Meeresspiegels einher, was ebenfalls zu drastischen Verschiebungen und Auswirkungen auf die Fauna führte (von Koenigswald, 2010).

Über den Faunenwechsel im Jungpleistozän weiß man relativ gut Bescheid. Man unterscheidet grob zwischen der Waldelefanten-Fauna der Warmzeit und der Mammut-Fauna der Kaltzeit. Diese beiden benennen Faunengemeinschaften, die gänzlich verschiedene ökologische Ansprüche hatten. Es gab nur wenige Tiere, wie zum Beispiel das Pferd, den Rothirsch oder den Riesenhirsch, die in beiden Gemeinschaften vertreten waren. Bei den meisten Herbivoren war es so, dass sie entweder in Warm- oder in Kaltzeiten vorkamen, da sie meist sehr stark an einen bestimmten Vegetationstyp gebunden waren. So tendiert zum Beispiel der Bison stark zu kälteren Gebieten, während der Auerochse es lieber warm hatte (von Koenigswald, 2010).

Bei den Raubtieren wie Wolf oder Höhlenlöwe zeichnet sich keine besondere Zugehörigkeit zu Warm- oder Kaltzeiten aus (von Koenigswald, 2010). Allein bei der Höhlenhyäne deutet das Vorkommen in Europa eine Präferenz für wärmeres Klima an (Rohland et al., 2005).

Ein Wechsel zwischen Warm- und Kaltzeiten geht, in geologischen Maßstäben gerechnet, sehr schnell. Die Tiere und Pflanzen haben meist keine Zeit sich an die neuen Bedingungen anzupassen. Das führt dazu, dass alte Arten verschwinden und neue einwandern. Diese

stammen zumeist aus Gebieten, in welchen die neuen Klimaverhältnisse bereits seit geraumer Zeit wirken, sie weisen daher schon die entsprechenden und zum Überleben notwendigen Anpassungen auf (von Koenigswald, 2010).

Eine Gegenüberstellung der Fauna aus Kaltzeiten mit einer aus Warmzeiten beruht auf einigen Verallgemeinerungen. Sowohl Kalt-als auch Warmzeiten waren durch zahlreiche Temperaturschwankungen gekennzeichnet. Zudem dauerten Kaltzeiten um einiges länger als Warmzeiten. Dennoch ist eine Faunengegenüberstellung durchaus sinnvoll (von Koenigswald, 2010).

Kennzeichen der Fauna der Warmzeit des Jungpleistozäns

Im letzten Interglazial des Jungpleistozäns beschränkte sich das Gletschervorkommen in Europa auf das Hochgebirge. Der Meeresspiegel war in etwa so hoch wie heute, zeitweise auch etwas höher. Die Verteilung von Land und Meer war ähnlich wie jene im Holozän (von Koenigswald, 2010). Langsam breitete sich auch wieder ein Wald aus. Aus Pollenanalysen lässt sich die Sukzession des Auftretens der einzelnen Baumarten sehr gut rekonstruieren. Die durchschnittliche Jahrestemperatur lag etwa um 2-3°C höher als die heutige, dies war auch der Grund dafür, dass in Mitteleuropa in Warmzeiten vor allem Wälder mit laubabwerfenden Bäumen vorherrschten. Gelegentlich fand man auch Grasfluren, meist entlang von größeren Flüssen. Zu einem immer bedeutenderen Waldelement entwickelte sich die Buche (von Koenigswald, 2010).

Die Fauna war vor allem durch Arten charakterisiert, welche auch typisch für das Holozän in Mitteleuropa sind. Bei den Großsäugern zählten zu den vorkommenden Arten das Reh, das Wildschwein, der Auerochse, das Wisent und der Elch. Bei den Kleinsäugern kamen Bilche oder Schläfer und weißzahnige Spitzmäuse vor. Auch die Sumpfschildkröte kam vor, welche zudem ein wichtiger Klimazeiger war (von Koenigswald, 2010).

Was die Gruppe der Pflanzenfresser angeht, gab es im letzten Interglazial einen wirklichen Artenreichtum, zu diesem zählte unter anderem der Waldelefant, das Waldnashorn, das Steppennashorn, der Damhirsch. Am Rhein kamen sogar Exoten wie zum Beispiel Wasserbüffel und Flusspferd vor (von Koenigswald, 2010).

Das Tiere wie Nashörner, Waldelefanten oder auch Wasserbüffel und Flusspferd in Mitteleuropa vorkamen erscheint aus heutiger Sicht sehr ungewöhnlich und doch entspricht es der Realität. Diese Tiere assoziiert man eigentlich mit der Savanne (von Koenigswald, 2010).

Es stellt sich hier nun die Frage ob die klimatischen Verhältnisse während des letzten Interglazials, ähnlich wie jene in der heutigen Savanne waren. Dies war jedoch nicht der Fall. Die Savanne ist gekennzeichnet durch einen Wechsel von Trocken- und Regenzeiten bei hohen Temperaturen. So eine Klimasituation hat es nie in Mitteleuropa gegeben. Wie aber konnten dennoch Tiere wie Flusspferd und Wasserbüffel in Europa vorkommen? Heute weiß man, dass deren Vorkommen sich vor allem dadurch erklären lässt, dass es im letzten Interglazial keine starken Fröste in Mitteleuropa gegeben hat. Somit froren Seen und Flüsse nicht zu. Zudem weiß man heute, dass das Vorkommen von Flusspferden und Wasserbüffeln auf ein stark atlantisches Klima hinweist. Im letzten Interglazial war es vor allem der Westen Europas gewesen, wo sich die Waldelefanten-Fauna ausgebreitet hat. Hier war der atlantische Einfluss sehr groß, sodass sich Tiere welche heute eher für die Savanne typisch sind, gut ausbreiten konnten. Im Osten Europas jedoch herrschte ein kontinentaler Einfluss, was dazu führte, dass die mitteleuropäische Interglazialfauna auf das westliche Mitteleuropa und den Westen Europas beschränkt blieb (von Koenigswald, 2010).

Kennzeichen der Fauna der Kaltzeit des Jungpleistozäns

Die Kaltzeiten oder Glaziale dauerten um einiges länger als die Warmzeiten. Zudem waren sie klimatisch deutlicher gegliedert, in sogenannte Stadiale und Interstadiale. Stadiale bezeichnen kalte, frostige Abschnitte. Interstadiale bezeichnen wärmere, mildere Phasen. Während der Stadiale fand man in Mitteleuropa oft nicht einen einzigen Baum. In den Interstadialen hingegen, existierte ein lichter Birken-Kiefer-Mischwald. Zur Bildung eines Laubwaldes kam es jedoch auch in den Interstadialen niemals. Doch trotz dem Auftreten von wärmeren Phasen während der letzten Kaltzeit, setzte sich die Fauna aus typischen kaltzeitlichen Elementen zusammen. Gelegentlich traten einige Spezialisten auf, welche meist auf starke klimatische Oszillationen hinwiesen (von Koenigswald, 2010). Die ökologischen Verhältnisse wurden nicht nur durch die tiefen Temperaturen beeinflusst,

auch der veränderte geografische Rahmen war entscheidend. So führte in der letzten Eiszeit die Bildung großer Gletscher, zu einer Absenkung des Meeresspiegels um 100- 120 Meter. Dies führte auch dazu, dass die Nordsee größtenteils austrocknete. Zudem war die Eiskuppel in Skandinavien an die drei Kilometer dick. Diese skandinavischen Gletscher drängten während des Höhepunktes der letzten Eiszeit, vor etwa 20.000 Jahren, bis nach Kiel, Schwerin und den Raum Berlin vor. In den Alpen waren sämtliche Täler vereist, oft ragten nur noch die höchsten Spitzen der Berge aus der Eismasse hervor. An den Felsenformen lässt sich noch heute die ehemalige Eisabdeckung vermuten (von Koenigswald, 2010).

Die Gebirgsgletscher waren während des letzten Glazial bis weit in das Alpen-Vorland vorgerückt, wo sie Seebecken aushobelten. Der Bodensee, der Ammersee oder auch der Chiemsee sind auf diese Weise entstanden. Dennoch waren die Vergletscherungen der letzten Eiszeit, dem Würm-Glazial bzw. Weichsel-Glazial, nicht so stark ausgebreitet wie es in früheren Glazialen der Fall gewesen ist. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die letzte Eiszeit „milder“ als andere gewesen war. Die Ausdehnung der Gletscher wird nicht durch die Kälte, sondern durch die Menge der Niederschläge bestimmt (von Koenigswald, 2010).

Im letzten Glazial waren auch weite Teile der Kontinente von Permafrostböden bedeckt. In vielen Teilen von Sibirien oder auch Alaska gibt es diese auch heute noch. Sie bieten oft wichtige Fundquellen für Fossilien. Stellenweise taut der Permafrostboden bereits auf, in Europa ist er bereits vor 10.000 Jahren wieder aufgetaut (von Koenigswald, 2010).

War die Zusammensetzung der Fauna während des gesamten Würm-Glazial relativ ähnlich, lassen sich doch mithilfe des Artenspektrums gewisse Unterschiede in der Zeitabfolge nachweisen, welche eine zeitliche Einordnung erlauben (von Koenigswald, 2010).

Frühglazial

Zu Beginn des letzten Glazial wanderten Tiere wie Mammut, Wollnashorn und Rentier ein. Bei diesen drei handelt es sich um typische kaltzeitliche Arten. Zudem kamen auch einige Arten, welche für die südrussischen Steppen charakteristisch sind vor. Hierzu zählten der eiszeitliche Esel, der Pferdespringer und der Graulemming. Diese kamen in späteren Phasen des Würm-Glazial nicht mehr in Europa vor. Auch das Stachelschwein kommt nur in dieser

Periode vor. Mitunter dürften die Temperaturen sogar so niedrig gewesen sein, dass Moschusochse und Saiga Antilope vorkamen. Auch Steppenbison, Riesenhirsch, Rothirsch und Pferd waren typisch für die damalige Fauna. Ebenso kam der Höhlenbär vor. Er lebte in den zahlreichen Höhlen des Mittel- und Hochgebirges. Wird er systematisch zu den Raubtieren gestellt, handelt es sich bei ihm eigentlich um einen Pflanzenfresser (von Koenigswald, 2010).

Der Höhlenbär ist ein Verwandter des rezenten Braunbären. Im Gegensatz zu diesem, besaß er jedoch nur einen Prämolaren und nicht drei bis vier. Er kam sehr häufig in Höhlen vor, daher auch sein Name, wo er Winterschlaf hielt (Ziegler, 2008). Was die Raubtiere betrifft, kamen Höhlenlöwe und Höhlenhyäne vor, sowie Eisfuchs, Vielfraß und Wolf. Auch diverse Raubvögel zählten zu den damaligen Faunengesellschaften (von Koenigswald, 2010).

Die Fauna im Würm-Glazial ähnelte stark jener der vorhergehenden Eiszeit, dem Riss-Glazial. Daher sind Fundorte oft schwer einzuordnen. Durch Pollenanalysen aus den Vogesen, weiß man, dass im frühen Würm-Glazial die Umweltverhältnisse sehr wechselhaft gewesen sind. Es gab eine Vielzahl von Warmphasen. Im Moment gibt es noch nicht genug an Fundmaterial, als dass man die Faunenentwicklung des frühen Würm-Glazial genauer rekonstruieren könnte. Ein wichtiger Fundort ist jedoch die Villa Seckendorf, in Stuttgart-Bad Cannstatt, wo man Hinweise auf die Mammut-Fauna mit deutlichen Steppenelementen finden kann (von Koenigswald, 2010).

Mittel-Würm

Kennt man aus dem Frühglazial relativ wenige Funde, so sieht die Situation im Mittel Würm deutlich besser aus. So kennt man zahlreiche Funde aus vielen Höhlen Süddeutschlands, dadurch ist die Fauna des mittleren Würm-Glazial relativ gut rekonstruierbar. Die Schichten in den Höhlen sind durch archäologische Funde datiert, welche der mittleren oder der jüngeren Altsteinzeit angehören. In den Höhlen dominierte meist der Höhlenbär, welcher hier seinen Winterschlaf verbrachte (von Koenigswald, 2010). Höhlenbären-Reste fand man bis fast in 3.000 Meter Höhe, so zum Beispiel in der Conturines-Höhle in Südtirol. Da diese Tiere bevorzugt Pflanzenfresser waren, muss man hier ein etwas milderes Klima vermuten, sonst hätten diese massige Tiere nicht überleben können (Rabeder, 1999).

Aus zahlreichen Knochenfunden, ließ sich die große Diversität der Fauna aus dem mittleren Würm-Glazial zurückverfolgen. Bei diesen Knochen handelt es sich zumeist um Beutereste der Höhlenhyänen, welche diese zum Verzehr mit in die Höhlen getragen haben (von Koenigswald, 2010).

In den damaligen Interstadialen, Hengelo und Denekamp (vor etwa 40.000 Jahren) war der Faunenbestand nicht wesentlich anders, als in den Stadialen. Doch die milderen Temperaturen erlaubten es, dass sich ein lichter Kiefer-Birken Mischwald ausbreiten konnte. Aus diesen Interstadialen kennt man auch Knochenfunde von Wildschweinen. Diese nutzten scheinbar das mildere Klima, um sich in neuen Gebieten auszubreiten. Dies war jedoch immer nur für kurze Zeit möglich, da meistens der Permafrost, das Wachsen von Bäumen verhinderte und daher die Lebensbedingungen für Tiere wie das Wildschwein ungeeignet waren. Die kaltzeitliche Landschaft muss man sich in Europa weitgehend waldfrei vorstellen, ähnlich wie die arktische Tundra, vielleicht mit Ausnahme der mediterranen Gebiete (von Koenigswald, 2010).

Zudem kamen auch zahlreiche Tierarten vor, welche für die heutige Tundra typisch sind. Dennoch ist der Vergleich hier mit Vorsicht zu genießen, da in Mitteleuropa der Sonnenstand stets wesentlich höher war, als in der Arktis. Die intensive Sonneneinstrahlung ermöglichte zudem eine artenreiche, nährstoffreiche Vegetation. Diese spezielle Vegetation, welche in den Kaltzeiten existierte, wird als Mammutsteppe bezeichnet. Sie reichte von Westeuropa, über Sibirien bis nach Alaska (von Koenigswald, 2010).

Das Hochglazial

Was den Faunenbestand des Hochglazial anbelangt, gibt es nur sehr wenig Information. Kein Fundort kann den Zeitraum vor ungefähr 20.000 Jahren vor heute eindeutig zugeordnet werden. Man nimmt an dass die Lebensbedingungen damals sehr ungünstig gewesen sind, sodass sich keine Vegetation erhalten konnte, die für einen größeren Wildbestand ausgereicht hätte (von Koenigswald, 2010).

Spätglazial

Anders sieht die Situation im Spätglazial aus. Dieses ist auch der Bereich wo man Altersangaben bereits in Kalenderjahren angeben kann und nicht wie bisher in ^{14}C -Jahren. Aus den vielen Jagdstationen des Magdalénien kennt man die Faunenzusammensetzung des Jungpleistozäns sehr gut. Damals, vor etwa 16.000- 15.000 Jahren vor heute, hatten sich in Mitteleuropa die Lebensbedingungen sehr stark verändert, sodass der Mensch wieder einwandern konnte. Das Wiederauftauchen des Menschen setzte eine ausreichende Menge an jagdbarem Wild voraus. Vergleicht man jedoch den Faunenbestand des Spätglazial mit jenem aus dem Mittel-Würm, so ist dieser viel ärmer an Arten. Der Höhlenbär und auch die Höhlenhyäne kamen nicht mehr in Mitteleuropa vor. Bei den Pflanzenfressern, ist das Auftreten von Arten wie Mammut und Wollnashorn selten geworden (von Koenigswald, 2010). Nur durch Aufzeichnungen von Gönnersdorf im späteren Magdalénien weiß man, dass diese noch vorkamen. Das Mammut war hier sogar relativ häufig anzutreffen, was dazu führte dass es in den verschiedenen Lebensaltern dargestellt werden konnte. Gelegentlich wird auch das Wollnashorn gezeigt. Die Genauigkeit dieser Zeichnungen lässt keine andere Erklärung zu, als dass die damaligen Jäger beide Arten gekannt haben müssen (von Koenigswald, 2010).

Die damals wichtigsten Arten für die Jäger waren, das Rentier und das Pferd. Diese waren damals weit verbreitet und bildeten oft große Herden. Auch der Moschusochse und die Saiga Antilope tauchten im Spätglazial auf, diese zwei sind wichtige Klimaindikatoren. Vom Moschusochsen wurden zahlreiche Knochenreste gefunden. Im Kesslerloch bei Schaffhausen fand man sogar eine kleine Schnitzerei eines solchen Moschusochsen. Bei den Raubtieren ist das Vorkommen von Vielfraß, Wolf und Eisfuchs bekannt. Auch der Höhlenlöwe dürfte noch vorgekommen sein, dies belegen zahlreiche Funde aus Höhlen. Zudem wurde auch er von den Jägern des späteren Magdalénien bildlich festgehalten (von Koenigswald, 2010).

Im Spätglazial kamen auch viele Kleinsäuger vor, wie zum Beispiel die Sibirische Zwiebelmaus oder der Halsbandlemming. Auch diese profitierten von dem kalten, trockenen Klima. Andere wie der Berglemming, welche ein feuchtes Klima bevorzugten, traten stark zurück (von Koenigswald, 2010).

Alleröd

Gegen Ende des Spätglazial gab es eine starke Klimaschwankung. Die Temperaturen stiegen und es gab zahlreiche Interstadiale, wobei das bekannteste das Alleröd (13.500-12.700 vor heute) ist. Benannt ist es nach einem Dorf aus Dänemark, welches zu dieser Zeit komplett eisfrei war. Auch der skandinavische Gletscher hatte sich auf die Höhe von Oslo und Stockholm zurückgezogen. Über den damals stattfindenden Faunenwechsel weiß man relativ gut Bescheid. Dies kommt daher, dass es im Alleröd im Rheintal zum katastrophalen Ausbruch des Laacher-See-Vulkans gekommen ist. Die Eruption fand vor etwa 12.880 Jahren statt. Die weißen Bims-Aschen dieses Vulkanausbruches wurden bis nach Turin und Bornholm getragen und bilden somit eine gute Zeitmarke. Im Umfeld des Ausbruches bedeckten meterhohe Aschen die Landschaft. An deren Basis ließ sich der damalige Bestand von Fauna und Flora überliefern. Zudem wurden auch einige Jagdplätze der Menschen verschüttet. Aus diesen ließ sich die Fauna sehr gut rekonstruieren. So weiß man, dass Tiere wie Pferd, Rothirsch, Elch, Reh, Steinbock, Gämse und vermutlich auch der Auerochse damals sehr weit verbreitet waren. Ebenso kennt man auch Funde vom Biber der, neben Elch und Reh, zu den damaligen Neueinwanderern zählte. Andere, wie das Rentier und weitere typisch kaltzeitliche Formen waren damals nicht mehr anzutreffen. So bestand die Faunenzusammensetzung des Alleröds aus den ersten warmzeitlichen und montanen Arten (von Koenigswald, 2010).

Der Kälterückschlag in der jüngeren Dryas

Das Alleröd beendete die letzte Eiszeit nicht, es kam zu einem weiteren Kälterückschlag. Dieses Stadial dauerte etwa 1.000 Jahre und fand in der jüngeren Dryas Zeit vor 12.700-11.500 Jahren vor heute statt. Dies weiß man unter anderem aus Bohrkernen aus dem grönländischen Eis (von Koenigswald, 2010).

Damals rückten die skandinavischen Gletscher noch einmal vor. Die Rentiere traten wieder auf, sowie auch die Lemminge, wobei besonders der Berglemming dominierte und bis weit nach Süden vorrückte. Auch der Elch oder der Riesenhirsch kamen in der jüngeren Dryas in Deutschland vor. Eine Besonderheit stellt das Vorkommen des Wassermaulwurfs dar, dessen nächsten Verwandte heute noch in Südrussland anzutreffen sind. Man nimmt an, dass in

Deutschland in der jüngeren Dryaszeit, ein lichter Birkenwald mit weitem Offenlandteil existierte (von Koenigswald, 2010).

Aus Funden aus Dänemark weiß man, wie die Säugetierfauna des Küstenmeeres in etwa ausgesehen hat. Es wurden Funde von Eisbär, von Robben und auch vom Walross gemacht. Diese Verhältnisse ähneln stark jenen im heutigen Eismeer (von Koenigswald, 2010).

Holozän

Das Holozän ist die an die letzte Eiszeit anschließende Warmzeit. Es begann vor 10.000 Radiokarbon-Jahren (11.500 Kalenderjahre) und dauert bis in die geologische Gegenwart an. Im Holozän kam es zu einer Wiedererwärmung (von Koenigswald, 2010). Es kam zur Wiederansiedlung von Wäldern. Anhand von Pollen-Analysen, lässt sich am Beginn des Holozäns die Dominanz von Baum-Arten wie Birke und Kiefer feststellen. Mit zunehmender Erwärmung, wanderten auch Arten wie Haselnuss und Eiche ein. Sie bildeten mit der Kiefer weit ausgedehnte Mischwälder. Das Klimaoptimum wurde im Atlantikum vor etwa 7.500-4.500 Jahren erreicht (Ziegler, 2008).

Die Temperaturen lagen im Jahresmittel etwa 2-3°C über den heutigen, was sich besonders deutlich in der Reptilienfauna widerspiegelte. So konnte sich die Sumpfschildkröte bis nach England und sogar Dänemark ausbreiten (von Koenigswald, 2010).

In den Wäldern wanderten nun auch Linden, Ulmen und Eschen ein, sowie Buche und Tanne. Diese zwei deuten wieder auf ein kühleres, feuchteres Klima hin (Ziegler, 2008).

Zum damaligen Faunenbestand zählten das Pferd, der Auerochse und das Wisent, sowie der Elch, der Rothirsch, das Reh und auch das Wildschwein (von Koenigswald, 2010).

Die folgenden 2 Tabellen zeigen nun die Artenverteilung der Säugetiere im Jungpleistozän Mitteleuropas. Tabelle 1 zeigt die Artenverteilung der Großsäuger, Tabelle 2 jene der Kleinsäuger.

**Tabelle 1: Artenverteilung der Großsäuger des Jungpleistozäns in Mitteleuropa
(von Koenigswald, 2010)**

Legende:

+: Häufige Vorkommen +/- :Vereinzelt Vorkommen - : fehlt

?: fragliches Vorkommen ^: Gebirge † ausgestorben

	Riss/Würm Interglazial	Früh-Würm	Mittel-Würm	Spät-Würm	Holozän
Raubtiere					
Wolf (<i>Canis lupus</i>)	+	+	+	+	+
Rotfuchs (<i>Vulpes vulpes</i>)	+	?	?	?	+
Eisfuchs (<i>Alopex lagopus</i>)	-	+	+	+	+/-
Braunbär (<i>Ursus arctos</i>)	+	+/-	+/-	+/-	+
Höhlenbär (<i>Ursus spelaeus</i>) †	+	+	+	-	-
Kleimbär (<i>Ursus mediterraneus</i>) †	+/-	-	-	-	-
Mauswiesel (<i>Mustela nivalis</i>)	+	+	+	+	+
Illtis (<i>Putorius putorius</i>)	+	+	+	+	+
Steppeniltis (<i>Putorius eversmanni</i>)	-	+/-	+/-	+/-	-
Dachs (<i>Meles meles</i>)	+	+	+	+	+
Vielfraß (<i>Gulo gulo</i>)	-	+	+	+	-
Fischotter (<i>Lutra lutra</i>)	+	?	+/-	+	+
Steinmarder (<i>Martes foina</i>)	+	?	?	?	+

Baummartener (<i>Martes martes</i>)	+	+/-	+/-	?	+
Höhlenlöwe (<i>Panthera leo spelaea</i>) †	+	+	+	+	-
Leopard (<i>Panthera pardus</i>)	+/-	?	?	-	-
Höhlenhyäne (<i>Crocuta c. spelaea</i>) †	+	+	+	-	-

	Riss/Würm	Früh-Würm	Mittel Würm	Spät Würm	Holozän
Elefanten					
Waldelefant (<i>Elephas antiquus</i>) †	+	-	-	-	-
Mammut (<i>Mammuthus primigenius</i>) †	-	+	+	+/-	-

	Riss/Würm	Früh-Würm	Mittel Würm	Spät Würm	Holozän
Unpaarhufer					
Waldnashorn (<i>Stephanorhinus kirchbergensis</i>) †	+	-	-	-	-
Steppennashorn (<i>Stephanorhinus Hemitoechus</i>) †	+	-	-	-	-
Wollnashorn (<i>Ceolodonta antiquitatis</i>) †	-	+	+	+/-	-
Pferd (<i>Equus ferus</i>)	-	-	-	+	-
Esel (<i>Equus hydruntinus</i>) †	+/-	+	-	-	-

	Riss/Würm	Früh-Würm	Mittel Würm	Spät Würm	Holozän
Paarhufer					
Wildschwein (<i>Sus scrofa</i>)	+	-	+/-	+/-	+
Flusspferd (<i>Hippopotamus amphibius</i>)	+	-	-	-	-
Rothirsch (<i>Cervus elaphus</i>)	+	+	+	+	+
Damhirsch (<i>Dama dama</i>)	+	-	-	-	-
Riesenhirsch (<i>Megaloceros giganteus</i>) †	+	+	+	+	-
Reh (<i>Capreolus capreolus</i>)	+	-	-	-	+
Breitstirnelch (<i>Alces latifrons</i>) †	+	-	-	-	-
Elch (<i>Alces alces</i>)	?	?	-	-	+
Rentier (<i>Rangifer tarandus</i>)	-	+	+	+	-
Auerochse (<i>Bos primigenus</i>)†	+	?	-	-	+
Steppenbison (<i>Bison priscus</i>) †	+	+	+	?	-
Wisent (<i>Bison bonaus</i>)	-	-	-	-	+
Wasserbüffel (<i>Bubalus murrensis</i>)	+	-	-	-	-
Moschusochse (<i>Ovibos moschatus</i>) †	-	+	+	+	-
Steinbock (<i>Capra ibex</i>)	^	+	+	+	^
Gämse (<i>Rupicapra rupicapra</i>)	^	?	?	?	^
Saiga Antilope (<i>Saiga tatarica</i>)	-	+/-	?	+	-

**Tabelle 2: Artenverteilung der Kleinsäuger des Jungpleistozäns in Mitteleuropa
(von Koenigswald, 2010)**

Legende:

+: Häufige Vorkommen +/- :Vereinzelt Vorkommen - : fehlt

?: fragliches Vorkommen ^: Gebirge † ausgestorben

	Riss/Würm	Früh-Würm	Mittel Würm	Spät Würm	Holozän
Insektenfresser					
Igel (<i>Erinaceus europaeus</i>)	+	+/-	+/-	+/-	+
Maulwurf (<i>Talpa europaea</i>)	+	+	+	+	+
Wassermaulwurf (<i>Desmana nehringi</i>) †	-	+/-	-	+/-	-
Feldspitzmaus (<i>Crocidura leucodon</i>)	+	-	-	-	+
Hauspitzmaus (<i>Crocidura russula</i>)	-	-	-	-	+
Waldspitzmaus (<i>Sorex araneus</i>)	+	+	+	+	+
Zwergspitzmaus (<i>Sorex minutus</i>)	+	+	+	+	+
Knirpspitzmaus (<i>Sorex minutissimus</i>)	-	-	-	+	-
Wasserspitzmaus (<i>Neomys fodiens</i>)	+	+/-	+	+	+
Sumpfspitzmaus (<i>N.anomalous</i>)	-	-	-	-	+
Hasen	Riss/Würm	Früh-Würm	Mittel-Würm	Spät-Würm	Holozän
Feldhase (<i>Lepus europaeus</i>)	+			?	+
Schneehase (<i>Lepus timidus</i>)	-			+	^
Pfeifhase (<i>Ochotona pusilla</i>)	-			+	-
Nagetiere					
Eichhörnchen (<i>Sciurus vulgaris</i>)	+	+/-	+/-	-	+
Murmeltier (<i>Marmota primigenia</i>)	^	+	+	+	^

Ziesel (<i>Spermophilus supercilliosus</i>) †	-	+/-	+	+	-
Ziesel (<i>Spermophilus citelloides</i>) †	+/-	+	-	-	-
Gartenschläfer (<i>Eliomys quercinus</i>)	+/-	+/-	+/-	-	+
Haselmaus (<i>Muscardinus avellanarius</i>)	+	+/-	+/-	+/	+
Baumschläfer (<i>Dryomys nitetula</i>)	+	-	-	-	+
Siebenschläfer (<i>Glis glis</i>)	+	+/-	+/-	+/-	+
Feldhamster (<i>Cricetus cricetus</i>)	+/-	+	+		+/-
Zwerghamster (<i>Allocricetus bursae</i>) †	+	-	-	-	-
Zwerghamster (<i>Phodopus sungorus</i>) †	+/-	-	-	-	-
Waldmäuse (<i>Sylvaemys sylvaticus/flavicollis</i>)	+	+/-	+/-	+/-	+
Berglemming (<i>Lemmus lemmus</i>)	-	+	+	+/-	-
Halsbandlemming (<i>Dicrostonyx gulielmi rotundus</i>) †	-	+	+	-	-
Halsbandlemming (<i>Dicrostonyx gulielmi gulielmi</i>) †	-	-	-	+	-
Graulemming (<i>Lagurus lagurus</i>)	-	+	-	-	-
Rötelmaus (<i>Clethrionomys glareolus</i>)	+	+/-	+/-	-	+
Schermaus (<i>Arvicola terrestris</i>)	-	+	+	+	+
Schneemaus (<i>Chionomys nivalis</i>)	^	+	+	+	^
Feld/Erdmaus (<i>Microtus arvalis</i>)	+	+	+	+	+
Sibir.Zwiebelmaus (<i>Microtus gregalis</i>)	-	+	+	+	-

Sumpfwühlmaus (<i>Microtus oeconomus</i>)	?	+	+	+	^
Kleinwühlmaus (<i>Microtus subterraneus</i>)	+	+/-	+/-	+/-	+
Birkenmäuse (<i>Sicista sicista-betulina</i>)	-	+	+	+	+/-
Pferdespringer (<i>Allactaga major</i>)	-	+	+/-	+/-	-
Biber (<i>Castor fiber</i>)	+	+/-	+/-	+/-	+
Stachelschwein (<i>Hystrix vinogradovi</i>)	+/-	+	-	-	-

1.2. Fossilien

Eine Frage die sich hier nun stellt, ist jene wie man zu all diesem Wissen gekommen ist. Wie kann etwas das vor 10.000 Jahren einmal existiert hat auch nur annähernd zurückverfolgt werden? Die Antwort lautet, mithilfe von Fossilien. Diese sind zur Rekonstruktion der Erdgeschichte unabdingbar. Sie sind Zeugnisse der Formenfülle jenes Lebens welches vor Jahrmillionen auf unserem Planeten existiert hat. Fossilien geben Hinweise auf viele heute ausgestorbene Tier- und Pflanzenarten oder stellen Verwandte von heute rezenten Lebewesen dar. Da es eine enorme Vielfalt von ihnen gibt, ist es wichtig diese in ein Ordnungssystem zu bringen, nur so kann ein Überblick bewahrt werden. Zur Einteilung von Fossilien sind drei Größen wichtig. Die zeitliche Datierung, die Fundstelle und die biologische Einordnung (von Koenigswald, 2010).

Die zeitliche Datierung

Um das Alter von Fossilien zu bestimmen gibt es zwei Arten von Alterszuordnungen. Auf der einen Seite kennt man die relative Alterszuordnung. Bei dieser geht es vor allem darum zu bestimmen welche Fundstelle oder welcher Gesteinskomplex älter bzw. jünger ist. Dies hört sich nach einer eher ungenauen Methode an. Dennoch erlaubte die relative Alterszuordnung es, dass im 19. und auch im 20. Jhdt. der Gesamtverlauf der Erdgeschichte mit einer unerwarteten Präzision dargestellt werden konnte. Die relative Alterszuordnung beruht auf zwei unterschiedlichen Methoden, der klassischen Stratigraphie und der Biostratigraphie (von Koenigswald, 2010).

Die Biostratigraphie geht davon aus, dass bestimmte Tier- und Pflanzenarten nur während eng begrenzten Zeitabschnitten aufgetreten sind, aufgrund der rasch vor sich hinschreitenden Evolution. Dadurch ist es beispielsweise möglich mit Hilfe von Leitfossilien, Schichten die unterschiedlich ausgebildet oder nicht miteinander in Verbindung stehen als gleich alt einzustufen. Wobei Ablagerungen im Meer nur selten mit jenen vom Land korrelieren (von Koenigswald, 2010).

Schichten mit höher evolvierten Formen kann man als jüngere Schichten einstufen. Dies geht jedoch nur wenn die Entwicklungsgeschwindigkeit der Organismen, die Beobachtung von evolutiven Veränderungen zulässt. War dies im Tertiär bei den Säugetieren noch relativ gut möglich gewesen, sind es im Pleistozän nur noch die Wühlmäuse und die Hirsche bei denen dies funktioniert hat. Bei den meisten anderen war die Entwicklung zu schnell verlaufen und evolutive Neuheiten konnten nicht erkannt werden (von Koenigswald, 2010).

Bei der absoluten Altersbestimmung werden Angaben in Jahren geliefert. Meist erfolgt die Zählung in Sonnenjahren. Ein Beispiel wäre die Dendrochronologie, wo anhand der sogenannten Jahresringe das Alter der Bäume festgestellt werden kann (von Koenigswald, 2010).

Ebenso gibt es eine Reihe von physikalisch-chemischen Methoden. Hier hat besonders die Radiocarbon Methode große Bedeutung erlangt. In der Atmosphäre kommen zwei Isotope des Kohlenstoffes vor. Einerseits das stabile ^{12}C , und andererseits das in einem sehr geringen Prozentsatz vorliegende radioaktive ^{14}C . Das radioaktive Kohlenstoffisotop wird dabei durch auf die Erdatmosphäre eintreffende Sonnenpartikel gebildet. Pflanzen assimilieren beide der Isotope und bauen sie in ihre Strukturen ein. Über die Nahrung nehmen auch Tiere ^{14}C auf, es wird dann in deren Knochen oder Geweben gelagert. Nach dem Tod des Tieres wird kein weiteres ^{14}C mehr aufgenommen, es beginnt der Zerfall des radioaktiven Isotops. Dieses hat eine sogenannte Halbwertszeit, nach deren Ablauf ist die Hälfte der vorhandenen Atome zerfallen. Der radioaktive Kohlenstoff besitzt eine Halbwertszeit von 5.568 Jahren. Somit können Alter von bis zu 50.000 Jahre festgestellt werden. Danach ist kaum mehr Ausgangssubstanz vorhanden, um ein brauchbares Ergebnis bei der Messung zu bekommen. Die ^{14}C Methode findet eine breite Anwendung, da der Kohlenstoff in sämtliche organische Strukturen eingebaut wird (von Koenigswald, 2010).

Natürlich gibt es auch bei dieser Methode eine gewisse Fehlerrate, welche in diesem Fall die Messgenauigkeit betrifft, nicht aber die Korrektheit der Altersangaben. Dies kommt daher, dass beim Rechenmodell davon ausgegangen wird, dass die Konzentration von ^{14}C immer gleich bleibt, was jedoch nicht der Realität entspricht, da die gebildete Menge von ^{14}C u.a. abhängig von der Intensität der Sonnenstrahlung ist. Ist diese stark, so wird mehr ^{14}C gebildet (von Koenigswald, 2010).

Dennoch wirken sich diese Unterschiede nur geringfügig aus und verfälschen die Angaben der Alterswerte nur in einem geringen Ausmaß. Im Jungpleistozän beispielsweise war die ^{14}C Konzentration höher, was dazu führt dass die Altersangaben etwas zu niedrig ausfallen. Das Alter welches man in ^{14}C - Jahren erhält, kann also etwas vom tatsächlichen Alter in Sonnenjahren abweichen. Sind diese Unterschiede zwar nicht besonders beträchtlich, so führen sie dennoch dazu, dass während bestimmter Zeitperioden, die durchaus mehrere Jahrhunderte betragen können, die Altersangaben stagnieren und nahezu gleich bleiben (von Koenigswald, 2010). So entspricht beispielsweise ein Alter von 10.000 ^{14}C Jahren etwa 15.000 Sonnenjahren. Um das tatsächliche Alter zu erkennen gibt es, zumindest für die letzten 12.000 Jahre, die Möglichkeit das ^{14}C -Alter zu kalibrieren. Dies ist deshalb möglich, weil man für diesen Zeitraum die eigentliche Konzentration des ^{14}C aus Eisenkernen oder auch aus Hölzern, deren Alter dendrochronologisch bestimmt wurde, rekonstruieren kann. Es werden auch Methoden entwickelt, um die Möglichkeit der Kalibrierung noch weiter auszuschöpfen, wobei hier gerade der Übergangsbereich vom Pleistozän zum Holozän (vor etwa 11.500 Jahren) sehr schwierig zu fassen ist (von Koenigswald, 2010).

Es gibt auch noch eine Reihe von anderen physikalischen-chemischen Messungen, die alle ihren spezifischen Anwendungsbereich haben. Jede der Methoden hat ihre Fehlerraten. Diese liegen zumeist auf vereinfachten Annahmen, die jedoch notwendigerweise für die diversen Rahmenbedingungen getroffen werden müssen, um überhaupt zu einem Ergebnis zu kommen. Es gibt keine absolute Methode die allen anderen überlegen ist. Am besten ist es immer mehrere Methoden anzuwenden und deren Resultate zu vergleichen (von Koenigswald, 2010).

Der Fundort

Die zweite wichtige Größe zur Einteilung von Fossilien ist die Fundstelle, diese gibt darüber Auskunft wo die jeweilige Tier-oder Pflanzenart vorgekommen ist. Mithilfe des Fundortes lässt sich eine Vielzahl von Informationen zu einem Fossil rekonstruieren (von Koenigswald, 2010).

Es gibt verschiedene Arten von Fundstellen, für die Eiszeit sind vor allem Höhlen die klassischen Fundorte. Hier fand man zahlreiche Fossilien von eiszeitlichen Säugetieren. Der Höhlenlehm enthält ausreichend Kalk damit Knochen fossilisieren können (von Koenigswald, 2010). Die Höhlen wurden von den Säugetieren auf verschiedenste Weise genutzt. Sie dienten beispielsweise als Tagesunterschlupf von Eulenvögeln. Diese haben dort meist ihre Gewölle ausgewürgt, die zahlreiche Beutereste, wie beispielsweise Knochen von Kleinsäugetern beinhalten (von Koenigswald, 2010). Höhlen boten aber auch für viele Tiere einen Schutz vor Witterung und Feinden. Auch wurden sie als Unterschlupf für den Winterschlaf genutzt (z.B. Höhlenbär, Fledermaus). Zudem waren Höhlen oft Fallen, in welche die Tiere hineinfelen und hilflos verendeten (z.B.: Raubtiere) (von Koenigswald, 2010).

Auch der eiszeitliche Mensch nutzte Höhlen als Lager. Er hinterließ als Jäger und Sammler zahlreiche Beutereste (z.B.: Knochen, Werkzeuge). Ebenfalls wichtig sind die von Menschen geschaffenen Höhlenmalereien, bei denen mit einer unglaublichen Präzision das Aussehen der damaligen Tiere sowie deren Verhalten dokumentiert wurden (von Koenigswald, 2010). Ein beeindruckendes Beispiel ist hier die Grotte Chauvet, wo zahlreiche, faszinierende Beispiele an Höhlenmalereien gefunden wurden (Clottes, 2001).

Neben den Höhlen bieten auch Karstspalten wichtige Fundstellen. Ebenso auch die Permafrostböden in Sibirien oder Alaska. In diesen konnten sogar Weichteile, wie Haare oder Muskeln und Haut erhalten bleiben (von Koenigswald, 2010). Auch kleine Seebecken, Flüsse oder Lößablagerungen stellen wichtige Fundstellen dar (von Koenigswald, 2010).

Fundorte aus dem Altpleistozän

Aus dem Altpleistozän gibt es nur sehr wenige Funde, man weiß daher nicht viel über die Fauna welche damals vorgekommen ist (von Koenigswald, 2010). Bedeutende Fundstellen sind zum Beispiel Deutsch-Altenburg (Niederösterreich) und Tegeln (Niederlande). Allerdings könnte ihre zeitliche Stellung auch in den Beginn des Mittelpleistozäns fallen (Döppes & Rabeder, 1997). Deutlich besser sieht die Situation für das Jungpleistozän aus. Dieses umfasst das jüngere Riss (Saale)-Glazial, das Riss/Würm (Eem)-Interglazial und das Würm (Weichsel)-Glazial (von Koenigswald, 2010).

Funde aus dem Riss-Glazial

Die Riss-Eiszeit endete vor etwa 130.000 Jahren vor heute. Die Fauna aus dieser Zeit kennt man vor allem durch Lößablagerungen in den Kratern kleiner Vulkankuppeln in der Osteifel, welche vor etwa 200.000 Jahren ausgebrochen sind. Wichtige Fundorte sind zudem die Wannenknöpfe, sowie der Plaidter Hummerich bei Andernach am Rhein (von Koenigswald, 2010).

Funde aus dem Riss/Würm Interglazial

Was die fossilen Funde aus dem letzten Interglazial anbelangt, gibt es zahlreiche Fundorte in Deutschland. So kennt man beispielsweise die Faunenfundorte aus Travertinen, wie in Burgtonna bei Langensalza, Weimar-Stadt bei Weimar und Stuttgart-Untertürkheim (von Koenigswald, 2010). Es gibt aber auch Fossilienfundorte aus Seeablagerungen (z.B.: Leheringen bei Verden an der Aller, Phöben bei Potsdam, Gröbern bei Leipzig und Schönfeld, Kling bei Cottbus) (von Koenigswald, 2010). Aus Österreich sind vor allem Stillfried (Salcher- Jedrasiak, 2012) oder auch Krems- Hundssteig (Fladerer/ Salcher- Jedrasiak, 2008) bekannt.

Von großer Bedeutung sind auch die Flussablagerungen des Rheins in der nördlichen Oberrheinebene zwischen Mainz, Darmstadt und Worms. Diese lieferten sehr wichtige Erkenntnisse zur Fauna des letzten Interglazials. In Höhlen findet man interglaziale Ablagerungen nur sehr selten, zudem sind sie in ihrem stratigraphischen Zusammenhang nur schwer bestimmbar. Ein Beispiel wäre die Dechenhöhle im Sauerland (von Koenigswald, 2010).

Die Höhlen an der Südwestküste von England und von Wales stellen ebenfalls wichtige Fundorte der letzten Warmzeit dar. Diese Höhlen wurden oft von Hyänen benutzt, welche ihre Beute zum Verzehr mit in die Höhlen brachten. Die von ihnen hinterlassenen Knochenresten lieferten viel Information über die damalige Fauna. Zudem gibt es auch See- und Flussablagerungen, wie zum Beispiel den Trafalgar Square inmitten von London (von Koenigswald, 2010).

Funde aus dem Würm-Glazial

Die letzte Eiszeit, das Würm, kann nach der Fauna zumindest in drei Zonen unterteilt werden: Früh-, Mittel-, Spät-Würm (von Koenigswald, 2010).

Für das Früh-Würm sind die wichtigsten Fundstellen, die Cotencher in der Schweiz, die Villa Seckendorf in Stuttgart Bad-Cannstatt, Wallertheim in Rheinhessen, der Rote Berg bei Saalfeld und die Deckenschichten der Travertine in Stuttgart-Untertürkheim, sowie die Burgtonna (von Koenigswald, 2010).

Im Mittel-Würm existierte eine sehr artenreiche Fauna. Dies lässt sich gut anhand von den Höhlen des süddeutschen Karstgebietes belegen. Die Ilsenhöhle von Ranis in Thüringen, die Weinberghöhlen bei Mauern, die Höhlen im Lonetal, sowie Sirgenstein, Brillenhöhle und Geißenklösterle im Blautal, aber auch einige alpine Höhle, sind hier als Beispiele zu nennen. Zudem gibt es auch Flussablagerungen der großen Flüsse des Rheins, mithilfe deren sich die Fauna des Mittel-Würm gut rekonstruieren ließ, sowie Faunenfunde aus dem Löß (von Koenigswald, 2010).

Aus dem Hochglazial, jener Zeit der maximalen Gletscherausdehnung, kennt man so gut wie keine Funde. Das Spätglazial wiederum ist sehr gut dokumentiert. Von großer Bedeutung sind hier die Jagdstationen der späteiszeitlichen Jäger des späten Magdalénien. Diese gewähren einen guten Einblick in die damalige Fauna. Diese Stationen liegen u.a. im Bodenseegebiet relativ dicht vor den Moränen des Rheingletschers. Als Beispiele wären zu nennen, die Schussenquelle bei Schussenried, der Petersfeld bei Singen, das Kesslerloch und das Schweitzersbild bei Schaffhausen. Weiters zu nennen wäre die Station Gönnersdorf bei Neuwied am Rhein (von Koenigswald, 2010).

In der Gegend von Hamburg gibt es die fundreichen Rentierjägerstationen von Stellmoor

und Poggenwisch. Was die Kleinsäuger anbelangt, gibt es wichtige Ansammlungen in Sirgenstein und der Kleine Scheuer (von Koenigswald, 2010).

Auch in Österreich gibt es Fundstellen für das Spätglazial. Ein Beispiel ist die Schusterlucke, eine Höhle im Kremszwinkel bei Burg Hartenstein, Waldviertel, Niederösterreich (Nagel, 1990). Auch das Nixloch ist eine wichtige Fundstelle des Spätglazial, hierbei handelt es sich um eine Höhle im Gemeindegebiet von Ternberg, Oberösterreich (Nagel, 1990).

Auch bei der Bacho-Kiro Höhle in Rumänien wurden spätglaziale Funde gemacht (Nadachowsky, 1984).

Biologische Einordnung

Die dritte wichtige Größe zur Einteilung der Fossilien ist die biologische Einordnung. Dabei werden die gefunden Organismen bestimmten Familien, Gattungen ja sogar Arten zugeordnet. Hier bieten vor allem Funde von Knochen und Zähnen wichtige Indizien. Vor allem fossile Zähne sind gut geeignet. Sie sind wie eine Art „Personalausweise“. Mit ihnen können nicht nur Arten bestimmt werden, sondern auch verwandtschaftliche Beziehungen herausgelesen werden. Zähne sind gut zu bestimmen, da sie einerseits sehr hart und andererseits sehr reich an Merkmalen sind. Zudem weisen sie eine hohe chemische Resistenz auf (von Koenigswald, 2010).

Bei Knochenfunden steht man sehr oft vor der Schwierigkeit, dass in der Regel nicht ganze, schöne Knochen gefunden werden, sondern nur einzelne Bruchstücke. Es ist daher nicht einfach zu bestimmen um welche Knochen es sich handelt, geschweige denn zu welchem Tier sie gehören (von Koenigswald, 2010).

Was immer eine große Herausforderung ist, ist die Unterscheidung zwischen Arten die eng miteinander verwandt sind. Hier bieten sowohl Einzelknochen, als auch Einzelzähne oft nur wenig Hilfe (von Koenigswald, 2010).

Mit der Bestimmung von Fossilienfunden geht eine große Verantwortung einher. Anhand von solchen wird ausgesagt, dass eine bestimmte Art zu einer bestimmten Zeit in einem

bestimmten Gebiet vorgekommen ist. Eine falsche Zuordnung kann erhebliche Konsequenzen haben, daher ist es wichtig Fossilienfunde immer wieder zu überprüfen (von Koenigswald, 2010).

1.3. Die Evolution der Säugetiere

Zu den Säugetieren zählen die Monotremata (Kloakentiere), die Metatheria oder Marsupialia (Beuteltiere) und die Eutheria oder Placentalia (Plazentatiere). Letztere sind die bei weitem umfangreichste der drei Gruppen (Campell, 2006).

Laut Stammbaumanalysen werden die Placentalia heute in vier Äste aufgespalten. Der erste Ast umfasst die Afrotherida. Dazu zählen die Proboscidea (Rüsseltiere), die Sirenia (Seekühe), die Tubulidentata (Röhrenzähner), die Afrosoricida (Tenrekartigen), die Macroscelidae (Rüsselspringer) und die Hyracoidea (Schliefer) (Campbell, 2006).

Der zweite Ast fasst die Ordnungen der Edentata (Zahnarme), und der Xenarthra (Nebengelenktieren) zusammen. Zu diesen Ordnungen gehören Faultiere, Ameisenbären, sowie Gürteltiere (Campbell, 2006).

Chiroptera (Fledertiere), Eulipotyphla (Insektenfresser), Carnivora (Raubtiere), Artiodactyla (Paarhufer), Perissodactyla (Unpaarhufer) und Cetacea (Wale/Delphine) bilden den dritten Ast, die Laurasiatheria (Campbell, 2006).

Der vierte Ast umfasst die Primaten, die Rodentia (Nagetiere), die Scandentia (Spitzhörnchen), die Dermoptera (Riesengleiter) und die Lagomorpha (Hasenartigen). Dieser Ast ist der bei weitem umfangreichste (Campbell, 2006).

1.4. Rodentia Bowdich, 1821

Die Rodentia oder Nagetiere gehören zu der Ordnung der plazentalen Säugetiere (Mammalia), sie traten erstmals im Alttertiär an der Wende vom Paläozän zum Eozän im Gebiet des heutigen Nordamerikas auf. Die Rodentia stellen die bei weitem artenreichste Säugetierordnung dar, sie sind fast weltweit verbreitet (fehlen nur in der Antarktis und auf

Neuseeland, sowie auf einigen kleinen ozeanischen Inseln) und haben sämtliche Klimazonen und Lebensräume (Ausnahme Meer) besiedelt. Sie leben auf, über und in der Erde. Was die Fortbewegung angeht, gibt es ebenfalls eine breite Vielfalt bei den Nagetieren, sie können rennen, hüpfen, schwimmen, klettern, graben und gleitfliegen. Die Rekonstruktion der Stammesgeschichte der Rodentia ist mit einigen Schwierigkeiten verbunden, es gibt keine einheitliche systematische Untergliederung. Über die stammesgeschichtlichen Wurzeln der Nagetiere weiß man sehr wenig. Sind sie vor etwa 55 Millionen Jahren fossil aufgetreten, so geschah dies mit den „fertigen“ Schlüsselmerkmalen. Auch über die verwandtschaftlichen Beziehungen innerhalb der Ordnung gibt es noch viele Unklarheiten. In dieser Arbeit sieht die Gliederung der Rodentia folgendermaßen aus, sie werden in 7 Unterordnungen, 15 Überfamilien und 37 Familien, die annähernd 400 Gattungen mit schätzungsweise mehr als 1.700 Arten inkludieren eingeteilt (Grzimeks, 1988).

Gliederung der Rodentia (nach Grzimeks, 1988):

1. Unterordnung Hörnchenverwandte (Sciuomorpha)

- Familie Stummelschwanzähnliche (Aplodontidae)
- Familie Hörnchen (Sciuridae)

2. Unterordnung Biberverwandte (Castorimorpha)

- Familie Biber (Castoridae)

3. Unterordnung Dornschwanzhörnchenverwandte (Anomaluromorpha)

- Familie Dornschwanzhörnchen (Anomaluridae)
- Familie Springhasen (Pedetidae)

4. Unterordnung Mäuseverwandte (Myomorpha)

- Familie Taschenratten (Geomyidae)
- Familie Taschenmäuse (Heteromyidae)
- Familie Hüpfmäuse (Zapodidae)
- Familie Springmäuse (Dipodidae)
- Familie Blindmäuse (Spalacidae)
- Familie Wurzelratten (Rhyzomidae)

- Familie Echte Mäuse (Muridae)
- Familie Wühler (Cricetidae)
- Familie Wühlmäuse (Arvicolidae)
 - Wühlmäuse: werden oft auch als Unterfamilie der Cricetidae angeführt, als Arvicolinae. In der vorliegenden Arbeit werden die Wühlmäuse als eigenständige Familie behandelt (Niethammer/Krapp, 1982).

5. Unterordnung Bilchverwandte (Glirimorpha)

- Familie Bilche oder Schläfer (Gliridae)
- Familie Salzkrautbilche (Selevniidae)

6. Unterordnung Kammlingverwandte (Ctenodactylomorpha)

- Familie Kammfinger oder Gundis (Ctenodactylidae)

7. Unterordnung Stachelschweinverwandte (Hystricognathi)

- Familie Stachelschweine (Hystricidae)
- Familie Rohrratten (Thryomyidae)
- Familie Felsenratten (Petromuridae)
- Familie Sandgräber (Bathyergidae)
- Familie Baumstachler (Erethizontidae)
- Familie Chinchillas oder Hasenmäuse (Chinchillidae)
- Familie Pakaranas (Dinomyidae)
- Familie Meerschweinchen (Caviidae)
- Familie Wasserschweine (Hydrochaeridae)
- Familie Agutis (Dasyproctidae)
- Familie Trugratten (Octodontidae)
- Familie Stachelratten (*Echimyidae*)
- Familie Kammratten (*Ctenomyidae*)
- Familie Chinchillaratten (*Abrocomidae*)
- Familie Ferkelratten (*Capromyidae*)
- Familie Nutrias (*Myocastoridae*)

Auffällige Merkmale der Rodentia

Der Körperbau ist bei allen Nagetieren relativ einheitlich, sie sind klein bis mittelgroß, die Kopfrumpflänge reicht von 5 cm bis zu 130 cm, am häufigsten liegt sie zwischen 8 und 35 cm. Die Schwanzlänge reicht von 0 cm bis mehr als 60 cm. Das Körpergewicht beträgt 5 g bis 70 kg (Grzimeks, 1988).

Ein Merkmal, welches man bei allen Nagetieren, fossil oder rezent, findet sind die Nagezähne. Hierbei handelt es sich um je ein Paar vergrößerter, permanent wachsender Schneidezähne im Ober- und Unterkiefer. Anhand von embryologischen Untersuchungen an Eichhörnchen, weiß man heute, dass es sich bei den Nagezähnen um beibehaltene, persistierende Milchzähne handelt, die den zweiten von den ursprünglichen drei Schneidezähnen in jeder Kieferhälfte entsprechen. Die übrigen Schneidezähne, die Eckzähne, sowie die vorderen Vorbackenzähne (Prämolaren) fehlen immer. Den Nagezähnen schließt ein sogenanntes Diastema an, eine Zahnlücke. Das vollständige Nagetiergebiss besteht aus 22 Zähnen, sehr häufig ist es jedoch zu einer Reduktion der Anzahl der Zähne gekommen, so besitzen viele Nagetierfamilien keine Prämolaren mehr. Zudem gibt es in manchen Gattungen nur noch zwei, in einer anderen (Mayermis oder Mäusegattung) sogar nur noch einen Molar pro Kieferhälfte (Grzimeks, 1988).

Die Nagezähne sind kreisbogenförmig gekrümmt. Sie wachsen zeitlebens ständig nach und gleichen dadurch die Abnutzung an ihren Enden aus. Die Schneidezähne im Oberkiefer weisen eine stärkere Krümmung auf als die im Unterkiefer. Sie bilden einen längeren Bogen eines kleineren Kreises, während die unteren Schneidezähne einen relativ kürzeren Bogen eines weiten Kreises darstellen (Grzimeks, 1988).

Zudem sitzen die Nagezähne fest verankert im Knochen und füllen den größten Teil des Kieferskeletts aus. Einzig die Zahnvorderseite und die vordere Außenseite sind mit einem zweilagigen Schmelz überzogen (Grzimeks, 1988).

Das Verteilungsmuster des Schmelzes gegenüber dem Dentin, der Gebrauch der Schneidezähne gegeneinander sowie das permanente Wachstum der Zähne führen dazu,

dass die Spitzen immer scharf meißelförmig sind. Für die Funktionstüchtigkeit der Zähne ist die Abnutzung wichtig (Grzimeks, 1988).

Die hochspezialisierten Schneidezähne der Nagetiere sind Bestandteile des Kauapparats, dieser ist mit einer besonders starken Muskulatur ausgestattet. Den größten Anteil nimmt dabei der Komplex des Kaumuskels ein, der *Musculus masseter*. Wie eine Art dicker, breiter Wulst greift er um die Außenfläche des Unterkiefers und verleiht so dem Nager sein charakteristisches pausbäckiges Gesicht. Der Schläfenmuskel (*Musculus temporalis*) hingegen ist weniger stark ausgebildet (Grzimeks, 1988).

Neben den Nagezähnen, ist noch ein weiterer Bestandteil des Kauapparates von großer Bedeutung, die Backenzähne. Mithilfe dieser ist eine Abgrenzung und Kennzeichnung der diversen Nagetierfamilien möglich. Bei den einzelnen Nagern, sind die Kronenhöhen, sowie die Kauflächenmuster der Molaren unterschiedlich ausgebildet. Primitive Nagezähne etwa, sind niederkronig, kräftig bewurzelt und weisen abgerundete (bunodonte) Hügel auf der Kaufläche auf. Was die oberen Molaren angeht, so sind diese ursprünglich dreihöckrig, wobei oft ein hinterer Innenhügel zu einem vierhöckrigen Muster hinzutritt. Bei den Molaren im Unterkiefer, ist der vordere Innenhöcker (Paraconid) verlorengegangen (Grzimeks, 1988).

Bereits bei den geologisch ältesten Formen kann man beobachten, dass die Backenzähne mehr oder wenig rechteckig werden. Die Hörnchen weisen auch heute noch diesen ursprünglichen Bauplan auf. Bei den anderen Gruppen jedoch, gab es zahlreiche Abänderungen und Variationen. So nimmt beispielsweise die Kronenhöhe mehrfach zu, was zur Folge hat, dass der Zahn länger dem Abrieb widerstehen und widerstandsfähigere Nahrung zerbeißen kann. Das Endergebnis sind säulenartige, wurzellose und permanent wachsende Molaren, mit kräftigen Anlagerungen von Zahnzement (Grzimeks, 1988).

Die Wühlmäuse weisen beispielsweise solche als prismatisch bezeichnete Zähne auf. Ihr anhaltender Erfolg lässt sich durch die flächig abgekauten, aus verschiedenen harten Materialien (Dentin, Schmelz, Zement) zusammengesetzten und daher äußerst wirksamen Reibeorganen erklären (Grzimeks, 1988).

Weitere charakteristische Merkmale der Rodentia

Die Tragzeit dauert bei den Rodentia zwischen 16 Tage bis 283 Tage, sie haben etwa 1 bis 18 Junge pro Wurf, das Geburtsgewicht der Jungen beträgt je nach Art 1,2 g bis zu 1.500 g. Die Entwöhnung erfolgt nach etwa 15 bis 100 Tagen, die Geschlechtsreife wird nach 2 Wochen bis zu 2 Jahren erreicht. Die Lebenserwartung ist sehr unterschiedlich. Die Rodentia sind vorwiegend Pflanzenfresser (Blätter, Samen, Früchte, Wurzeln), gelegentlich stehen aber auch Insekten und anderer Wirbellose, Fische oder Aas auf ihrem Speiseplan. Was die Lebensweise betrifft sind die meisten Rodentia dämmerungs-oder nachtaktiv. Sie leben einzeln, paarweise oder in Gruppen. Zumeist sind sie sehr gesellig lebend (Grzimeks, 1988).

Was die Fußform anbelangt, so findet man bei den Nagetieren vor allem Sohlengänger, deren Fußform von der ursprünglichen, fünfstrahligen Gliedmaße nicht abweicht (z.B.: Ratte, *Rattus*). Es gibt jedoch auch anders entwickelte Formen. Bei den schnell laufenden Formen, wie zum Beispiel dem Aguti (*Dasyprocta*), hebt sich die Ferse leicht vom Boden ab. Bei Wasserformen entwickeln sich Schwimmhäute zwischen den Zehen. Ein Beispiel hierfür wäre der Biber (*Castor*). Bei solchen Arten die auch grabenden Tätigkeiten nachgehen, sind die Krallen zu schaufelartigen Gebilden umgewandelt (z.B.: Blindmull, *Myopalax*). Bei den Kammfingrigen wie dem Gundi (*Ctenodactylus*) sitzen feste Borsten über den Krallen, welche der Fellpflege dienen. Eine weitere Besonderheit stellen die Springmäuse dar, hier befestigt sich der Fuß durch das Verschmelzen der Mittelfußknochen zu einem langen Knochenstab, wobei es auch zu einer Reduktion der Anzahl der Zehen kommt (z.B.: Pferdespringer, *Allactaga*) (Grzimeks, 1988).

1.5. Arvicolidae Gray, 1821

Eine besonders erfolgreiche Gruppe der Rodentia bilden die Arvicolidae, die Wühlmäuse. Es wird vermutet, dass diese das erste Mal am Ende des Miozäns oder am Beginn des Pliozäns auftraten. In älteren literarischen Werken wurden die Arvicolidae entweder als Unterfamilie

der Cricetidae oder der Muridae angeführt. In den letzten Jahren werden sie jedoch vermehrt als eigenständige Familie betrachtet. Ihr Artenreichtum und ihr hohes Adaptionsniveau lassen dies als gerechtfertigt erscheinen (Krapp/Niethammer, 1982).

Die Familie der Wühlmäuse umfasst 17 Gattungen und etwa 110 Arten. Das Verbreitungsgebiet deckt sich ziemlich genau mit dem holarktischen Raum, welcher von der Nordhalbkugel bis zum nördlichen Wendekreis reicht. Sie kommen daher in Nordamerika, Eurasien ohne den tropischen Süden und in Nordafrika nördlich der Sahara vor. Eine Umstellung in der Ernährung dürfte der Grund sein, für den außergewöhnlich schnellen Aufstieg der Arvicoliden (Grzimeks, 1988).

Durch die Entwicklung von wurzelloser, das heißt ständig wachsender Backenzähne und deren Schmelzmuster wurde den Arvicoliden das Aufschließen von harter Pflanzennahrung wie zum Beispiel Gräser möglich (Grzimeks, 1988).

Viele Arten und vor allem solche die grasfressend sind, besitzen Backenzähne, die ähnlich wie die Schneidezähne in dem Maße nachwachsen, in dem sie oben abgenutzt werden. Zudem sind die Kauflächen flach und groß und werden von verwickelten Schmelzschlingen begrenzt, welche als Reibkanten dienen. Weiters sind die Kaumuskeln, sowie der Blinddarm größer als bei anderen Nagern. Durch all diese Anpassungen gelang es den Wühlmäusen Steppen und Wiesen zu besiedeln, wo sie reichlich Nahrung fanden ohne, dass sie sich bei deren Suche sonderlich anstrengen mussten. Als Folge kam es zu sehr hohen Siedlungsdichten. Oft kam es aber durch Nahrungsknappheit in den kalten Jahreszeiten zu hohen Sterberaten und zu Zusammenbrüchen der Populationsdichte. Da aber die meisten Wühlmäuse sehr hohe Vermehrungsraten zeigen, konnten diese Verluste immer wieder ausgeglichen werden. Die Graslandschaft stellt eine weitere ökologische Nische dar, welche die Arvicolidae erobert haben. Hier leben sie in selbst gegrabenen Gängen. Die meisten Arten mögen gern ein kühles Klima und sind sehr empfindlich gegenüber Hitze und Trockenheit(Grzimeks, 1988). Die untenstehende Tabelle (Tab.3) fasst alle Gattungen der Wühlmäuse zusammen.

Tabelle 3: Gattungen der Arvicoliden (nach Grzimeks, 1988)

Gattung	Anzahl der Arten
Berglemminge (<i>Lemmus</i>)	4 Arten
Waldlemminge (<i>Myopus</i>)	1 Art
Lemmingmäuse (<i>Synaptomys</i>)	2 Arten
Halsbandlemminge (<i>Dicrostonyx</i>)	2 Arten
Rötelmäuse (<i>Clethrionomys</i>)	7 Arten
David-Wühlmäuse (<i>Eothenomys</i>)	11 Arten
Gebirgswühlmäuse (<i>Alticola</i>)	4 Arten
Schermäuse (<i>Arvicola</i>)	3 Arten
Feldmäuse (<i>Microtus</i>)	70Arten
Steppenlemminge (<i>Lagurus</i>)	3 Arten
Bergmäuse (<i>Dinaromys</i>)	1 Art
Kaschmir-Wühlmäuse (<i>Hyperacrius</i>)	2 Arten
Bisamratten (<i>Ondatra</i>)	1 Art
Florida- Wasserratten (<i>Neofiber</i>)	1 Art
Heidewühlmäuse (<i>Phenacomys</i>)	4 Arten
Prometheusmäuse (<i>Prometheomys</i>)	1 Art
Mulllemminge (<i>Ellobius</i>)	3 Arten

In unseren Breiten sind vor allem sieben Gattungen verbreitet:

Myopus, *Lemmus*, *Ondatra* und *Dinamorys* mit je einer Art, *Clethrionomys* mit 3 Arten, *Arvicola* mit 2 Arten und *Microtus* mit insgesamt 18 Arten (Niethammer/Krapp, 1982).

Die Verwandtschaft der Gattungen untereinander ist noch nicht ganz geklärt und es gibt einige Unsicherheiten. So zeigen etwa die Gattungen *Myopus* und *Lemmus* sowie auch *Arvicola* und *Microtus* starke Ähnlichkeiten und es wird eine Zusammenstellung in jeweils eine Gattung diskutiert (Niethammer/Krapp, 1982). Zudem gibt es die Tendenz die Schneemäuse, welche früher zu *Microtus* gezählt wurden, als eine eigene Gattung (*Chionomys*) zu betrachten. Auch in dieser Arbeit wird die Schneemaus (*Ch. nivalis*) als eigene Gattung *Chionomys* behandelt (Gromov & Polyakov, 1992, Nadachowsky, 1991).

Aussehen der Arvicolidae

Sie sind etwa maus- bis kaninchengroß und zeigen eine Reihe von Anpassungen welche vor allem auf das Wühlen und die Grasnahrung zurückgehen. Der Schwanz ist kurz und macht in etwa $1/5$ - $4/5$ der Körpergröße aus. Augen sowie auch Hinterfüße sind verhältnismäßig klein. Die Schnauze ist stumpf, gedrunken und walzenförmig. Der Anteil der Wollhaare im Fell ist höher als bei den Muriden. Die Kutikularschuppen sind vom Wellentyp, wie bei den Cricetiden. Die intermolaren Gaumenfalten sind undeutlicher als bei den Muriden, die letzte deutlich vor dem Ende der Molarenreihe. Die Zahnformel lautet $1003/1003$ (Niethammer/Krapp, 1982).

Die Zähne sind hochkronig (hypsodont) und besitzen nahezu plane Kauflächen, auf welchen vorwiegend quer zur Schädelachse verlaufende Schmelzfalten meist dreieckige Dentinfelder einschließen. Die Molarenreihen sind verhältnismäßig länger als bei den Muriden, die Backenzähne sind entweder mit wenigen Wurzeln ausgestattet und zeigen ein begrenztes Wachstum, oder aber besitzen eine ständig wachsender Basis. In diesem Fall spricht man von wurzellosen Backenzähnen. Am Schädel sind das Rostrum und die Jochbögen kräftiger ausgeprägt, als bei den Muriden und der Hirnschädel ist flacher. Die Nahrung besteht vor allem aus monokotylen Pflanzen. Auch der Verzehr von wenig energiereichen, vegetativen Pflanzenteilen ist kennzeichnend. Wühlmäuse halten keinen Winterschlaf (Niethammer/Krapp, 1982).

Wichtige Strukturen bei den Arvicolidae

Molaren

Ein besonders wichtiges Merkmal bei den Arvicolidae stellen die Molaren da. Sie sind von großer Bedeutung für die Bestimmung der verschiedenen Arten oder Gattungen. Der Verlauf der Schmelzbänder, sowie auch die Form der von ihnen umschlossenen Dentinfelder sind gattungs-oder artspezifisch. Beim Aufbau der Molaren unterscheidet man zwischen Antiklinalen, seitwärts vorragende Schmelzfalten und Synklinalen, die zwischen den Schmelzfalten gebildeten Winkel. Die Dentinfläche ist zumeist in Dreiecke gegliedert. Deren Zahl ist ebenso wie jene der Syn-oder Antiklinalen von großer taxonomischer Bedeutung

(Niethammer/Krapp, 1982). Durch die komplexe Form der Molaren, ist es möglich, dass die Arvicolidae ihre Nahrung in besonders kleine Partikel zerlegen, wodurch eine höhere Effizienz der Verdauung erreicht wird (Kreiner, 1994/95).

Die Molaren unterscheiden sich in den verschiedenen Gattungen vor allem in den folgenden Gliederungsmerkmalen:

M¹, M², M₂, M₃:

Diese sind weitgehend formkonstant und von untergeordneter Bedeutung was die taxonomische Bestimmung angeht. Eine Ausnahme stellt gelegentlich der M² da, dieser kann mitunter eine Lingualschlinge 3 ausbilden, welche als „agrestis Schlinge“ bezeichnet wird. Auch der M¹ kann mitunter eine linguale Antiklinale 3 abschnüren, welche auch als „exsul-Schlinge“ bezeichnet wird. Beim M₂ kann die buccale Antiklinale 3 mit der lingualen verbunden oder gegen sie abgeschnürt sein, an M₃ kann sie fehlen, mit der lingualen Zacke zusammenfließen oder aber ein eigenes Dreieck bilden. Zudem kann der M₃ gelegentlich ein geteiltes Mittelfeld besitzen (Niethammer/Krapp, 1982).

M³

Von weitaus größerer Bedeutung ist der M³ (Abb.1). Bei diesem kann die Anzahl der Dentindreiecke innerartlich stark variieren. Dieser Umstand ist jedoch was die taxonomische Bestimmung angeht von untergeordneter Bedeutung. Für letztere ist mehr die Anzahl buccaler sowie lingualer Antiklinalen von Interesse. Nach dieser kann man gemäß Angermann (1974) die folgenden Formen unterscheiden (Niethammer/Krapp, 1982):

- Forma simplex: Ab3 und Al3
- Forma typica (=Normalform): Ab3 und 4 Al4
- Forma duplicata: Ab4 und Al4

- Forma complex: mit buccal oder lingual mindestens 5 Antiklinalen:

- ⇒ Ab5 und A13
- ⇒ Ab5 und A14
- ⇒ Ab4 und A15
- ⇒ Ab5 und A15 (allein bei *Microtus* verwirklicht)

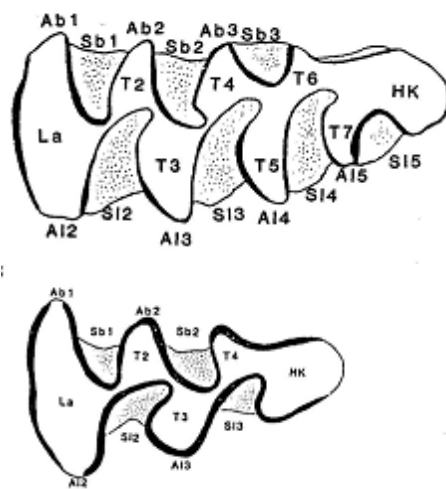


Abb. 1: Terminologie der Arvicoliden- Molaren. Dargestellt an M_3 von *Microtus* und *Arvicola* (nach Nagel, 1990)

M_1

Die größte Bedeutung für die taxonomische Bestimmung hat der M_1 (Abb.2). Dieser besteht bei den ursprünglichen Formen aus einem Lobus posterior, drei Dentindreiecken und dem Anteroconid- Komplex. Letzterer wird im Laufe der Evolution stetig länger. Durch den Einbau von zusätzlichen Syn-und Antiklinalen bilden sich weitere Dentindreiecke bzw. Triangeln, der gesamte Zahn wird verlängert und auch leistungsfähiger (Nagel, 1990).

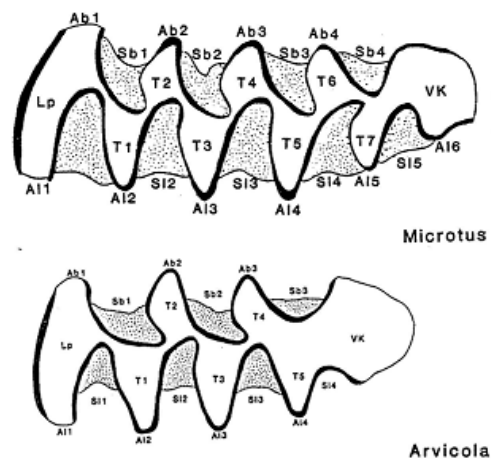


Abb. 2 : Terminologie der Arvicoliden- Molaren. Dargestellt an M_1 von *Microtus* und *Arvicola* (nach Nagel, 1990)

Histologische Differenzierung der Molaren:

Arvicoliden- Molaren bestehen zumeist aus den drei Skelettsubstanzen Schmelz, Dentin und Zement. Nur bei wenigen Gruppen fehlt der Kronenzement (z.B.: *Lagurus*) (Niethammer/Krapp, 1982).

Der Schmelz besteht aus sogenannten Apatit-Prismen und aus einer netzartigen „interprismatischen Substanz“. Diese ist senkrecht zu den Prismen angeordnet. Der Schmelz umhüllt die Dentinfläche wie eine Art dünner, faltiger Mantel und wird auf der Occlusalfläche vom Schmelzband begrenzt (Rabeder, 1981).

Das knochenähnliche Dentin baut den gesamten Wurzelbereich sowie auch den inneren Teil der Krone auf (Rabeder, 1981).

Beim Zement unterscheidet man zwischen dem Wurzelzement und dem Kronenzement. Der Wurzelzement überzieht den Wurzelbereich als dünne Schicht. Seine Funktion besteht darin,

den Kontakt zwischen Dentin und dem Bindegewebe herzustellen (Rabeder, 1981).

Beim Kronenzement lassen sich abermals zwei Typen unterscheiden. Der „Synklinalzement“ lagert sich zunächst im innersten Winkel der Synklinalen ab und füllt dann nach und nach die gesamte Synklinale mehr oder weniger aus. Hierbei handelt es sich um einen zellulären Zement (Rabeder, 1981).

Der „Antiklinalzement“ überzieht die schmelzfreien Teile der Krone als dünner Belag. Der Entstehung nach, handelt es sich beim Antiklinalzement um eine Fortsetzung des Wurzelzements (Rabeder, 1981).

Die Occlusalfläche

Die Occlusalfläche ist bei den Arvicoliden-Molaren durch Ein- und Ausbuchtungen an den Lingual- und Buccalseiten der Zahnkrone gekennzeichnet, denen das Schmelzband wie eine Art Zick-Zack-Linie folgt. Die Einbuchtungen werden als Synklinalen, die Ausbuchtungen als Antiklinalen bezeichnet (Rabeder, 1981).

Bei frühen, primitiven Formen von Arvicoliden besitzen die Molaren äquilaterale, U- oder V-förmige Synklinalen, welche senkrecht zur Zahn-Längsachse verlaufen. Im Laufe der Evolution kommt es bei allen *Mimomys*-Linien, zu denen u.a. *Microtus*, *Chionomys* und *Arvicola* gehören, dazu, dass die Synklinalen ungleichschenkelig werden (inäquilateral). Dies kommt daher, dass der distale (bei den M_{inf}) bzw. der mesiale Schenkel (bei den M^{sup}) verlängert wird. Desweiteren kommt es zu einer Vertiefung der Synklinalen sowie zu einer Krümmung ihrer Schenkel (Rabeder, 1981).

Die Antiklinalen treten wie eine Art spitzer Pfeiler zwischen den Synklinalen hervor. Sie sind im Querschnitt ursprünglich rund, werden jedoch im Laufe der Evolution immer spitzer. Auch die Position der Antiklinalen verändert sich. Bei den primitiven Arvicoliden stehen die buccalen und die lingualen Antiklinalen einander paarweise gegenüber. Doch durch die zunehmende Ungleichseitigkeit, sowie die Vergenz der Außensynklinalen verschieben sich die Außenantiklinalen nach vorne (M_{inf}) bzw. nach hinten (M^{sup}). Dies ist dadurch zu erklären, dass durch die Vergenz der Synklinalen und die Verschiebung der Buccal-Antiklinalen, eine Verlängerung der Synklinal-Schenkel erreicht wird (Rabeder, 1981).

Der Teil der Kaufläche, welcher vom Schmelzband umgrenzt wird, wird als Dentinfeld bezeichnet. Durch die im Zuge der Evolution immer stärker werdende Vergenz und Tiefe der

Synklinalen, wird das Dentinfeld in einzelne Abschnitte getrennt, welche je nach Form als Lobus, Rhombus, Rhomboid, Deltoid oder Triangel bezeichnet werden. Wenn die Antiklinalen alternieren, sowie es beim M_1 der Fall ist, kommt es zur Entstehung von dreieckigen, vom Schmelzband umgebenen Dentinfelder, welche als Dentindreiecke bzw. Triangel bezeichnet werden, Die Anzahl der Dentindreiecke ist von taxonomischer Bedeutung (Rabeder, 1981).

Was die Terminologie der Kaufläche anbelangt, gibt es zwei Möglichkeiten. Entweder man nummeriert die mehrfach ausgebildeten Elemente, wie Antiklinalen, Synklinalen oder Dentindreiecke von distal nach mesial (bei den M_{inf}) oder aber umgekehrt (bei den M^{sup}). Die Nummerierung erfolgt immer in die Richtung, in der die zusätzlichen Elemente neu gebildet werden (Rabeder, 1981).

Schmelztypen

Schmelztypen werden gemäß der Orientierung der Schmelzprismen und der prismatischen Substanz definiert (von Koenigswald, 1977 in Niethammer/Krapp, 1982). Bei den Arvicoliden kann man zwischen folgenden drei Typen unterscheiden:

Der Radialschmelz ist der ursprünglichste der drei Schmelztypen. Er erscheint als eine Art engmaschiges Netz, die Kristallite stehen fast senkrecht zur Kaufläche, dadurch wird die interprismatische Substanz als Maschwerk deutlich (Nagel, 1990).

Neben dem Radialschmelz gibt es auch den Tangentialschmelz. Bei diesem liegen die Kristallite parallel zur Kaufläche (Nagel, 1990).

Der letzte Schmelztyp ist der Lamellenschmelz. Dieser ist dadurch gekennzeichnet, dass er wie der Tangentialschmelz aufgebaut ist, jedoch wechseln die Kristallite lagenweise ihre Richtung. Es entsteht ein überkreuztes Muster (Nagel, 1990).

Was die räumliche Anordnung der Schmelztypen in der Kaufläche angeht, bleibt diese in der Höhe des Zahnes konstant. Sie wiederholt sich von Triangel zu Triangel und wird auch als Schmelzmuster bezeichnet. Letztere sind gattungsspezifisch (von Koenigswald, 1977 in Niethammer/Krapp, 1982).

Schmelzmuster sind durch zwei Evolutionstendenzen geprägt. Ausgehend von einem primitiven Typ welcher ausschließlich aus Radialschmelz aufgebaut ist und ein gleichdickes Schmelzband besitzt, kommt es in sämtliche Entwicklungslinien der Arvicoliden zunächst

einmal zur Ausbildung des sogenannten Typs A nach Koenigswald (1980). Dieser ist dadurch gekennzeichnet, dass sowohl das luvseitige (dem Kaudruck entgegengestellte), als auch das leeseitige (vom Kaudruck abgewandte) Schmelzband als Schneidekanten wirken (Rabeder, 1981).

Jedes Dentindreieck ist somit mit zwei Schneidekanten am Kauvorgang beteiligt. Beim Typ B kommt es dann zu einer Reduktion des leeseitigen Schmelzbandes, dadurch besitzt jedes Dentindreieck nur noch eine vollständig funktionstüchtige Schneidekante. Durch diese Reduktion kommt es zu einer Abnahme der Kauleistung. Letztere wird jedoch dadurch kompensiert, dass es einerseits zu einer stärkeren Verschränkung der Synklinalen kommt, und andererseits das Wachstum von wurzellosen Molaren weitgehend rascher vor sich geht. Die Ausbildung von wurzellosen Molaren hat bei allen europäischen Entwicklungslinien (*Arvicola*, *Microtus*, *Chionomys*, *Lagurus*, *Lemmus*) zur Entstehung des Typs B geführt (Rabeder, 1981).

Je nach Verteilung der drei Schmelztypen auf den luv-bzw. leeseitigen Schenkeln der Antiklinalen kann man zwischen verschiedenen Schmelzmustern unterscheiden. Es ist vor allem das leeseitige Schmelzband welches im Laufe der Evolution zahlreichen Veränderungen ausgesetzt ist. Dadurch ist es für das Erfassen von phylogenetischen Zusammenhängen von großem Interesse. Anders als das leeseitige, ist das luvseitige Schmelzband weitgehend formkonstant und beschränkt sich schon sehr früh auf einen Typ(innen Lamellenschmelz, außen Radialschmelz) (Rabeder, 1981).

In der Evolution der Schmelzmuster lassen sich drei Hauptlinien unterscheiden. Die pachykneme Reihe, die leptokneme Reihe und die stratikneme Reihe. Jeder dieser drei Reihen fasst unterschiedliche Schmelzmuster zusammen (Rabeder, 1981). Für die vorliegende Arbeit ist die pachykneme Reihe von großem Interesse und in dieser vor allem die beiden „modernen“ Schmelzmuster pityknem und microtoknem vor. Diese kommen bei den Molaren von modernen *Microtus*, *Chionomys* bzw. *Arvicola* vor (Nagel, 1990). Bei den von mir untersuchten Zähnen wurden zwar keine Schmelzanalysen durchgeführt, jedoch kann man, dadurch dass es sich um relativ junge Zähne handelt, davon ausgehen, dass die modernen Schmelzmuster, also pityknem und microtoknem, vorkommen.

Die pachykneme Reihe ist dadurch gekennzeichnet, dass es bereits relativ früh zum Einbau

von Tangentialschmelz in die leeseitigen Abschnitte des Schmelzbandes kommt. Die luvseitige Ausbildung von Lamellenschmelz beginnt etwas später (Rabeder, 1981).

Zur pachyknemen Reihe zählen unter anderen das pitykneme Schmelzmuster und das microtokneme, diese werden folgendermaßen definiert:

Pityknem:

Der Tangentialschmelz ist stark reduziert, er tritt nur mehr an bestimmten Stellen der leeseitigen Schenkel auf, sowie an Mesial-bzw. Distalwänden. Das leeseitige Schmelzband ist bereits deutlich dünner als das luvseitige (Nagel, 1990).

Microtoknem:

Der Tangentialschmelz ist vollständig reduziert. Das leeseitige Schmelzband ist so dünn geworden, dass es als Schneidekanten keine Rolle mehr spielt (Nagel, 1990).

Beschreibung der gefundenen *Microtus*-Arten

Bei den von mir bearbeiteten Arvicoliden-Resten konnten folgende Arten festgestellt werden: *Microtus arvalis*, *Microtus oeconomus*, *Chionomys nivalis* und *Arvicola terrestris*

Die oben erwähnten Arten werden nun genauer skizziert, es wird auf deren Aussehen, Verbreitung, Ökologie, Ernährungsweise und Paläontologie eingegangen.

GENUS *MICROTUS* SCHRANK, 1798

Die Gattung *Microtus* hat sich von der fossilen Gattung *Mimomys* abgespalten. Diese war dadurch gekennzeichnet, dass sie mehrwurzelige Molaren besaß. Der M₁ besaß außer Vorder-und Hinterlobus, drei geschlossene Dentindreiecke. Anders als bei den rezenten Vertretern von *Microtus*, war das luvseitige Schmelzband dünner als das leeseitige. Es ist möglich, dass *Mimomys* auf die Gattung *Prosomys* zurückgeht. Belegt ist die Gattung *Mimomys* vom Pliozän bis Pleistozän. An der Grenze vom Oberpliozän zum Altpleistozän hat sich vermutlich aus der Art *M. newtoni* die Gattung *Allophaiomys* entwickelt. Diese besaß bereits wurzellose Molaren, zudem wurden am Vorderlobus des M₁ weitere Dentindreiecke

abgetrennt, was zur Folge hatte, das aus der Gattung *Allophaiomys* die Gattung *Microtus* hervorging (Niethammer/ Krapp, 1982).

***Microtus arvalis* (Pallas, 1779) – Feldmaus**

Aussehen

M. arvalis (Abb.3) ist klein bis etwa mittelgroß. Sie hat große Ähnlichkeit mit *M. agrestis*, ist jedoch meist etwas kleiner als diese. Zudem ist der M² ohne agrestis- Schlinge. Der Rücken ist meist dunkelgrau, oder braun bis gelb-grau, jedoch nie mit rötlichen Tönen. Das Haar ist schlicht und straff und ohne deutlich vorstehende Leithaare. Die Körpergröße geht von 95 mm bis 120 mm (bei mitteleuropäischen Populationen). Der Schwanz macht etwa ein Drittel der Körpergröße aus (Niethammer/ Krapp, 1982).



Abb. 3: *Microtus arvalis*

(Foto entnommen von <http://www.kleinsaeuger.at/microtus-arvalis.html>, 14.03.2013)

Verbreitung

Das Verbreitungsgebiet von *M. arvalis* zieht sich von Spanien bis Zentralrussland. Sie fehlt in weiten Teilen Süd-Europas, Nord-Russlands, Skandiaviens, Islands und Großbritanniens. Eine Ausnahme bildet hier die schottische Insel Orkney, wo *M. arvalis* eingeschleppt wurde

Innerhalb ihres Verbreitungsgebietes kommt *M. arvalis* von den Tallagen bis in 2600 m Höhe vor (Niethammer/ Krapp, 1982).

Ökologie

M. arvalis bevorzugt primär ein offenes, nicht zu feuchtes Grasland mit nicht zu hoher Vegetation, sekundär ein entsprechendes Kulturland wie beispielsweise Wiesen, Getreide, Gärten, Böschungen. Sie fehlt in geschlossenen Wäldern, auf Mooren, Sumpfwiesen und auch in Felsen (Niethammer/ Krapp, 1982).

Nahrung

M. arvalis ernährt sich vor allem von Gräsern und krautigen Dikotylen, sowie von Samen und unterirdischen Pflanzenteilen. Seltener fressen sie auch Rinde, Moose und tierische Nahrung wie Insekten (Niethammer/ Krapp, 1982).

Paläontologie

Was die Abstammung von *M. arvalis* angeht gibt es mehrere Theorien. Hinton (1923) beschrieb einen *Microtus arvalinus*, dessen M_1 jenen von kleinen Feldmäusen ähnelte. *Arvalinus* gehört zu den geologisch ersten echten Wühlmäusen der Gattung *Microtus*. Einige Autoren setzen *arvalinus* mit einer früheren *arvalis-agrestis* Gruppe gleich. Chaline (1972) stellt *arvalinus* in die Synonymie von *M. arvalis*, wohingegen Sutcliff und Kowalsky (1976) in ihm eher einen Vorläufer von *M. agrestis* sehen. Storch et al. (1973) wiederum meinen, dass die artliche Selbstständigkeit altpleistozäner Vertreter von *M. arvalis* sehr wahrscheinlich ist. Nach Chaline (1972) haben sich sowohl *arvalis* als auch *agrestis* im Mittelpleistozän von ihren *Allophaiomys* Vorfahren getrennt und auch auseinander differenziert (Niethammer/ Krapp, 1982).

Zähne

Die Länge des M_1 reicht von 1,95-2,95 mm, ist also sehr variabel. Die Molaren besitzen tief einspringende Winkel und kleine geschlossene Schmelzdreiecke. Der M^3 hat Normalform oder simplex (Niethammer/Krapp, 1982).

Das untenstehende Foto (Abb.4) wurde von der Autorin gemacht und zeigt den M_1 eines *Microtus arvalis* aus Cheile Turzii.

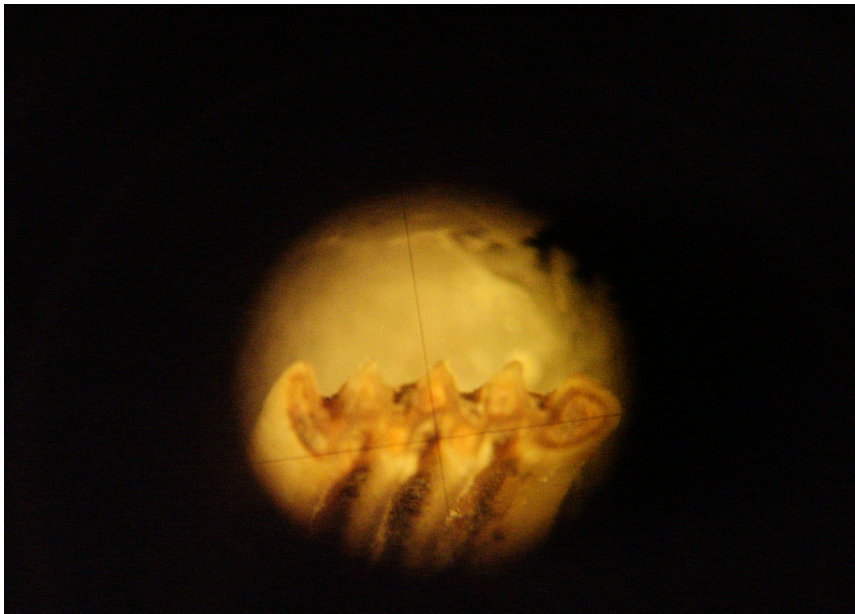


Abb. 4: M_1 von *Microtus arvalis* aus Cheile Turzii (Rumänien), bestehend aus Lobus posterior, fünf geschlossenen Dentindreiecken und Anteroconid-Komplex (Foto Ayyildiz C.)

Microtus oeconomus (=ratticeps) (Pallas, 1776) - Nordische Wühlmaus/Sumpfmaus

Aussehen

M. oeconomus (Abb.5) ist relativ groß (meist >100 mm), der Schwanz ist sehr lang (27-54% der Körperlänge). Von der Färbung ist sie ähnlich *M. arvalis*, jedoch ist der Rücken meist dunkler gefärbt. Der Schwanz ist oft zweifärbig (Niethammer/ Krapp, 1982).



Abb. 5: *Microtus oeconomus*

(Foto entnommen von <http://www.naturfoto-cz.de/bilder/andera/nordische-wuhlmaus-MA0007.jpg>, 14.03.2013)

Verbreitung

M. oeconomus kommt in den kalten bis gemäßigten Zonen der Holarktis vor, vom nordwestlichen Nordamerika über ganz Nordasien nach Westen bis Skandinavien und Mitteleuropa. Zudem gibt es auch einige isolierte Vorkommen wie beispielsweise im Küstenbereich der Niederlande, im Grenzbereich zwischen Slowakei, Österreich und Ungarn, in Süd-Skandinavien sowie auf den finnischen Inselchen. Das Vorkommen von *M. oeconomus* in Europa dürfte im Schrumpfen sein, die Art ist immer mehr auf Reliktareale beschränkt (Niethammer/ Krapp, 1982).

Ökologie

M. oeconomus kommt vorzugsweise auf feuchten bis nassen Flächen mit dichtem Pflanzenbewuchs vor. In Nord-Skandinavien findet man sie in alluvialen Wiesen und Gebüsch sowie auch in gelegentlich überschwemmten, offenen oder mit Gebüsch bestandenen Mooren. Im Winter kommt *M. oeconomus* eher an trockenen Stellen vor, welche vor den Frühjahrshochwassern sicher sind (Niethammer/Krapp, 1982)

Nahrung

M. oeconomus ernährt sich fast ausschließlich herbivor. Der Darmtrakt ist charakteristisch für einen reinen Pflanzenfresser. Sie ernähren sich vor allem von Gräsern, gelegentlich fressen sie auch Wurzeln, unterirdische Ausläufer und Speicherorgane sowie Schachtelhalme und Dikotyle (Niethammer/Krapp, 1982).

Paläontologie

Die Entwicklungslinie welche zu *M. oeconomus* führte ist seit dem Mindel-Glazial von den anderen *Microtus*-Arten abtrennbar. Die älteren Formen werden zumeist als *M. ratticepoides* Hinton 1923 abgetrennt und waren kleiner als die heute in Mitteleuropa vorkommenden Sumpfmäuse (Niethammer/Krapp, 1982).

Zähne

Die Längen des M_1 reichen von 1,6 bis 2,9 mm. Der M_1 besitzt zumeist nur vier geschlossene Schmelzdreiecke. Davor außen oft keine weitere Schmelzfalte. Bei den Dentindreiecken sind T4 und T5 getrennt, T5 und T6 weitgehend zusammengesetzt (Nadachowsky, 1991). Das *oeconomus*-Muster kann auch bei anderen Arten auftreten. Der M^3 hat für gewöhnlich Normalform, manchmal ist er komplexer, nur sehr selten simplex (Niethammer/ Krapp, 1982).

Das untenstehende Foto (Abb.6) wurde von der Autorin gemacht und zeigt einen M_1 von *M. oeconomus* aus Cheile Turzii.



Abb. 6: M₁ von *Microtus oeconomus* aus Cheile Turzii (Rumänien), bestehend aus Lobus posterior, fünf getrennten Dentindreiecken und Anteroconid-Komplex (Foto Ayyildiz C.)

GENUS *CHIONOMYS* MILLER, 1908

Ob es sich bei *Chionomys* um eine eigene Gattung handelt oder aber um eine Untergattung von *Microtus* (sensu stricto) ist noch nicht ganz geklärt. Die Autoren sind hier geteilter Auffassungen, die taxonomische Stellung von *Chionomys* ist umstritten. Während Krapp (1982) die Schneemäuse (*Chionomys*) zu *Microtus* stellt, behandeln russische Autoren wie etwa Gromov & Polyakov (1977) *Chionomys* als separate Gattung. Auch biochemische und karyologische Analysen haben gezeigt, dass der genetische Unterschied zwischen *Chionomys* und *Microtus* sehr groß ist, ja sogar größer als bei *Arvicola* und *Microtus*. Somit erscheint eine taxonomische Stellung von *Chionomys* durchaus als gerechtfertigt (Nadachowski, 1991). Fossile Gruppen die traditionellerweise zu *Chionomys* gezählt werden sind: *Microtus malei* (Hinton, 1907), *Microtus nivaloides* (Forsyth Major, 1902), *Microtus nivalus* (Hinton, 1923) und *Microtus ratticepoides* (Hinton, 1923). Diese scheinen jedoch zur Gattung *Microtus* (sensu stricto) zu gehören (Nadachowski, 1991).

Im älteren Biharium werden die Schneemäuse in zwei Linien aufgespalten. Eine davon scheint in Europa das erste Mal aufgetreten zu sein und sich hier entwickelt zu haben (*Chionomys nivalis*-Linie), während die andere Linie vermutlich im Nahen Osten oder im Kaukasus aufgetreten ist (*Ch. roberti-gud*-Linie) (Nadachowski, 1991).

Von *Chionomys* gibt es rezent drei Arten: *Ch. nivalis* (Martins, 1842), *Ch. gud* (Satunin, 1902) und *Ch. roberti* (Thomas, 1908) (Nadachowski, 1991).

Entstehung der Gattung *Chionomys*

Was die Evolution von *Chionomys* anbelangt gibt es zwei Theorien. Eine Auffassung meint, dass *Microtus (Allophaiomys) pliocaenicus* der Vorfahr aller phylogenetischen Linien von *Microtus* und somit auch von *Chionomys* ist (Chaline, 1972, Rabeder, 1981, Fejfar & Horacek, 1983). So soll sich *Chionomys* während des unteren Biharium von *Allophaiomys* abgespalten haben. Diese Theorie wird durch Analysen an fossilem Material unterstützt, so wurden nivaloid Muster von M₁ (Morphotypen lebrunii, aquitanus und nivalis) bei allen Stichproben von *Allophaiomys* gefunden (Nadachowski, 1991).

Die zweite Auffassung hält es für möglich, dass sich *Chionomys* von einem bis dato unbekannten Vorfahren welcher zu Gattung *Mimomys* gehört, abgespalten hat (Agadzhanian & Yatsenko, 1984, Graf, 1982). Diese Abspaltung soll noch früher, etwa an der Grenze Pliozän/Pleistozän, stattgefunden haben. Unterstützt wird diese Theorie durch biochemische Analysen. Die erstere Auffassung erscheint wahrscheinlicher, jedoch ist die tatsächliche Herkunft von *Chionomys* noch nicht geklärt. Es bedarf also weiterer Untersuchungen (Nadachowski, 1991).

***Chionomys nivalis* (Martins, 1842) - Schneemaus**

Aussehen

Ch. nivalis (Abb.7) ist zumeist relativ groß (bis zu 140 mm Körpergröße). Der Schwanz ist etwas kleiner als die Hälfte der Körperlänge. Der Rücken ist hellgrau gefärbt mit schwarzer Strichelung. Der Bauch ist graulich-weiß. Der Schädel ist groß und flach, die Vorderkappe des M₁ ist relativ einfach gebaut (Niethammer/Krapp, 1982).



Abb. 7: *Chionomys nivalis*

(Foto entnommen aus <http://www.naturephoto-cz.com/photos/andera/chionomys-nivalis-i00203.jpg>, 14.03.2013)

Verbreitung

Sehr zersplittertes Reliktareal, welches felsige Regionen vom Hochgebirge bis zum Tiefland umfasst. *Ch. nivalis* ist überwiegend an die höheren Gebirge der südlichen W-Paläarktis gebunden. In Europa bilden die Alpen das größte zusammenhängende Teilgebiet vom *Ch. nivalis*. Außerhalb von Europa kommt die Schneemaus noch in vielen Gebirgen SW-Asiens vor (z.B.: Kleinasien, Kaukasus) (Niethammer/Krapp, 1982).

Ökologie und Nahrung

Ch. nivalis bevorzugt Felsfluren unterschiedlicher Art. Kommt in Bergregionen von Europa, Kleinasien und anderen Teilen West-Asiens vor, sowie in Küstenregionen und sumpfigen Wäldern (Gromov& Polyakov, 1992). *Ch. nivalis* ernährt sich ausschließlich von Pflanzen (Niethammer/Krapp, 1982).

Paläontologie

Verwandte von *Ch. nivalis* sind seit dem ersten Auftreten der Gattung *Microtus* bekannt. Die frühe, von der Stammart *Allaphaiomys pliocaenicus* ausgehende Radiation, lieferte die Vorfahren der Gattungen *Microtus* und *Chionomys* (Niethammer/Krapp, 1982).

Während der Eiszeit bewohnten Schneemausverwandte weite Teile Europas, im Westen erreichten sie Großbritannien. Hier beschrieb Hinton (1923) die beiden fossilen Formen *nivaloides* und *nivalinus*. *M. nivaloides* ist gekennzeichnet durch schmalere Vorderkappen am M_1 sowie deutlich konkaven Lingual- und Labialseiten. Der M_1 ist im Schnitt kleiner als bei rezenten Vertretern (2,7 statt 3 mm). Bei *nivalinus* ist der M_1 schon sehr ähnlich wie jener von *nivalis*, der M^3 entspricht aber noch der Normalform (Niethammer/Krapp, 1982).

Die Ansichten über die Entwicklungsgeschichte von *Ch. nivalis* sind sehr unterschiedlich, es gibt noch keine genaue Festlegung. Was jedoch als sehr sicher gilt, ist dass die Schneemaus des Jungpleistozäns zur rezenten Art zählt (Niethammer/Krapp, 1982).

Zähne

Die M_1 -Längen reichen von 2,32 bis 3,56 mm (Nadachowsky, 1992). Der M_1 ist oft ähnlich wie bei *M. oeconomus*. Der Vorderlobus ist halbmondförmig oder, wenn verlängert, pfeilspitzartig, aber nie durch einspringende Winkel unterteilt. Gewöhnlich besitzt der M_1 wie bei *M. arvalis* labial drei, lingual zwei geschlossene Dentindreiecke. Bisweilen steht das vorderste linguale Dreieck wie bei *M. oeconomus* mit dem Vorderlobus in offener Verbindung (Niethammer/Krapp, 1982). Zumeist sind jedoch T5 und T6 getrennt (Nadachowsky, 1992). Der M^3 hat simplex Form (Niethammer/Krapp, 1982).

Das unten abgebildete Foto (Abb.8) wurde von der Autorin gemacht und zeigt einen M_1 von *Ch. nivalis* aus Cheile Turzii.

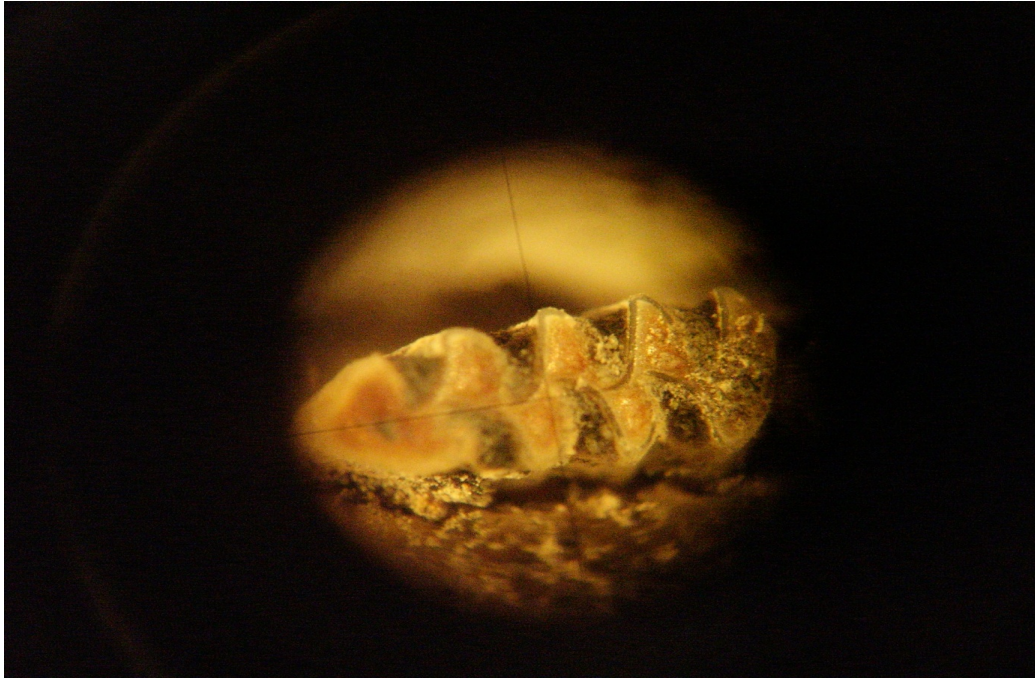


Abb. 8: M₁ von *Chionomys nivalis* aus Cheile Turzii (Rumänien), bestehend aus Lobus posterior, fünf getrennten Dentindreiecken und Anteroconid-Komplex (Foto Ayyildiz C.)

GENUS ARVICOLA LACEPEDE, 1799

Die Gattung *Arvicola* geht wie *Microtus* auf die fossile Gattung *Mimomys* zurück. Aus *Mimomys savini* geht an der Wende vom Alt- zum Mittelpleistozän die Gattung *Arvicola* hervor. Auch hier lässt sich wie schon bei *Microtus* eine Reduktion des leeseitigen Schmelzbandes beobachten (Niethammer, Krapp, 1982).

***Arvicola terrestris* (Linnaeus, 1758) - Schermaus**

Aussehen

Arvicola terrestris (Abb.9) ist eine polymorphe Art mit stark variierender Größe und Fellfärbung. Das Fell kann sandfarben, graubraun, mittel-dunkel- schwarzbraun sein und hat oft einen rötlichen Schimmer. Der Körper ist gedrungen und die Ohren kurz. Der Schwanz macht etwa die Hälfte der Körpergröße aus und ist kurz behaart (Niethammer/Krapp, 1982).



Abb. 9: *Arvicola terrestris*

(Foto entnommen von <http://www.naturephoto-cz.com/photos/andera/arvicola-terrestris-xxxhryzec.jpg>, 14.03.2013)

Verbreitung:

Sind in ganz Nord-, Mittel- und Osteuropa verbreitet, sowie in großen Teilen von West-, Süd- und Süd- Osteuropa (Niethammer/Krapp, 1982).

Ökologie

In der Ebene kommen sie vor allem an dicht bewachsenen Ufern langsam fließender Gewässer vor. Optimal sind Stellen mit schlammigen Rändern sowie schlickigem Grund. Sie können auch an Seen und Teichen, in Mooren und Sümpfen an Be- und Entwässerungsgraben vorkommen sowie an Kanälen. Nach Wieland (1973) sind Ufer sowie stark grundwasserbeeinflusste Standorte mit dichtem Bodenbewuchs Primärbiotop, von welchen Besiedelung sekundärer Biotop, wie Wiesen, Äcker und Gärten, stattfindet (Niethammer/Krapp, 1982).

Nahrung

Meist herbivore Ernährung. *A. terrestris* frisst vor allem Gräser, an Gewässern fast ausschließlich vegetative Teile der an Ufer und im Wasser wachsenden Mono- und Dikotylen. Selten fressen sie Samen, Früchte oder Blüten und noch seltener animalische Kost (Insekten, Mollusken Fische) (Niethammer/Krapp, 1982).

Paläontologie

Als Vorfahre von *A. terrestris* gilt *Mimomys Forsyth Major*, 1902. Diese war im oberen Pliozän und frühen Pleistozän weit verbreitet in Europa. Sie unterscheidet sich von rezenten *Arvicola* durch im Alter mehrwurzelige Molaren, einen komplizierten M_1 (Schmelzinsel im Vorderlobus, „*Mimomys Kante*“). Von Koenigswald (1970) sieht eine Entwicklungslinie vom altpleistozänen *Mimomys savini* über die mittelpleistozäne Gattung *Arvicola cantiana* (Hinton, 1910) zur rezenten *A. terrestris* (Niethammer/Krapp, 1982).

Zähne

Die M_1 -Länge reicht von 4,1-5 mm, sie sind durch ihre Größe leicht von *Microtus* zu trennen. Der M_1 besitzt insgesamt fünf von Schmelz umschlossene Triangel. Der M^3 hat insgesamt vier Triangel, durch stärkere Abschnürung am hinteren Zahnpol, entsteht an der Außenseite ein weiteres Schmelzdreieck (Niethammer/Krapp, 1982).

Untenstehende Abbildung (Abb.10) zeigt einen M_1 von *A. terrestris* aus Cheile Turzii. Das Foto wurde von der Autorin gemacht.



Abb. 10: M_1 von *Arvicola terrestris* aus Cheile Turzii (Rumänien) (Foto Ayyildiz C.)

Abschließend seien noch einige Merkmale angeführt, welche in der Familie der Arvicoliden als ursprünglich bzw. abgeleitet gesehen werden (Tab. 4):

Tabelle 4: Merkmale (ursprünglich und abgeleitet) bei den *Arvicoliden* (Tabelle übernommen aus Niethammer/ Krapp, 1982)

Merkmal	ursprünglich	abgeleitet
Schwanz, Hinterfuß	lang	kurz
Auge	größer	kleiner
Ohrkapselwand	dünn, kompakt	fest, schwammig
Molarenwachstum	begrenzt	unbegrenzt
Schmelzbänder luv-und leeseitig	gleich dick	leeseitig wird dünner
Zahl der Schmelzfalten	gering	hoch
Nahrung	Samen, Dikotyle	Monokotyle
Lebensraum	Fels, Wald	Steppe
Lebensweise	oberirdisch	subterrän

1.6. Lage der Höhle

Die beschriebenen Arvicoliden-Reste stammen aus der Kleinsäugerschicht aus der rumänischen Höhle Cheile Turzii. Neben Wühlmäusen waren die Gruppen der Fledermäuse sowie der Spitzmäuse am häufigsten vertreten. Das untersuchte Knochenmaterial stammt aus dem Neolithikum, möglicherweise Bronzezeit. Die Schichtfolgen reichen im obersten Abschnitt bis ins Holozän, aus dem aber keine Funde bekannt sind. Die Kieferüberreste der Arvicoliden wurden genau untersucht und vermessen. Die Ergebnisse der Messungen wurden mit Referenzwerten aus der Literatur (Nagel, 1990, 1997, Nadachowsky, 1984, 1991) verglichen.

Die Höhle befindet sich im nordwestlichen Bereich von Rumänien, südlich der Stadt Cluj-Napoca im Nationalpark Cheilor Turzii (Abb.11+12). Durch den Park führt eine Schlucht in der mehrere Höhlen zu sehen sind. Die Cheile Turzii-Höhle befindet sich im südlichen Abschnitt des Nationalparks.

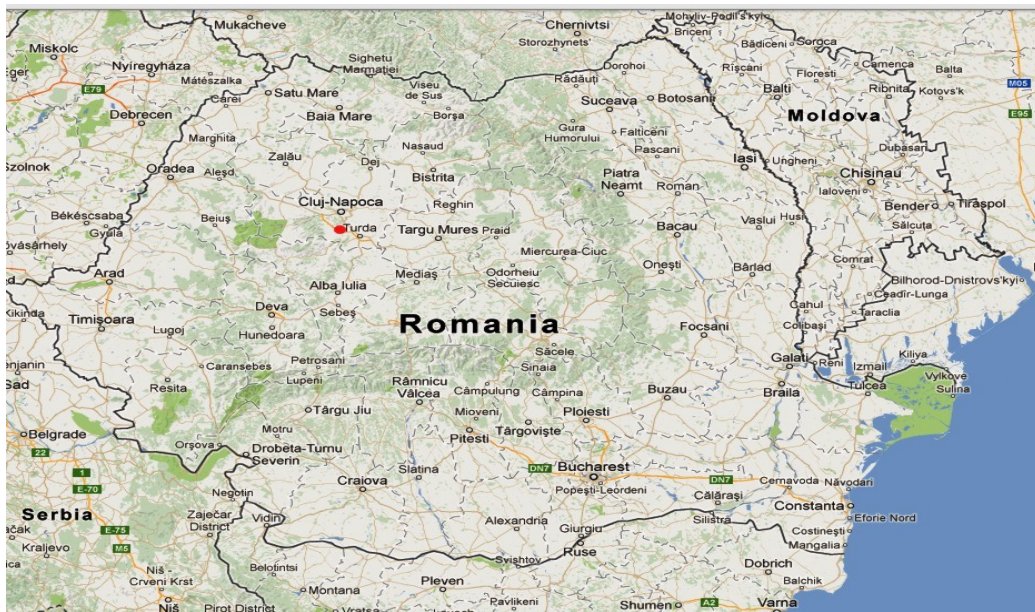


Abb. 11: Karte Rumänien-Nationalpark Cluj Napoca (von Lazarovici zur Verfügung gestellt)



Abb. 12: Karte Rumänien-Nationalpark Cluj Napoca, Cheile Turzii Höhle (von Lazarovici zur Verfügung gestellt)

Grabung und zeitliche Einstufung: Die Grabungen wurden von Gheorghe Lazarovici, Direktor des „Museul de istorie al Transilvaniei“ in Cluj-Napoca, durchgeführt. Die erste Grabungskampagne erfolgte 1995, die zweite und längere zwischen 2003 und 2010. Dabei wurden 70 Quadranten zu je 1x1m ergraben. Die Quadranten sind in der X-Achse mit Buchstaben und in der Y-Achse mit Zahlen versehen. Vom Liegenden ins Hängende konnten vier Schichtenpakete unterschieden werden (1a, 1b, 2a, 2b), die ihrerseits nochmal zu gliedern waren (1a1, 1a2, 1b1, 1b2, 2a1, 2a2, 2a3, 2b1, 2b2, 2b3 und 2b4) (Abb.13).

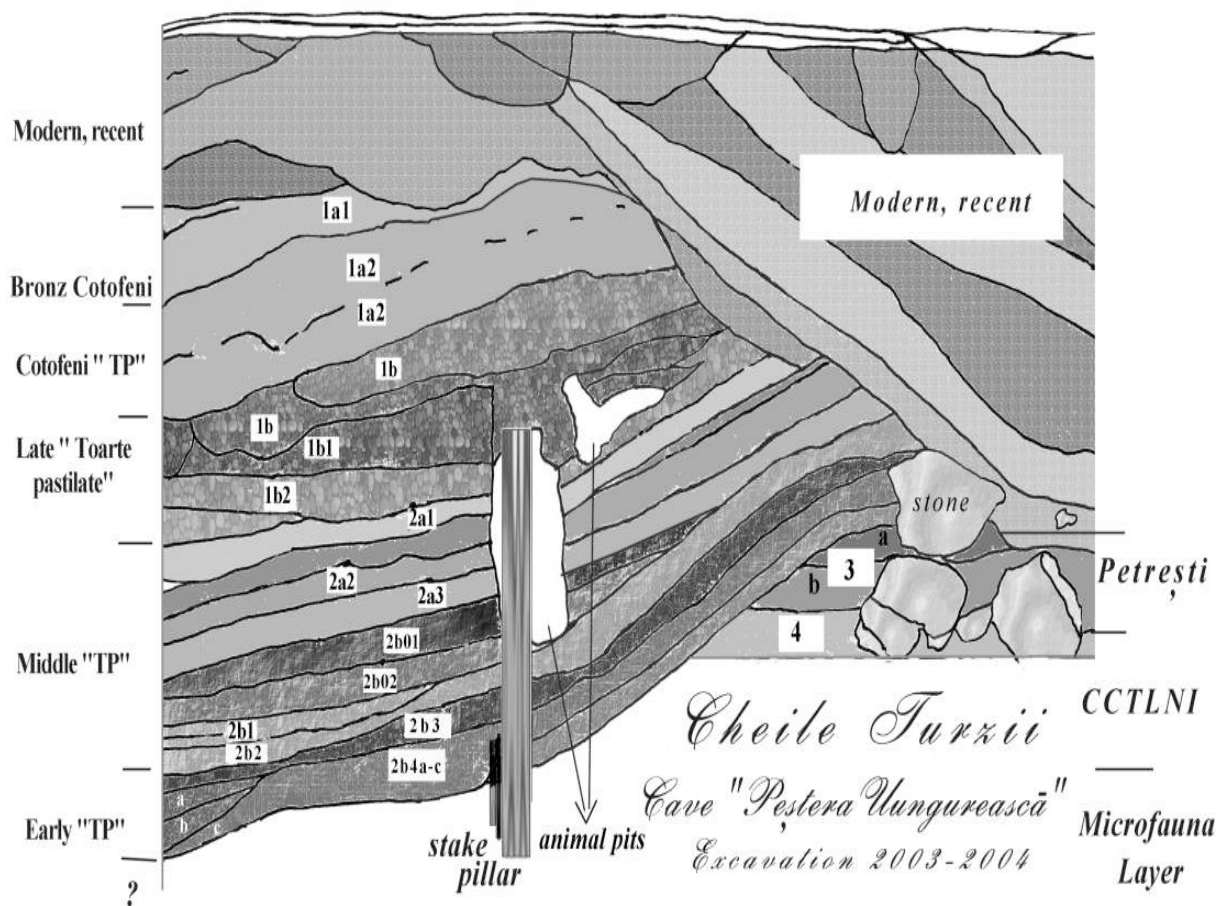


Abb. 13: Schichtpakete der Cheile Turzii-Höhle (von Lazarovici zur Verfügung gestellt)

Die Radiokarbondatierungen von Niveau 2a, 2a3 und 2b wurden in Groningen durchgeführt und reichen von 5.300 ± 40 BP bis 5.100 ± 40 BP (BP = before present), was ein kalibriertes Alter von etwa 4.200 BC bis 3.800 BC (BC = before Christ) ergibt. Diese entspricht dem Übergang vom jüngeren Neolithikum zur Bronzezeit (Abb.14).

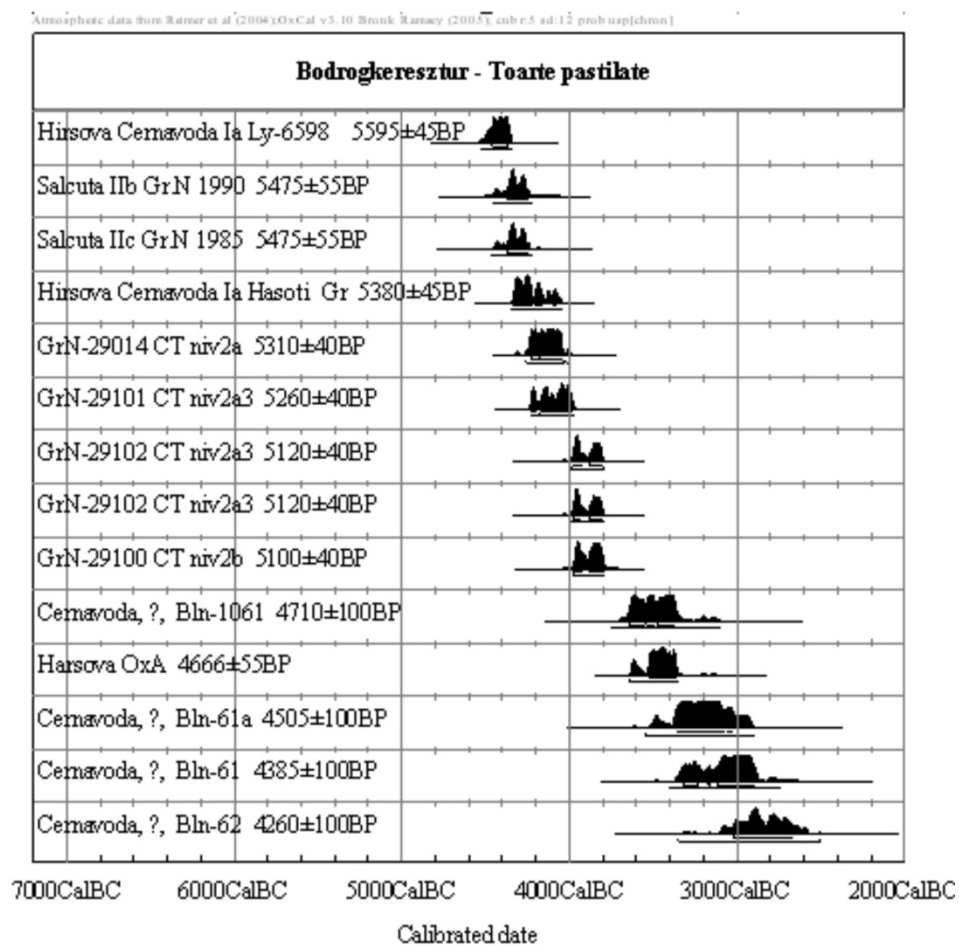


Abb. 14: Altersdatierungen der Grabungen (von Lazarovici zur Verfügung gestellt)

1.7. Methodik

Bei dem von mir behandelten Kleinsäugermaterial handelt es sich um Zähne von Arvicoliden, welche aus der Cheile Turzii (Höhle in Rumänien, Bronzezeit) stammen. Das Material bestand vorwiegend aus Einzelzähnen sowie aus Unterkiefer. Die Hauptmasse stellen die Gattungen *Arvicola*, *Microtus* und *Chionomys* da. Bei dem von mir untersuchten Zähnen handelt es sich ausschließlich um M_1 , insgesamt wurden 92 Molaren näher von mir untersucht. Dabei wurden die Zähne zuerst, mithilfe eines mit einer speziellen Mess-Einrichtung ausgestatteten Binokulars, vermessen und dann gemeinsam mit D. Nagel deren Morphotyp bestimmt. Die Methode mit der vorgegangen wurde, bezeichnet man als Morphodynamik-Konzept, sie wurde von Rabeder (1981) für die Gruppe der Arvicoliden aufgestellt, wobei ein ähnliches Modell bereits von Agadjanian & Koenigswald (1977) für *Dicrostonyx* entworfen wurde (Nagel, 1990). Dabei wurde zuerst eine qualitative Aufstellung der an den Molaren vorkommenden Morphotypen vorgenommen, anschließend folgte deren quantitative Aufteilung (Nagel, 1996).

Bei Morphotypen handelt es sich um Formvarianten der Occlusalfläche, welche zumeist nach Arten oder Unterarten benannt werden, bei welchen sie oft vorkommen bzw. in charakteristischer Weise ausgeprägt sind. Die Morphotypen können entweder mit historischen Namen, mit Zahlen oder mit Buchstaben benannt werden. Jedoch sind Morphotypen-Namen niemals Bezeichnungen für taxonomische Arten. Sie unterliegen daher auch nicht den Nomenklatur Regeln (Rabeder, 1981). Auf die unterschiedlichen Morphotypen-Reihen wird später noch genauer eingegangen.

Mithilfe des Morphodynamik-Konzeptes bekommt man bereits eine relativ zuverlässige stratigraphische Aussage. Zusätzlich wird dann auch noch der sogenannte Anteroconid-Länge-Wert (=A/L-Wert, Abb.15) am M_1 bestimmt. Dabei wird die occlusale Gesamtlänge des Zahnes durch die Länge des Anteroconid Komplexes dividiert. Der jeweilige Wert wird dann mit 100 multipliziert um auf die Prozente zu kommen. Als Anteroconid Komplex bezeichnet man den vorderen Abschnitt des M_1 (T4, T5 und Vorderkappe), im Laufe der Evolution veränderte sich dieser Anteroconid Komplex indem er immer länger wurde (Nagel, 1990).



Abb. 15: Maße der Occlusalfläche am M₁, Messwerte sind die occlusale Länge (1-2) und die Länge des Anteroconid- Komplexes (1-3) (nach Nagel, 1990)

Bei den von mir untersuchten Molaren handelt es sich geologisch gesehen um relativ junge Zähne. Sie wurden auf ein Alter von circa 4.000 Jahre datiert und stammen in etwa aus der Bronzezeit. Dadurch dass die Zähne so hoch evolviert sind, fällt die Untersuchung der Linea sinuosa weg, die Zähne sind bereits wurzellos. Der Schmelz hat im Falle von *Microtus* vermutlich schon sein höchstes Entwicklungsniveau, microtoknem, erreicht. Jedoch wurden keine Schliffe durchgeführt, um dieses zu überprüfen.

Anhand der Morphotypen lassen sich bereits einige Evolutionstendenzen ableiten (die Bestimmung der Morphotypen erfolgte durch meine Betreuerin Doris Nagel). Es existiert auch noch eine Reihe von anderen Tendenzen, welche zur Entwicklung moderner Formen geführt haben (Nagel, 1990):

- Die zunehmende Hypsodontie der Molaren.
Diese ist eine der auffälligsten Merkmale in der Evolution der Arvicoliden. Als Hypsodontie wird zumeist die relative Kronenhöhe verstanden und im speziellen Fall der Arvicoliden das Verhältnis von Kronenhöhe zur occlusalen Länge eines Molaren (Rabeder, 1981).
Microtus, *Chionomys* und *Arvicola* sind bereits wurzellos, ihre jeweiligen Vorfahren besaßen aber sehr wohl bewurzelte Zähne. An den Seitenwänden der Zahnkrone befinden sich schmelzfrie Stellen die als Sinus bzw. Sinuide bezeichnet werden. Beim

lebenden Tier setzen hier Bindegewebsstränge an, welche dazu dienen den Zahn im Kiefer zu befestigen. Dies ist deshalb von großer Bedeutung, da das Bindegewebe nicht am Schmelz ansetzen kann. Bei wurzellosen Zähnen stellen sie zeitlebens die einzige Verbindung des Zahnes mit dem Kiefer da. Die jeweilige Höhe der Sinusbildungen ist vom Kaudruck abhängig. Durch die zunehmende Hypsodontie erhöht sich die Kauleistung, gleichzeitig steigt auch der zu bildende Schmelz- und Dentinanteil. Dies führt in weiterer Folge zu einer Reduktion des leeseitigen Schmelzbandes (Nagel, 1990).

- Neben der Reduktion des Schmelzbandes kommt es bei *Microtus* auch zur sogenannten Revergenz. Dabei werden die äußeren Teile der luvseitigen Schenkel in Richtung gegen Kaudruck gedreht, bis sie fast senkrecht zu diesem stehen (Rabeder, 1981).
- Desweiteren kommt es zur Vermehrung der Schneidkanten. Besteht der ursprüngliche M₁-Microtustyp noch aus einem Lobus posterior, drei vollständigen Triangeln und den Anteroconid-Komplex, so kommt es in weiterer Folge durch den Einbau von zusätzlichen Synklinalen bzw. Antiklinalen zur Entstehung weiterer Triangel. Dies führt auch zu einer Verlängerung des Anteroconid-Komplexes. Um den jeweiligen Evolutionsgrad zu bestimmen, wäre jedoch eine alleinige Größenmessung zu ungenau, da in jeder Population immer kleinere und größere Individuen vorkommen. Ein objektiveres und stärker aussagekräftiges Maß ist der bereits oben erwähnte A/L-Wert (Nagel, 1990).
- Dadurch dass auch der M³ eine Längenzunahme erfährt, kann hier eine vergleichbare Messung durchgeführt werden. Jedoch wird in diesem Fall nicht die Vorderkappe, sondern die Hinterkappe, der Talonid-Komplex, verlängert. Es wird der sogenannte T/L-Wert berechnet (Nagel, 1990). Da jedoch in meinem Material kein einziger M³ vorkam, fiel diese Messung weg.

Zur Erfassung der Morphotypen

Der ursprünglichste Morphotyp pliocaenicus, von welchem alle weiteren Morphotypen ausgehen, besteht aus einem Lobus posterior, drei Triangeln und einem Anteroconid-Komplex. Diese primitive Form eines Morphotyps ist im Laufe der Evolution zahlreichen Veränderungen ausgesetzt. So kommt es zum Einbau weiterer Synklinalen und Antiklinalen, was die Bildung von zusätzlichen Schneidekanten bewirkt. Durch die sogenannte Vergenz kommt es zudem zu einer Verlängerung der Schneidekanten. Darunter versteht man entweder ein Vorbiegen (= Provergenz am M_1) oder ein Rückbiegen (=Postvergenz am M^3) der Synklinalen. Die Trennung der einzelnen Morphotypen-Gruppen erfolgt gemäß der Strategie welche sie einschlagen. Ein besonders ausschlaggebender Faktor ist dabei die Gestaltung des buccalen Anteils des Anteroconidkomplexes (Nagel, 1990). Merkmale die für die jeweiligen Entwicklungslinien charakteristisch und somit ausschlaggebend für die Systematik sind, treten immer an der Buccalseite des Anteroconidkomplexes auf (Rabeder, 1981). Die linguale Entwicklung des Anteroconidkomplexes (Vertiefung sowie Vergenz der SI3, SI4 und SI5) ist der buccalen stets einen Schritt voraus. Das lässt sich schon allein dadurch erklären, dass im Grundbauplan auf der buccalen Seite, eine Synklinale weniger angelegt wird. Dies führt dazu, dass sich stets Sb3 und SI4 sowie Sb4 und SI5 gegenüberstehen (Nagel, 1990).

Am M_1 lassen sich folgende Gruppen unterscheiden:

Die Arvalis- Reihe:

Diese ist dadurch charakterisiert, dass sie eine gleichmäßige Vermehrung der Syn-bzw. Antiklinalen zeigt (Rabeder, 1981).

Die Ratticeps- Reihe :

Hier werden keinerlei zusätzliche Buccalelemente ausgebildet (Rabeder, 1981).

Die Gregalis-Reihe:

Hier wird nur auf der lingualen Seite weitergebaut, es werden wenig bis gar keine Buccalelemente eingebaut (Rabeder, 1981)

Die Malei- Reihe:

Es kommt zu einer Verlängerung der Vorderkappe, Sb3 und Sl4 sind extrem provergent. Sl5 ist deutlich bis seicht (Rabeder, 1981).

Die Nivalis-Reihe:

Bei dieser werden keine zusätzlichen Elemente eingebaut, jedoch sind die Schneidekanten der Sb3 und der Sl4 durch starke Provergenz deutlich verlängert (Nagel, 1990).

In dem von mir untersuchten Material konnten folgende Morphotypen unterschieden werden:

Arvalis -Reihe:

- **Morphotyp arvalis:**

Dieser ist gekennzeichnet durch das Vorhandensein einer langen Vorderkappe. Zudem schneiden Sb3 und Sl4 so tief ein, dass es zu einer Halsbildung kommt. Sb4 und Sl5 sind seicht, jedoch deutlich vorhanden. Zudem sind T6 und T7 bereits eingeschnürt. Der Microtusschritt (= Trennung der Triangel T4 und T5 durch die provergente Sl3 des M₁) ist bereits erfolgt (Nagel, 1990).

- **Morphotyp agrestis**

Hier kann es durch tieferes Einschneiden der Sl4, zu einer Abschnürung eines weiteren Triangels kommen. Die Vorderkappe hat nach der Abschnürung eine asymmetrische Form (Nagel, 1990). Zwischen Morphotyp arvalis und Morphotyp agrestis gibt es auch Übergangsformen, wie beispielsweise den Morphotyp arvalis-agrestis.

Ratticeps- Reihe:

- Morphotyp ratticeps (=oeconomus):

Er besteht aus einem Lobus posterior, fünf Schmelzdreiecke und einem Anteroconid-Komplex. Der Microtus-Schritt ist bereits erfolgt, T4 und T5 sind getrennt. T6 ist offen mit dem Anteroconid-Komplex verbunden (keine Halsbildung). An der buccalen Seite kommt es zu keiner neuen Synklinalbildung (Nagel, 1990).

Die Nivalis-Reihe:

Diese ist dadurch gekennzeichnet, dass der M_1 aus einem Lobus posterior, drei Triangeln und einer Vorderkappe besteht. Der Microtus-Schritt ist bereits erfolgt, T4 und T5 sind weitgehend voneinander getrennt (Rabeder, 1981). Durch Eintiefung der SI4 bzw. SI5 sowie einer gesteigerten Provergenz der SI3 und SI4 kann man zwischen folgenden zwei Morphotypen unterscheiden (Nagel, 1990):

- Morphotyp nivalinus Hinton, 1923:
Ist dadurch gekennzeichnet, dass die Sb3 und die SI4 provergent werden. Die SI4 ist zudem tief eingeschnitten (Nagel, 1990).
- Morphotyp nivalis Hinton, 1923:
Unterscheidet sich von nivalinus einerseits durch seine größeren Dimensionen, andererseits durch den modernen Schmelz, welcher microtoknem statt mesoknem ist. Die SI5 ist bereits tief und provergent. T5 und T6 sind immer getrennt. Dieser Morphotyp ist dem rezenten *M. nivalis* zuzuordnen (Nagel, 1990).

2. Systematische Beschreibung

2.1. GENUS *MICROTUS* SCHRANK, 1798

Bearbeitetes Material :

53 M₁

Geordnet nach Morphotypen:

- 47 Stück Morphotyp arvalis
- 4 Stück Morphotyp oeconomus
- 2 Stück Morphotyp arvalis-agrestis

Allgemeine Beschreibung :

Die Molaren bei *Microtus* aus Cheile Turzii sind bereits wurzellos. Es ist anzunehmen, dass das Schmelzband bereits microtoknem bzw. pityknem ist, das heißt, dass die Luv-Seite bereits deutlich dicker als die Lee-Seite ist. Jedoch wurden keine Schliffe an den M₁ durchgeführt, die diese Annahmen beweisen. Die Molaren zeigen eine deutliche Polymorphie, diese wird heute mithilfe dynamischer Konzepte (=Morphodynamik) untersucht (Rabeder, 1981, 1986, Malez & Rabeder, 1984, Carls, 1986, Carls & Rabeder, 1988).

Bei den von mir untersuchten *Microtus*-Zähnen kommen drei verschiedene Morphotypen vor, wobei der Morphotyp arvalis dominant ist (Tab. 5):

Tabelle 5: Frequenz der Morphotypen bei *Microtus*:

Morphotyp	Frequenz (%)
arvalis	88,68
oeconomus	7,55
arvalis-agrestis	3,77

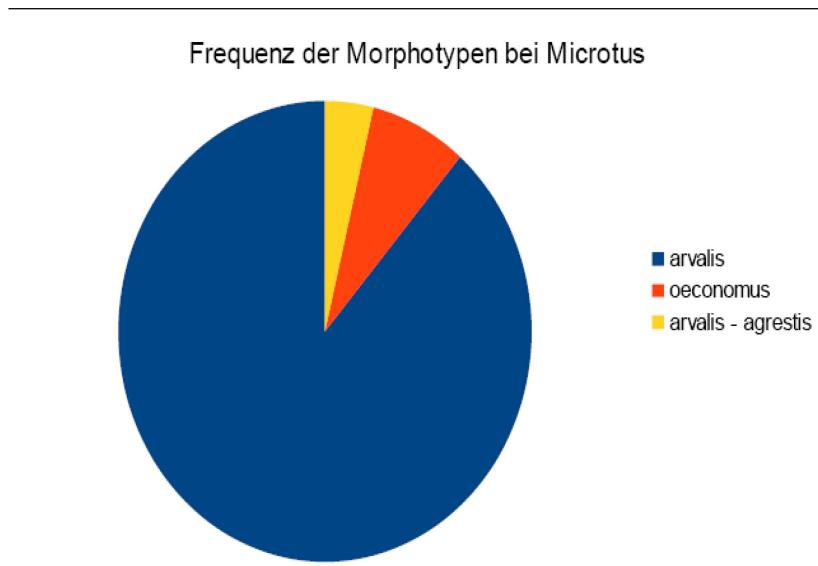


Abb. 16: Frequenz der Morphotypen bei *Microtus*

Aus der obigen Tabelle (Tab. 5) bzw. Abbildung (Abb. 16) geht gut hervor, dass in Cheile Turzii die Art *M. arvalis* vorkam. Bei dieser kam überwiegend der Morphotyp arvalis (bei 47 von 49 M₁) vor, und in einem sehr geringen Ausmaß auch der Morphotyp arvalis-agrestis (bei 2 von 49 M₁). Neben *M. arvalis* kam auch *M. oeconomus* vor, so wurde bei vier M₁ der Morphotyp oeconomus (=ratticeps) festgestellt. Da dieser Morphotyp in der Variabilität von *M. arvalis* so gut wie nie vorkommt, kann man die Anwesenheit von *M. oeconomus* annehmen.

***Microtus arvalis* (Pallas, 1779)**

Beschreibung der Art:

Microtus arvalis ist klein bis mittelgroß (95- 120 mm). Sie ist weit verbreitet in Europa, so kommt sie von Spanien bis Zentralrussland vor. *M. arvalis* bevorzugt vor allem ein offenes, nicht zu feuchtes Grasland. Sie ernährt sich vorwiegend herbivor. Was die Abstammung von *M. arvalis* anbelangt gibt es noch zahlreiche Unklarheiten (Niethammer/Krapp, 1982).

Bei dem von mir untersuchtem Material, war *Microtus arvalis* deutlich dominant. Bei 49 der insgesamt 92 Zähne handelt es sich um M₁ von *M. arvalis*. Dabei war der Morphotyp arvalis vorherrschend. Dieser kam bei 47 der 49 M₁ von *M. arvalis* vor, bei den restlichen 2 M₁ wurde der Morphotyp arvalis- agrestis festgestellt.

Folgende Tabellen (Tab. 6 + 7) zeigen in welchen Quadranten bzw. Niveaus die M_1 von *M. arvalis* gefunden wurden. Auch die Mess- Ergebnisse von *M. arvalis* werden angeführt.

Gemessen wurde die Länge des M_1 , dessen Breite sowie die Länge des Anteroconidkomplexes. Ebenso wurde der A/L-Wert bestimmt. Tabelle 6 fasst die Ergebnisse für *M. arvalis* mit dem Morphotyp arvalis zusammen, Tabelle 7 jene von *M. arvalis* mit Morphotyp arvalis- agrestis.

Tabelle 6: Messungen am M_1 von *M. arvalis*

Morphotyp arvalis

Quadrant	Niveau	Länge M_1 (mm)	Länge Anteroconid(mm)	Breite M_1 (mm)	A/L Wert(%)
D6	1,70m	2,8	1,5	1,0	53,6
D6	1,70m	2,7	1,4	1,0	51,9
E6	2A1	2,9	1,4	0,8	48,3
E6	1,10m	2,9	1,5	1,0	51,7
F5	1,90m	2,8	1,5	1,2	53,6
F5	1,90m	2,7	1,5	0,9	55,6
F5	1,90m	2,7	1,5	1,0	55,6
F6	A3	3,1	1,8	0,9	58,1
G5	2A1	2,9	1,5	1,0	51,7
G5	2A1	2,7	1,5	1,2	55,6
G5	2A1	2,6	1,3	0,9	50
G5	2A1	2,7	1,4	1,0	51,9
G5	2A2	3,0	1,5	1,1	50
G5	2A2	2,7	1,4	1,1	51,9
G5	2A2	3,3	1,8	-	54,5
G5	2A2	2,7	1,5	1,0	55,6
G5	2A2	2,8	1,4	1,1	50
G5	2A2	2,9	1,5	1,2	51,7
G5	2A2	2,8	1,5	1,0	53,6
G5	2A2	2,8	1,5	0,8	53,6
G5	2A2	2,7	1,3	1,1	48,1
G5	2A3	2,8	1,4	1,2	50
G5	2A3	2,9	1,4	1,1	48,3
G5	2B	2,7	1,5	0,9	55,6
G5	2B	2,9	1,5	1,0	51,7
G5	2B	2,9	1,5	1,1	51,7
G6	2A1	2,7	1,5	1,0	55,6
G6	1,2-2A1	3	1,5	1,2	50
G6	1,2-2A1	3	1,6	1,1	53,3

G6	1,2-2A1	2,9	1,4	1,0	48,3
G6	2A2	2,8	1,5	0,9	53,6
G6	2A2	3	1,6	1,1	53,3
G6	2A2	3	1,7	-	56,7
G6	2A2	3	1,5	1,0	50
G6	2A2	2,7	1,4	1,1	51,9
G6	2A3	3	1,4	1,2	46,7
G6	2A3	2,8	1,4	0,9	50
G6	2B1	2,7	1,4	1,1	51,9
G6	1,20m	2,6	1,4	0,8	53,8
G6	1,20m	2,7	1,3	1,1	48,1
G6	1,20m	3,0	1,5	1,2	50
G6	1,80m	2,6	1,4	0,8	53,8
G6	1,80m	2,7	1,4	0,8	51,9
G6	Grooto	3,1	1,6	1,1	51,6
G6	?	2,8	1,4	1,2	50
Atelier	1,20	2,8	1,5	0,9	53,6
Atelier	2B	2,8	1,4	1,2	50

Tabelle 7: Messungen am M₁ von *M. arvalis*

Morphotyp arvalis-agrestis

Quadrant	Niveau	Länge M ₁ (mm)	Länge Anteroconid(mm)	Breite M ₁ (mm)	A/L Wert(%)
G6	0-0,20m	2,9	1,5	1,0	51,7
G6	2A2	2,9	1,4	1,0	48,3

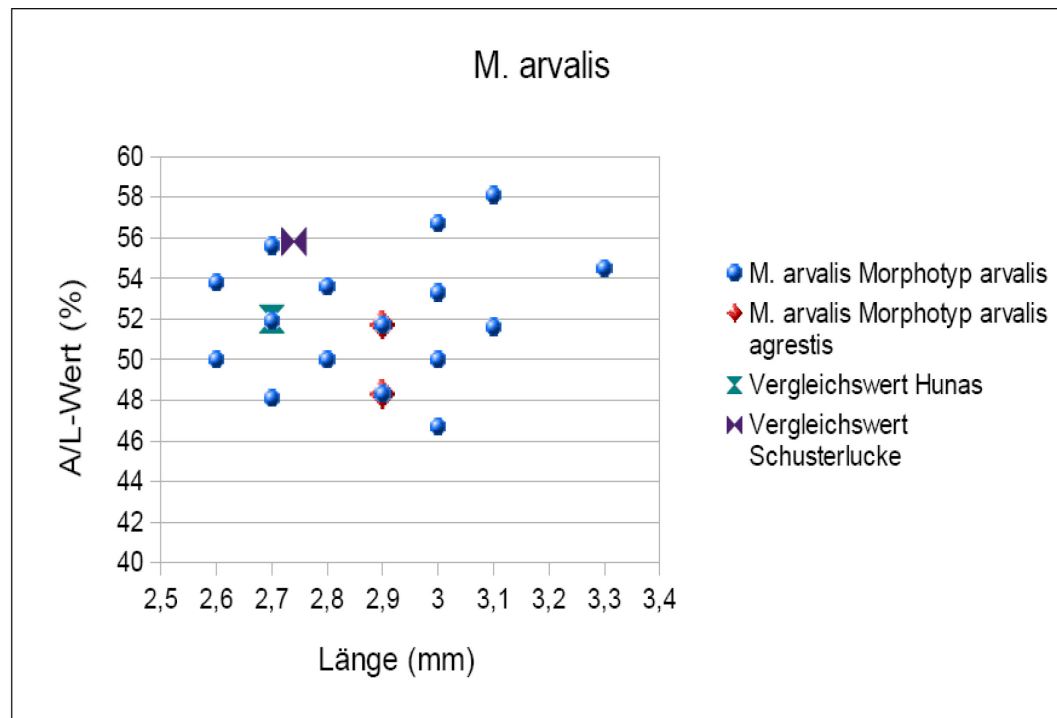


Abb. 17: Diagramm zum M_1 -Index von *M. arvalis* (gemessen wurden die Länge des M_1 , sowie der A/L-Wert)

Aus obiger Grafik (Abb. 17) geht hervor, dass die meisten der 49 M_1 von *M. arvalis* sehr ähnliche, ja sogar identische Dimensionen besaßen (Vergleich siehe Tab.6, 7). Die gemessenen Werte für *M. arvalis* waren insgesamt überraschend klein. Stellt man den Ergebnissen von Cheile Turzii, die Ergebnisse der Schusterlucke gegenüber, so sieht man das diese im Mittel deutlich größer sind, v. a. was den A/L-Wert anbelangt. Die Ergebnisse von Hunas hingegen passen sehr gut zu jenen aus Cheile Turzii (Vergleich siehe Tab. 9).

Bei den 49 von *M. arvalis* gefundenen M_1 wurden 21 im Quadrant G6, 18 in G5, 3 in F5, je 2 in D6, E6 und Atelier, sowie einer im Quadrant F6 gefunden (Tab. 8):

Tabelle 8: Aufteilung der M_1 von *M. arvalis* auf die einzelnen Quadranten:

Quadrant	n	Frequenz (%)
G6	21	42,86
G5	18	36,73
F5	3	6,12
D6	2	4,08

E6	2	4,08
Atelier	2	4,08
F6	1	2,04

Es war auffällig, dass die Mehrheit der *M. arvalis*- Zähne in den Quadranten G5 und G6 gefunden wurde. Diese beiden Quadranten waren besonders reich an Material (Vergleich siehe Abb. 18). Was die Schichtpakete anbelangt, wurden die meisten Zähne im Schichtpaket A gefunden. Selten waren Funde im Schichtpaket B. In Schichtpaket C und D wurden überhaupt keine Zähne gefunden.

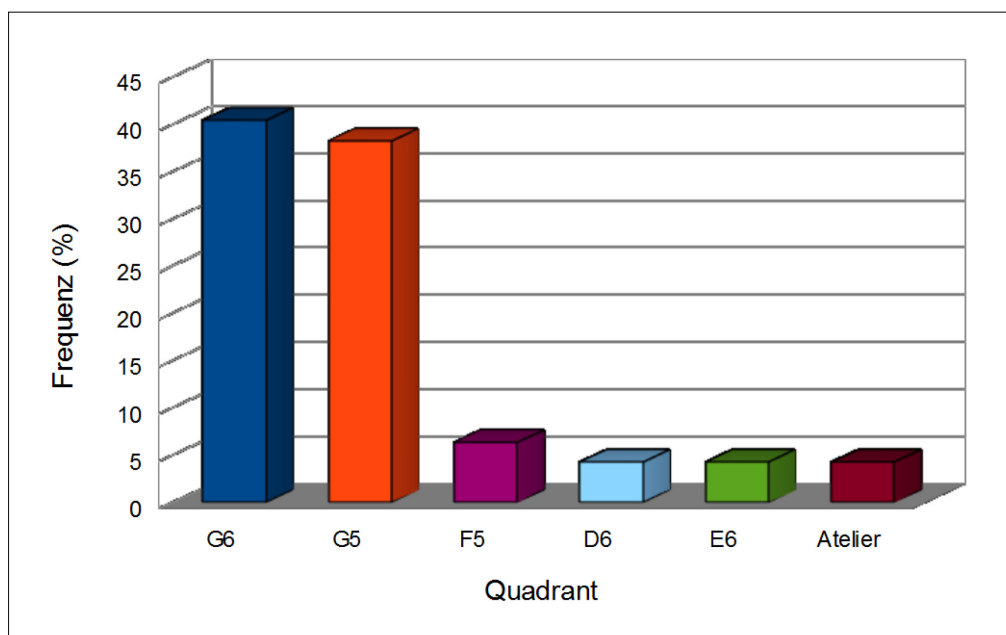


Abb. 18: Aufteilung der M₁ von *M. arvalis* auf die einzelnen Quadranten

Die Mess-Ergebnisse von *M. arvalis* mit dem Morphotyp arvalis (Länge des M₁, sowie A/L-Wert) wurden mit den Ergebnissen der Funde aus dem Hunas (Mittelpleistozän) und der Schusterlucke (spätes Würm) verglichen (Tab. 9). Leider lagen aus der bulgarischen Bacho Kiro Höhle keine Vergleichswerte für *M. arvalis* vor.

Tabelle 9: A/L- Werte und Größenvergleich am M₁ bei *Microtus arvalis* mit Morphotyp *arvalis*

	Hunas		Schusterlucke		Cheile Turzii			
	Mittelwert	n	Variationsbreite	Mittelwert	n	Variationsbreite	Mittelwert	n
A/L	52	69	-	55,8	81	46,7-58,1	52,03	47
Länge (mm)	2,70		2,44-3,05	2,74		2,6-3,3	2,83	

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass die Länge des M₁ bei *M. arvalis* stetig zunimmt, sie steigt von 2,70 mm aus dem Hunas auf 2,83 mm in Cheile Turzii. Die Länge des M₁ ist jedoch ein sehr ungenaues Maß aus dem sich der Evolutionsgrad nicht wirklich optimal ablesen lässt. Ein weitaus objektiveres und aussagekräftigeres Maß ist der A/L- Wert. Dieser sollte im Laufe der Evolution, durch eine Verlängerung der Vorderkappe kontinuierlich zunehmen. Jedoch geht aus obiger Tabelle hervor, dass die Werte von Cheile Turzii (etwa Bronzezeit) nur bei 52,03 liegen und damit deutlich unter jenen 55,8 der Schusterlucke (spätes Würm) sind. Die Ergebnisse der A/L- Werte von Cheile Turzii sind jenen des Hunas (Mittelpleistozän) sehr ähnlich, diese liegen bei 52.

Diskussion:

Von 92 gefunden M₁ wurde bei 47 der Morphotyp *arvalis* festgestellt. Somit gilt es als sehr sicher, dass *M. arvalis* auch als Art vorgekommen ist. Der Morphotyp *arvalis-agrestis*, welcher ebenfalls zur *arvalis* Reihe zählt, wurde nur an zwei Zähnen festgestellt, somit wäre es noch nicht gerechtfertigt von einer Art *M. agrestis* zu sprechen. Dieser Morphotyp ist daher mit höherer Wahrscheinlichkeit auch auf *M. arvalis* zurückzuführen. Die M₁ von *Microtus arvalis* welche in der Cheile Turzii Höhle gefunden wurden, wurden auf ein deutlich jüngeres Alter als jene aus der Schusterlucke und dem Hunas kalibriert. Sie stammen in etwa aus der Bronzezeit, während die Molaren aus dem Hunas aus dem Mittelpleistozän stammen und jene der Schusterlucke aus dem späten Würm. Theoretisch müsste der A/L- Wert bei

den Molaren vom Hunas bis zu Cheile Turzii stetig zunehmen, jedoch geht aus obiger Tabelle hervor, dass dies nicht der Fall ist.

Der durchschnittliche A/L- Wert der M_1 aus der Cheile Turzii Höhle liegt bei 52,03 und ist somit deutlich unter den 55,8 der Schusterlucke. Geht man also nur vom A/L- Wert aus, wären die M_1 aus der Schusterlucke jünger einzustufen als jene in Cheile Turzii. Dies ist jedoch sicherlich nicht der Fall. Die M_1 von Cheile Turzii wurden auf ein Alter von etwa 4.000 Jahren kalibriert (etwa Bronzezeit). Jene der Schusterlucke stammen aus dem späten Würm und wurden auf ein Alter von etwa 15.000 Jahre kalibriert (Döppes & Rabeder, 1997). Sie sind damit deutlich älter als die Funde aus Cheile Turzii. Der A/L- Wert eignet sich in den meisten Fällen sehr gut, um daraus Evolutionstendenzen abzulesen. Er sollte im Laufe der Evolution stetig zunehmen, jedoch unterliegt auch er Schwankungen. Dass der A/L- Wert bei den M_1 aus Cheile Turzii so niedrig ist, lässt sich vermutlich dadurch erklären, dass die *M. arvalis* in Cheile Turzii zwar jünger waren als jene aus der Schusterlucke, jedoch noch nicht so hoch evolviert. Es stellt sich die Frage, ob dies lokal bedingt sein könnte, auf eine damals starke Konkurrenz hindeuten könnte, oder vielleicht ein klimatisches Signal ist. Im Mittelpleistozän von Hunas war es deutlich wärmer, als im jüngeren Würm zur Zeit der Schusterlucke. In der Schusterlucke sind auch Lemminge gefunden worden, ein deutlicher Temperaturanzeiger. In der Bronzezeit der Cheile Turzii war es deutlich wärmer als heute, eher vergleichbar mit den klimatischen Bedingungen von Hunas. Es könnte also durchaus möglich sein, dass die *M. arvalis* aus Cheile Turzii aufgrund der wärmeren, günstigeren Temperaturen in ihrer Entwicklung wieder etwas zurück gegangen sind.

Was die Länge des M_1 betrifft, zeigt diese bei *M. arvalis* aus Cheile Turzii eine stetige Zunahme. Doch wie bereits weiter oben erwähnt, ist die Länge des M_1 kein besonders geeignetes Maß um daraus den Evolutionsgrad herauszulesen. Sie unterliegt zahlreichen Schwankungen und ist gerade bei weit verbreiteten *Microtus* sehr variabel.

***Microtus oeconomus* (Pallas, 1776)**

Von 53 gefundenen *Microtus*- M₁, konnte bei vier der Morphotyp *oeconomus* festgestellt werden. Trotz dieser geringen Anzahl, ist es durchaus wahrscheinlich dass *M. oeconomus* auch als Art in Cheile Turzii vorgekommen ist.

Bearbeitetes Material:

4 M₁

Beschreibung der Art:

Microtus oeconomus ist relativ groß (>100 mm). Sie kommt in den kalten bis gemäßigten Zonen der Holarktis vor, vom nordwestlichen Nordamerika über ganz Nordasien nach Westen bis Skandinavien und Mitteleuropa. *M. oeconomus* bevorzugt feuchte bis nasse Flächen mit üppigem Pflanzenwuchs. Sie ernährt sich rein herbivor. Die Entwicklungslinie welche zu *M. oeconomus* führte ist seit dem Mindel-Glazial von den anderen *Microtus*- Arten abtrennbar (Niethammer/Krapp, 1982).

Folgende Tabelle (Tab. 10) zeigt in welchen Quadranten bzw. Niveaus die M₁ von *M. oeconomus* gefunden wurden. Auch die Mess- Ergebnisse von *M. oeconomus* werden angeführt. Gemessen wurde die Länge des M₁, dessen Breite sowie die Länge des Anteroconidkomplexes. Ebenso wurde der A/L-Wert bestimmt.

Tabelle 10: Messungen am M₁ von *M. oeconomus*

Quadrant	Niveau	Länge M ₁ (mm)	Länge Anteroconid(mm)	Breite M ₁ (mm)	A/L Wert(%)
G6	2A1	2,3	1,1	1,0	47,8
G6	2A1	2,1	0,9	0,9	42,9
G6	2A1	2,1	0,9	0,9	42,9
G6	0-20m	2,4	1,1	0,9	45,8

Das gesamte Zahnmaterial von *M. oeconomus* wurde im Quadrant G6 gefunden. Abermals stammt die überwiegende Mehrheit der M₁ aus dem Schichtpaket A (Tab. 10). Die Ergebnisse stimmen sehr gut mit jenen von *M. arvalis* über ein.

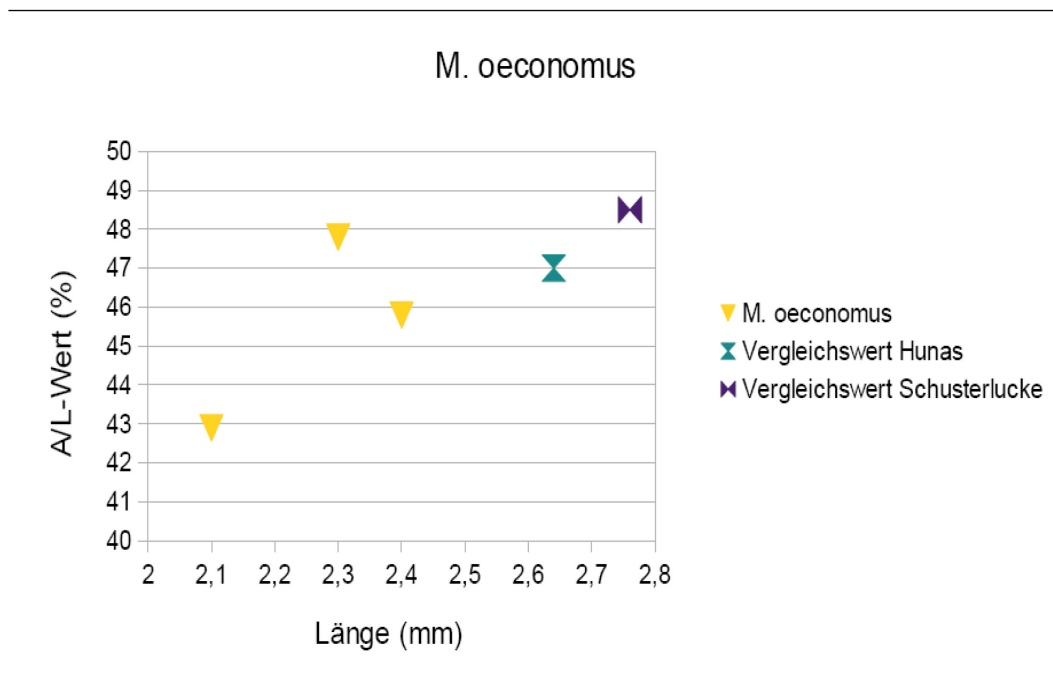


Abb. 19: Diagramm zum M_1 -Index von *M. oeconomus* (gemessen wurden die Länge des M_1 , sowie der A/L-Wert)

Die obige Grafik (Abb. 19) zeigt, dass von vier gemessenen M_1 die Ergebnisse bei zwei der Molaren genau ident waren (Vergleich siehe Tab. 10). Im Allgemeinen waren die Zähne bei *M. oeconomus* sehr klein und zeigten nur eine geringe Streuung was die Länge des M_1 anbelangt. Beim A/L-Wert zeigten die Mess-Ergebnisse eine deutlich größere Verteilung (von 42,9- 47,8). Sieht man sich zum Vergleich die Ergebnisse von Schusterlucke und Hunas an, so sind diese im Mittel deutlich größer als jene aus Cheile Turzii (Vergleich siehe Tab. 11).

Die Mess-Ergebnisse von *M. oeconomus* (=ratticeps) wurden mit jenen Ergebnissen der Funde aus dem Hunas (Mittelpleistozän) und der Schusterlucke (spätes Würm) verglichen (Tab. 11).

Tabelle 11: A/L- Werte und Größenvergleich am M₁ bei *Microtus oeconomus*

	Hunas		Schusterlucke		Cheile Turzii			
	Mittelwert	n	Variationsbreite	Mittelwert	n	Variationsbreite	Mittelwert	n
A/L	47	4	-	48,5	18	42,9-47,8	44,85	4
Länge (mm)	2,64			2,76		2,1-2,4	2,23	

Sieht man sich die Mess-Ergebnisse von *M. oeconomus* an, so ist auffallend dass die Werte der M₁ aus Cheile Turzii extrem niedrig sind. Sowohl der A/L- Wert als auch die Länge des M₁ sind außergewöhnlich gering. Sie liegen deutlich unter dem Vergleichsmaterial aus der Schusterlucke und dem Hunas.

Diskussion

Wie bereits erwähnt sollte im Zuge der Evolution von *Microtus*, der A/L- Wert stetig zunehmen. Sieht man sich jedoch die Ergebnisse der M₁ von *M. oeconomus* aus Cheile Turzii an, geht deutlich hervor, dass dies nicht der Fall ist. Wie schon bei *M. arvalis* liegt der A/L- Wert auch bei *M. oeconomus* mit 44,85 deutlich unter jenen 47 von Hunas und den 48,5 aus der Schusterlucke. Auch die Länge des M₁ ist mit einem Mittel von 2,23 mm extrem gering. Doch trotz dieser recht ungewöhnlichen Ergebnisse, ist das Material aus Cheile Turzii mit Sicherheit jünger einzustufen, als jenes der Vergleichshöhlen. Wie bereits erwähnt, unterliegen sowohl die Länge des M₁ als auch der A/L- Wert mitunter starken Schwankungen. Es ist also durchaus denkbar, dass sich diese unter bestimmten Umständen auch wieder verringern. Ein Unsicherheitsfaktor ist die geringe Anzahl der Zähne, jedoch lagen auch im Hunas nur vier M₁ von *M. oeconomus* vor und dennoch liegt der A/L- Wert bei 47.

Es ist anzunehmen, dass die *M. oeconomus* welche in Cheile Turzii vorkamen, besonders klein waren. Dies könnte durch einen starken Konkurrenzdruck bedingt sein. Ebenso könnten die Unterschiede auch geografisch bzw. klimatisch bedingt sein (siehe Diskussion *M. arvalis*).

Sowohl Hunas als auch die Schusterlucke liegen in Mitteleuropa (Deutschland bzw. Österreich), während sich Cheile Turzii im Süd-Osten Europas befindet. Es ist durchaus möglich dass die mitteleuropäische *Microtus*- Arten in ihrer Entwicklung schneller waren, als jene aus Süd-Ost Europa. Auffällig ist jedenfalls, dass sowohl bei *M. arvalis* als auch bei *M. oeconomus* die Ergebnisse niedriger waren als sie es normal sind. Dies deutet darauf hin, dass die *Microtus*- Arten aus Cheile Turzii generell kleiner waren als sie es für gewöhnlich sind.

2.2. GENUS *CHIONOMYS* MILLER, 1908

***Chionomys nivalis* (Martins, 1842)**

Bearbeitetes Material :

Es wurden insgesamt 20 M₁ von *Ch. nivalis* gefunden.

Beschreibung der Art:

Chionomys nivalis ist zumeist sehr groß (140 mm). Ihr Verbreitungsgebiet reicht von Süd-Frankreich bis zum Kaukasus. Sie kommt häufig in felsigen Regionen vom Hochgebirge bis zum Tiefland vor. In Europa bilden die Alpen das größte zusammenhängende Teilgebiet von *Ch. nivalis*. *Ch. nivalis* ernährt sich ausschließlich herbivor. Über die Entwicklungsgeschichte von *Ch. nivalis* gibt es noch zahlreiche Unklarheiten (Niethammer/Krapp, 1982).

Allgemeine Beschreibung:

Die Molaren bei *Ch. nivalis* von Cheile Turzii sind bereits wurzellos. Es kommt durchgehend der Morphotyp *nivalis* vor. Es wurden auch bei *Ch. nivalis* keine Schliffe am Schmelz durchgeführt, jedoch konnte man erkennen, dass das Schmelzband leeseitig schon deutlich dünner als luvseitig war.

Folgende Tabelle (Tab. 12) zeigt in welchen Quadranten bzw. Niveaus die M₁ von *Ch. nivalis* gefunden wurden. Auch die Mess- Ergebnisse von *Ch. nivalis* werden angeführt. Gemessen wurde die Länge des M₁, dessen Breite sowie die Länge des Anteroconidkomplexes. Ebenso wurde der A/L-Wert bestimmt.

Tabelle 12: Messungen am M₁ von *Chionomys nivalis*

Quadrant	Niveau	Länge M ₁ (mm)	Länge Anteroconid(mm)	Breite M ₁ (mm)	A/L Wert(%)
D6	1,70	2,4	1,1	0,8	45,8
G5	2A1	2,4	1,1	0,9	45,8
G5	2A1	2,7	1,3	1,1	48,1
G5	2A1	3,0	1,5	1,2	50
G5	2A1	2,1	0,9	0,9	42,9
G5	2A2	2,1	0,9	0,8	42,9
G5	2A3	3,1	1,6	1,1	51,6
G5	2A3	2,5	1,3	0,9	52
G5	2A3	2,2	0,9	0,8	40,9
G6	2A2	2,9	1,4	1,1	48,3
G6	2A2	2,3	1,0	0,8	43,5
G6	2A2	2,1	0,9	0,9	42,9
G6	2A2	2,4	1,0	0,9	41,7
G6	2A2	3,0	1,5	1,1	50
G6	2A3	2,7	1,4	1,0	51,9
G6	1,20	2,3	0,9	0,9	39,1
G6	1,80	2,3	1,2	1,0	52,2
G6	Grooto	2,3	1,0	0,8	43,5
Atelier	1,20	2,3	0,9	0,7	39,1
Atelier	2B	2,2	0,9	1,0	40,9

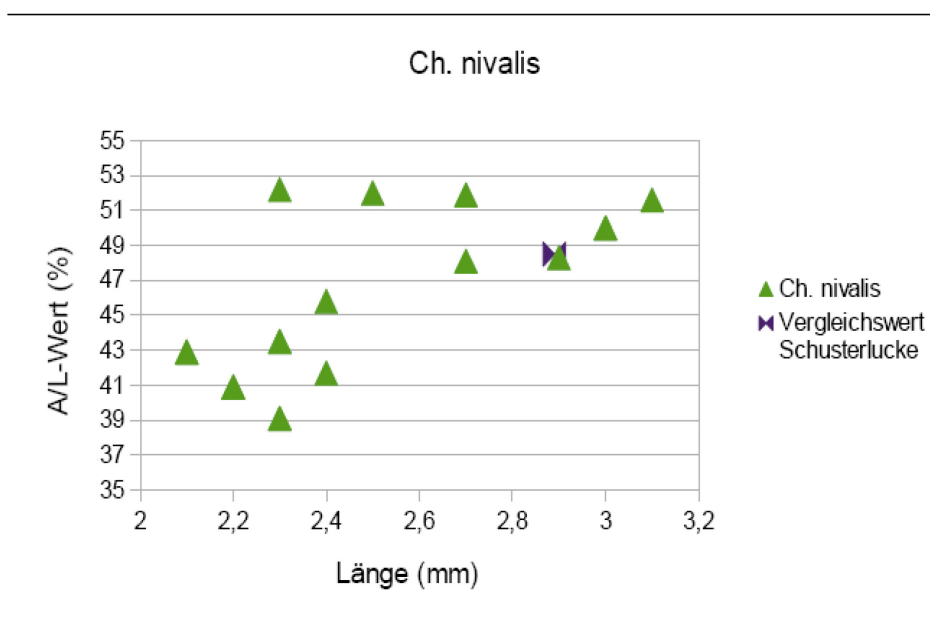


Abb. 20: Diagramm zum M₁-Index von *Ch. nivalis* (gemessen wurden die Länge des M₁, sowie der A/L-Wert)

Aus der obigen Grafik (Abb. 20) geht hervor, dass ebenso wie schon bei *M. arvalis* auch bei *Ch. nivalis* einige der gemessenen Werte genau ident waren (Vergleich siehe Tab. 12). Was ebenfalls gut aus obiger Grafik herausgeht, ist die große Variabilität der Dimensionen der M_1 von *Ch. nivalis*. So kommen Längen von 2,1- 3,1 mm vor und A/L- Werte von 39,1- 52,2. Insgesamt waren die Ergebnisse von *Ch. nivalis* aus Cheile Turzii sehr klein. Sieht man sich zum Vergleich den Mittelwert der Ergebnisse aus der Schusterlucke an, so ist dieser deutlich größer (Vergleich siehe Tab. 14).

Tabelle 13: Aufteilung der M_1 von *Ch. nivalis* auf die einzelnen Quadranten:

Quadrant	n	Frequenz(%)
G6	9	45
G5	8	40
Atelier	2	10
D6	1	5

Wie auch schon bei *M. arvalis* und *M. oeconomus* wurde auch bei *Ch. nivalis* die deutliche Mehrheit der Zähne in den Quadranten G5 und G6 gefunden (Tab. 13, Abb. 21). Es war wieder das Schichtpaket A in welchem die meisten Molaren gefunden wurden. Im Schichtpaket B wurde nur ein einziger Zahn gefunden, in Schichtpaket C und D überhaupt keine.

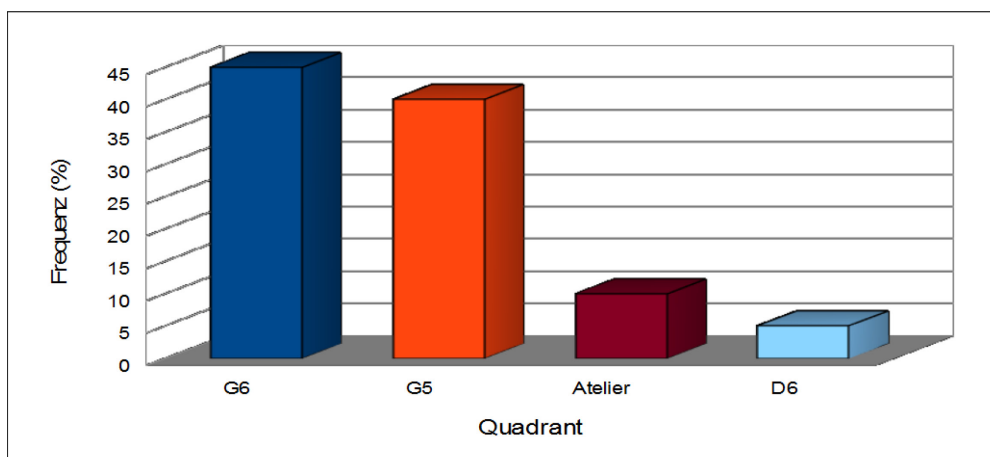


Abb. 21: Aufteilung der M_1 von *Ch. nivalis* auf die einzelnen Quadranten

Die Messergebnisse von *Ch. nivalis* (Länge des M₁, sowie A/L- Wert) wurden den Ergebnissen der Funde aus dem Hunas (Mittelpleistozän) der Schusterlucke (spätes Würm) und der Bacho Kiro Höhle (Spätglazial-Holozän) gegenübergestellt (Tab. 14):

Tabelle 14 : A/L- Werte und Größenvergleich am M₁ bei *Ch. nivalis*

Schusterlucke				Bacho Kiro			Cheile turzii		
	Variationsbreite	Mittelwert	n	Variationsbreite	Mittelwert	n	Variationsbreite	Mittelwert	n
A/L	-	48,5	40	43,2-52,3	47,34	129	39,1 -52,2	45,66	20
Länge (mm)	2,55-3,07	2,89	40	2,52-3,35	2,91	129	2,1-3,1	2,47	20

Hunas		
	Mittelwert	n
A/L	-	
Länge	2,76	1

Wie aus obiger Tabelle hervorgeht, steigt bei *Ch. nivalis* vom Hunas (Mittelpleistozän) bis zu Cheile Turzii (Bronzezeit) weder der A/L- Wert noch die Länge des M₁. Der Mittelwert der Länge des M₁ liegt sowohl im Hunas (2,76 mm), wie auch in der Schusterlucke (2,89 mm) und der Bacho Kiro Höhle (2,91 mm) über dem aus Cheile Turzii (2,47 mm). Auch beim A/L- Wert liegen die Zähne von Cheile Turzii (45,66) deutlich unter den Ergebnissen der Schusterlucke (48,5) und Bacho Kiro (47,34). Aus dem Hunas gab es leider keinen Vergleichswert.

Diskussion

Die Mess-Ergebnisse von *Ch. nivalis* stimmen sehr gut mit jenen von *M. arvalis* und *M. oeconomus* überein. Auch bei *Ch. nivalis* liegen A/L- Wert und Länge des M₁ überraschenderweise unter den Ergebnissen der Vergleichshöhlen. Die Werte sind sogar außergewöhnlich klein. Gerade bei *Ch. nivalis* sind die Dimensionen der M₁ für gewöhnlich sehr groß. Gelegentlich gibt es aber auch „Ausreißer“ die geringere Werte aufweisen.

Ch. nivalis ist eine sehr stark verbreitete Art, sie kommt von Süd-Frankreich bis zum Kaukasus vor. Ebenso groß wie ihr Verbreitungsgebiet, ist auch die Variabilität der Dimensionen des M_1 . Nadachowsky (1991) verfasste sogar eine eigene Studie über die zahlreichen Variationen bei den Molaren von Schneemäusen. Sieht man sich die Mess-Ergebnisse dieser Studie an, wo Zahnmaterial von zahlreichen Höhlen aus Eurasien einander gegenübergestellt wurde, so schwanken die Ergebnisse was die Länge der M_1 betrifft von 2,32 mm-3,56 mm. Ebenso reicht der A/L- Wert von 42,5- 56,2.

Die Ergebnisse aus Cheile Turzii sind wie bereits erwähnt, extrem niedrig. Es wurden hier sogar M_1 -Längen von nur 2,1 mm sowie A/L- Werte von 39,1 gemessen. Zudem überwogen die besonders kleinen Exemplare deutlich gegenüber den größeren. Von 20 gefundenen M_1 waren elf nicht größer als 2,3 mm und nur drei erreichten eine Länge von 3 mm.

Warum die Zähne in der Cheile Turzii Höhle gar so klein waren, kann man nicht genau sagen. Wie schon bei den oben erwähnten Arten, muss man klimatische Ursachen als Erklärung in Erwägung ziehen, diese könnten dafür verantwortlich sein, dass die damaligen *Ch. nivalis* nur geringe Körpergrößen erreichten und auch in ihrer Entwicklung der Molaren wieder etwas zurückgingen. Vergleicht man die Ergebnisse von *Chionomys* mit jenen der zwei *Microtus*-Arten, so sieht man eine deutliche Übereinstimmung, bei allen drei sind die Werte niedriger als erwartet.

2.3. GENUS ARVICOLA LACEPEDE, 1799

***Arvicola terrestris* (Linnaeus, 1758)**

Bearbeitetes Material :

Es wurden 19 M_1 von *A. terrestris* gefunden

Beschreibung der Art:

Arvicola terrestris ist eine polymorphe Art, sie variiert häufig in Farbe und Größe.

A. terrestris ist in ganz Nord-, Mittel-, und Osteuropa verbreitet, sowie in großen Teilen von West-, Süd- und Südosteuropa. Sie kommt meist an dicht bewachsenen Ufern langsam fließender Gewässer vor und ernährt sich vorwiegend pflanzlich. Was die Abstammung von

A. terrestris anbelangt sieht von Koenigswald (1970) eine Entwicklungslinie vom altpleistozänen *Mimomys savini* über die mittelpleistozäne Gattung *Arvicola cantiana* (Hinton, 1910) zur rezenten *A. terrestris* (Niethammer/Krapp, 1982).

Allgemeine Beschreibung :

Die Molaren von *A. terrestris* aus Cheile Turzii sind durchgehend wurzellos, die Synklinalen alle mit Zement gefüllt. Die Abtrennung vom *Microtus*-Material erfolgt durch die deutlich größeren Dimensionen. Was das Schmelzmuster von *Arvicola* betrifft, stellten Koenigswald (1970, 1980) und Heinrich (1978, 1982) bei zahlreichen *Arvicola*-Faunen einen stetigen Umbau des Schmelzmusters von pachykнем (=Leeseite mit reichlich Tangentialschmelz) zu mesokнем (luvseitiger und leeseitiger Schmelz in etwa gleich dick) fest. Das bislang modernste Schmelzmuster bei *Arvicola*, ist das pitykneme Muster, bei diesem ist der leeseitige Schmelz bereits deutlich dünner als der luvseitige (Nagel, 1990). Bei den von mir untersuchten Zähnen ist anzunehmen, dass das Schmelzband bereits pityknem ist, jedoch wurden keine Schliffe durchgeführt welche dieses beweisen.

Folgende Tabelle (Tab. 15) zeigt in welchen Quadranten bzw. Niveaus die M_1 von *A. terrestris* gefunden wurden. Auch die Mess- Ergebnisse von *A. terrestris* werden angeführt. Gemessen wurde die Länge des M_1 , dessen Breite sowie die Länge des Anteroconidkomplexes. Ebenso wurde der A/L-Wert bestimmt.

Tabelle 15: Messungen am M_1 von *Arvicola terrestris*:

Quadrant	Niveau	Länge M_1 (mm)	Länge Anteroconid(mm)	Breite M_1 (mm)	A/L Wert(%)
E6	A3	3,5	1,6	1,3	45,7
F6	A3	3,9	1,7	1,5	43,6
G5	2A1	3,9	1,7	1,4	43,6
G5	2A2	3,6	1,5	1,3	41,7
G5	2A2	3,5	1,5	1,5	42,9
G5	2A2	3,8	1,6	1,5	42,1
G5	2A2	3,6	1,6	1,4	44,4
G5	2A3	3,6	1,6	1,4	44,4,
G5	2A3	4	1,8	1,6	45
G5	2A3	3,5	1,6	1,4	45,7
G6	2A1	3,4	1,6	1,5	47,1
G6	1,2-2A1	3,6	1,6	1,2	44,4
G6	2A2	3,7	1,5	1,6	40,5
G6	2A2	3,9	1,7	1,5	43,6

G6	1,2-2A2	3,5	1,5	1,6	42,9
G6	Grooto	4	1,8	1,8	45
G6	Grooto	4	1,7	1,5	42,5
G6	Grooto	3,9	1,6	1,5	41
G6	2 B1	4,2	1,8	1,4	42,9

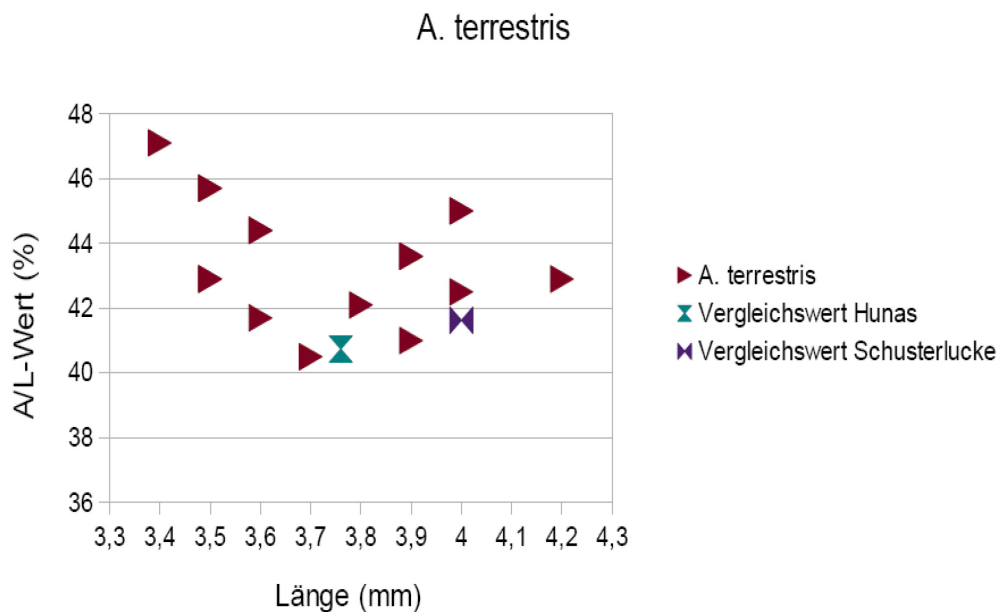


Abb. 22: Diagramm zum M_1 -Index von *A. terrestris* (gemessen wurden die Länge des M_1 , sowie der A/L-Wert)

Auch bei *A. terrestris* waren die Mess-Ergebnisse der M_1 bei vielen Exemplaren identisch (Abb. 22). Es zeigte sich zudem eine relativ breite Streuung was die Länge der M_1 anbelangt (Vergleich siehe Tab. 15). Zum Vergleich wurden auch die Mittelwerte der Ergebnisse der Funde von Hunas und der Schusterlucke in die Abbildung eingefügt. Man kann gut erkennen, dass das Material aus Cheile Turzii zumindest was den A/L-Wert anbelangt, im Mittel über dem Vergleichsmaterial liegt (Vergleich siehe Tab. 17).

Tabelle 16 : Aufteilung der Zähne von *A. terrestris* auf die Quadranten:

Quadrant	n	Frequenz(%)
G6	9	47,37
G5	8	42,11
F6	1	5,26
E6	1	5,26

Die Ergebnisse der Aufteilung der Zähne von *A. terrestris* stimmen sehr gut mit jenen von *Microtus* und *Chionomys* überein. Auch hier waren die Quadranten G6 und G5 am reichhaltigsten. Die deutliche Mehrheit der Arvicoliden Zähne wurde hier gefunden (Tab. 16, Abb. 23).

Was die Schichtpakete anbelangt, so war auch bei *A. terrestris* das Schichtpaket A deutlich dominant. Hier wurden 15 von den insgesamt 19 Zähnen gefunden. Nur ein einziger Zahn stammt aus dem Schichtpaket B. In den weiteren Schichten (C+D) wurden abermals keine Arvicoliden- Zähne gefunden.

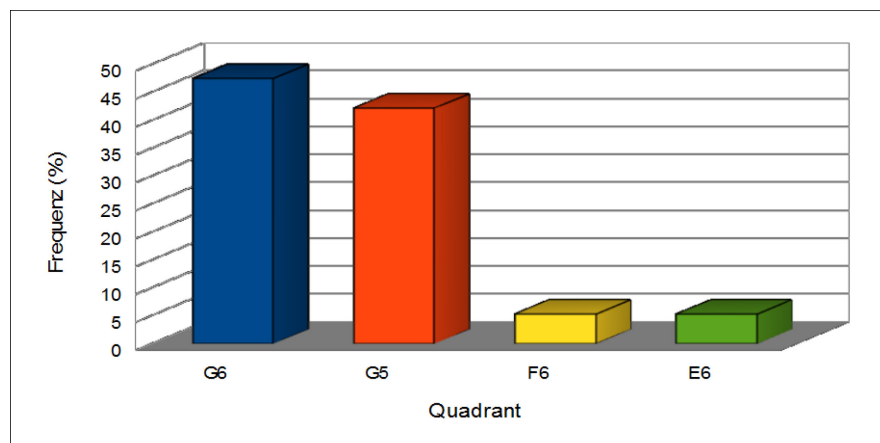


Abb. 23: Aufteilung der Zähne von *A. terrestris* auf die Quadranten

Die Mess-Ergebnisse von *A. terrestris* (Länge des M₁, sowie A/L- Wert) wurden mit den Ergebnissen der Funde aus dem Hunas (Mittelpleistozän), der Schusterlucke (spätes Würm) und der bulgarische Höhle Bacho Kiro (Spätglazial-Holozän) verglichen (Tab. 17):

Tabelle 17 : A/L- Werte und Größenvergleich am M₁ bei *Arvicola terrestris*

	Schusterlucke			Bacho Kiro			Cheile turzii		
	Variationsbreite	Mittelwert	n	Variationsbreite	Mittelwert	n	Variationsbreite	Mittelwert	n
A/L	36,36-44,44	41,63	11	37,4-46,2	42,11	16	41,00 -47,1	43,63	19
Länge	3,45-4,42	4,00	12	3,99-4,59	4,18	17	3,4-4,2	3,74	19
(mm)									
Hunas									
	Mittelwert	n							
A/L	40,74+/-1,77	237							
Länge	3,76+/-0,18	250							

Wie man aus der obigen Tabelle entnehmen kann, nimmt der A/L Wert vom Hunas, also Mittelpleistozän, bis zu Cheile Turzii, etwa Bronzezeit, stetig zu. Er steigt von etwa 40,74 aus dem Hunas auf 41,63 in der Schusterlucke, auf 42,11 in Bacho Kiro und erreicht 43,63 in Cheile Turzii.

Anders sieht die Situation bei der Länge des M₁ aus. Die Dimensionen der M₁ von Cheile Turzii (3,74 mm) sind deutlich geringer als jene aus der Schusterlucke (4 mm) und Bacho Kiro (4,18 mm) und entsprechen in etwa jenen des Hunas (3,76 mm).

Vergleich mit *Arvicola terrestris* rezent:

Bei *A. terrestris* rezent liegt das Mittel des A/L-Wert bei 42,10+/-1,86 und die mittlere Länge des M₁ bei 3,91+/-0,25 (Nagel, 1990). Das Material aus Cheile Turzii liegt was die Länge der M₁ und die Entwicklung der Vorderkappe anbelangt, noch unter denen des Rezentmaterials.

Diskussion

Von den insgesamt 92 Zähnen konnten 19 M_1 zu *A. terrestris* gestellt werden. Es ist daher auch stark anzunehmen, dass *A. terrestris* als Art vorgekommen ist. Die M_1 von *A. terrestris* sind schon allein durch ihre größeren Dimensionen deutlich vom *Microtus* und *Chionomys*-Material abtrennbar. Von allen in Cheile Turzii gefundenen Arvicoliden-Gruppen, ließ sich einzig bei *A. terrestris*, eine Steigerung des A/L- Wert vom Hunas zu Cheile Turzii feststellen. So liegt der A/L-Wert hier bei 43,63. Dieser Wert entspricht schon fast jenem von rezenten *A. terrestris*. Was die Länge der M_1 anbelangt, sind jene M_1 von *A. terrestris* aus Cheile Turzii im Mittel relativ klein (3,74 mm). Sie liegen in ihren Dimensionen unter jenen aus der Schusterlucke und Bacho Kiro. Jedoch ist gerade die Länge sehr ungeeignet, um daraus den Evolutionsgrad abzulesen. Oft erreichen die M_1 primitiver Vertreter sogar größere Dimension als die moderner Formen. Auch gibt es bei *A. terrestris*, eine breite Streuung was die Länge der M_1 anbelangt.

3. Ergebnisse

Anhand der Analyse der gefunden Arvicoliden- Molaren geht hervor, dass in der rumänischen Höhle Cheile Turzii, *Arvicola terrestris*, *Microtus arvalis*, *Microtus oeconomus* und *Chionomys nivalis* als Arten vorkamen. Es war vor allem die Gattung *Microtus* die dominant war (vor *Chionomys* und *Arvicola*, Abb. 25). Bei den Untersuchungen der gefunden M_1 wurde sowohl die Länge des M_1 als auch der A/L- Wert bestimmt. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Arvicoliden welche in Cheile Turzii vorgekommen sind, zum Großteil ungewöhnlich klein waren. Insbesondere bei *Microtus* und *Chionomys* lagen die gemessenen Ergebnisse deutlich unter den Erwartungen. Nur bei *A. terrestris* ließ sich eine leichte Steigerung des A/L- Wertes feststellen. Gerade der A/L- Wert ist für gewöhnlich ein sehr zuverlässiges Maß, aus dem sich Evolutionstendenzen relativ gut ablesen lassen. Theoretisch sollte er im Laufe der Evolution, durch eine Verlängerung der Vorderkappe des M_1 , stetig zunehmen. Jedoch unterliegt auch er Schwankungen. So ist es durchaus vorstellbar, dass er mitunter wieder abnimmt.

Die Mess- Ergebnisse aus Cheile Turzii sind zwar etwas ungewöhnlich und unerwartet, insgesamt passen sie jedoch gut zusammen. So waren sowohl bei *Microtus* als auch bei *Chionomys* die Dimensionen der M_1 außergewöhnlich niedrig, was darauf hinweist dass die damaligen Arten sehr klein und in ihrer Entwicklung noch nicht so weit gewesen sind wie

erwartet. Dies könnte lokal bedingt gewesen sein oder aber auf einen damals sehr starken Konkurrenzdruck hinweisen. Man könnte auch klimatische Ursachen als Erklärung in Erwägung ziehen. In der Bronzezeit der Cheile Turzii war es etwas wärmer als heute, die Temperaturen entsprachen etwa jenen des Mittelpleistozäns von Hunas. Gerade die Gruppe der Kleinsäuger reagiert sehr rasch auf klimatische Veränderungen. Wird es wärmer, so können sie es sich leisten in ihrer Entwicklung stehen zu bleiben. Dies könnte auch der Fall für die Arvicoliden von Cheile Turzii gewesen sein. Die Höhle liegt in Rumänien, welches in der Bronzezeit nicht vergletschert war und somit ein günstiges Gebiet darstellte. Die Arvicoliden von Cheile Turzii dürften von den klimatisch günstigen Bedingungen profitiert haben und in ihrer Entwicklung eher stehen geblieben sein. Sie erreichten geringere Dimensionen, welche in etwa mit den Ergebnissen des Hunas (Mittelpleistozän) vergleichbar sind.

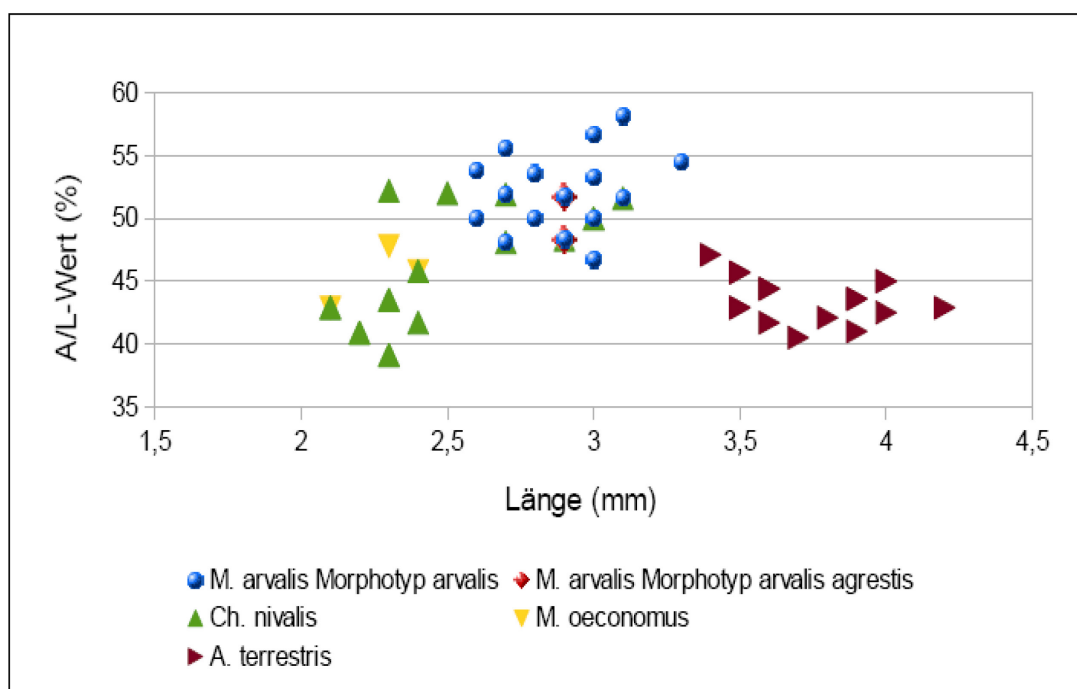


Abb. 24: Zusammenfassung der M_1 -Indexe aller Arvicoliden von Cheile Turzii

Obige Abbildung (Abb. 24) fasst die M_1 -Indexe von allen in Cheile Turzii vorliegenden Arvicoliden zusammen. Aus der Abbildung geht gut hervor, dass besonders die Arten *Ch. nivalis* und *M. oeconomus* sehr kleine Dimensionen erreichen. Auch bei *M. arvalis* kommen

v.a. sehr kleine Exemplare vor. *A. terrestris* ist in ihren Dimensionen deutlich vom Rest des Materials abtrennbar.

4. Artenspektrum

Betrachtet man das Artenspektrum der Arvicoliden aus Cheile Turzii (prozentuelle Häufigkeit der M₁, Abb. 25) so lässt sich die deutliche Dominanz der Gattung *Microtus* gegenüber *Chionomys* und *Arvicola* feststellen, sie machten über die Hälfte des gefundenen Materials aus:

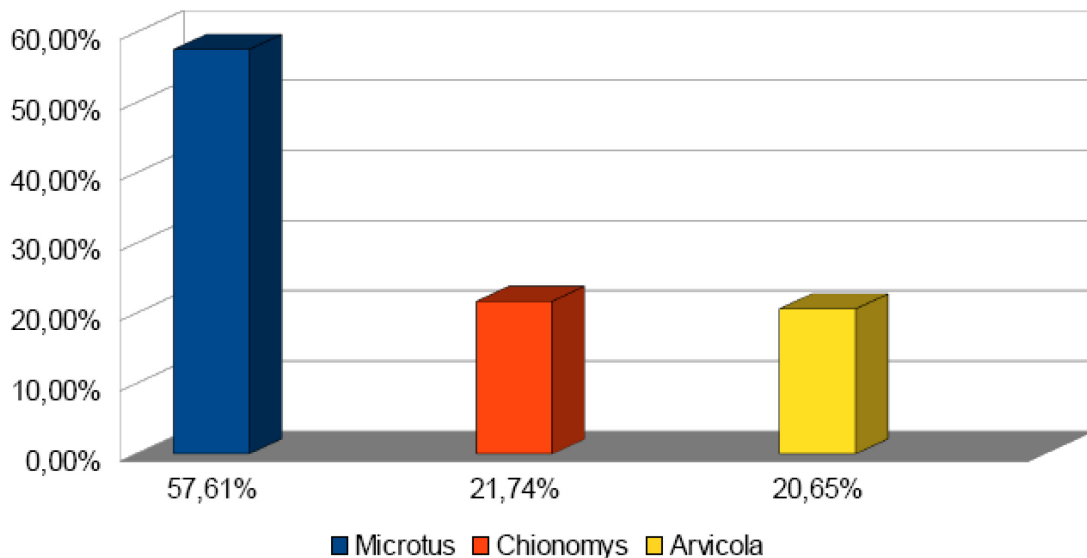


Abb. 25: Artenspektrum der Arvicoliden aus Cheile Turzii:

Die Gattung *Microtus* dominiert deutlich, vor *Chionomys* und *Arvicola*.

5. Phylogenie

Die Stammbaumrekonstruktion bei den Arvicoliden ist noch immer mit zahlreichen Problemen und Unsicherheiten verbunden. Was die Verwandtschaftsbeziehungen unter den verschiedenen Arten anbelangt, gibt es noch keine genaue Klärung. Heute versucht man vor allem anhand von molekularen und phylogenetischen Analysen die Stammesgeschichte der Arvicoliden möglichst genau zu rekonstruieren. In dieser Arbeit wurde vom unten

abgebildeten Stammbaum-Modell ausgegangen (Abb. 26). Das Modell ist aus dem Jahr 2004 und zeigt eine relativ neue, moderne Ansicht der Stammesgeschichte der Arvicoliden.

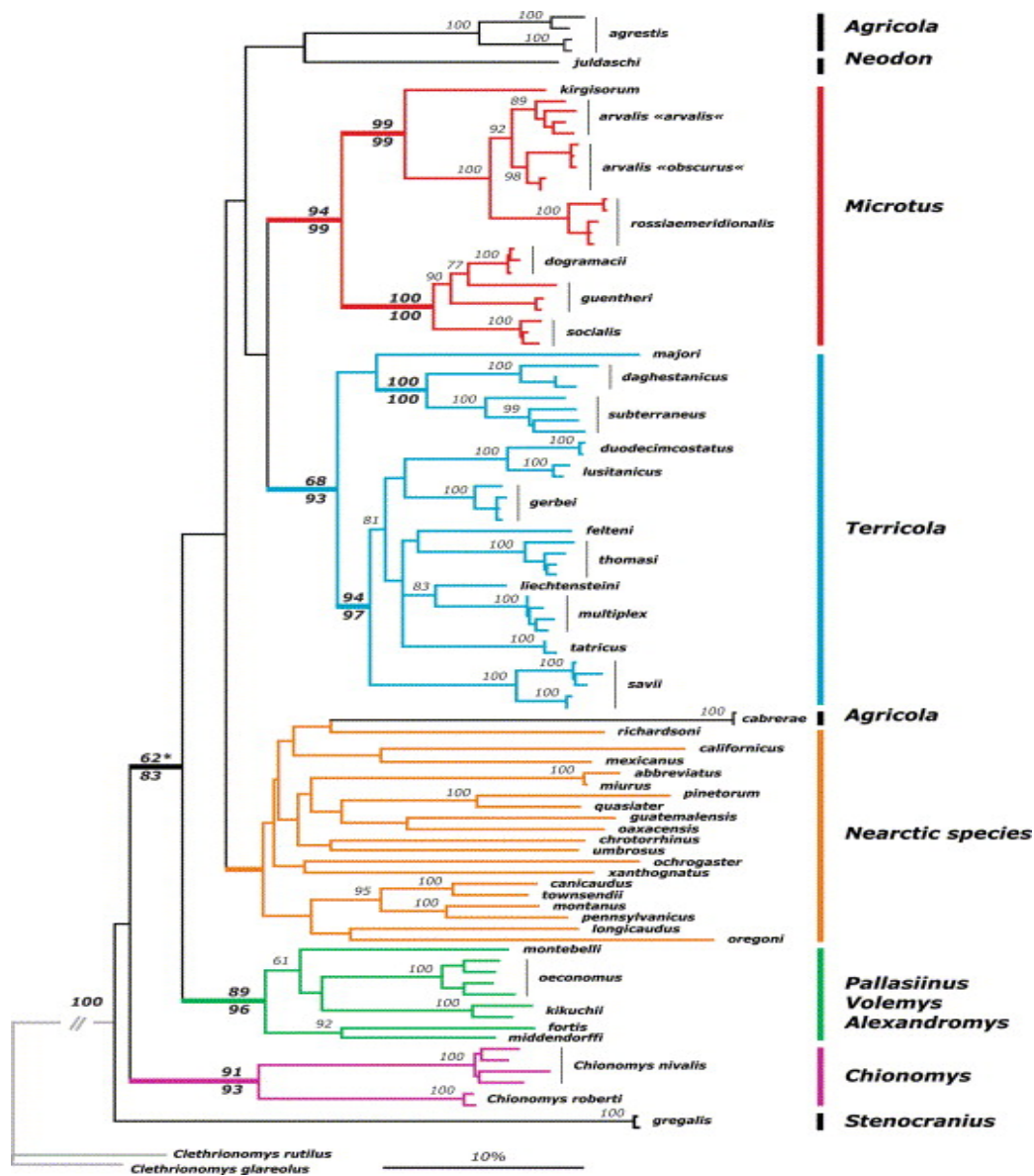


Abb. 26: Stammbaum der Arvicoliden

(entnommen von <http://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S1055790304002350-gr2.jpg>, 21.03. 2013)

6. Zeichnungen: Die Arvicoliden aus Cheile Turzii (Abb.27-31)

(alle Zeichnungen von Ayyildiz)

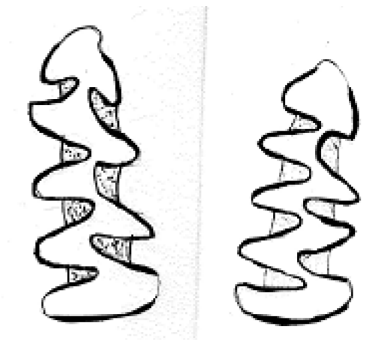


Abb. 27: *Chionomys nivalis*

(aus Quadrant G5, Niveau 2A3
und Quadrant G6, Niveau 2A2)

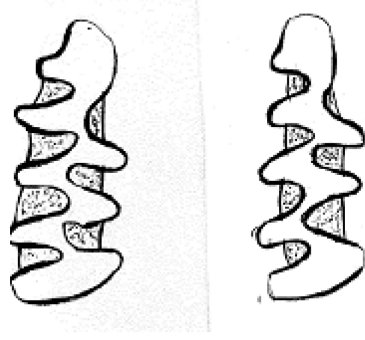


Abb. 28: *Microtus oeconomus*

(beide aus Quadrant G6, Niveau 2A1)



Abb. 29: *Microtus arvalis*

Morphotyp arvalis-agrestis

(aus Quadrant G6, 0-0, 20 m
und G6, Niveau 2A2)



Abb. 30: *Microtus arvalis*

Morphotyp arvalis

(aus Quadrant G6, Niveau 1,2-2A1 und Quadrant
G5, Niveau 2A1)

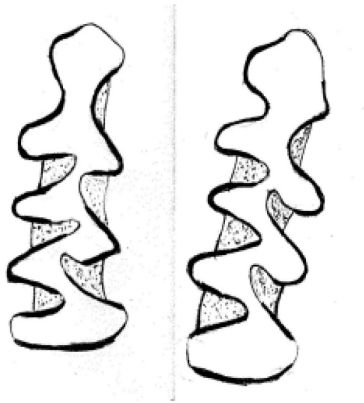


Abb. 31: *Arvicola terrestris*

(beide aus Quadrant G6, Grooto)

7. Begriffserläuterungen

In diesem Kapitel möchte ich kurz auf einige in der Arbeit erwähnten Abkürzungen eingehen, welche dem oder der Leser/in Schwierigkeiten bereiten könnten:

A= Antiklinale

M= Molar, Backenzahn

S= Synklinale

T= Triangel

b= buccal, wangenseitig

l= lingual, zungenseitig

8. Literatur

- Campell, N. , Reece J. , 2006. Biologie, 6. Auflage. - -Verlag Pearson Studium, München
- Clottes, J., 2001. La Grotte Chauvet- L'art des origines. - -Editions de Seuil, Paris
- Döppes, D. , Rabeder, G. , 1997. Pliozäne und Pleistozäne Faunen Österreichs. - - Verlag der österreichischen Akademien der Wissenschaften, Band 10, Wien
- Grizmek, B. , 1988. Enzyklopädie, Band 3. --Verlag Kindler, München
- Gromov, I. M. , Polyakov, I. Ya. , 1992. Voles (Microtinae), Fauna of the USSR Mammals, Volume 3, No. 8. - - Verlag E.J. Brill, Leiden, New York, Kopenhagen, Köln
- Koenigswald, W. v. , 2010. Lebendige Eiszeit- Klima und Tierwelt im Wandel, 2. Auflage. - - Verlag Primus, Darmstadt
- Nadachowsky, A. , 1984. Morphometric variability of dentition of the Late Pleistocene Voles (Arvicolidae, Rodentia) from Bacho Kiro Cave (Bulgaria).- - Acta Theoriologica, Band 27, Heft 9, S. 147- 176, Krakau
- Nadachowsky, A. , 1991. Systematics, geographic variation, and evolution of snow voles (*Chionomys*) based on dental characters. - -Acta Theoriologica Band 36, Heft 1-2 : S. 1-45, Institute of Systematics and Evolution of Animals, Polish Academy of Sciences, Slawkowska 17, Krakau
- Nagel, D. ,1990. Die Evolution der Arvicoliden (Rodentia, Mammalia) im Jungpleistozän von Österreich. - -Diplomarbeit zur Erlangung des Grades „Magister der Naturwissenschaften“ an der Universität Wien, Wien
- Nagel, D. , 1996. Jungpleistozäne Arvicoliden (Rodentia, Mammalia) vom Gänsgraben bei Limberg/NÖ.- -Mitt. Ges. Geol.- Bergbaustud. Österr., Band 39/40, S. 65-80, Wien
- Nagel, D. ,1997. Die Arvicoliden (Rodentia, Mammalia) der Schusterlucke im Kremszwinkel (Niederösterreich). - -Wiss. Mitt. Niederösterr. Landesmuseum, Heft 10, S. 115-128, Wien
- Niethammer, J. & Krapp, F. (ed.), 1982. Handbuch der Säugetiere Europas, Bd. 2/1, Rodentia 2 . - -Akad. Verl.-Ges., Wiesbaden
- Rabeder, G. , 1981. Die Arvicoliden (Rodentia, Mammalia) aus dem Pliozän und dem älteren Pleistozän von Niederösterreich.- -Beiträge der Paläontologie Österreich, Band 8, Wien
- Rabeder, G. , 1999. Die Evolution des Höhlenbärengebisses. - - Verlag der österreichischen Akademien der Wissenschaften, Band 11, Wien

Reiner, G. , 1994/95. Eine spätglaziale Mikrovertebratenfauna aus der Großen Badlhöhle bei Peggau, Steiermark.--Mitt. Abt. Geol. und Paläont. Landesmuseum Joanneum, Heft 52/53, S. 135-192, Graz

Rohland et al. , 2005. The Population History of Extant and Extinct Hyenas. - -published by Oxford University Press on behalf of the Society for Molecular Biology and Evolution

Salcher- Jedrasiak T. , Fladerer, F. A. , 2008. Krems- Hundssteig 2000- 2002: Archäozoologische und taphonomische Untersuchungen. In: Neugebauer- Maresch Chr. (Hrsg.), Krems- Hundssteig- Mammutjägerlager der Eiszeit, ein Nutzungsareal paläolithischer Jäger- und Sammler(innen) vor 41.000- 27.000 Jahren. -- Mitt. Prähist. Komm. Österr. Akad. Wiss., Band 67, Wien

Salcher- Jedrasiak, T. , 2012. Mammut, Mensch und große Karnivoren- Die Mensch- Tier- Beziehung im Jungpaläolithikum Niederösterreichs. - - Dissertation zur Erlangung des Grades „ Doktorin der Naturwissenschaften an der Universität Wien, Wien

Ziegler, B. , 2008. Vom Leben in der Vorzeit.- -Verlag Schweizerbart, Stuttgart

9. Danksagung

Bedanken möchte ich mich bei Herrn Lazarovici für das zur Verfügung gestellte Material. Auch danke ich meinem Freund C. Eicher der mir bei den Grafiken und den Diagrammen geholfen hat. Zudem danke ich meinen Eltern, die es mir überhaupt ermöglicht haben zu studieren. Mein besonderer Dank gilt aber vor allem meiner Betreuerin, die mich stets bei meiner Arbeit unterstützt hat und mir bei etwaigen Fragen und Schwierigkeiten zur Seite gestanden hat.

10. Anhang

10.1. Zusammenfassung

In der Cheile Turzii Höhle in Rumänien wurden zahlreiche Arvicoliden Reste gefunden, wobei besonders deren Molaren sehr interessant gewesen sind. Die Radiokarbondaten ergaben ein Alter von 4.000 Jahre, der Bronzezeit. Diese war eine wärmere Phase des Holozäns. Die gefundenen Molaren der Arvicoliden der Cheile Turzii Höhle wurden vermessen, ebenso wurde deren Morphotyp bestimmt. Es wurden ausschließlich M_1 gefunden. Die Ergebnisse wurden anschließend mit Funden aus anderen, älteren Höhlen verglichen, wie dem Hunas (Mittelpleistozän/ Deutschland), der Schusterlucke (spätes Würm/ Österreich) und der Bacho-Kiro Höhle (Spätglazial- Holozän/ Bulgarien). Es zeigte sich, dass die Arvicoliden von Cheile Turzii in ihrer Entwicklung wieder etwas zurück gegangen waren. Die gemessenen Ergebnisse lagen deutlich unter den Erwartungen, waren aber insgesamt stimmig. So waren bei allen in Cheile Turzii gefunden Arvicoliden- Arten die Werte sehr gering. Dies könnte auf einen damals starken Konkurrenzdruck hinweisen oder aber auch geografisch bedingt sein. Ebenso können klimatische Ursachen als Erklärung in Erwägung gezogen werden.

10.2. Abstract

Multiple residues of arvicolids were found in the Cheile Turzii cave - especially their molars proved to be of great interest. Radiocarbon dating revealed that they are approximately 4.000 years old, which places them in the Bronze Age, a generally warmer period of the Holocene. The molars were measured and their morphotype was determined. Only M_1 were found. These results were compared to findings from different, older caves, e.g. the Hunas (Middle Pleistocene / Germany), the Schusterlucke (late Würm / Austria) and the Bacho-Kiro cave (late glacial -Holocene / Bulgaria). Results showed that the Cheile Turzii arvicolids regressed in their evolution. The measurements were notably shorter than expected. These low values in size might stem from a potential competition for resources, but could also be due to certain geographic or climatic properties.

Lebenslauf

Ich, Claudia Ayyildiz, kam am 21. 11. 1989 im 15. Gemeindebezirk in Wien, Österreich als erstes von zwei Kindern von Kadri Ayyildiz und Ingeborg Ayyildiz, geb. Öhlinger, zur Welt. Von 1996 bis 2000 besuchte ich die Volksschule Selzergasse 19 im 15. Wiener Gemeindebezirk.

Danach besuchte ich acht Jahre lang das Bundesrealgymnasium Schmelz im 15. Wiener Gemeindebezirk wo ich am 10. Juni 2008 maturierte.

Im Oktober 2008 begann ich an der Universität Wien Biologie und Französisch auf Lehramt zu studieren. Am 27. 07. 2011 schloss ich meinen 1. Studienabschnitt ab. Im September 2012 begann ich an meiner Diplomarbeit zu schreiben.

Claudia Ayyildiz