



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Die Höhlenbärenreste der Grabung Ehrenberg 1950 –
1964 aus der Salzofenhöhle im Toten Gebirge (Stmk).
Teil 1: Metapodien und vordere Bezahnung“

verfasst von / submitted by

Constantin Kneifel

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the
degree of

Magister der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2019 / Vienna, 2019

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

UA 190 333 445

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Lehramtsstudium UF Deutsch &
Biologie und Umweltkunde

Betreut von / Supervisor:

emer. o. Univ.- Prof. Mag. Dr. Gernot Rabeder

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	3
Zusammenfassung	6
Abstract	7
1. Einleitung	8
1.1 Die Fundstelle Salzofenhöhle	10
1.2 Bodenprofil und Beifunde	14
1.3 Forschungsgeschichte	17
1.4 Pathologie	17
1.5 Klima	18
1.6 Eiszeitmenschen und die Möglichkeit des Bärenkultes	19
1.7 Abkürzungen	20
1.7.1 Allgemeine Abkürzungen	20
1.7.2 Abkürzungen der Höhlen	21
2. Material und Methoden	22
2.1 Material	22
2.2 Methoden	22
2.2.1 Morphologische Bestimmung	23
3. Ergebnisse	24
3.1 Vordere Bezeichnung	24
3.1.1 Canini (C)	24
3.1.2 Dritter Oberkiefer Incisivus (I3 sup)	30
3.1.3 Dritter Unterkiefer Incisivus (i3 inf)	31
3.1.4 Erster und zweiter Oberkiefer Incisivus (I1,2 sup)	32
3.1.5 Erster Unterkiefer Incisivus (i1 inf)	33
3.1.6 Zweiter Unterkiefer Incisivus (i2 inf)	34
3.1.7 Vergleich der vorderen Bezeichnung mit den Gamssulzen-Werten	35
3.2 Metapodien	36
3.2.1 Erstes Metacarpale (Mc1)	36
3.2.2 Zweites Metacarpale (Mc2)	37
3.2.3 Drittes Metacarpale (Mc3)	37
3.2.4 Viertes Metacarpale (Mc4)	37
3.2.5 Fünftes Metacarpale (Mc5)	37
3.2.6 Erstes Metatarsale (mt1)	38
3.2.7 Zweites Metatarsale (mt2)	38

3.2.8 Dritter Metatarsale (mt3)	38
3.2.9 Viertes Metatarsale (mt4)	38
3.2.10 Fünftes Metatarsale (mt5)	39
3.2.11 Vergleich der Metapodien mit den Gamssulzen-Werten	40
3.2.12 LDH-Korrelation	41
4. Diskussion	43
4.1 Einordnung in die Taxonomie	43
4.2 Klima und Ernährungsweise	43
5. Conclusio	44
Literaturverzeichnis	46
Abbildungsverzeichnis	49
Tabellenverzeichnis	50
Anhang: Daten der vorderen Bezeichnung und Metapodien	51

Danksagung

Im Vorfeld meiner Diplomarbeit ist es mir ein großes Anliegen, denjenigen meinen Dank auszusprechen, die mich in den letzten Jahren im Rahmen meines Studiums begleitet haben und versucht haben, mir den Weg so einfach wie möglich zu gestalten. Als ich im Jahr 2013 mein Studium an der Universität Wien begonnen habe, ging ich keineswegs davon aus, so viele tolle Leute und Mentoren kennenzulernen, die mein Studium zu einem Ereignis in meinem Leben gemacht haben, das ich nicht missen möchte und auf das ich glücklich zurückblicke.

Selbstverständlich gilt mein Dank Univ.-Prof. Mag. Dr. Gernot Rabeder und Univ.-Prof. Mag. Dr. Doris Nagel, die mir diese Diplomarbeit ermöglicht haben. Ich kann mir gut vorstellen, wie schwer es sein mag, eine große Anzahl gestresster Studenten bei Laune zu halten. Prof. Rabeder und Nagel waren stets erreichbar und zudem auch bei der Forschungsarbeit im Naturhistorischen Museum eine große Hilfe. Ich bedanke mich für all die Hilfe, die ich bei und vor dem Verfassen meiner Diplomarbeit erleben durfte und generell für die Möglichkeit, diese bei Ihnen zu schreiben.

Bedanken möchte ich mich auch bei Frau Priv.-Doz. Dr. Ursula Göhlich, unsere Ansprechpartnerin im Naturhistorischen Museum, die stets sehr bemüht war, uns unsere Forschungsarbeit so reibungslos wie möglich zu gestalten.

Ich bedanke mich bei meinen Eltern Wolfgang und Brigitte, die mir in jeder Gemütslage zur Seite standen und mir Mut zugesprochen haben und wenn es sein musste, sogar zusammen mit mir lernten. Ebenfalls waren sie sich nie zu schade, mir in meiner Studienzeit finanziell unter die Arme zu greifen, was ich sehr zu schätzen weiß. Auch meine Freundin Melissa hat einen sehr großen Anteil daran, dass ich es geschafft habe, in den letzten Semestern über mich hinauszuwachsen und mich den größten Hürden meines Studiums zu stellen – Ohne sie und ihre Motivation wäre ich heute nicht da, wo ich stehe.

Ein großes Dankeschön gebührt meinem wohl treuesten Wegbegleiter im Studium – Felix. Als ich ihn im frühen 2014 in einem Biologie-Seminar kennengelernt habe, ahnte ich noch nicht, dass wir fortan das gesamte Studium zusammen meistern werden und er ein wichtiger Freund in meinem Leben wird. Zusammen haben wir auch die schwierigsten Prüfungen gemeistert und sogar meistens großen Spaß am Lernen, sodass ich sagen kann, dass ich ohne ihn ich im Studium oft gefallen wäre.

Zusammenfassung

Die Salzofenhöhle im Toten Gebirge in der Steiermark, deren Haupteingang auf 2005 Metern Seehöhe liegt, gilt als eine große Fundstelle für Zähne und Knochen (Schädel, Schädelfragmente, Metapodien) des Höhlenbären. Unter K. Ehrenberg wurde das Material in den Jahren 1939 und von 1959 bis 1964 im Namen des Bundesdenkmalamtes sichergestellt. Laut der taxonomischen Bestimmung kam man zu dem Entschluss, dass es sich bei diesen Funden um *Ursus spelaeus eremus* handeln müsse (vgl. RABEDER et al. 2008).

Teils befindet sich das geborgene Kammerhofmaterial im Museum in Bad Aussee, aber auch im Institut für Paläontologie der Universität Wien und im Naturhistorischen Museum sind Fundstücke vorhanden. Bei Letzterem handelt es sich um das fossile Material, das während der Grabungen zwischen 1959 und 1964 geborgen wurde. Dieses wurde im Rahmen von Forschungsarbeiten vermessen und inventarisiert. Außerdem wurde bei den Prämolaren (P4 sup/p4 inf) und den zweiten Mahlzähnen (M2 sup/m2 inf) der Morphotyp bestimmt (vgl. KÖNIG 2019). Die Daten wurden in Form einer Tabelle festgehalten und im Rahmen dieser Diplomarbeit mit den standardisierten Werten der Gamssulzen-Höhle verglichen.

Auf diesem Wege kommt es zu einer vollständigen Inventarisierung der Höhlenbärenfunde aus der Salzofenhöhle aus den Grabungen zwischen 1959 bis 1964. Dadurch ist es möglich, aktuelle und neue Forschungsergebnisse miteinander zu vergleichen, diese zu verifizieren oder falsifizieren beziehungsweise sie gegebenenfalls zu erweitern.

Abstract

The „Salzofenhöhle“ is a cave located in the mountain area of “Totes Gebirge” in Styria and has its entrance at an altitude of 2005 m. This cave is a well-known source for teeth and bones (fragments from skull, metapodials) originating from the ancient cave bear. At this location corresponding relics were collected in 1939 and from 1959 to 1964 under supervision by K. Ehrenberg and the Austrian Monument Protection Office. According to taxonomic investigations, the material collected was identified to belong to *Ursus speleaus eremus* (RABEDER et al. 2008).

Today, different relics of this origin are part of the collections hosted at the local museum of Bad Aussee, at the Institute of Paleontology of the University of Vienna and also at the Nature Historical Museum in Vienna, where fossile material mined during the period of 1959 to 1964 was precisely measured and registered in an inventory. Recently, the morphology of the premolars (P4 sup/p4 inf) as well as of the second molars (M2 sup/m2 inf) was typed (KÖNIG 2019). Within the present thesis, all elaborated data were fed into a table and put into context with the standardized values of another cave, the so-called “Gamssulzen-Höhle”.

Owing to the present work, all the fossile material of the Salzofenhöhle originating from the second collection period could be completely registered in an inventory and now forms the scientific basis to assess and to verify the findings, thus enabling further amendments to this subject.

1. Einleitung

Im Rahmen dieser Diplomarbeit sollen Fossilfunde von Höhlenbären (*Ursus spelaeus*) aus der sogenannten Salzofenhöhle im Toten Gebirge in der Steiermark, die im Rahmen von Forschungsarbeiten im Naturhistorischen Museum inventarisiert und vermessen wurden, miteinander verglichen werden sowie die Ergebnisse der Forschung veranschaulicht werden und daraus ein Fazit gezogen werden.

Damit ein vollkommenes Verständnis der Thematik sowie der Vorgangsweise bei der Forschung gewährleistet ist, soll zunächst in der Einleitung die Lage der Höhle und der Aufstieg zu dieser näher erklärt werden. Des Weiteren werden die Fundstelle und das Bodenprofil von dieser näher vorgestellt und auch das Klima, eventuelle Krankheitserscheinungen der Funde und der menschliche Einfluss werden kurz thematisiert.

In den vergangenen Jahrzehnten wurden in zahlreichen Höhlen in Europa massive Knochen vorgefunden, die auf Grund der Größe und Ähnlichkeit zu anderen Säugetieren viel Raum für verschiedenste Deutungen ließen. Die anatomischen Kenntnisse der Forschung waren erst im 18. Jahrhundert an einem Punkt angekommen, an dem man diese Knochen als Skelettreste von großen Bären wahrnahm. Man ging davon aus, dass die bärenartigen Tiere in diesen Höhlen überwintern wollten. Bald war der Gedanke von Braunbären vorherrschend, da diese in Höhlen den Winter verbringen. Um 1770 erkannte man hingegen an gut erhaltenen Schädeln aus der sogenannten Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth in der Fränkischen Schweiz, dass es sich hierbei nicht um „normale“ Bärenfunde handeln könne. Grundlage für diese Annahme waren mehrere Fakten: Einerseits waren die gefundenen Schädel deutlich größer als die von Braunbären und die Anzahl von Zähnen war kleiner. Man fand derart große Unterschiede zum Gebiss und Schädel des Braunbären *Ursus arctos*, dass man diese als eine weitere Bärenart beschrieb – Der Höhlenbär *Ursus spelaeus* wurde fortan erforscht (vgl. RABEDER/FRISCHAUF 2016: 183f.; vgl. KÖNIG 2019: 8ff.).

Betrachtet man den wissenschaftlichen Namen *Ursus spelaeus* genauer, sieht man, dass auch hier versucht wurde, nach Linné eine sinnerfassende Beschreibung des Tieres zu erstellen. So werden Großbären unter der Gattung *Ursus* (lat. Bär) klassifiziert, während der nachgestellte Name die Art bezeichnen soll. So bedeutet *spelaia* im Griechischen „die Höhle“. Erst mit dem zweiten Namen ist eine Tierart

eindeutig und klar bezeichnet. Zwei Arten derselben Gattung sind demnach näher miteinander verwandt als mit Arten einer anderen Gattung. Die Gattungsbezeichnung *Ursus* lässt uns die Verwandtschaft des Höhlenbären mit anderen Großbärenarten nachvollziehen. So trägt er Braunbär die vollständige Bezeichnung *Ursus arctos*, was ihn also klar als Verwandten des Höhlenbären auszeichnet (vgl. RABEDER/FRISCHAUF 2016: 184). Moderne Methoden zur Analyse von DNA sowie die mitochondriale DNA-Analyse von Knochen waren ausschlaggebend, den Höhlenbären in der heutigen Taxonomie einzuteilen. Im Jahr 2004 erst unterschied man vier unterschiedliche Taxa des alpinen Höhlenbären: *Ursus spelaeus eremus*, der höher evolvierte *Ursus ingressus*, *Ursus spelaeus ladinicus* und *Ursus spelaeus spelaeus*. (vgl. Rabeder 2004: 65f.; vgl. KÖNIG 2019: 8ff.)

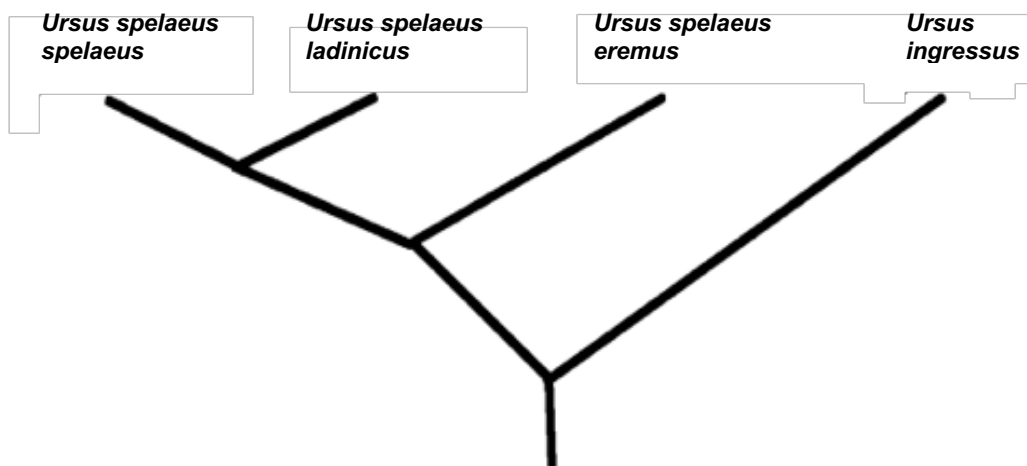


Abbildung 1: Taxonomie der Höhlenbärengruppe (STILLER 2008, verändert von KNEIFEL)

Mehr als 1,6 Millionen Jahren soll es her sein, dass sich die Höhlenbären von der Evolutionslinie getrennt haben, der auch die Braun- und Eisbären entstammen. In Österreich gibt es eine beachtliche Anzahl an Fundstellen von Höhlenbärenresten. Im Laufe der Forschungsgeschichte gab es außerdem viele Annahmen, wieso der Schädel des Höhlenbären deutlich größer als der seiner Verwandten ist, während im Gebiss weniger Zähne vorzufinden sind. Der Gedanke, dass der Höhlenbär ein reiner Pflanzenfresser sein könnte, war aus damaligem Standpunkt, wo Bären als ausgezeichnete Jäger galten, schier nicht naheliegend. Der Fragestellung nach der Ernährungsweise wurde demnach großer Wert zuteil. Man verglich die Morphologie der Zähne mit der von rezenten Tieren und versuchte, daraus auf die Nahrung

schließen zu können. Damit soll das untersuchte Individuum nicht lediglich in eine der Kategorien Fleischfresser, Pflanzenfresser oder Allesfresser klassifiziert werden, sondern genaue Aussagen über die Nahrung gemacht werden können. Die Idee, dass der Höhlenbär ein Pflanzenfresser gewesen sein könnte, rührt aus den oftmals extrem abgekauten Backenzähnen her und den Vormahlzähnen, die stark reduziert sind. Daraus ergibt sich eine Zahnlücke, die charakteristisch für Pflanzenfresser wie Pferde oder Rinder ist. Die Mahlzähne zeigen häufig die für pflanzenfressende Tiere typische Abkautungsflächen, lediglich die großen Eckzähne der Bärenfunde sorgten für Zweifel an dieser Hypothese. Später fand man mittels Stickstoffisotopen und Kohlenstoffisotopen heraus, dass der Höhlenbär sich eindeutig rein pflanzlich ernährt hat und die großen Eckzähne in erster Linie als Droh- und Brunftwaffen gedient haben (vgl. RABEDER/FRISCHAUF 2016: 188f.; vgl. KÖNIG 2019: 8ff.).

Die für einen Bären ungewöhnliche Ernährungsweise auf pflanzlicher Basis sorgte aber auch dafür, dass sie in den kalten Jahreszeiten, in denen wenig bis gar keine Vegetation im Land vorherrschend ist, möglicherweise in Höhlen Unterschlupf suchen mussten, um nicht zu verenden. Dort gingen sie in einen tiefen, lange andauernden Schlaf, bei dem der Energieverbrauch auf das unterste Niveau heruntergefahren werden konnten. Um dies zu gewährleisten, wurde beispielsweise die Temperatur des Körpers und der Puls gesenkt. Die Höhle ist zudem ein guter Schutz vor Witterungseinflüssen, da in ihnen die Temperatur das ganze Jahr über unverändert bleibt (vgl. RABEDER/FRISCHAUF 2016: 188f.; vgl. KÖNIG 2019: 8ff.).

1.1 Die Fundstelle Salzofenhöhle

Im Rahmen dieser Diplomarbeit sollen die Fundstücke einer österreichischen Fundstelle, genau genommen der Salzofenhöhle im Toten Gebirge (Steiermark), näher betrachtet werden. Sie ist Teil der Gemeinde Grundlsee im Bezirk Liezen und gilt mit 2005m als die höchstgelegene, alpine Höhle mit paläolithischen Funden Österreichs. Im Jahr 1949 wurde die Höhle als Naturdenkmal eingestuft. Für den Grabungsprozess, der von 1950 bis 1964 von K. EHRENBURG geleitet wurde, musste täglich eine Niveaudifferenz von knapp 500 Metern bewältigt werden. Der steile Anstieg von einer Berghütte nahm eineinhalb bis zwei Stunden Zeit in Kauf und auch die abendliche Rückkehr wird als sehr beschwerlich beschrieben, zumal hier eine Vielzahl an Funden zurücktransportiert werden musste. K. EHRENBURG (1941: 326f.)

stellt die Anerkennung für die jahrelange Arbeit unter derartig schweren Bedingungen mit vielen freiwilligen Helfern in den Vordergrund. Um zu dem Haupteingang zu gelangen, nimmt man laut DÖPPES & RABEDER (1997: 213) den von Gößl am Grundlsee liegenden Wanderweg, der zum Vorderen und Hinteren Lahngangsee leitet. Im Gebiet der Elmgrube erreicht man eine Wegkreuzung, an der man den Weg nach links einschlägt und mehrere Serpentinien emporsteigt. Knapp 50 Meter unter dem Gipfel des Salzofens muss man den vorgegebenen Weg verlassen und über der Westseite erreicht man schlussendlich die Höhle. Startet man aus Gößl, ist eine Anstiegszeit von ungefähr fünf Stunden einzuberechnen. Auch aus diesem Grund wurde während der Grabungen von Ehrenberg wohl eine viel höher gelegene Berghütte als Unterkunft und Startpunkt auserkoren (vgl. KÖNIG 2019: 10ff.).



Abbildung 2: Kartenabschnitt des Salzofens und der Salzofenhöhlen im Maßstab 1:15000 (<http://www.austrianmap.at/amap/>; letzter Aufruf 24.05.2019)

Da die Spitze des Salzofens in 2070 Metern Höhe liegt, befinden sich der Haupteingang und die zahlreichen Nebeneingänge, von denen zwei gut zugänglich sind und die allesamt auch noch heute vorhanden sind, nur wenige Meter tiefer. Der Haupteingang führt in einen schmalen aber hohen Raum, der sich höhleneinwärts schnell zu einer Spalte verengt. Der zweite, mittlere Eingang ist eine senkrechte, sehr schmale Spalte und der dritte Eingang ist am weitesten östlich gelegen und ein wenig breiter (vgl. DÖPPES/RABEDER 1997: 213f.; vgl. KÖNIG 2019: 10ff.).



Abbildung 3: Der Haupteingang der Salzofenhöhle; Foto von Gernot Rabeder

Das Innere der Höhle stellt keinen simplen Raum dar, sondern ist viel eher ein in mehrere Stockwerke unterteilte, mehrgliedriges Höhlensystem. Es beinhaltet viele Räume, die durch viele Spalten und Klüften erweitert und miteinander verbunden sind. PFARR & STUMMER (1988: 122f.) nennen eine bisher erforschte Länge der Höhle von 3.588 Metern. Die einzelnen Räume an sich sind nicht als groß anzusehen und nur wenige besitzen hohe und weite Hallen (vgl. EHRENBURG 1941: 328). Zudem gibt es einzelne Teile, die mit Namen bezeichnet werden. Bei der Salzofenhöhle sind als fossilführende Teile explizit der Vorraum, der Nebenhöhlen-Vorraum, der Graf Kesselstadt-Dom, die Forsterkapelle, der Löwenschacht, der Schramlgang, der Opferschacht und der Bärenfriedhof zu nennen. Bei Letzterem bilden fossile Knochen eine Art oberflächliche Sedimentschicht und wie der Name vermuten lässt, sind hier eine Vielzahl an Tieren beziehungsweise Bären verendet. Auf Grund des Aufbaus dieses Höhlenteils kam man schnell zu einer Idee, wie das Ableben der Tiere im Bärenfriedhof von Statten gegangen sein könnte. Man erreicht den Raum, wenn man vom Haupteingang nicht den Weg gen Osten zum Graf Kesselstadt-Dom einschlägt, sondern gerade aus weitergeht. Über eine ungefähr neun Meter tiefe, fast senkrechte Wand, die man durch Abseilen oder mit einer Leiter überwindet, und durch schräge röhrenartige Gänge, erreicht man so schlussendlich den Bärenfriedhof. Man nahm an, dass auch den Bären diese Senkrechte zum Verhängnis geworden ist. Da die Skelette im Bärenfriedhof in einem engen Radius vorzufinden sind, ging man davon aus, dass die Bären zur Gänze in den Bärenfriedhof gelangt sind und dort gestorben sind. Der Weg in den Raum dürfte im

Dunklen vielen Tieren zum Problem geworden sein, wodurch sie in die Tiefe gestürzt sind. Die Verstreuerung zusammengehörender Skelettteile ist auf Grund von zeitweiliger Wassereinbrüche in den Raum durchaus im Bereich des Möglichen (vgl. EHRENBURG 1941: 330ff.). EHRENBURG (1941: 339) war erstaunt, dass die Höhlenbären und die anderen dort lebenden Begleitformen in völliger Dunkelheit einen derartig weiten Weg bis zum Bärenfriedhof zurücklegen konnten. Sie legten üblicherweise hunderte Meter innerhalb von Höhlen zurück, die Klüfte und Spalten der Salzofenhöhle dürften dies zu keinem einfachen Unterfangen gemacht haben (vgl. KÖNIG 2019: 10ff.).

Der nach Stummer 1971 gezeichnete Plan (Abb. 4) der Salzofenhöhle hilft bei dem Nachvollziehen des komplizierten Systems. Der Plan zeigt außerdem die Klüfte der Salzofenhöhle sowie die Höhe der jeweiligen Räume. Der Plan zeigt beispielsweise den Vorraum, der auf das Höhlenportal folgt. Hier ist anzumerken, dass der Großteil dieser Funde bereits bei der früheren Grabung unter Otto Körber entdeckt wurde. Im darauffolgenden Verbindungsgang hinderten umfangreiche Versturzmassen die Grabungen. Über diesen Verbindungsraum erreicht man den Graf Kesselstatt-Dom, dem laut EHRENBURG (1941: 330) nur eine spärliche Fossilausbeute zuzuteilen ist. Auf diesen folgt wiederum der Schramlgang und Opferschacht. Der Opferschacht ist eine Kluft, die in der Nähe des östlichen Endes der Graf Kesselstatt-Dom beinahe senkrecht nach unten führt. Der Weg in die Tiefe gilt als beschwerlich und auch hier liegt der Gedanke, dass viele Tiere hier den Tod durch Sturz in die Tiefe erlitten haben, nahe. Wie im Bärenfriedhof, der sich tiefer in der Höhle befindet, war auch der Boden des Opferschachtes mit einer großen Anzahl von Knochen bedeckt. Die Tiefe des Bärenfriedhofs und Opferschachtes erklären das dort vorzufindende gehäufte Fossilvorkommen. Durch den Opferschacht kann man nördlich ausgerichtet durch den schwer passierbaren sogenannten Rundzug den Löwenschacht erreichen. Besonders am Löwenschacht war das fast vollständige Skelett von einem Höhlenbären, auf das man bei Grabungen gestoßen ist. Es war von Sedimenten umgeben, die eine Umgestaltung der Höhle während der Eiszeiten hindeuten könnte. (EHRENBURG 1941: 330). Nicht fern vom Löwenschacht besteht die Möglichkeit zum Abstieg in die Karl-Hans-Otto-Halle. Auch über die Nebeneingänge kann man den Verbindungsraum erreichen, jedoch sind diese deutlich schwerer zugänglich (vgl. EHRENBURG 1959: 8f.; vgl. KÖNIG 2019: 10ff.).

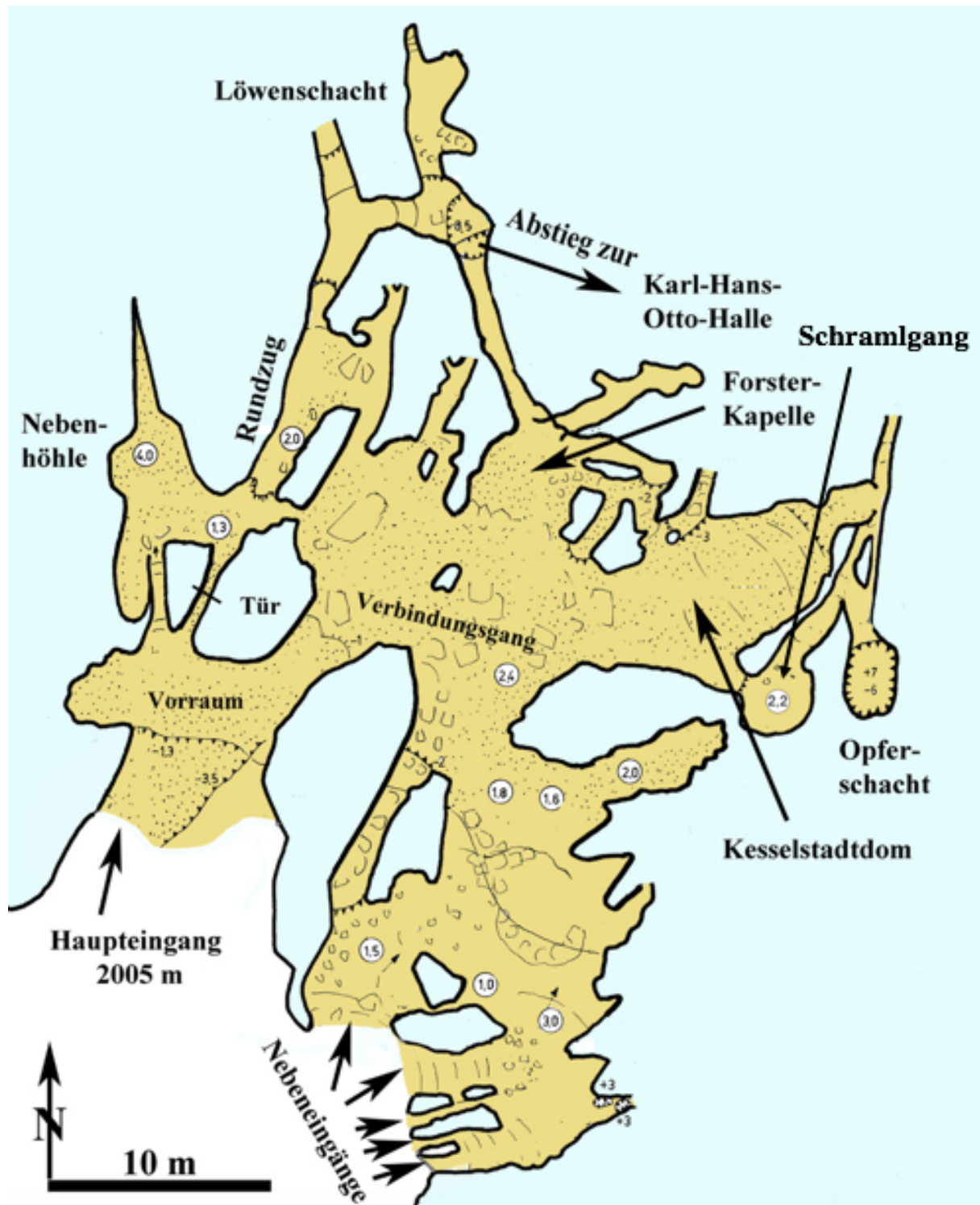


Abbildung 4: Grundrissplan der Salzofenhöhle (nach Stummer 1971, verändert von G. Rabeder)

1.2 Bodenprofil und Beifunde

Zwar sind im Bodenprofil des Haupteingangs der Höhle auch Knochen und Knochenfragmente zu finden, in erster Linie besteht es aber lediglich aus Schutt. Beim zweiten und dritten Eingang hingegen ist bis in die Tiefe in erster Linie

Verbruchsschutt zu finden. Oben aufliegend fand man vereinzelt Knochen aufliegen und auch Holzreste wurden hier gefunden, die bereits stark verwittert waren (vgl. EHRENBURG 1941: S.329-333; vgl. KÖNIG 2019: 13ff.).

Tiefer in der Höhle, in den Räumen „Graf Kesselstadt-Dom“ und „Forster-Halle“, wurde im Rahmen der Grabungen von Ehrenberg auch Höhlenprofile erstellt. Interessanterweise ähneln sich die Bodenprofile in der gesamten Höhle ziemlich. In ersterem Raum wurde ab einer gewissen Profiltiefe kein Fossilfund entdeckt. Das fossilführende Sediment der Salzofenhöhle wurde früher als Phosphaterde bezeichnet, weil es Phosphorverbindungen enthält. Dieser Erdtyp ist als typischer Boden einer Vielzahl von Höhlen im nordalpinen Gebiet bekannt. Aus diesem Typ Erde resultiert auch, dass Kalksteinblöcke in der Nähe von einer gelb-rötlich-braunen Phosphatkruste umgeben. Abbildung 4 veranschaulicht den Aufbau des Bodenprofils der Salzofenhöhle. So ist auch die graubraune Lehmschicht eingezeichnet, die sich zwischen Kalkstein und Phosphaterde befindet. Diese gilt als vorwiegend knochenfrei, während sich in der Schicht der Phosphaterde mit Abstand die größte Anzahl an Knochen befindet. In der Phosphatschicht sind außerdem dunkle Stellen vorzufinden, von denen man zunächst dachte, es handle sich dabei um Kohle. Tatsächlich verweisen diese aber auf einen höheren Stickstoffgehalt, der aus dem Vorhandensein von Huminstoffen herbeigeführt wird. Auch findet man im Vergleich zu anderen Höhlen einen deutlich höheren CaCO_2 -Gehalt im Boden. In der Kalkstaubschicht, die über der Schicht der Phosphaterde liegt, sind einzelne Kalkbruchstücke zu finden. Die Schicht besitzt eine hellgraue Farbe, die signifikant für sie ist. (vgl. EHRENBURG 1941: S.329-333; vgl. KÖNIG 2019: 13ff.)

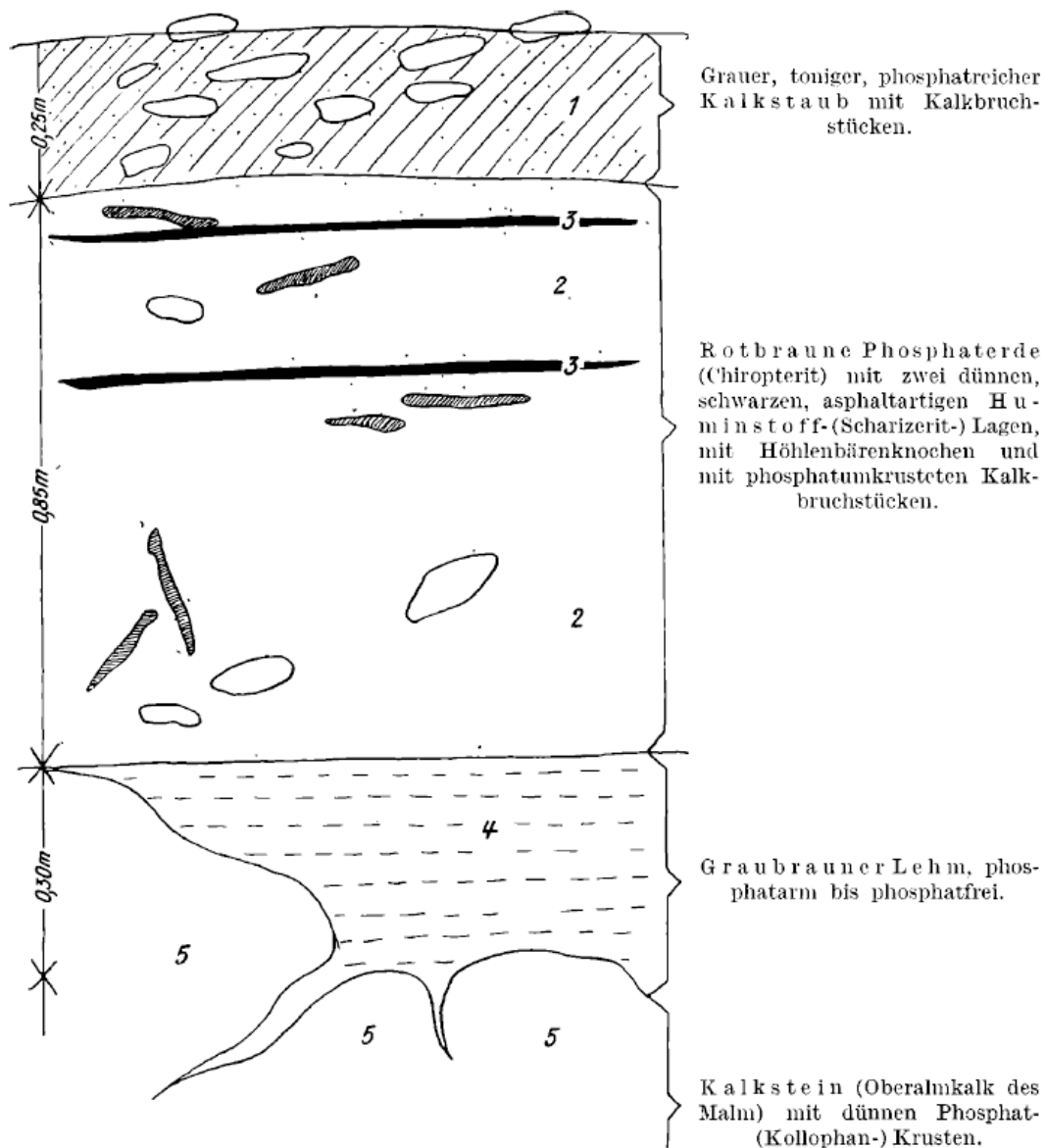


Abbildung 5: Schnitt durch die Ablagerungen des Graf Kesselstatt-Domes der Salzofenhöhle (gezeichnet von Schädler 1939)

Selbstverständlich wurden in den Räumen der Salzofenhöhle nicht ausschließlich Knochen von Höhlenbären entdeckt. Man traf bei den Grabungen auch auf eine Vielzahl von Beifunden. Neben Resten der pflanzenfressenden Bären fand man zahlreiche andere Tiermaterialien: Steinbockreste (*Capra ibex*), Wolfsreste (*Canis lupus*), Reste des Höhlenlöwen (*Felis spelaea*), Vielfraß (*Gulo gulo*) oder auch des Alpenhasen (*Lepus timidus L.*). Des Weiteren fand man viele Zähne von großen und kleinen Säugetieren und auch das Gehäuse von Gastropoden konnte man in einem Nebenhöhle system der Salzofenhöhle entdecken. Die Höhle wurde demnach nicht nur ausschließlich von Höhlenbären besucht. (vgl. EHRENBURG 1956: S. 2-4; EHRENBURG 1953: S.4ff.; EHRENBURG 1950: S.3-5; vgl. KÖNIG: 13ff.)

1.3 Forschungsgeschichte

Bereits vor K. Ehrenberg fanden in der Salzofenhöhle Grabungen durch den Schulrat Otto Körber, Begründer und früherer Leiter der Eiszeit- und Höhlenforschung in Bad Aussee, statt. Bereits im Jahr 1924 – also bald nach der Entdeckung – hat Körber die Höhle besucht und diese auf eigene Faust begraben. So veröffentlichte er etwa 1939 einen ersten umfassenden Bericht über die Arbeiten, die er über 14 Jahre hinweg in der Salzofenhöhle durchgeführt hat. Dieser Bericht beinhaltet wesentliche Informationen über die Höhle wie in etwa über die Lage und Gestalt dieser, außerdem ist von menschlichen Reliktfunden in der Höhle die Rede. Über die mögliche Anwesenheit von Eiszeitmenschen in der Salzofenhöhle wird unter dem Punkt „Eiszeitmenschen“ auf den Grund gegangen. Selbstverständlich wurden auch damals bereits Fossilfunde in der Höhle entdeckt. Der Speläologe Kyrle war auf Grund der interessanten Grabungen von Körber von weiteren Untersuchungen der Salzofenhöhle überzeugt und entwickelte Pläne für eine systematische Ausgrabung der gesamten Höhle, die dann Ehrenberg präsentiert wurden. Nach Kyrles Tod verging einige Zeit bis zur Veröffentlichung von Körbers Bericht, ehe die nächsten Grabungen im Jahr 1939 stattfanden. Diese Grabungen wurden vom Paläobiologischen Institut der Universität Wien unter Beteiligung des Museums des Reichsgaues Oberdonau in Linz abgehalten. Dies ist sozusagen als der Startschuss für die Grabungen Ehrenbergs in der Salzofenhöhle anzusehen, die auch im späteren Verlauf in den Jahren von 1950 bis 1964 durchgeführt wurden (vgl. EHRENBURG 1941: 325f.; vgl. KÖNIG 2019: 17f.).

1.4 Pathologie

Das gefundene Höhlenbärenmaterial der Salzofenhöhle zeigt bezüglich der Morphologie, dem Lebensalter und dem Erhaltungszustand eine deutliche Variation. Mit Hilfe von Röntgenuntersuchungen konnten viele Stücke der Materialien analysiert werden. Krankhafte Erscheinungen bei vorzeitlichen Tieren sind laut EHRENBURG & RUCKENSTEINER (1961: 203f.) von besonderer Wichtigkeit, da sie einen tieferen Einblick in die Lebensverhältnisse der damaligen Fauna und die Geschichte von Krankheiten gewähren (vgl. KÖNIG 2019: 15).

Durch ausgiebige Analysen des Materials kann festgehalten werden, dass die Höhlenbären sowie deren vorgefundene Begleitfauna nicht von Krankheiten verschont blieben – Im Gegenteil: Der Höhlenbär soll relativ anfällig dafür gewesen sein. Es konnten Krankheitsvorfälle unter anderem an den Zähnen, Wirbeln, Metapodien oder auch an den Phalangen festgestellt werden. Die durch die Ernährungsweise stark beanspruchte Zähne und daraus resultierenden abgekauten Zahnflächen könnten etwa die Voraussetzung für Infektionen, Entzündungen oder auch Abszesse gewesen sein. Die teilweise extreme Abnutzung der Zähne der Höhlenbären sind eine spezielle Eigenheit. Da er ein Gebiss wie ein Carnivore besitzt, sich jedoch nur herbivor und damit nur von Hartpflanzenkost ernährt, waren die Zähne nicht der Ernährungsart gewachsen und eine derartige Abnutzung war unumgänglich (vgl. EHRENBURG/RUCKENSTEINER 1961: 218f.). Die unübliche Nutzung des Carnivoren-Gebisses hatte dann pathologische Erscheinungen zur Folge (vgl. KÖNIG 2019: 15).

1.5 Klima

Da die Fossilfunde des *Ursus speleaus* auf knapp 2000 Metern Höhe gefunden wurden, lag für Ehrenberg die Vermutung nahe, dass die Höhlenbären in einer wärmeren Phase einer Eiszeit hier gelebt haben. Für Ehrenberg kam zur Zeit der Grabung vor allem das Riss-Würm-Interglazial in Frage also der Zeitraum zwischen 130.000 und 120.000 Jahre vor heute oder sogar das Mindel-Riss-Interglazial. Heute wissen wir, dass die alpinen Bärenhöhlen vor allem im Mittelwürm (65.000 bis 24.000 Jahren von den Bären bewohnt worden sind (vgl. DÖPPES et al. 2011, 2018; vgl. KÖNIG 2019: 16f.).

Da in der Höhle des Salzofens mehrere Jungtiere gefunden werden konnten, die warmen beziehungsweise schneefreien Tage für eine Aufzucht jedoch zu kurz sind, kam EHRENBURG schon vor 60 Jahren (1957: 61f.) auf die Idee der warmen Höhlenbärenzeit. Die Vegetation rund um den Höhleneingang (siehe Abb. 3) lässt aus heutiger Perspektive zudem die Schlussfolgerung naheliegen, dass die Gräser des alpinen Raumes keine ausreichende Nahrung für den pflanzenfressenden Höhlenbären gewesen sind. Da in Proben der Höhle wiederum Pollen von Kräutern und insektenbestäubenden Arten (beispielsweise *Asteraceae*, *Onagraceae*, ...)

nachgewiesen werden konnten, hätten sich die Bären stets bergab begeben müssen, um sich von jenen zu ernähren beziehungsweise diese Nahrung zur Höhle zu bringen. Ein täglicher Ab- und Aufstieg des Salzofens hätte jedoch einen enormen Energieaufwand für die Höhlenbären bedeutet und deshalb ist es naheliegend, dass damals eine warme Phase der Eiszeit herrschte und dementsprechend eine andere Vegetation rund um den Höhleneingang vorzufinden war, an der sich die Höhlenbären bedienen konnten (vgl. DÖPPES/RABEDER/STILLER 2011: 196; vgl. KÖNIG 2019: 16f.).

Ein weiterer interessanter Fakt, der für ein wärmeres Klima dieser Zeit spricht, sind die Eckzähne (Canini) der Bären aus der Salzofenhöhle. An jenen konnten nicht viele Schliffmarken festgestellt werden, die man im Fachjargon auch als „Kiskevélyer Klingen“ bezeichnet. Zu diesen Schliffmustern kommt es durch starke Abnutzung des Zahnschmelzes durch die Ernährung von Gräsern. Breuer lieferte im Jahr 1933 hierzu eine erklärende Theorie: Gräser besitzen demnach Kieselsäure-Körner, die als Fressabwehr dienen und den Zahnschmelz entscheidend abschleifen können (vgl. GOCKERT 2015: 11; vgl. HAUSBERGER 2013: 59f.). Die Defekte an den Zähnen der Höhlenbären nehmen bei niedriger werdender Seehöhe zu, was die Idee nahelegt, dass die Höhlenbären des alpinen Landes sich weniger grasartiger Nahrung bedienen mussten. Das heißt, dass zu dieser Zeit auch ein anderes Klima geherrscht haben muss zu dieser Zeit (vgl. GOCKERT 2015: 32; vgl. KÖNIG 2019: 16f.).

1.6 Eiszeitmenschen und die Möglichkeit des Bärenkultes

In einer Vielzahl der Berichte von Ehrenberg im Rahmen der Grabungen in der Salzofenhöhle wurde auch oft thematisiert, dass auch Menschen/Eiszeitmenschen in der Höhle untergekommen sind und Spuren hinterließen. Er referiert dabei in erster Linie auf Knochen- und insbesondere Schädelfunde, deren Anordnung auf eine Art „Kult“ schließen lässt. Ebenso lassen Löcher und Kerben in Knochen, die in der Höhle gefunden wurden auf menschlichen Einfluss schließen. Steinwerkzeuge, die in früheren Grabungen gefunden wurden und möglicherweise als Werkzeug der pleistozänen Menschen in Verwendung gewesen sind, waren Ehrenberg und seinem Team während der Arbeiten in der Höhle nicht mehr zugänglich, außerdem wurden

bei diesen Grabungen keine weiteren derartigen Artefakte gefunden. EHRENBURG (1941: 346) sagt diesbezüglich, dass es durchaus denkbar sei, dass einzelne Steine vom Menschen benutzt wurden. Holzkohle ließ zudem vorerst auf Feuerstellen schließen, was später wiederum widerlegt wurde. All diese Gegebenheiten machen die Salzofenhöhle dennoch zu der höchstgelegenen Stelle des alpinen Raums Österreichs, die der pleistozäne Mensch aufgesucht haben könnte. Möglicherweise haben die damaligen Menschen auch oft Unterschlupf in der Höhle gesucht, als die Wetterverhältnisse ein Verweilen im Freien zu gefährlich gemacht hätten. Der sogenannte Moustérien-Schaber, ein erst 1983 entdecktes Artefakt aus Stein, sichert zumindest, dass Menschen in der Salzofenhöhle anwesend waren (vgl. DÖPPES & RABEDER 1997: 216; vgl. KÖNIG 2019: 15f.).

Eng verbunden mit der möglichen Anwesenheit von Menschen in der Salzofenhöhle ist auch der Gedanke des Vorhandenseins eines Bärenkultes. PACHER (1997: 336) definiert einen „Kult“ als ein „sakrales Tun nach festgelegten Normen im Nutzen einer Gemeinschaft“. Es ist also eine Art Ritual, das unter anderem mit der Jagd auf Höhlenbären, der rituellen Deponierung von Skelettteilen wie Schädeln oder der Verwendung von Knochen als Geräte einhergeht. Die Befunde einer Anzahl von Höhlen, darunter auch die Salzofenhöhle, seien demnach nicht klar einem Kult zuzuordnen (vgl. PACHER 1997: 366). Es ist zwar mehr als nur wahrscheinlich, dass Menschen die Höhlen aufgesucht haben, doch explizit von einem Höhlenbärenkult zu sprechen lässt sich diesbezüglich nicht bestätigen (vgl. KÖNIG 2019: 15f.)

1.7 Abkürzungen

1.7.1 Allgemeine Abkürzungen

C	Caninus
I1,2	Erster/Zweiter Incisivi oben
i1	Erster Incisivi unten
i2	Zweiter Incisivi unten
Mc1	Erster Metacarpale
Mc2	Zweiter Metacarpale
Mc3	Dritter Metacarpale
Mc4	Vierter Metacarpale
Mc5	Fünfter Metacarpale
mt1	Erster Metatarsale
mt2	Zweiter Metatarsale
mt3	Dritter Metatarsale
mt4	Vierter Metatarsale
mt5	Fünfter Metatarsale
inf	inferior (unterer)
sup	superior (oberer)
dex	dexter (rechts)

sin

sinister (links)

Tabelle 1: Allgemeine Abkürzungen

1.7.2 Abkürzungen der Höhlen (inkl. zugehöriger Referenzen, wenn vorhanden)

Aj	Ajdovska jama (PACHER et al.: 2011)
ARZ	Arzberghöhle (FASSL & RABEDER: 2015)
BB	Brieglersberghöhle (RABEDER et al.: 2005)
Bf	Bärenfalle (neu)
BS	Brettsteinhöhle (RABEDER et al.: 2001)
Cu	Conturines (RABEDER: 1999)
Db	Dive babe (neu)
DL	Drachenloch (neu)
GS	Gamssulzen (RABEDER: 1999)
HD1	Herdengelhöhle Schicht 420-380 (RABEDER: 1999)
HD2	Herdengelhöhle Schicht 380-360
HD3	Herdengelhöhle Schicht 330-360 (RABEDER: 1999)
HD4	Herdengelhöhle Schicht 300 (RABEDER: 1999)
HD5	Herdengelhöhle Schicht 200-330 (RABEDER: 1999)
HG	Hartelsgraben (DÖPPES & RABEDER: 1997)
Ilianka	Ilianka near Odessa (neu)
Kj	Krizna jama (PACHER et al.: 2014)
Ku2	Kugelstein-Tropfsteinhöhle (DÖPPES & RABEDER: 1997)
LAC	Loutraki Aridea Cave (TSOUKALA & RABEDER: 2006)
LL	Liegelloch (RABEDER: 1999)
Mix	Drachenhöhle von Mixnitz (FRISCHAUF et al.: 2014)
Mok	Mokriska jama (neu)
Mst	Merkensteinhöhle (PACHER & RABEDER 2014)
Mv	Merveilleuse (FRISCHAUF et al.: 2010)
NL	Nixloch (NAGEL & RABEDER: 1992)
OH	Ochsenhalthöhle (FRISCHAUF: 2009)
PLE	Préletang (FRISCHAUF et al.: 2010)
Po	Grotta di Pocala (CALLIGARIS et al.: 2006)

PZ	Potocka zijalka (PACHER et al.: 2004)
Rg	Ranggiloeh (neu)
RK	Ramesch-Knochenhöhle (RABEDER: 1999)
SD	Schlenken Durchgangshöhle (neu)
SF	Sulzfluhhöhle (RABEDER: 2004)
SO	Salzofen (RABEDER: 1999)
Sr	Schreiberwandhöhle (neu)
SW	Schwabenreith-Höhle (RABEDER: 1999)
Vi G	Vindija G (WILD et al.: 2001)
Wi	Windener Bärenhöhle (neu)
WK	Wildkirchli (neu)

Tabelle 2: Abkürzungen der Höhlen; inkl. zugehöriger Referenzen (wenn vorhanden)

2. Material und Methoden

2.1 Material

Im Rahmen der Forschungsarbeiten für diese Diplomarbeit durften mein Kollege Felix König und meine Wenigkeit das Naturhistorische Museum besuchen, um in den dortigen Räumlichkeiten Forschungen am dort gelagerten Höhlenbärenmaterial der Salzofenhöhle durchzuführen. Mit einem Passierschein durften wir Frau Frau Priv.-Doz. Dr. Ursula Göhlich besuchen, die uns den Aufenthalt so reibungslos wie möglich gestaltete und eine große Hilfe bei der Orientierung im Museum war. In den Kästen des Museums befinden sich eine große Anzahl der Knochenfunde der Höhle, darunter Wirbeln, Metapodien, Rippen und jegliche Art von Zähnen (Canini, Incisivi, Prämolaren, Molaren). Unser Hauptaugenmerk lag dabei auf den Zähnen und Metapodien. Über einen gewissen Zeitraum wurden so über 400 Knochen und Zähne vermessen, deren Ergebnisse in zwei Diplomarbeiten nun veröffentlicht werden (vgl. KÖNIG 2019: 20).

2.2 Methoden

Um die Messungen am oben genannten Material des Naturhistorischen Museums durchführen zu können, verwendeten wir neben Geodreiecken in erster Linie eine

sogenannte Schieblehre, oft auch Messschieber genannt. Mit dieser ist es möglich, Messungen im Zehntelmillimeterbereich präzise zu tätigen (siehe Abb. 6). Dabei war darauf zu achten, die Schieblehre richtig am Zahn/Knochen anzulegen, um einen korrekten Messwert für die Länge und Breite zu erhalten. So unterscheidet sich etwa das Anlegen des Messgerätes an einem Caninus zu dem an beispielsweise einem Molaren. Folglich wurden die gemessenen Knochen und Zähne mit einer Archivnummer versehen, um das Material in Zukunft einfacher auffindbar zu machen. In einer Excel-Tabelle wurden alle Maße zu den jeweiligen Zähnen und Metapodien festgehalten und auch, in welchem Kasten und in welcher Lade des Naturhistorischen Museums diese zu finden sind. Dies stellt auch sicher, dass mögliche spätere Forschungen am Material reibungslos erfolgen können. Auf dieser Excel-Tabelle basieren alle Ergebnisse, die im Rahmen dieser Diplomarbeit unter Punkt 3 vorgestellt werden (vgl. KÖNIG 2019: 20).



Abbildung 6: Messung eines Canini mittels Schieblehre (Foto von Kneifel & König 2019)

2.2.1 Morphologische Bestimmung

Je nach Lebensweise können sich Höhlenbären voneinander deutlich unterscheiden. So lassen sich auch österreichweit verschiedenste Funde feststellen, deren Knochen

meist zwischen 65.000 und 25.000 Jahren alt sind (vgl. RABEDER & FRISCHAUF 2016: 183). Um die Art bestimmen zu können, wird oftmals die Länge und die Breite der Zähne der Bären verwendet. Auch Mittelhand- und Mittelfußknochen eignen sich sehr gut dazu, die Art des Tieres und dessen Lebensweise zu rekonstruieren. Der P⁴ (Prämolar) und M² (Mahlzahn) sind äußerst gut dazu geeignet, Informationen über die Lebensweise von Individuen zu ermitteln (vgl. KÖNIG 2019). Beispielsweise sind gewisse Arten, wie *Ursus eremus*, umso kleiner je höher sich ihr Lebensraum befindet. Bei *Ursus ingressus* lässt sich dies nicht feststellen – dessen Niveau der Evolution ist stark von der Seehöhe abhängig. Neben der Zeit ist also auch der Seehöhe eine wichtige Rolle in der Evolution der Höhlenbären zuzuschreiben (vgl. KÖNIG 2019: 21).

3. Ergebnisse

3.1 Vordere Bezaehlung

3.1.1 Canini (C)

Die folgenden Tabellen (Tab. 3 & 4) geben Auskunft über die ermittelten Werte der Eckzähne der Höhlenbärenfunde, die dann in Folge grafisch dargestellt werden. Diese Berechnungen sind wichtig für die Unterscheidung zwischen männlichen und weiblichen Individuen unter den Funden.

	Länge (mm)	Breite (mm)
Mittelwert	22,59	17,10
Anzahl (n)	89	92
Maximum	31,40	23,00
Minimum	15,80	11,30
M standardisiert (%)	94,52	96,74
Standardabweichung (n-1)	3,41	2,68
Standardabweichung (%)	15,1	15,67

Tabelle 3: Werte der Canini (gesamt) aus der Salzofenhöhle

	Länge (mm)	Breite (mm)
Mittelwert	20,01	14,82
Anzahl (n)	45	47
Maximum	23,50	16,70
Minimum	15,80	11,30
M standardisiert (%)	94,70	96,48
Standardabweichung (n-1)	1,55	1,06
Standardabweichung (%)	7,76	7,15

Tabelle 4: Werte der Canini (weiblich) aus der Salzofenhöhle

	Länge (mm)	Breite (mm)
Mittelwert	25,23	19,48
Anzahl (n)	43	45
Maximum	31,40	23,00
Minimum	20,60	17,00
M standardisiert (%)	95,39	99,24
Standardabweichung (n-1)	2,72	1,54
Standardabweichung (%)	10,80	7,91

Tabelle 5: Werte der Canini (männlich) aus der Salzofenhöhle

	Wert
Anzahl W (B kleiner 17)	47
Anzahl M (B größer 17)	45
Sex Index	51,09
Sexdimorphismus-Index Länge	126,09
Sexdimorphismus-Index Breite	131,44
Sexratio	1,04

Tabelle 6: Anzahl von weiblichen/männlichen Canini & Werte des Sex-Index und Sex-Ratio

Tabelle 3 gibt Auskunft über zentrale Berechnungen der Eckzähne im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit. Die Tabellen 4-6 stellen beispielsweise die Anzahl der männlichen und weiblichen Individuen zur Schau sowie deren Sexdimorphismus und der Sexratio. Als Wert, bis zu dem beziehungsweise ab dem ein Eckzahn einem weiblichen/männlichen Individuum zugeschrieben wird, wurde in Anlehnung an vorhergegangene Diplomarbeiten die Zahl 17 gewählt.

Abbildung 7 und 8 stellen das Vorkommen männlicher und weiblicher Eckzähne unter den Funden bildlich dar. Im Punktdiagramm von Abbildung 7 ist es jedoch schwer, klar zwischen weiblichen und männlichen Individuen zu unterscheiden,

weshalb bei Abbildung 8 anstelle von nur der Länge der Wert von Länge mal Breite verwendet wurde. Daraus ergeben sich zwei deutliche Gruppen von weiblichen und männlichen Individuen, die durch eingrenzende Ellipsen noch deutlicher dargestellt werden. In der unteren Ellipse halten sich die weiblichen Funde auf, in der oberen die männlichen.

An Hand der Eckzähne lässt sich eine eindeutige Sexualdifferenzierung tätigen. So ist der Sexualdimorphismus der vermessenen Eckzähne der Salzofenhöhle ziemlich ausgeglichen (vgl. SCHOPF: 47).

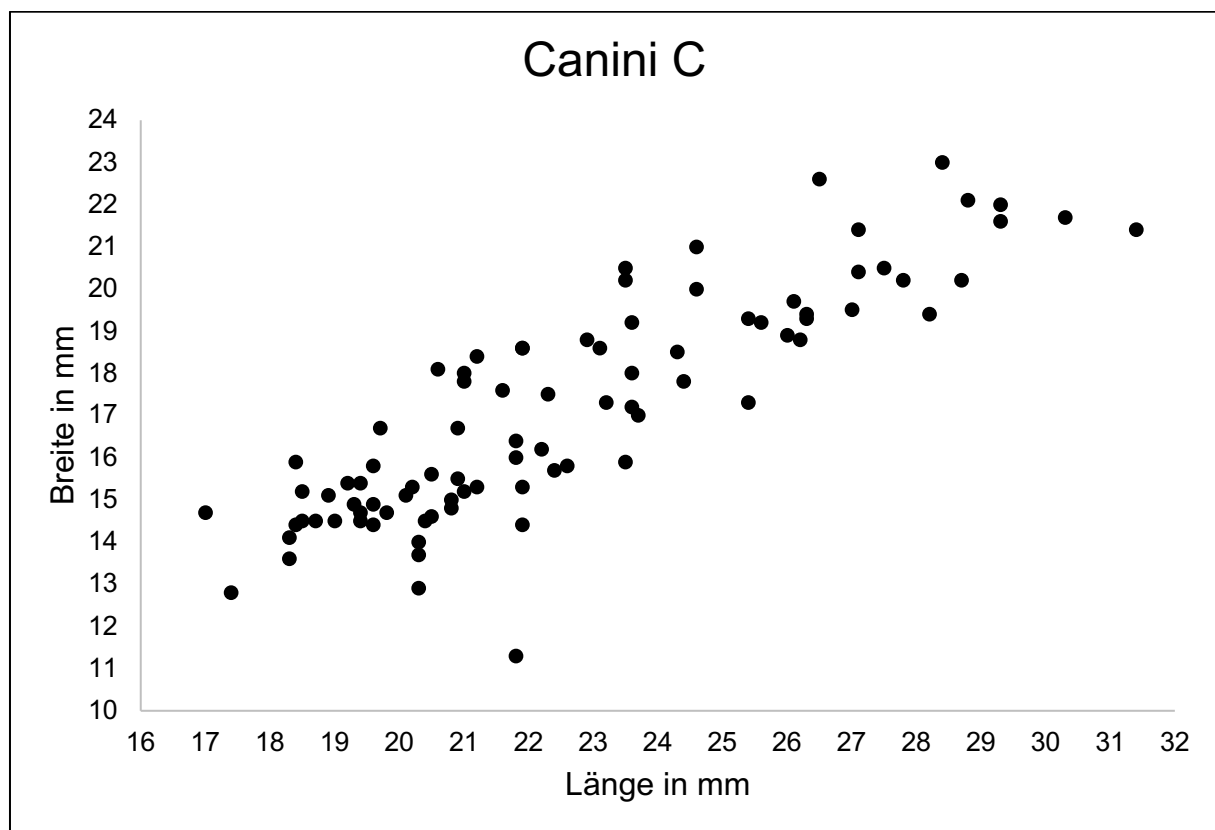


Abbildung 7: Diagramm Länge – Breite der Canini

Abkürzung	Art	Land	Seehöhe (in m)	SDI-L Canini	SDI-W Canini
Bf	eremus	A	2100	126,71	126,00
DL	eremus	CH	2475	127,65	132,73
HD1	eremus	A	878	x	x
HD3	eremus	A	878	x	x
HD4	eremus	A	878	x	x
OH	eremus	A	1650	126,45	132,55
Po	eremus	I	139		
RK	eremus	A	1960	127,80	132,37
SO	eremus	A	2005	x	x
SO19	eremus	A	2005		
SD	eremus	A	1590	119,51	129,52
SW	eremus	A	970	132,86	131,33
	eremus+			127,24	126,13
WK	ingressus	CH	1420		
	eremus+ladi			133,50	131,80
BS	nicus	A	1700		
ARZ	ingressus	A	735	131,91	130,77
GS	ingressus	A	1300	127,81	125,13
HG	ingressus	A	1230	127,85	133,87
HD5	ingressus	A	878	x	x
Ilianka	ingressus	UKR	75	x	x
Kj	ingressus	SLO	675	129,88	135,75
Ku2	ingressus	A	482	x	x
LAC	ingressus	GR	540	126,82	133,67
LL	ingressus	A	1290	133,88	134,39
Mj	ingressus	SLO	905		
Mst	ingressus	A	441	130,34	133,20
Mix	ingressus	A	949	132,67	136,75
Mok	ingressus	SLO	1500	x	x
NL	ingressus	A	770	127,00	127,70
PZ	ingressus	SLO	1650	130,75	128,08
Wi	ingressus	A	190	129,09	134,09
Vi G	ingressus	HR	275	x	x
Aj	ladinicus	SLO	288	131,68	142,94
BB	ladinicus	A	1960	126,79	136,26
Cu	ladinicus	I	2800	122,27	130,40
Mv	ladinicus	F	1120	129,84	138,32
PLE	ladinicus	F	1225	130,02	132,99
SF	ladinicus	CH	2300	x	x
Sr	ladinicus	A	2250	134,40	135,91
Rg	ladinicus?	CH	1845	x	x
Divje babe	ingressus	SLO	450	x	x

Tabelle 7: Seehöhe und Daten für Indexberechnung (vgl. KNAUS 2017: 41; vgl. PACHER et al. 2011)

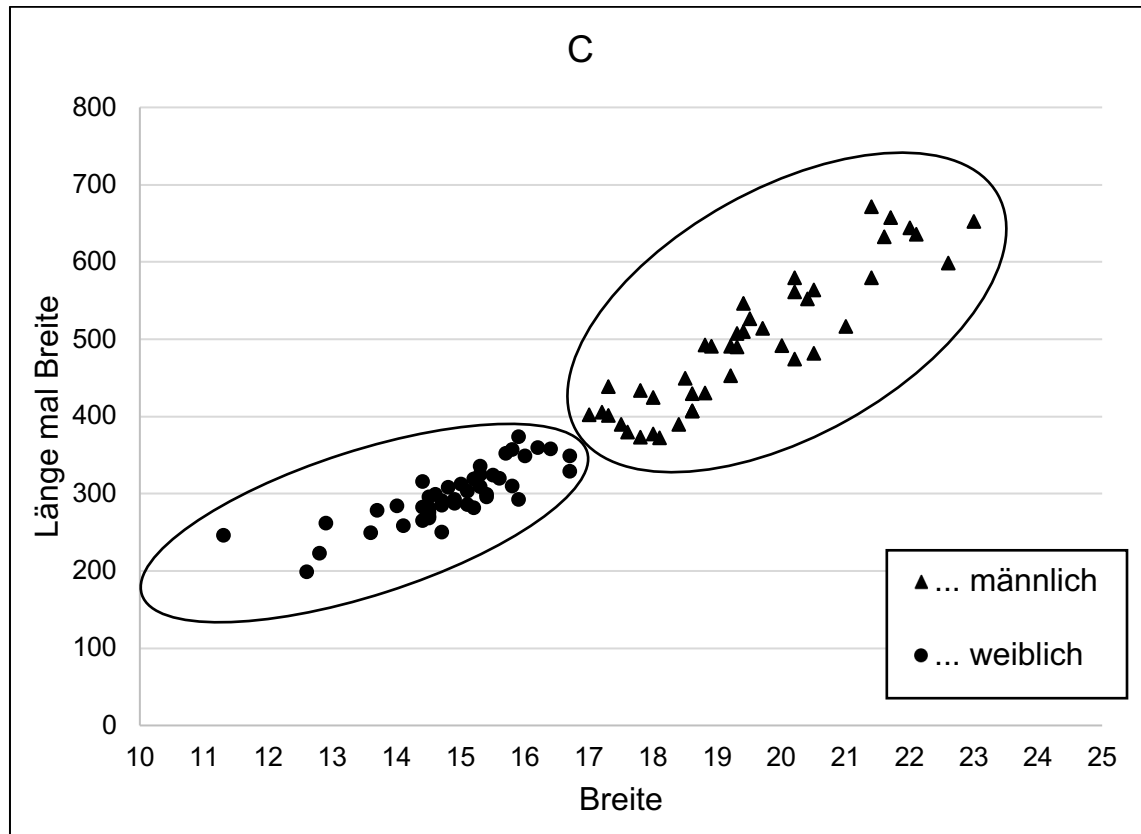


Abbildung 8: Diagramm: Länge mal Breite / Breite der Canini

Abbildung 9 stellt den Sexdimorphismus-Index der Eckzähne für die Länge in Abhängigkeit der Höhlenlage dar. Hier zeigt sich bei *Ursus ladinicus* eine klare Abhängigkeit der Höhenlage, während diese bei *Ursus ingressus* und *Ursus eremus* deutlich geringer ist.

Abbildung 10 stellt hingegen den Sexdimorphismus-Index der Eckzähne für die Breite in Abhängigkeit der Höhlenlage dar. *Ursus ladinicus* zeigt die stärkste Abhängigkeit von der Höhenlage, während es bei *Ursus ingressus* und *Ursus eremus* eine deutlichere Streuung gibt, so dass man keine klare Abhängigkeit von der Höhlenlage manifestieren kann. Für Länge und Breite ergeben sich also gleiche Gegebenheiten in Abhängigkeit der Höhenlage.

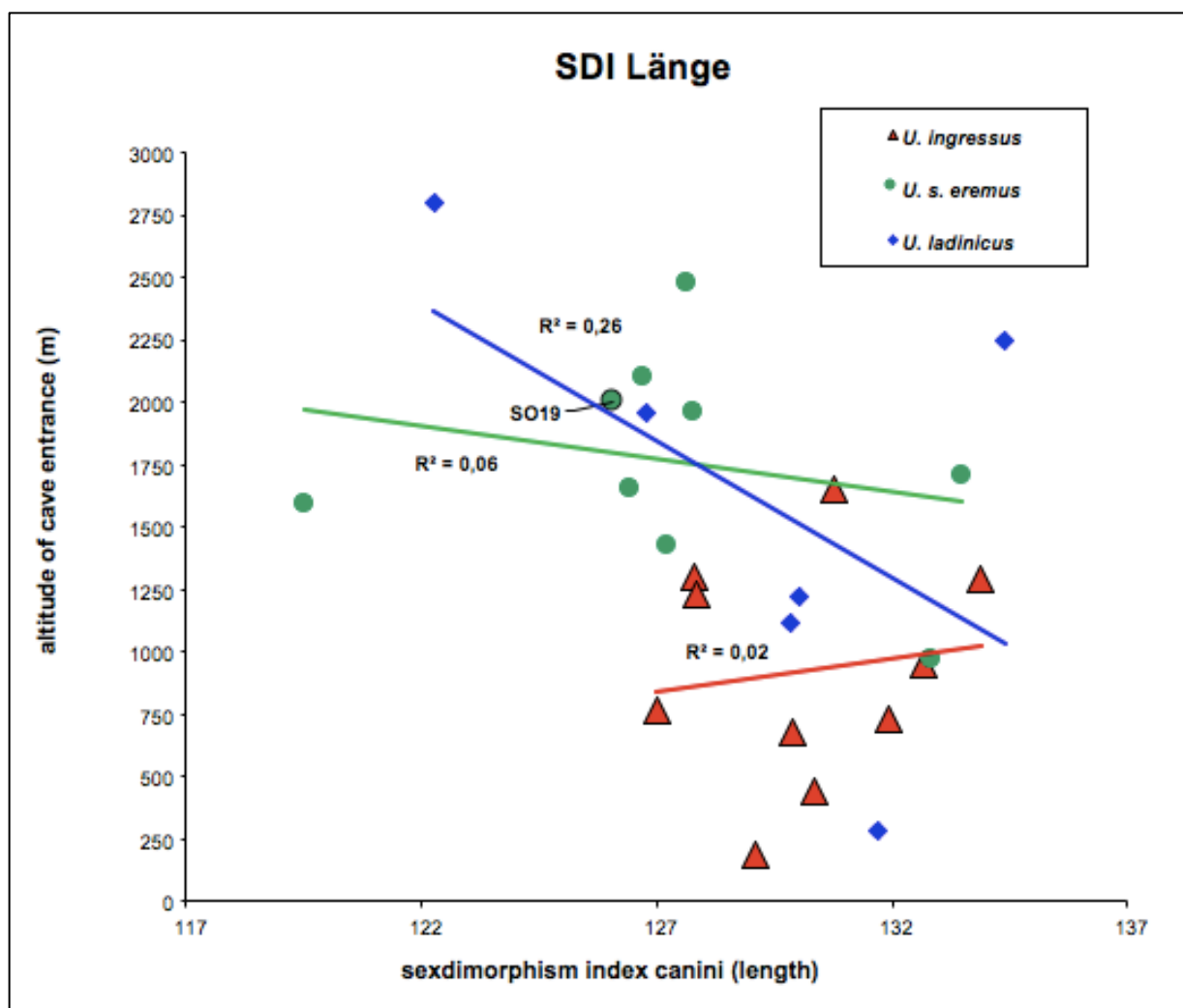


Abbildung 9: Sexdimorphismus-Index der Canini (Länge) in Abhängigkeit der Höhenlage

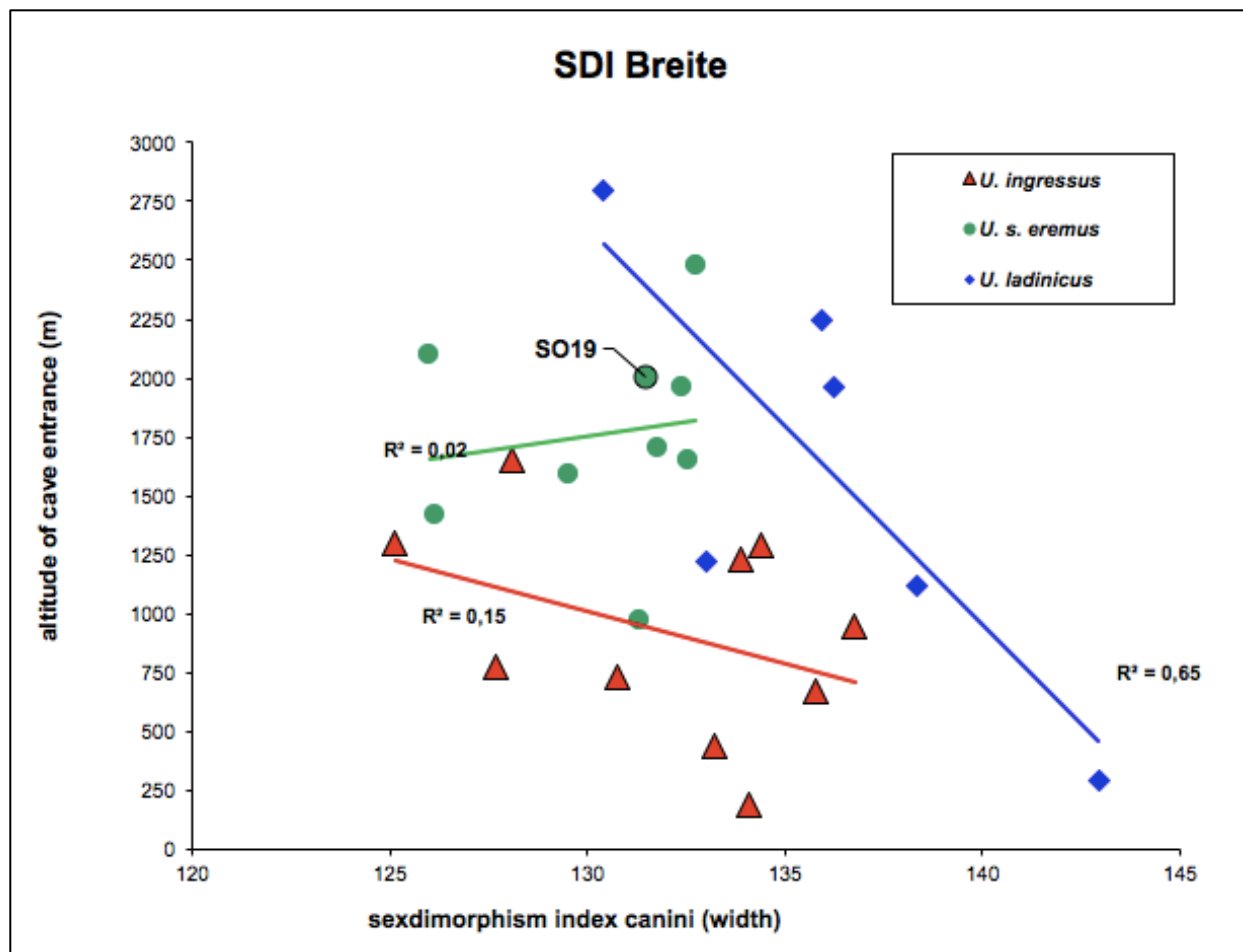


Abbildung 10: Sexdimorphismus-Index der Canini (Breite) in Abhängigkeit der Höhenlage

3.1.2 Dritter Oberkiefer Incisivus (I3 sup)

	Länge (mm)	Breite (mm)
Mittelwert	15,00	13,16
Anzahl (n)	40	40
Maximum	17,80	16,10
Minimum	11,00	8,50
M standardisiert (%)	80,10	89,16
Standardabweichung (n-1)	1,59	1,66
Standardabweichung (%)	10,6	12,61

Tabelle 8: Werte der I3 sup

Tabelle 8 zeigt die Werte, die sich für den dritten Oberkieferincisivi ergeben haben. Unter 40 vermessenen Fundstücken ergibt sich für die Länge ein Mittelwert von 15 mm und für die Breite ein Mittelwert von 13,16 mm. Der längste I3 wurde mit einem

Wert von 17,80mm gemessen, während der breiteste einen Wert von 16,10mm besitzt.

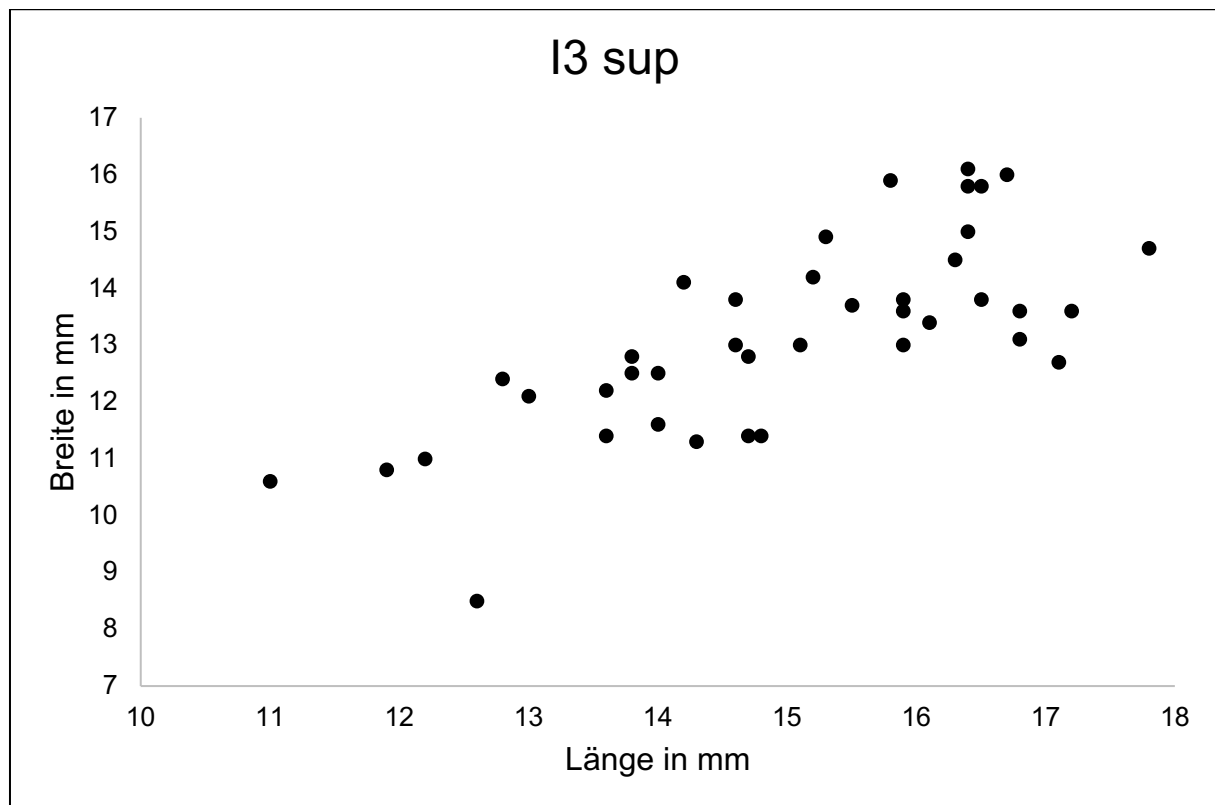


Abbildung 11: Länge-Breite Diagramm der I3 sup

Abbildung 11 verdeutlicht, dass die I3-Zähne des untersuchten Höhlenbärenmaterials in Bezug auf Länge und Breite deutlich variieren.

3.1.3 Dritter Unterkiefer Incisivus (i3 inf)

	Länge (mm)	Breite (mm)
Mittelwert	13,01	11,95
Anzahl (n)	21	21
Maximum	15,60	13,40
Minimum	11,40	10,30
M standardisiert (%)	98,56	95,98
Standardabweichung (n-1)	1,10	0,79
Standardabweichung (%)	8,46	6,61

Tabelle 9: Werte der i3 inf

Die dritten Unterkieferincisivi (i3 inf) sind im Gegensatz zum Antagonisten aus dem Oberkiefer lediglich 21 Mal im Material vertreten. Für den Mittelwert der Länge ergibt sich ein Wert von 13,01 mm und für die Breite ein Wert von 11,95mm. Der längste Zahn ist 15,60mm lang und der breiteste 13,40mm breit.

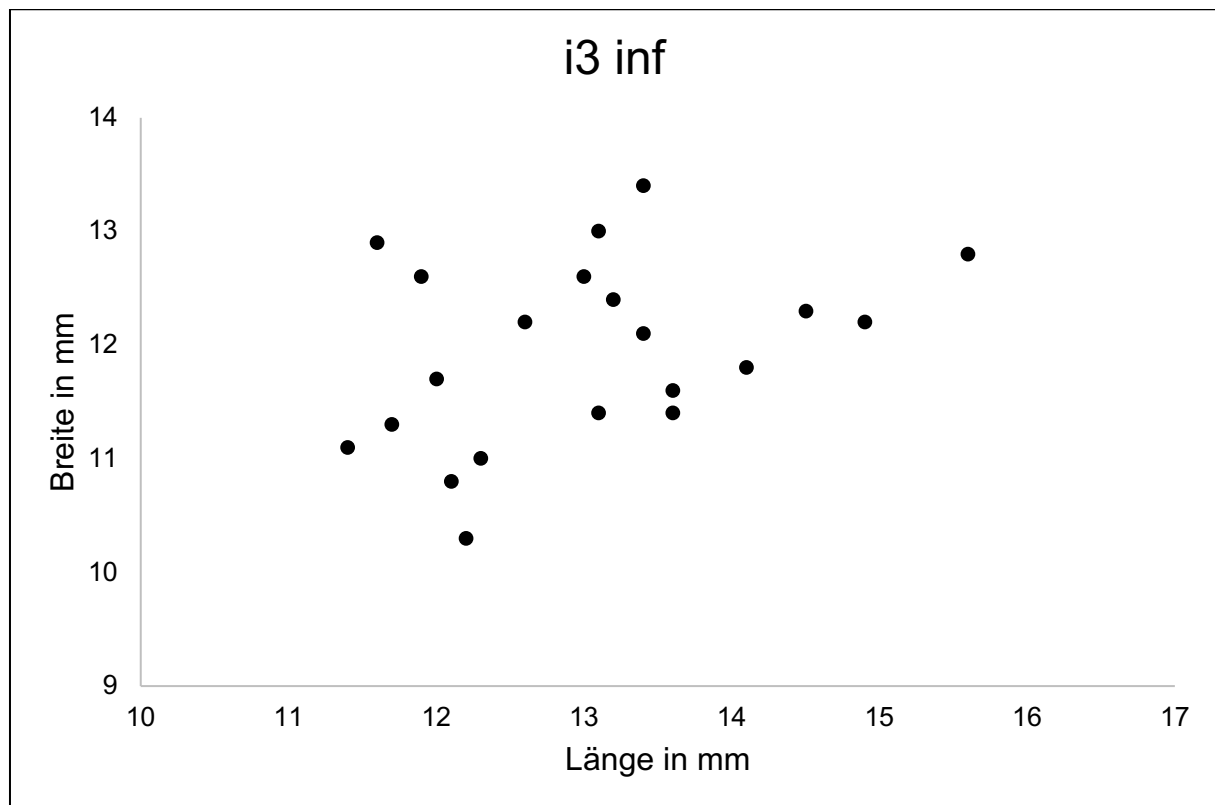


Abbildung 12: Länge-Breite Diagramm der i3 inf

Im Vergleich zu dem I3 aus dem Oberkiefer sind die Zähne des i3 inf im Unterkiefer deutlich weniger gestreut.

3.1.4 Erster und zweiter Oberkiefer Incisivus (I1,2 sup)

	Länge (mm)	Breite (mm)
Mittelwert	9,56	10,60
Anzahl (n)	27	27
Maximum	12,80	12,40
Minimum	6,80	8,90
M standardisiert (%)	95,79	93,15
Standardabweichung (n-1)	1,33	0,86
Standardabweichung (%)	13,91	8,11

Tabelle 10: Werte der I1,2 sup

Tabelle 10 zeigt, dass man bei den Forschungsarbeiten im Naturhistorischen Museum 27 I1,2-Zähne vermessen hat. Interessanterweise ist der Mittelwert für die Breite (10,60 mm) höher als der für die Länge (9,56 mm). Der längste Zahn hat einen Wert von 12,80 mm und der breiteste einen von 12,40 mm. Abbildung 13 zeigt, dass sich aus den Werten der einzelnen I1,2-Zähne eine deutliche Streuung ergibt.

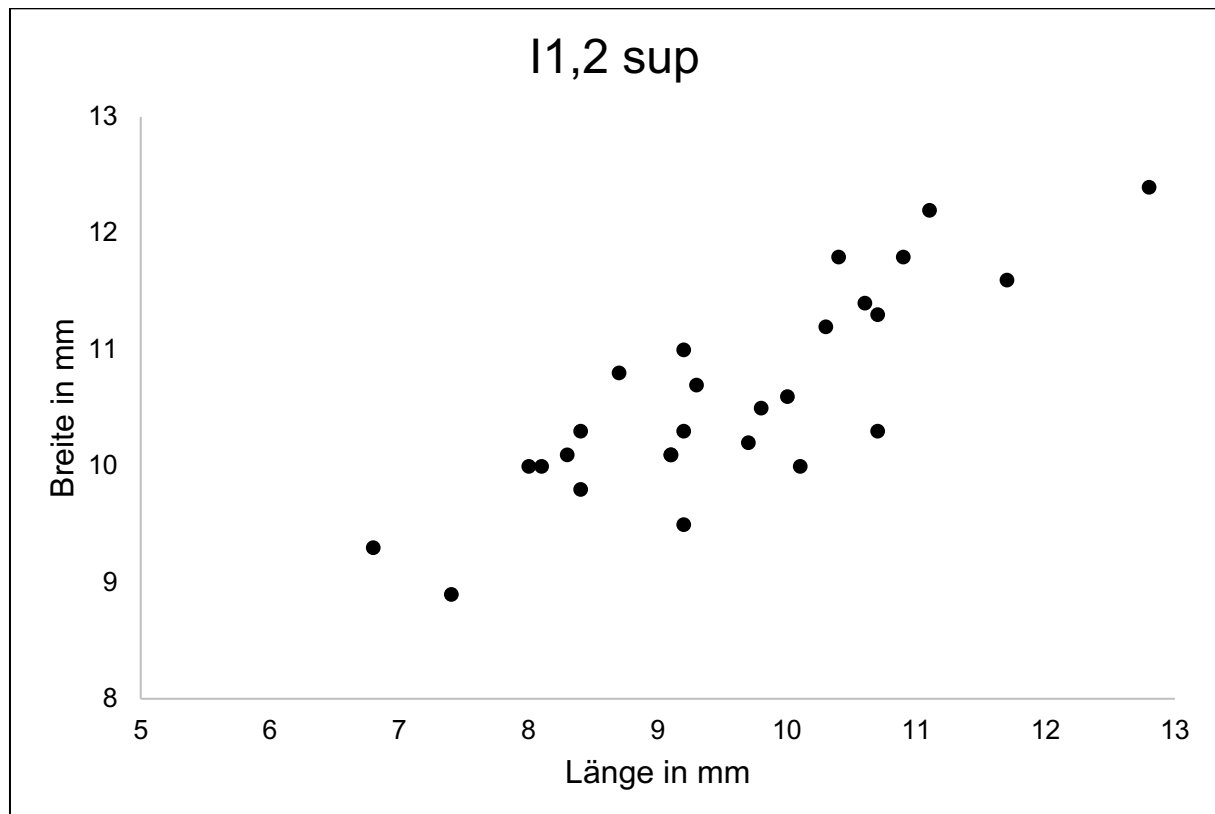


Abbildung 13: Länge-Breite Diagramm der I1,2 sup

3.1.5 Erster Unterkiefer Incisivus (i1 inf)

	Länge (mm)	Breite (mm)
Mittelwert	6,54	9,08
Anzahl (n)	13	13
Maximum	7,80	11,20
Minimum	5,00	7,40
M standardisiert (%)	99,67	103,38

Tabelle 11: Werte der i1 inf

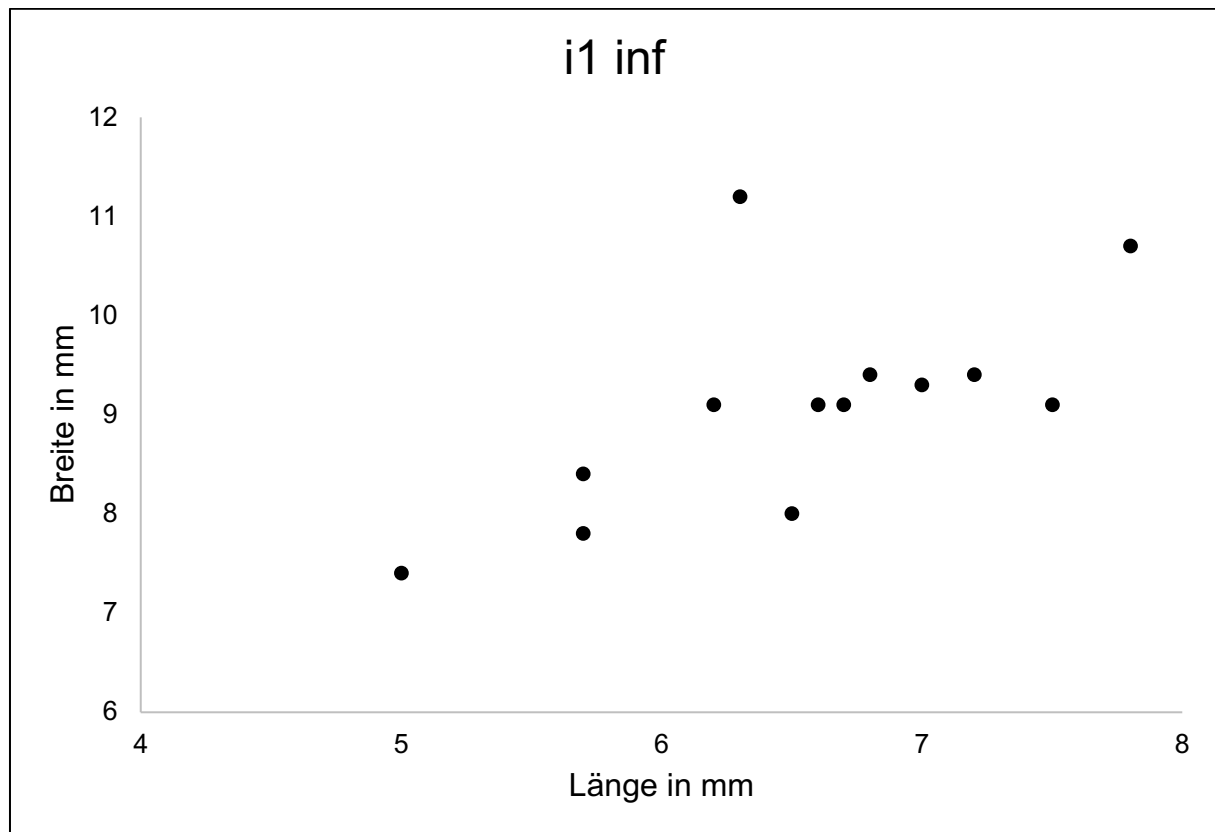


Abbildung 14: Länge-Breite Diagramm der i1 inf

3.1.6 Zweiter Unterkiefer Incisivus (i2 inf)

	Länge (mm)	Breite (mm)
Mittelwert	9,96	10,59
Anzahl (n)	12	12
Maximum	12,00	13,50
Minimum	8,00	8,70
M standardisiert (%)	103,95	97,53

Tabelle 12: Werte der i2 inf

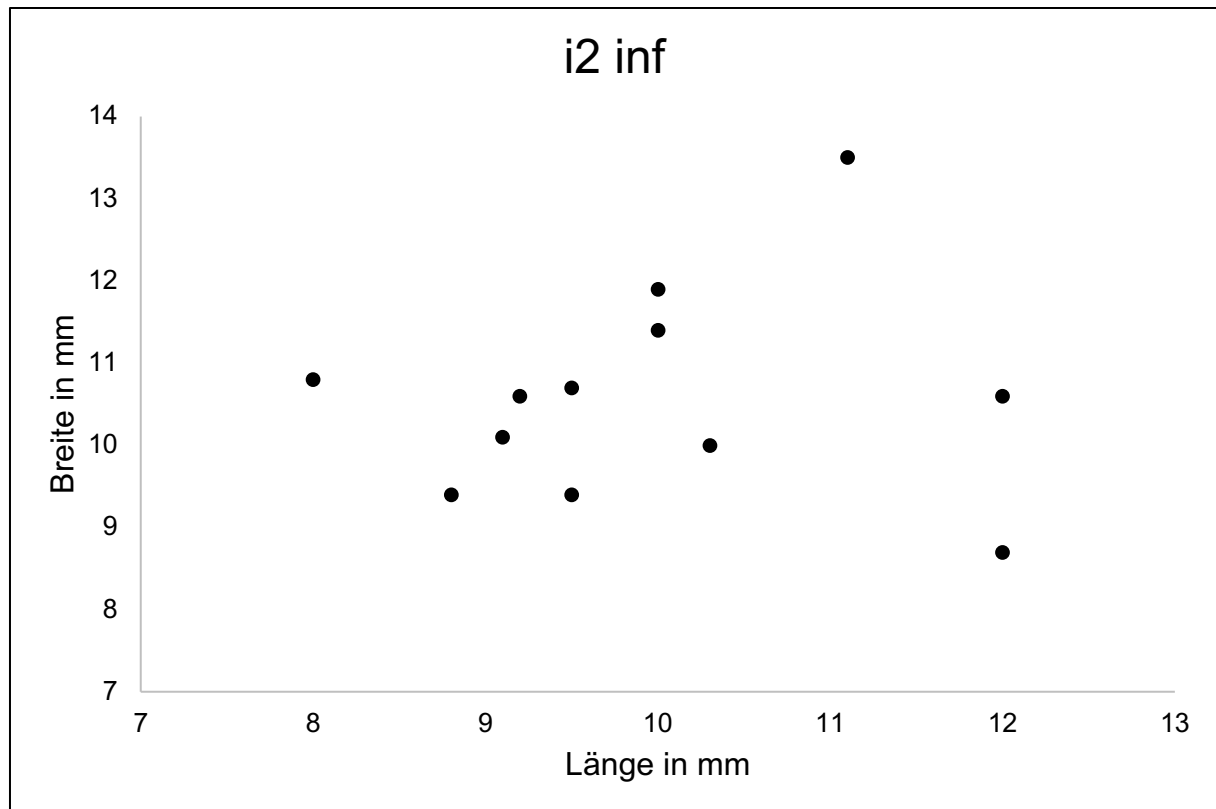


Abbildung 15: Länge-Breite Diagramm der i2 inf

3.1.7 Vergleich der vorderen Bezaahnung mit den Gamssulzen-Werten

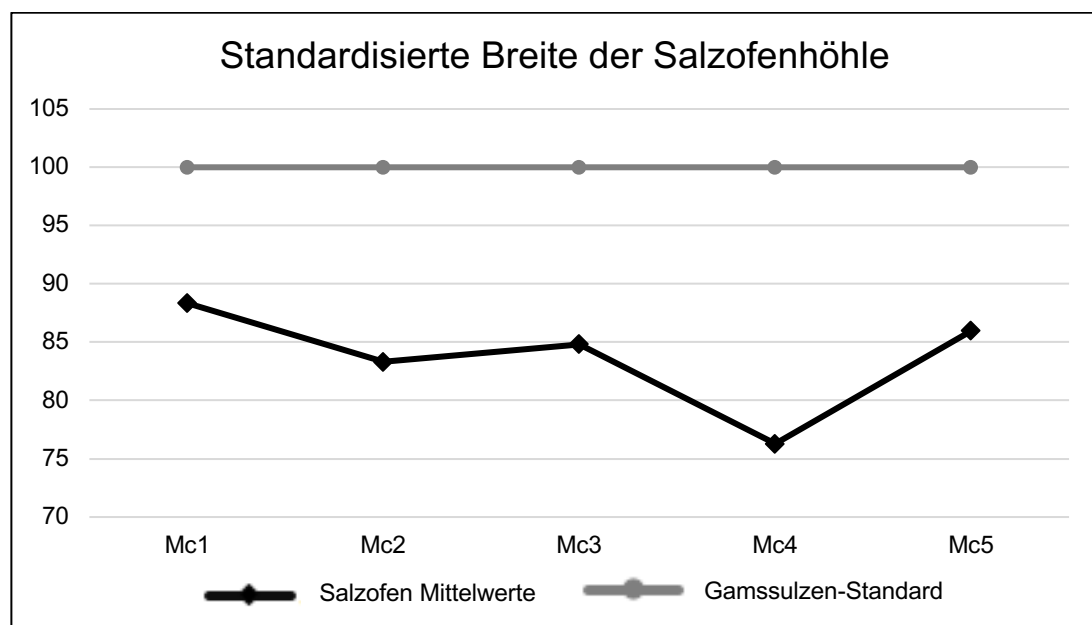


Abbildung 16: Vergleich der Breite-Werte der Incisivi mit dem Gamssulzen-Standard

Wie Abbildung 16 zeigt, sind in Bezug auf die Breite eindeutige Unterschiede bei den Funden der Salzofenhöhle im Vergleich zu den standardisierten Gamssulzenhöhle-Werten zu erkennen. Beinahe alle Werte der Salzofenhöhle sind unter dem Gamssulzen-Standard anzusiedeln, einzig i1 inf befindet sich mit dem Wert von 103,42% über dem Standard (100%), allerdings ist das wegen der geringen Stückzahl (n=13) nicht aussagekräftig.

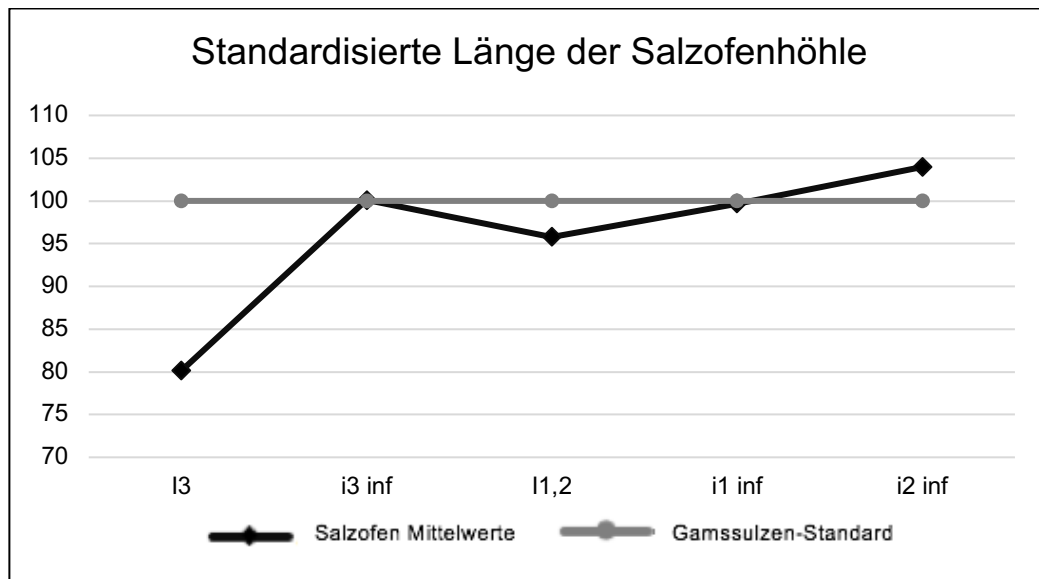


Abbildung 17: Vergleich der Längen-Werte der Incisivi mit dem Gamssulzen-Standard

Hinsichtlich der Länge sieht das Ergebnis anders aus, wie Abbildung 17 veranschaulicht. I3 (80,13%), I1,2 (95,79%) und i1 inf (99,7%) sind unter dem Gamssulzen-Standard zu finden, während i3 inf (100,08%) und i2 inf (103,97%) knapp über jenem Standard liegen.

3.2 Metapodien

3.2.1 Erstes Metacarpale (Mc1)

	Länge (mm)	Breite (mm)
Mittelwert	56,9	17,05
Anzahl (n)	2	2
Maximum	57,1	18,1
Minimum	56,7	16
M standardisiert (%)	89,61	26,85

Tabelle 13: Werte der Mc1

3.2.2 Zweites Metacarpale (Mc2)

	Länge (mm)	Breite (mm)
Mittelwert	66,88	21,08
Anzahl (n)	5	5
Maximum	72,7	23
Minimum	59,4	17,9
M standardisiert (%)	90,75	83,32

Tabelle 14: Werte der Mc2

3.2.3 Drittes Metacarpale (Mc3)

	Länge (mm)	Breite (mm)
Mittelwert	71,18	22,48
Anzahl (n)	4	4
Maximum	73,7	22,9
Minimum	70,1	22,1
M standardisiert (%)	89,19	84,81

Tabelle 15: Werte der Mc3

3.2.4 Viertes Metacarpale (Mc4)

	Länge (mm)	Breite (mm)
Mittelwert	70,81	21,36
Anzahl (n)	14	14
Maximum	77,1	23,8
Minimum	62,1	17,8
M standardisiert (%)	84,71	76,28

Tabelle 16: Werte der Mc4

3.2.5 Fünftes Metacarpale (Mc5)

	Länge (mm)	Breite (mm)
Mittelwert	72,98	25,1
Anzahl (n)	4	4
Maximum	75,2	26,1
Minimum	70,5	24,2
M standardisiert (%)	88,45	85,96

Tabelle 17: Werte der Mc5

3.2.6 Erstes Metatarsale (mt1)

Da sich in dem Material der Salzofenhöhle, das im Rahmen der Forschungsarbeit dieser Diplomarbeit vermessen wurde, sich nur ein mt1-Fundstück befindet, sind keine Berechnungen hierzu möglich.

3.2.7 Zweites Metatarsale (mt2)

	Länge (mm)	Breite (mm)
Mittelwert	65,2	19,47
Anzahl (n)	3	3
Maximum	71	22,5
Minimum	60,4	17,3
M standardisiert (%)	96,88	91,39

Tabelle 18: Werte der mt2

3.2.8 Dritter Metatarsale (mt3)

	Länge (mm)	Breite (mm)
Mittelwert	70,14	20,36
Anzahl (n)	5	5
Maximum	72,5	26,8
Minimum	68,1	18,1
M standardisiert (%)	90,74	87,01

Tabelle 19: Werte der mt3

3.2.9 Viertes Metatarsale (mt4)

	Länge (mm)	Breite (mm)
Mittelwert	76,2	20,08
Anzahl (n)	4	4
Maximum	77,7	20,6
Minimum	75,3	19
M standardisiert (%)	90,39	81,94

Tabelle 20: Werte der mt4

3.2.10 Fünftes Metatarsale (mt5)

	Länge (mm)	Breite (mm)
Mittelwert	80,12	21,02
Anzahl (n)	5	5
Maximum	87,6	22,3
Minimum	75,9	18,4
M standardisiert (%)	93,49	86,15

Tabelle 21: Werte der mt5

Da eine Berechnung des Plumpheitsfaktors der einzelnen Elemente zu wenig Raum für Interpretation lässt, wird im Folgenden (Tabelle 22) dieser für die gesamte Anzahl Metapodien aufgezeigt, dem Gamssulzen-Standard gegenübergestellt und zudem auch der standardisierte Plumpheitsindex präsentiert.

element	PI Salzofen	PI Gams-sulzen	PI Salzofen stand.	element	PI Salzofen	PI Gams-sulzen	PI Salzofen stand.
Metacarpale1	31,92	30,39	105,03	Metacarpale5	34,18	35,39	96,56
Metacarpale1	28,02	30,39	92,19	Metacarpale5	34,75	35,39	98,19
Metacarpale2	30,13	34,33	87,78	Metacarpale5	34,31	35,39	96,93
Metacarpale2	31,64	34,33	92,16	Metacarpale5	34,33	35,39	96,98
Metacarpale2	30,10	34,33	87,69	Metatarsale1	32,48	33,33	97,45
Metacarpale2	32,26	34,33	93,97	Metatarsale2	31,69	31,65	100,13
Metacarpale2	33,33	34,33	97,10	Metatarsale2	28,64	31,65	90,50
Metacarpale3	31,53	33,21	94,94	Metatarsale2	28,97	31,65	91,54
Metacarpale3	32,44	33,21	97,68	Metatarsale3	23,27	30,27	76,87
Metacarpale3	31,44	33,21	94,67	Metatarsale3	26,35	30,27	87,03
Metacarpale3	30,94	33,21	93,16	Metatarsale3	26,90	30,27	88,85
Metacarpale4	30,87	33,49	92,17	Metatarsale3	26,58	30,27	87,80
Metacarpale4	32,92	33,49	98,28	Metatarsale3	27,89	30,27	92,13
Metacarpale4	29,12	33,49	86,94	Metatarsale4	27,21	29,06	93,63
Metacarpale4	29,35	33,49	87,64	Metatarsale4	26,81	29,06	92,24
Metacarpale4	28,23	33,49	84,27	Metatarsale4	26,13	29,06	89,90
Metacarpale4	29,72	33,49	88,74	Metatarsale4	25,23	29,06	86,82
Metacarpale4	30,07	33,49	89,79	Metatarsale5	28,74	28,47	100,93
Metacarpale4	29,66	33,49	88,54	Metatarsale5	21,00	28,47	73,77

Metacarpale4	30,62	33,49	91,42
Metacarpale4	31,61	33,49	94,37
Metacarpale4	28,66	33,49	85,58
Metacarpale4	30,19	33,49	90,13
Metacarpale4	29,51	33,49	88,12
Metacarpale4	31,60	33,49	94,36

Metatarsale5	28,39	28,47	99,70
Metatarsale5	26,48	28,47	93,01
Metatarsale5	27,20	28,47	95,52
Plumpheitsindex aller Metapodien			91,98

Tabelle 22: Plumpheitsindex-Berechnungen (Gesamt) im Vergleich zum Gamssulzen-Standard

3.2.11 Vergleich der Metapodien mit den Gamssulzen-Werten

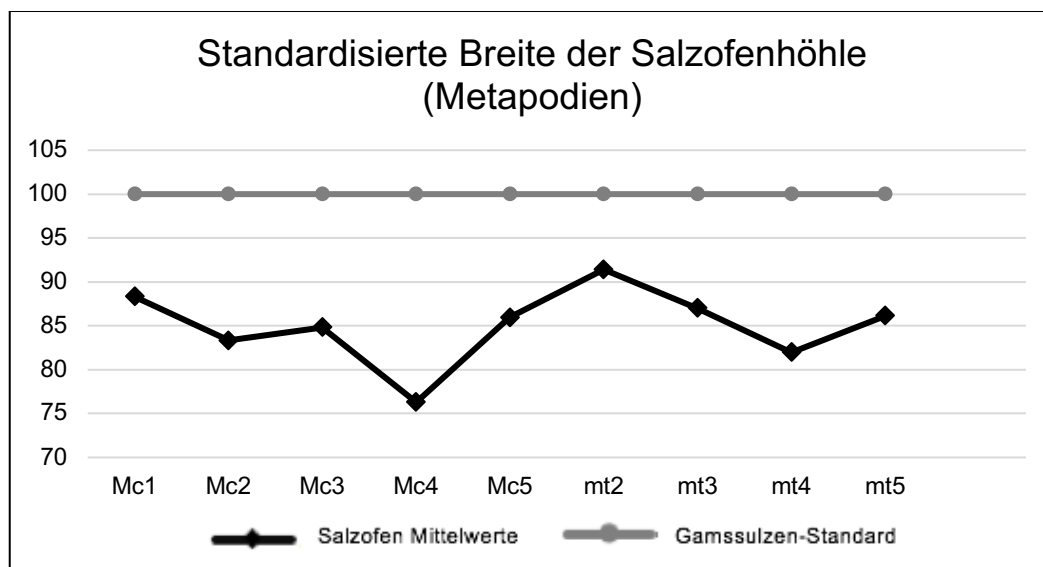


Abbildung 18: Vergleich der Metapodien-Breitenwerte mit dem Gamssulzen-Standard

Betrachtet man Tabelle 18, fällt auf, dass alle Breitenwerte der Höhlenbären-Metapodien aus dem Naturhistorischen Museum unter dem Gamssulzen-Standard liegen. Der Wert von mt2 kommt mit 91,41% am nächsten an den bei 100% liegenden Gamssulzen-Standard heran. Allerdings ist die Stückzahl zu gering für eine gültige Aussage.

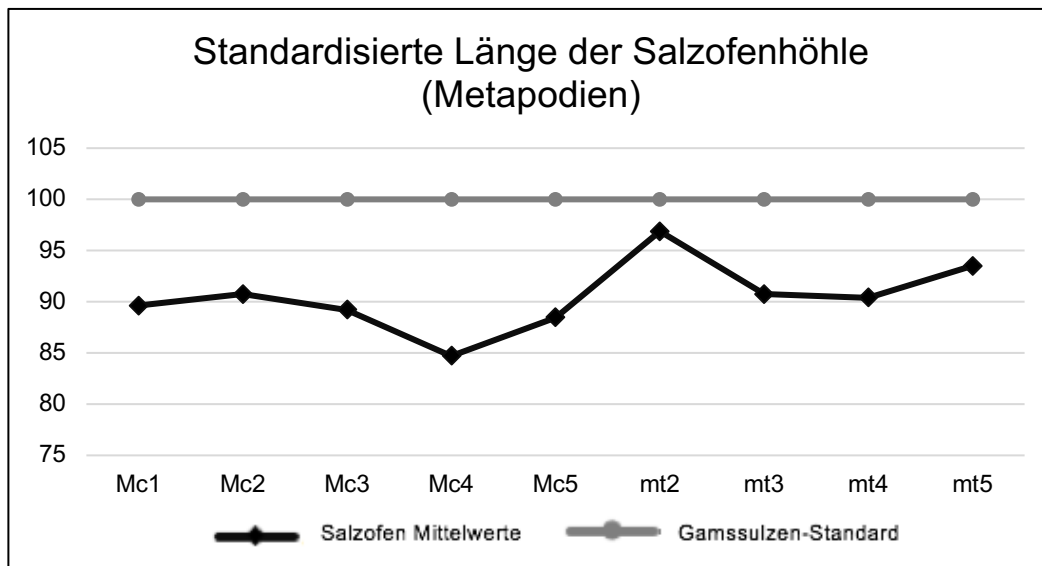


Abbildung 19: Vergleich der Metapodien-Längenwerte mit dem Gamssulzen-Standard

Auch bei Tabelle 19, bei der ein Vergleich von den Längenwerten der Höhlenbären-Metapodien mit dem Gamssulzen-Standard präsentiert wird, lässt sich ein ähnliches Muster erkennen. Auch wenn verschiedene Abweichungen vom Gamssulzen-Standard vorhanden sind, so befindet sich das Salzofenhöhlen-Material stets unter dem Standard. Der nah am Standard liegende mt2-Wert kann auch daraus resultieren, dass nur wenige Stückzahlen vorhanden sind.

3.2.12 LDH-Korrelation

Abbildung 20 zeigt das sogenannte LDH-Diagramm, das die Korrelation zwischen der Länge der Backenzahnreihen und der Metapodien veranschaulicht. Dafür wurde der Mittelwert aller standardisierte Längen der Backenzähne sowie der Metapodien ermittelt und dann in ein Diagramm eingetragen, in dem auch andere LDH-Berechnungen gezeigt werden. Das Diagramm zeigt, dass sich auch die neuen Werte der Salzofenhöhle (SO19) in den Bereich des *Ursus s. eremus* einordnen. Zudem liegt der Punkt nicht weit weg von den alten Werten der Salzofenhöhle (SO).

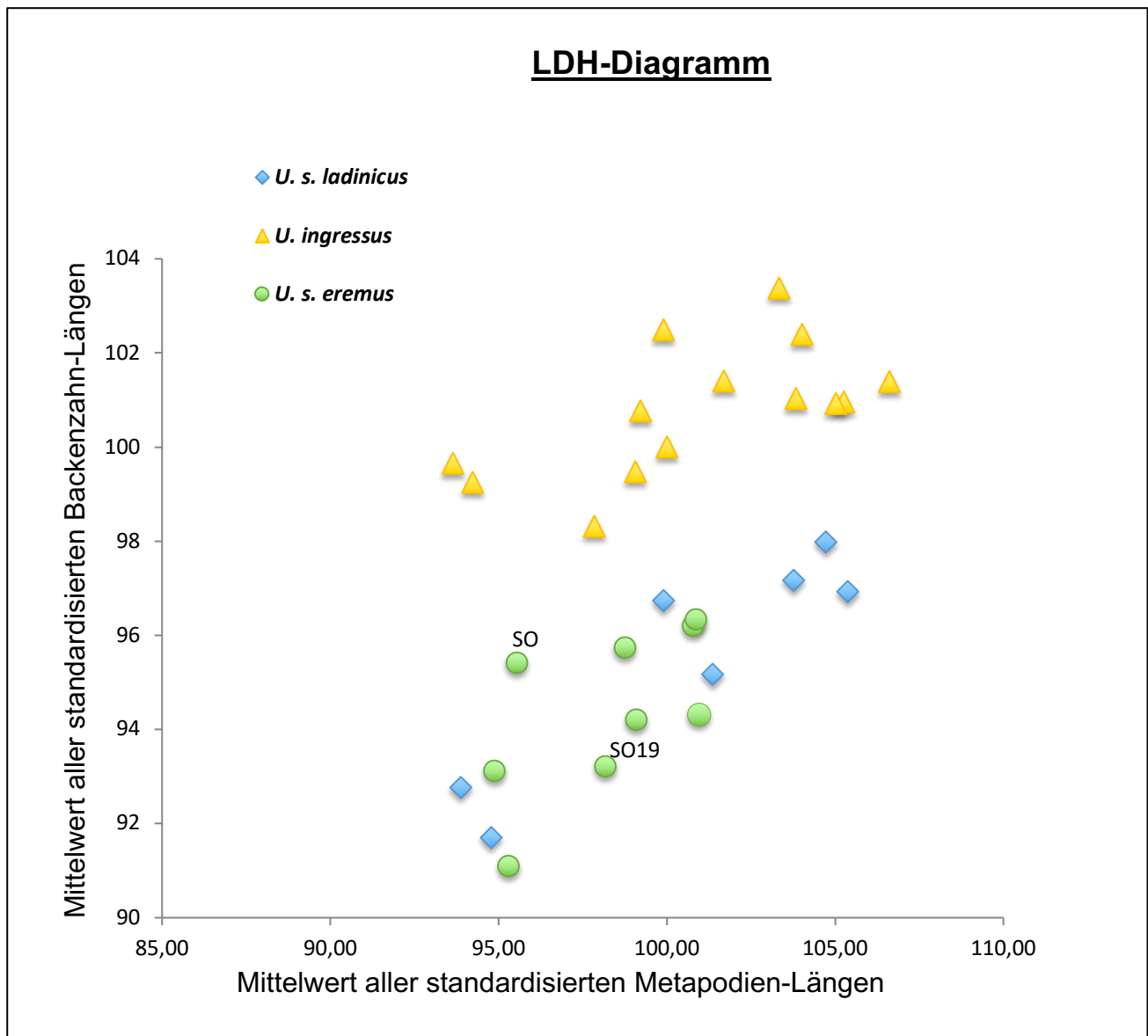


Abbildung 20: LDH-Korrelation der Metapodien und der Backenzähne (verändert nach Kavcik-Graumann et al., 2016)

4. Diskussion

4.1 Einordnung in die Taxonomie

Alle Vermutungen, die man im Vorfeld über das Material der Salzofenhöhle äußerte, können sich als verifiziert ansehen lassen. Selbstverständlich besteht weiterhin die Vermutung, dass andere Bärenarten in der Höhle vorgekommen sind, dennoch kann man feststellen, dass es sich um den *Ursus spelaeus eremus* handelt. Das bestätigt ein Blick auf die Abbildungen 9 und 10. Zudem lässt sich festhalten, dass die Zahn- und Metapodienfunde bis auf einzelne Ausnahmen allesamt unter dem Gamssulzen-Standard liegen. Dies zeigen die Abbildungen 16, 17, 18 und 19. Auch diese Tatsachen und die LDH-Korrelation (Abb. 20) belegen die Annahme, dass es sich hierbei um *U. s. eremus* handelt.

4.2 Klima und Ernährungsweise

Die Salzofenhöhle liegt heute in der alpinen Vegetationszone d.h. weit oberhalb der Waldgrenze. Für einen reinen Pflanzenfresser, wie es der Höhlenbär war, stünden ihm nur gräserreiche Nahrung zur Verfügung, für deren Verzehr seine niedrigkronigen Zähne nicht geeignet waren. Es würden sich schon in frühen Jahren große Abschliffe an den Zähnen vor allem an den Eckzähnen und Molaren bilden. Im gesamten Material wurden diesbezüglich aber nur sieben Zähne gefunden, die schwache Schliffmarken besitzen. In den Grabungsberichten von K. Ehrenberg ist zudem auch die Rede davon, dass es Wärmeperioden zur Zeit der Höhlenbären gegeben hat. Dies ist insofern als plausibel anzusehen, da es für die Höhlenbären wohl zu viel Energie gekostet hätte, täglich eine lange Wanderung zurückzulegen, um Nahrung zu beschaffen. Auch diese Annahme kann durch die Analyse des Materials unterstützt werden (vgl. DÖPPES et al. 2011).

5. Conclusio

1. Die neuen Canini-Werte (SO19) in Abbildung 9 (Länge) und 10 (Breite) sind den Clustern von *Ursus spelaeus eremus* oder von *U. s. ladinicus* zuzuordnen, während *U. ingressus* auszuschließen ist.
2. Nach den Maßen der Incisivi und der Metapodien wurden keine anderen Bärenarten im Material des Naturhistorischen Museums festgestellt. Möglicherweise bedeuten einige „Ausreißer“ bei den Prämolaren und Molaren (vgl. KÖNIG 2019), dass *U. arctos* s. oder *U. ingressus* vorgekommen sind. Die Morphotypen können diese Annahme jedoch nicht verifizieren.
3. In Bezug auf die Breite liegen die Zähne der vorderen Bezahnung ungefähr zwischen 2% und 12% unter dem Gamssulzen-Standard, lediglich i2 inf liegt 3,% über dem Standard.
4. In Bezug auf die Länge liegen die Zähne I3 (80,13%), I1,2 (95,79%), i3 inf (98,56%) und i1 inf (99,7%) unter dem Gamssulzen-Standard, während der i2 inf (103,92%) knapp darüber liegt.
5. Die Metapodien der Höhlenbären aus der Salzofenhöhle sind außergewöhnlich schlank, die durchschnittliche Plumpheit (Plumpheits-Index) ist um 10% geringer als in der Gamssulzenhöhle.
6. Das LDH-Diagramm zeigt ebenfalls, dass die neuen Werte der Salzofenhöhle dem *Ursus s. eremus* zuzuordnen sind. Der kleine „Ausreißer“ auf der Achse der standardisierten Metapodienmittelwerte (88,18%) ist auf die geringe Stückzahl zurückzuführen. Im Vergleich zu den alten Werten der Salzofenhöhle liegt der Punkt außerdem nicht weit entfernt. Das LDH-Diagramm stützt also die Annahme, dass es sich bei dem Material der Salzofenhöhle um *Ursus s. eremus* handelt.
7. Das Zahnmaterial der Salzofenhöhle besitzt zwar Abnutzungsspuren, allerdings lediglich in geringer Anzahl. Dies ist ein Zeichen dafür, dass die Höhlenbären nicht besonders viel Gras gefressen haben. Die Schliffmarken

lassen darauf schließen, dass die Nahrung in erster Linie aus Kräutern und Blättern bestand. Das Klima im Alpenraum muss zudem zu Zeiten des Höhlenbären wärmer gewesen sein als heute, da eine derartige Vegetation auf dieser Höhe sonst nicht möglich gewesen wäre.

8. Die Metapodien der Höhlenbären aus der Salzofenhöhle sind außergewöhnlich schlank, die durchschnittliche Plumpheit (Plumpheits-Index) ist um 10% geringer als in der Gamssulzenhöhle

Literaturverzeichnis

- Abel, O. & Kyrle, G. (1931): Die Drachenhöhle bei Mixnitz. – Spelaeol, Monogr., 7-9: 574-589; Wien
- Döppes, D. / Rabeder, G. / Stiller, M. (2011): Was the Middle Würmian in the High Alps warmer than today?. – Quaternary International 245: 193-200.
- Döppes, D. & Rabeder, G. (1997): Pliozäne und pleistozäne Faunen Österreichs. Ein Katalog der wichtigsten Fossilfundstellen und ihrer Faunen. – Mitteilung der Kommission für Quartärforschung der österreichischen Akademie der Wissenschaften 10: 1-411, Wien.
- Döppes, D. / Rabeder, G. / Frischauf, C. / Kavcik-Graumann, N. / Kromer, B. / Lindauer, S. / Friedrich, R. / Wilfried Rosendahl, W. (2018): Extinction pattern of Alpine cave bears – new data and climatological interpretation. – Historical Biology 31: 4, 422-428.
- Ehrenberg, K. (1941): Berichte über Ausgrabungen in der Salzofenhöhle im Toten Gebirge. – Palaeobiologica 4: 325-348.
- Ehrenberg, K. (1950): Berichte über Ausgrabungen in der Salzofenhöhle im Toten Gebirge. V. Erste Ergebnisse der Sichtung des Fundmaterials in der Sammlung Körper in Bad Aussee – Anzeiger der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Österreichischen Akademie der Wissenschaften 10: 262-271. Wien.
- Ehrenberg, K. (1953): Berichte über Ausgrabungen in der Salzofenhöhle im Toten Gebirge. VI. Die biostratonomischen Verhältnisse der Funde I-III/1950 und die sich hieraus ergebenden Schlußfolgerungen. – Anzeiger der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 4: 62-71. Wien.
- Ehrenberg, K. (1956): Berichte über Ausgrabungen in der Salzofenhöhle im Toten Gebirge. IX. Die Grabungen 1956 und ihre einstweiligen Ergebnisse. - Anzeiger der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Österreichischen Akademie der Wissenschaften 13: 149-153. Wien.
- Ehrenberg, K. (1957): Berichte über Ausgrabungen in der Salzofenhöhle im Toten Gebirge. VIII. Bemerkungen zu den Ergebnissen der Sediment-Untersuchung von Elisabeth Schmid. – Sitzungsberichte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften 166 (1): 57-63, Wien
- Ehrenberg, K. (1959): Die urzeitlichen Fundstellen und Funde in der Salzofenhöhle, Steiermark. - Archaeologica Austriaca, 25: 8-24. Wien.
- Ehrenberg, K. (1960): Über einen neuen Fund einer mutmaßlichen Höhlenbären-Schädeldeposition in der Salzofenhöhle. – Festschrift für Lothar Zotz / Steinzeitfragen der Alten und Neuen Welt: 141-144, Röhrscheid-Verlag, Bonn

- Ehrenberg, K. (1962): Die Salzofenhöhle. Bericht über die Forschungsergebnisse von Univ.-Prof. Dr. K. Ehrenberg. – Herausgegeben vom Heimatmuseum „Ausseerland“ in Bad Aussee.
- Ehrenberg, K. (1973): Ein fast vollständiges Höhlenbärenneonatenskelett aus der Salzofenhöhle im Toten Gebirge. – Ann. Naturhistor. Mus. Wien: 69-113.
- Ehrenberg, K. / Ruckensteiner, E. (1961): Berichte über Ausgrabungen in der Salzofenhöhle im Toten Gebirge, XIII. Paläopathologische Funde und ihre Deutung auf Grund von Röntgenuntersuchungen. – Sitzungsberichte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften 170 (5-6): 203-221, Wien
- Fassl, S. / Rabeder, G. (2015): Die Höhlenbären der Arzberghöhle (1741/4) bei Wildalpen. Neue Daten und Forschungsergebnisse von *Ursus ingressus*. – Mitteilungen des Vereines für Höhlenkunde in Obersteier 32-34: S.– 248-251. Bad Mitterndorf.
- Frischauf, C. / Liedl, P. / Rabeder, G. (2014): Revision der fossilen Fauna der Drachenhöhle (Mixnitz, Steiermark). - Die Höhle 65: 47-55.
- Gockert, R. (2015): ‚Kiskevélyer Klingen‘ und ‚keilförmige Defekte‘ an Höhlenbärenzähnen als Indikatoren des genutzten Nahrungsangebots. – Diplomarbeit, Universität Wien.
- Gotschim, E. (2019): „Metrik & Morphologie der Höhlenbärenschädel aus der Salzofenhöhle (Totes Gebirge, Steiermark): Die Grabung Ehrenberg 1950-1964“. Diplomarbeit an der Universität Wien.
- Hausberger, E. (2013): Microwear-Analyse von fossilen Chalicotherien aus der miozänen Lagerstätte Devínska Nová Ves. – Diplomarbeit an der Universität Wien.
- Kavcik-Graumann, N., Nagel, D., Rabeder, G., Ridush, B. et Withalm, G. 2016. The bears of Illinka cave near Odessa (Ukraine). Cranium (Dutch Society for the study of Pleistocene Mammals). 33, 1: 18-25.
- Knaus, T. / Schopf, B. / Frischauf, Ch. / Rabeder, G. (2018): Die fossilen Bären der Schlenkendurchgangshöhle bei Bad Vigaun (Osterhorngruppe, Salzburg). – Die Höhle 69: 100-108.
- Knaus, T. (2017): „Die fossilen Bären der Schlenken-Durchgangshöhle bei Bad Vigaun, Teil 1: Bezahnung“. – Diplomarbeit an der Universität Wien.
- König, F. (2019): „Die Höhlenbärreste der Grabung Ehrenberg 1950 – 1964 aus der Salzofenhöhle im Toten Gebirge (Stmk). Teil 2: Backenzähne“. – Diplomarbeit an der Universität Wien.
- Laughlan, L., Kavcik-Graumann, N., Sabol, M. & Rabeder, G. (in press). The dentition of cave bears from Medvedia jaskýna cave in the Slovenský raj mts. (Slovakia) – In: Sabol & Rabeder: Medvedia jaskyňa Cave in the Slovenský raj

- Mts. Palaeontological research 2007-2009. – Spiš Museum in Spišská Nová Ves.
- Pacher, M. (1997): Der Höhlenbärenkult aus ethnologischer Sicht. Wien: Wissenschaftliche Mitteilungen des Niederösterreichischen Landesmuseum 10: 251-375.
- Pacher, M. / Pohar V. / Rabeder G. (2011): Ajdovska Jama. Palaeontology, Zoology and Archaeology of Ajdovska jama near Krsko in Slovenia. – Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der österreichischen Akademie der Wissenschaften. Band 20: 1-112. Wien.
- Pacher, M. / Stuart, A. J. (2008): Extinction chronology and palaeobiology of the cave bear (*Ursus spelaeus*). – Boreas 38: 189-206.
- Pfarr, T. / Stummer, G. (1988): Die längsten und tiefsten Höhlen Österreichs. – Wissenschaftlicher Beitrag zur Zeitschrift „Die Höhle“ 35. XXIV: 122-123. Wien:
- Rabeder, G. (1999): Die Evolution des Höhlenbärengebisses. – Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der österreichischen Akademie der Wissenschaften, Band 11: 1-102. Wien.
- Rabeder, G. / Debeljak, I. / Hofreiter, M. / Withalm, G. (2008): Morphological response of cave bears (*Ursus spelaeus* group) to high-alpine habitats. – Die Höhle 59, 1-4: 59-72, Wien
- Rabeder, G., Döppes, D., Lindauer, S., Friedrich, S., Kromer, B., Rosendahl, W., Pacher, M. 2018. Die systematische und chronologische Stellung der Bären aus der Merkensteinhöhle – Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum 28: 9-52
- Rabeder, G. / Frischauf, C. (2016): Fossile Bären in Höhlen. – Spötl / Plan / Erhard (Hg.): Höhlen und Karst in Österreich. Linz: Oberösterreichisches Landesmuseum: 183-281.
- Rabeder, G. & Hofreiter, M. 2004. Der neue Stammbaum der Höhlenbären. – Die Höhle 55, 1-4: 58-77, Wien
- Rabeder, G. / Nagel, D / Pacher, M. (2000): Der Höhlenbär. – Thorbecke, Stuttgart.
- Rabeder, G. / Nagel, D. (2001): Phylogenetic Problems of the Alpine Cave-Bears. – Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe: 360-364.
- Schopf, Bernd (2017): „Die fossilen Bären der Schlenken-Durchgangshöhle bei Bad Vigaun, Teil 2: Metapodien“. Diplomarbeit an der Universität Wien.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Taxonomie der Höhlenbärengruppe (n. Stiller 2008, verändert von Kneifel)	9
Abbildung 2: Kartenabschnitt des Salzofens und der Salzofenhöhlen im Maßstab 1:15000 (http://www.austrianmap.at/amap/ ; letzter Aufruf 24.05.2019)	11
Abbildung 3: Der Haupteingang der Salzofenhöhle; Foto: G. Rabeder.....	12
Abbildung 4: Höhlenplan nach Stummer (1971, verändert von G. Rabeder	14
Abbildung 5: Schnitt durch die Ablagerungen des Graf Kesselstatt-Domes der Salzofenhöhle (gezeichnet von SCHADLER 1939, in: Ehrenberg 1941: 331)	16
Abbildung 6: Messung eines Canini mittels Schieblehre (Foto von Kneifel & König 2019)	23
Abbildung 7: Diagramm Länge – Breite der Canini	26
Abbildung 8: Diagramm: Länge mal Breite / Breite der Canini	28
Abbildung 9: Sexdimorphismus-Index der Canini (Länge) in Abhängigkeit der Höhenlage	29
Abbildung 10: Sexdimorphismus-Index der Canini (Breite) in Abhängigkeit der Höhenlage	30
Abbildung 11: Länge-Breite Diagramm der I3 sup	31
Abbildung 12: Länge-Breite Diagramm der i3 inf.....	32
Abbildung 13: Länge-Breite Diagramm der I1,2 sup	33
Abbildung 14: Länge-Breite Diagramm der i1 inf.....	34
Abbildung 15: Länge-Breite Diagramm der i2 inf.....	35
Abbildung 16: Vergleich der Breite-Werte mit dem Gamssulzen-Standard.....	35
Abbildung 17: Vergleich der Länge-Werte mit dem Gamssulzen-Standard	36
Abbildung 18: Vergleich der Metapodien-Breitenwerte mit dem Gamssulzen-Standard	40
Abbildung 19: Vergleich der Metapodien-Längenwerte mit dem Gamssulzen-Standard	41
Abbildung 20: LDH-Korrelation der Metapodien und Backenzähne (verändert nach Kavcik-Graumann et al., 2016).....	42

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Allgemeine Abkürzungen	21
Tabelle 2: Abkürzungen der Höhlen; inkl. zugehöriger Referenzen (wenn vorhanden)	22
Tabelle 3: Werte der Canini (gesamt) aus der Salzofenhöhle	24
Tabelle 4: Werte der Canini (weiblich) aus der Salzofenhöhle	25
Tabelle 5: Werte der Canini (männlich) aus der Salzofenhöhle	25
Tabelle 6: Anzahl von weiblichen/männlichen Canini & Werte des Sex-Index und Sex-Ratio	25
Tabelle 7: Seehöhe und Daten für die Indexberechnung (vgl. KNAUS 2017: 41; vgl. PACHER et al. 2011)	27
Tabelle 8: Werte der I3 sup	30
Tabelle 9: Werte der i3 inf	31
Tabelle 10: Werte der I1,2 sup	32
Tabelle 11: Werte der i1 inf	33
Tabelle 12: Werte der i2 inf	34
Tabelle 13: Werte der Mc1	36
Tabelle 14: Werte der Mc2	37
Tabelle 15: Werte der Mc3	37
Tabelle 16: Werte der Mc4	37
Tabelle 17: Werte der Mc5	37
Tabelle 18: Werte der mt2	38
Tabelle 19: Werte der mt3	38
Tabelle 20: Werte der mt4	38
Tabelle 21: Werte der mt5	39
Tabelle 22: Plumpheitsindex-Berechnungen (Gesamt) im Vergleich zum Gamssulzen-Standard	39

Anhang: Daten der vorderen Bezeichnung und Metapodien

Inventarnummer	Element	sin/dex	Länge (mm)	Breite (mm)
/0021	C	-	20,5	14,6
/0022	C	-	19,8	14,7
/0029	C	-	21,9	14,4
/0036	C	-	20,3	13,7
/0151	C	-	19,4	14,7
/0152	C	-	22,2	16,2
/0153	C	-	21,2	15,3
/0154	C	-	21,9	18,6
/0159	C	-	20,3	12,9
/0176	C	-	22,4	15,7
/0217	C	-	23,6	18
/0246	C	-	21,6	17,6
/0247	C	-	23,5	20,2
/0248	C	-	26,5	22,6
/0249	C	-	24,6	21
/0250	C	-	22,3	17,5
/0251	C	-	15,8	12,6
/0262	C	-	19,4	15,4
/0269	C	-	19,3	14,9
/0303	C	-	18,3	14,1
/0304	C	-	27,1	20,4
/0305	C	-	18,3	13,6
/0306	C	-	20,9	16,7
/0307	C	-	18,4	14,4
/0311	C	-	19,6	15,8
/0313	C	-	29,3	22
/0314	C	-	19	14,5
/0315	C	-	21,9	15,3
/0316	C	-	21,9	18,6
/0344	C	-	20,3	14
/0345	C	-	22,9	18,8
/0346	C	-	21	18
/0347	C	-	23,1	18,6
/0348	C	-	20,1	15,1
/0349	C	-	22,6	15,8
/0375	C	-	19,6	14,9
/0376	C	-	20,2	15,3
/0377	C	-	20,5	15,6
/0391	C	-	21,8	11,3
/0392	C	-	20,4	14,5
/0413	C	-	21,8	16
/0417	C	-	31,4	21,4
/0418	C	-	19,7	16,7
/0419	C	-	21,2	18,4
/0420	C	-	23,6	17,2
/0421	C	-	23,6	19,2
/0459	C	-	-	-
/0460	C	-	26	18,9
/0466	C	-	23,5	20,5
/0467	C	-	-	-
/0468	C	-	-	-
/0469	C	-	-	-
/0258	Cd	-	-	-
/0339	Cd	-	-	-
/0028	Md c inf dex	dex	24,4	17,8
/0131	Md c inf sin	sin	19,4	14,5
/0128	Md-fr C	-	-	14,3
/0065	cinf	sin	25,4	19,3
/0067	cinf	sin	23,5	15,9
/0068	cinf	Sin	17	14,7
/0069	cinf	dex	26,1	19,7
/0071	cinf	dex	26,1	19,7
/0072	cinf	sin	20,8	15
/0076	cinf	dex	28,2	19,5
/0078	cinf	dex	-	13,6
/0082	cinf	3	27,5	20,5
/0083	cinf	sin	-	20,6
/0085	cinf	dex	28,7	20,2
/0086	cinf	sin	30,3	21,7
/0087	cinf	dex	26,2	18,8

/0088	cinf	sin	21,8	16,4
/0098	cinf	dex	26,3	19,3
/0099	cinf	dex	24,3	18,5
/0108	cinf	dex		19,3
/0110	cinf	dex	25,4	17,3
/0050	Csup	dex	25,6	19,2
/0050	Csup	sin	26,3	19,4
/0051	Csup	dex	19,2	15,4
/0051	Csup	sin	18,9	15,1
/0052	Csup	dex	18,5	14,5
/0052	Csup	sin	18,7	14,5
/0053	Csup	dex	27,8	20,2
/0053	Csup	sin	27	19,5
/0054	Csup	dex	28,4	23
/0054	Csup	sin	28,8	22,1
/0055	Csup	dex	17,4	12,8
/0056	Csup	dex	23,7	17
/0056	Csup	sin	23,2	17,3
/0057	Csup	dex	27,1	21,4
/0057	Csup	sin	29,3	21,6
/0058	Csup	sin	25,8	
/0059	Csup	sin	24,6	20
/0060	Csup	dex	20,9	15,5
/0060	Csup	sin	21	15,2
/0061	Csup	dex	18,5	15,2
/0061	Csup	sin	18,4	15,9
/0062	Csup	sin	19,6	14,4
/0064	Csup	dex	20,6	18,1
/0064	Csup	sin	21	17,8
/0121	I3 sup	dex	14,8	11,4
/0301	I3 sup		11,9	10,8
/0024	I3 sup	dex	13,6	12,2
/0025	I3 sup	dex	13	12,1
/0140	I3 sup	dex	16,4	15,8
/0167	I3 sup	dex	16,7	16
/0173	I3 sup	dex	14,7	11,4
/0267	I3 sup	dex	13,8	12,8
/0300	I3 sup	dex	15,1	13
/0310	I3 sup	dex	14,6	13,8
/0341	I3 sup	dex	12,8	12,4
/0364	I3 sup	dex	16,4	16,1
/0369	I3 sup	dex	14	11,6
/0381	I3 sup	dex	16,5	13,8
/0383	I3 sup	dex	16,5	15,8
/0386	I3 sup	dex	14	12,5
/0388	I3 sup	dex	13,8	12,5
/0433	I3 sup	dex	13,6	11,4
/0434	I3 sup	dex	15,8	15,9
/0435	I3 sup	dex	15,5	13,7
/0436	I3 sup	dex	15,9	13,6
/0437	I3 sup	dex	12,2	11
/0439	I3 sup	dex	16,8	13,1
/0446	I3 sup	dex		
/0450	I3 sup	dex	14,3	11,3
/0023	I3 sup	sin	17,1	12,7
/0141	I3 sup	sin	14,7	12,8
/0142	I3 sup	sin	15,2	14,2
/0143	I3 sup	sin	14,2	14,1
/0144	I3 sup	sin	15,3	14,9
/0181	I3 sup	sin	14,6	13
/0223	I3 sup	sin	16,1	13,4
/0241	I3 sup	sin	16,3	14,5
/0244	I3 sup	sin	15,9	13,8
/0291	I3 sup	sin	17,2	13,6
/0302	I3 sup	sin	11	10,6
/0366	I3 sup	sin	17,8	14,7
/0367	I3 sup	sin	16,8	13,6
/0374	I3 sup	sin	12,6	8,5
/0384	I3 sup	sin	16,4	15
/0404	I3 sup	sin	15,9	13
/0132	i3 inf	dex	13	12,6
/0133	i3 inf	dex	14,9	12,2
/0170	i3 inf	dex	12,6	12,2
/0222	i3 inf	dex	15,6	12,8
/0227	i3 inf	dex	14,1	11,8
/0342	i3 inf	dex	13,1	13
/0365	i3 inf	dex	12,2	10,3

/0134	i3 inf	sin	14,5	12,3
/0180	i3 inf	sin	12,3	11
/0284	i3 inf	sin	12,1	10,8
/0292	i3 inf	sin	13,4	12,1
/0296	i3 inf	sin	13,6	11,6
/0298	i3 inf	sin	11,7	11,3
/0299	i3 inf	sin	13,6	11,4
/0333	i3 inf	sin	13,4	13,4
/0339	i3 inf	sin	11,9	12,6
/0343	i3 inf	sin	13,1	11,4
/0382	i3 inf	sin	11,6	12,9
/0393	i3 inf	sin	11,4	11,1
/0454	i3 inf	sin	13,2	12,4
/0006	Md i3 inf	sin	12	11,7
/0027	l1,2 sup	fr	8,3	10,1
/0236	l1,2 sup	fr	9,1	10,1
/0373	l1,2 sup	fr	9,2	10,3
/0390	l1,2 sup	fr	7,4	8,9
/0395	l1,2 sup	fr	8,4	9,8
/0406	l1,2 sup	dex	8,1	10
/0385	l1,2 sup	fr	10,3	11,2
/0396	l1,2 sup	fr	9,1	10,1
/0171	l1,2 sup	dex	8	10
/0182	l1,2 sup	dex	9,2	9,5
/0184	l1,2 sup	dex	9,3	10,7
/0187	l1,2 sup	dex	10,6	11,4
/0231	l1,2 sup	dex	11,7	11,6
/0239	l1,2 sup	dex	10,9	11,8
/0240	l1,2 sup	dex	11,1	12,2
/0336	l1,2 sup	dex	10,7	10,3
/0340	l1,2 sup	dex	10,1	10
/0229	l1,2 sup	sin	10,4	11,8
/0230	l1,2 sup	sin	8,4	10,3
/0232	l1,2 sup	sin	9,2	11
/0233	l1,2 sup	sin	6,8	9,3
/0242	l1,2 sup	sin	8,7	10,8
/0245	l1,2 sup	sin	12,8	12,4
/0279	l1,2 sup	sin	10	10,6
/0372	l1,2 sup	sin	10,7	11,3
/0064	l1 sup	dex	9,7	10,2
/0064	l1 sup	sin	9,8	10,5
/0294	i1 inf		7,5	9,1
/0387	i1 inf		6,3	11,2
/0438	i1 inf		7,2	9,4
/0169	i1 inf	dex	5	7,4
/0172	i1 inf	dex	7,8	10,7
/0219	i1 inf	dex	7	9,3
/0235	i1 inf	dex	6,2	9,1
/0337	i1 inf	dex	6,6	9,1
/0394	i1 inf	dex	5,7	7,8
/0237	i1 inf	sin	6,7	9,1
/0289	i1 inf	sin	5,7	8,4
/0228	i1 inf	dex	6,5	8
/0006	Md i1 inf	sin	6,8	9,4
/0011	i2 inf	dex	10	11,9
/0135	i2 inf	dex	12	8,7
/0280	i2 inf	dex	10	11,4
/0368	i2 inf	dex	9,5	9,4
/0370	i2 inf	dex	12	10,6
/0389	i2 inf	dex	9,2	10,6
/0405	i2 inf	dex	9,1	10,1
/0174	i2 inf	sin	8	10,8
/0234	i2 inf	sin	11,1	13,5
/0335	i2 inf	sin	8,8	9,4
/0338	i2 inf	sin	10,3	10
/0006	Md i2 inf	sin	9,5	10,7

Inventarnummer	Element	sin/dex	Länge (mm)	distale Epiphysenbreite (mm)
/0045	Mc1	dex	56,7	18,1
/0040	Mc1	sin	57,1	16
/0188	Mc2	dex	59,4	17,9
/0012	Mc2	sin	72,7	23
/0019	Mc2	sin	69,1	20,8
/0033	Mc2	sin	65,1	21
/0185	Mc2	sin	68,1	22,7
/0031	Mc3	dex	70,1	22,1
/0014	Mc3	sin	70,6	22,9
/0032	Mc3	sin	70,3	22,1
/0186	Mc3	sin	73,7	22,8
/0015	Mc4	dex	77,1	23,8
/0017	Mc4	dex	72,3	23,8
/0039	Mc4	dex	70,4	20,5
/0189	Mc4	dex	69,5	20,4
/0190	Mc4	dex	74,4	21
/0205	Mc4	dex	72	21,4
/0206	Mc4	dex	68,5	20,6
/0220	Mc4	dex	69,8	20,7
/0018	Mc4	sin	76,1	23,3
/0041	Mc4	sin	71,5	22,6
/0192	Mc4	sin	62,1	17,8
/0200	Mc4	sin	69,9	21,1
/0202	Mc4	sin	74,2	21,9
/0207	Mc4	sin	63,6	20,1
/0038	Mc5	dex	71,1	24,3
/0191	Mc5	Dex	75,1	26,1
/0007	Mc5	sin	75,2	25,8
/0042	Mc5	sin	70,5	24,2
/0047	mt1	dex	47,1	15,3
/0013	mt2	dex	71	22,5
/0120	mt2	dex	60,4	17,3
/0119	mt2	Sin	64,2	18,6
/0010	mt3	dex	72,2	16,8
/0118	mt3	dex	68,7	18,1
/0030	mt3	sin	72,5	19,5
/0048	mt3	sin	68,1	18,1
/0049	mt3	sin	69,2	19,3
/0045	mt4	dex	75,7	20,6
/0198	mt4	dex	76,1	20,4
/0043	mt4	sin	77,7	20,3
/0044	mt4	sin	75,3	19
/0035	mt5	dex	77,6	22,3
/0204	mt5	dex	87,6	18,4
/0016	mt5	sin	77,5	22
/0034	mt5	sin	75,9	20,1
/0197	mt5	sin	82	22,3