



DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Das Funddefizit von Wirbeltierresten in fossilen
Höhlenfaunen und seine Bedeutung für die Taphonomie

verfasst von

Pia-Maria Liedl

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 190 445 477

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Lehramt Biologie und Umweltkunde und Haushaltsökonomie und
Ernährungslehre

Betreuerin / Betreuer:

Emer. Prof. Dr. Gernot Rabeder

Liedl Pia-Maria. Das Funddefizit von Wirbeltierresten.

Inhaltsverzeichnis

Dank.....	4
Vorwort.....	5
1. Einleitung	7
1.1 Fundstellen	8
1.1.1 Die Brettstein- Bärenhöhle im Toten Gebirge.....	8
1.1.2 Die Drachenhöhle bei Mixnitz.....	9
1.1.3 Die Ochsenhalthöhle im Toten Gebirge.....	11
1.1.4 Die Potočka Höhle.....	13
1.1.5 Die Schreiberwandhöhle	15
1.1.6 Die Schwabenreith- Höhle.....	18
1.1.7 Die Važecká jaskyna	20
2. Material.....	23
3. Methodik.....	26
4. Resultate	30
4.1 Die Resultate der einzelnen Höhlen.....	31
5. Diskussion	69
6. Conclusio	70
7. Zusammenfassung.....	71
8. Abstract.....	72
9. Literaturverzeichnis.....	73
10. Abbildungsverzeichnis	75
11. Curriculum vitae	78

Dank

Besonderen Dank möchte ich Herrn Univ. Prof. Dr. Gernot Rabeder aussprechen, der mir im Zuge einer paläolithischen Exkursion dieses Thema vorgeschlagen und mich während des Schreibens meiner Diplomarbeit bestmöglich betreut hat.

Ich danke auch Katharina Almesberger, Stefanie Karner und Isabella Mühlbacher für ihre seelische Unterstützung und ihren Rückhalt während meiner gesamten Studienzeit.

Schlussendlich möchte ich mich bei meiner Familie bedanken, insbesondere bei meiner Mutter, Mag. Sigrid Bognermayr, die mir dieses Studium und ein Leben in Wien während meiner Studienzeit ermöglicht hat.

Das Funddefizit von Wirbeltierresten in fossilen Höhlenfaunen und seine Bedeutung für die Taphonomie

Vorwort

Die Funde an Skelettelementen bei verschiedenen Höhlengrabungen weisen Missverhältnisse im Sinne der Häufigkeit der Elemente auf. Die Erhaltung und Anzahl der gefundenen Zähne und Knochen variiert deutlich.

Diese Lückenhaftigkeit der Überlieferung, das sogenannte Funddefizit, wurde schon kurz im Rahmen eines Artikels über den Geschlechtsdimorphismus und die Körpergröße bei hochalpinen Höhlenbärenfaunen (Rabeder 2001) beschrieben.

Im Wesentlichen versteht man unter dem Funddefizit, dass im Bezug zu dem häufigsten Element bestimmte Skelettelemente wesentlich seltener vorkommen. Meistens betrifft dieses Defizit die Langknochen und große Elemente wie Schädel oder Kiefer. Die Anzahl der überlieferten kleinen Elemente wie isolierte Zähne, kompakte Knochen, wie Phalangen oder Autopodien, ist deutlich größer als die der vollständig erhaltenen großen Elemente.

In der Annahme, dass die Anhäufung der Skelettelemente auf die Überwinterungsgewohnheiten der Höhlenbären zurückgeht, spricht, dass die Tiere in der Höhle verendet sind, und moderne Grabungsmethoden angewendet wurden, sollten eigentlich alle Elemente in der gleichen Zahl überliefert werden und so ins Fundinventar gelangen.

Gründe für diese Unterschiede in der Überlieferung können Störungen vor und nach der Einbettung sein.

Unter Störungen vor der Einbettung versteht man unter anderem den Raubtierverschleiß und die Nutzung der Knochen durch den paläolithischen Menschen. Störungen nach der Einbettung entstehen vor allem durch Korrosion, durch Frachtonderung bei der Umlagerung durch fließende Gewässer oder durch die selektive Auswahl der Ausgräber (Rabeder 2001).

In der folgenden Arbeit wurden sieben Höhlen ausgewählt und bearbeitet, die besonders unterschiedlich erscheinen.

In der Potočka zijalka in Slowenien könnte die Lückenhaftigkeit der Überlieferung durch die Nutzung der Skelettelemente durch den paläolithischen Mensch entstanden sein. Die Ochsenhalthöhle im Toten Gebirge steht für eine Extremform der Korrosion, während die Važecká jaskyna Höhle in der Slowakei ein Beispiel für die Störung durch fluviatile Frachtsonderung ist. Eine extreme Form der Selektion durch den Menschen beziehungsweise die Ausgräber stellt die Drachenhöhle bei Mixnitz dar. Die Schreiberwandhöhle im Dachstein und die Brettsteinhöhle im Toten Gebirge sind Bärenhöhlen des Hochgebirges und weisen ebenfalls Störungen durch die Frachtsonderung auf. In der Schwabenreithöhle bei Lunz am See in Niederösterreich sind die Defizite der Überlieferung am geringsten. Die Skelettreste der Höhlenbären liegen hier fast alle „in situ“ vor, das heißt, dass keinerlei Störungen und Turbationen die ursprüngliche Fundlage verändert haben.

Sinn dieser Arbeit ist es, den möglichen Gründen für die unterschiedlichen Häufigkeiten der überlieferten Elemente nachzugehen, um auf die Sedimentationsgeschichte schließen zu können. Ein bedeutender Aspekt in dieser Arbeit ist auch die Rekonstruktion der Fossilgeschichte, die auch ein Ziel der Taphonomie ist. Hier wird versucht, alle Faktoren und Prozesse, die für die Fundschichtbildung und die Erhaltung der Skelettreste von Bedeutung sind, näher zu beschreiben.

Den Gründen der Verzerrung des überlieferten Fundmaterials, das nahezu in allen Höhlen eine Rolle spielt, soll nun mit Hilfe verschiedener Ansätze nachgegangen werden.

1. Einleitung

Die Höhlenbärengruppe stammt hauptsächlich aus dem Jungpleistozän und ging aus dem Deningerbären (*Ursus deningeri*), der im Mittelpleistozän gelebt hat, hervor. Die Reste von Höhlenbären liegen oft massenweise in den Sedimenten der Höhlen, was damit erklärt wird, dass diese Tiere den Höhlenraum als Überwinterungsplatz verwendet haben. Der Höhlenbär verbrachte, einer groben Schätzung nach, fast sein halbes Leben lang schlafend in einer Höhle, er war also ein echter Höhlenbewohner. Da der Höhlenbär ein reiner Pflanzenfresser war, der im Gegensatz zu den Wiederkäuern auf weiche nährstoffreiche Blattflora angewiesen war und daher im Winter keine Nahrung aufnehmen konnte, nutzte er während der vegetationslosen Zeit im Winter den Schutz und die immer gleichbleibende Temperatur in der Höhle, um Energie zu sparen. Die zahlreichen Skelettfunde in den Höhlen stammen von Tieren, die wahrscheinlich den Winterschlaf nicht überlebt haben, weil die möglich gespeicherte Energie für den Winter zu gering war, oder es betrifft Tiere, die aus Altersschwäche in den Höhlen verendet sind (Froemel 2001).

Die hier bearbeiteten Skelettfunde stammen alle aus dem Fundstellentyp: Höhle.

Eine Höhle ist ein von direktem Sonnenlicht abgeschlossener und von Niederschlägen geschützter, nach oben hin abgeschlossener Karsthohlraum. Die Fossilisation wird besonders in großen Höhlen durch eine konstante Temperatur begünstigt. Durch diese Bedingungen erfahren auch eingebettete Organismenreste großen Schutz. Die Sedimente der Höhle können sich durch verschiedene Faktoren bilden, wie unter anderem durch den Eintrag von außen, meist durch fließendes Wasser. Hierbei werden allochthone Sande, Bodensedimente, Löss und Schotter in die Höhle verfrachtet. Eine andere Form der Sedimentbildung findet innerhalb der Höhle statt, wie zum Beispiel die Bildung von Sinter, Schutt und Lehmen, wobei hier auch der Eintrag durch Tiere eine große Rolle spielen kann. Diese Sedimente werden als autochthon bezeichnet (Döppes & Rabeder 1997).

1.1 Fundstellen

Es wurden ausschließlich messbare Elemente aus sieben verschiedenen Höhlen untersucht. Die Voraussetzung für die Messung dieser Elemente war die vollständige Erhaltung des größten Diameters, das ist meistens die „größte“ Länge, bei manchen Autopodienelementen auch die „größte“ Tiefe. Eine Ausnahme stellen auch die Eckzähne dar, deren größter Diameter die Gesamthöhe (Wurzel und Krone) ist.

Die nachfolgenden Daten stammen größtenteils aus dem Katalog „Pliozäne und pleistozäne Faunen Österreichs“ (Döppes & Rabeder 1997).

1.1.1 Die Brettstein- Bärenhöhle im Toten Gebirge

Die Brettstein- Bärenhöhle befindet sich im Brettstein, einem einer Kuppe ähnlichen, Berg am Südabfall des Zentralplateaus im Toten Gebirge. Die Höhle ist charakterisiert durch labyrinthartig verlaufende Gänge, die in große Versturzräume überleiten. Außerdem verfügt die Höhle über mehrere Eingänge, von denen manche mit einem Namen wie „Große Brettsteinhöhle“, „Untere Brettsteinbärenhöhle“ oder „Blasloch“ belegt sind. Die große Anzahl der Nebeneingänge geht auf die abscherende Wirkung der Gletscher zurück. Damals war das Tote Gebirge von einer mächtigen Eiskappe bedeckt. Durch die scherende Wirkung der abfließenden Eismassen wurden auch Teile des Brettsteins abgeschrammt und das ehemalige Höhlensystem an zahlreichen Stellen geöffnet. Offensichtlich kam es hier auch zu einer großen Umlagerung der Knochen (Rabeder et.al 2001). Erstens stammen die Skelettelemente aus Bereichen, die nicht als Überwinterungsplätze der *Ursus spelaeus* Gruppe gedeutet werden können und zweitens hatte ein großer Teil der Stücke den Anschein, als ob diese transportiert worden wären. In der Grabungsstelle 2 konnten nur Fragmente und kleine Skelettelemente bis zu einer Größe von rund 10 cm geborgen werden und ein Großteil der Stücke war abgerundet (Pacher 1996).

Von der Grabungsstelle 2 stammt auch das hier beschriebene Profil. Demnach findet sich in der untersten Schicht rötlicher, fossilfreier Lehm, der durch Schutt unterbrochen wird. Darauf folgt die fossilführende Schicht, die aus hellbraunem Lehm und Schutt aufgebaut ist. Das oberste, abschließende Sediment setzt sich aus dunkelbraunem Humus und Blockwerk zusammen und führt keine Fossilien (Döppes & Rabeder 1997).

Laut einer 2008 durchgeführten Datierung sind die gefundenen Skelettelemente der Brettstein- Bärenhöhle über 56000 Jahre (cal.) alt. Die Knochen wurden durch das Labor VERA (Vienna Enviromental Research Accelerator) in Wien datiert. Es wurde die AMS (accelerator mass spectrometrie) Methode angewandt (Pacher & Stuart 2008). Die Werte der nachfolgenden Datierung stammen alle aus einem von Christine Frischauf und Gernot Rabeder erstellten Artikel "The Late Pleistocene immigration of *Ursus ingressus* (Ursidae, Mammalia) in the Alps and the extinction pattern of cave bears", der 2013 publiziert wurde.

Fundstelle	Land	Lab. Nr.	Methode	Alter	$\sigma +$	$\sigma -$	C 14CalPal	$\sigma +/-$	Höhe (m)
Brettsteinhöhle	A	VERA- 2186	AMS	51300	2300	1800	>56000	1650	1660

Abbildung 1: Radiometrische Daten von Höhlenbärenresten in der Brettsteinhöhle

1.1.2 Die Drachenhöhle bei Mixnitz

Die 542m lange Horizontalhöhle ist mit einem 20m breiten Eingang einer der bedeutendsten Karsthohlräume des Mittelgebirges. Die Höhle befindet sich im Grazer Bergland im Südabfall des Rötelsteins. Die Höhle gliedert sich in drei Teile, die durch Verstürze gegliedert sind. Entgegen der früheren Meinung, dass große Hohlräume durch fließende Gewässer entstanden sind, kann man besonders bei der Drachenhöhle von Mixnitz auf die Entstehung und Erweiterung von Gängen und Hallen unter phreatischen Bedingungen schließen. „Phreatisch“ bedeutet, dass die Hohlräume völlig von Wasser erfüllt sind. Die weitere Vergrößerung der Höhle wird in diesem Fall durch die Korrosion verursacht. In den Jahren 1920- 1923 wurde in der Drachenhöhle Phosphatabbau betrieben, der aufgrund seiner wirtschaftlichen Bedeutung zu umfangreichen sedimentologischen Dokumentationen führte. Es wurden 19 Querprofile und ein Längsprofil erstellt. Den Profilzeichnungen ist eine waagrechte Lage der Schichten zu entnehmen. Eine solche Lage deutet auf einen störungsfreien Verlauf der Sedimentbildung hin, hier spielt die Frachtsonderung also keine Rolle. Etwaige kleinere Störungen könnten auf Bauten von Murmeltieren zurückgeführt werden. Diese Störung kann zwar eine Bioturbation auslösen, jedoch findet keine Selektion der Knochen statt. Durch diese Art der waagrechten

Schichtung wäre, ähnlich wie in der Schwabenreithöhle, zu erwarten, dass das Funddefizit sehr gering ist (Abel und Kyrle 1923).

Die vorherrschenden Sedimente im vorderen Bereich der Höhle sind humusreiche Sedimente mit Kulturschichten, Phosphaterde mit der „oberen Knochenlage“ und ein weiterer Phosphaterdeabschnitt mit der „unteren Knochenlage“ sowie ein Abschnitt mit 2 Kulturschichten. Ein weiteres Schichtglied ist die sogenannte „Sinterplättchenschicht“, unter der man eine weißlich- braune bis graubraune, blättrige, zerfallende Schicht versteht. Die waagrechte Position dieser Sinterplättchenschicht ist auch ein Kriterium für die Vermutung, dass die Schichten der Drachenhöhle ungestört waren. Weitere Abschnitte im Sediment sind die Basalschicht, die sich in hellgraue bis gelbbraune sandige Tone gliedert und eine bis zu 1m mächtige Knochenbrekzie enthält sowie eine Lehmschicht, die bis über zwei Meter mächtig werden kann (Abel und Kyrle 1923).

Man kann davon ausgehen, dass die meisten dieser Sedimente autochthon sind, das heißt, sie wurden in der Höhle gebildet und sind offensichtlich wenig oder gar nicht verfrachtet worden. Dies gilt für die Humusschicht, die Sinterplättchenschicht sowie für die Phosphaterde. Das Phosphat in den Sedimenten stammt von den Verwesungsprozessen der Höhlenbären. Die Sinterbildung verläuft durch Kalkausscheidung in den Höhlen, also auch autochthon (Abel und Kyrle 1923).

Die rund 250.000kg selektiv aufgesammelten Knochen, von denen über 99 Prozent vom Höhlenbären stammen, sind dennoch nur 1,6 Prozent des ausgegrabenen Materials (Döppes & Rabeder 1997).

Die Skelettelemente kamen ausschließlich in der Schicht der Phosphaterde vor und waren sowohl horizontal als auch vertikal verteilt. Sand und Höhlenlehm, sowie die weiteren vorher erwähnten Schichten waren gänzlich fossilfrei. In manchen Teilen der Höhle wurden Knochen, manche von einer Sinterkruste überkleidet, auf der Oberfläche der Phosphaterde gefunden. Die Skelettelemente sind in der Höhle sehr ungleichmäßig verteilt, was auf phreatische Bedingungen oder auf die Verteilung durch den Bären selbst, durch Ver- und Zertrampeln, zurückgeht. Die meisten Knochen waren aus ihrem Verband gelöst, einige wenige zusammenhängende Skelettpartien, wie etwa ein Hand- oder Fußskelett oder fast vollständig erhaltene

Skelette von Neonaten oder Jungbären wurden ausschließlich aus den oberen Schichten geborgen (Abel und Kyrle 1923).

Die Verteilung der Knochen ist, wie vorher erwähnt, keineswegs gleichmäßig, jedoch ist eine gewisse Sortierung beobachtbar. In den untersten knochenführenden Schichten finden sich die kleineren Elemente, vorwiegend Wirbel und Metapodien. Darauf folgen Schichten mit großen Funden an Arm- und Schenkelknochen, sowie Abschnitte, in denen Beckenelemente sehr häufig vertreten sind. In den oberen Schichten waren die Schädel in der ersten Etappe des Abhubes in der Mehrzahl. Dieses Phänomen könnte ein Hinweis darauf sein, dass in den unteren Schichten Korrosion gewirkt hat, denn Schädel lösen sich weitaus schneller auf als kleine, kompakte Knochen. Eine weitere Beweis für das Vorherrschen von Korrosion könnten teilweise pockennarbige Ornamentierungen auf der Oberfläche von Knochen sein. Diese Zerstörung der Knochenoberfläche könnte auf die in der Phosphaterde enthaltenen Agentien zurückzuführen sein. Derartige pockennarbige Strukturen sind ebenfalls im Kalkstein, an der Höhlenwand, wo Phosphaterde angelagert war, sowie an losen Gesteinsbrocken, die in der Erde eingelagert waren, zu beobachten (Abel und Kyrle 1923).

Die mit Hilfe der AMS- Methode datierten Knochen der Drachenhöhle bei Mixnitz sind rund 43467Jahre (cal.) alt (Frischauf & Rabeder 2013).

Fundstelle	Land	Lab. Nr.	Methode	Alter	$\sigma +$	$\sigma -$	C 14CalPal	$\sigma +/-$	Höhe (m)
Mixnitz	A	VERA- 2543	AMS	39420	1070	940	43467	829	449

Abbildung 2: Radiometrische Daten von Höhlenbärenresten aus Mixnitz

1.1.3 Die Ochsenhalthöhle im Toten Gebirge

Die Ochsenhalthöhle liegt direkt über dem Ort Weißenbach (Steiermark) im Toten Gebirge. Diese Gebirgsgruppe verfügt, aufgrund der starken Verkarstung, über eine hohe Anzahl von Höhlen. Die Ochsenhalthöhle ist rund 1155m lang und verläuft, durch Schächte verbunden, über drei Etagen. Tritt Hochwasser auf, werden aus unzugänglichen Teilen der Höhle große Mengen von kalkhaltigem Sand in vordere

Bereiche wie den großen Vorplatz verfrachtet. Das gegrabene Querprofil zeigt eine Gliederung der Sedimente in den Dachsteinkalk, weißen, kalkreichen Lehm, hellbraunen, lehmigen Sand und dunkelbraunen Lehm. Der dem Felsboden aufliegende weiße, kalkreiche Lehm enthält keinerlei Fossilien. Dem fossilieren Lehm folgt eine rund zwei Meter dicke Schicht aus hellen und dunklen Lehmen, deren Fossilführung sehr unterschiedlich ist. Allen Fossil führenden Sedimenten sind jedoch eine sandige Lehmstruktur und die Durchsetzung mit Steinen (oder auch Felsblöcken) gemeinsam. Der Wechsel von hellen und dunkelbraunen Lehmen, die einmal fossilreich und dann wieder fossilarm sind, spricht für eine mehrfache Umlagerung durch etwaige Hochwässer. Solche Hochwässer könnten durch die Schneeschmelze und/ oder durch sommerliche Starkregen entstanden sein (Frischauf 2009). Durch die mehrfache Umlagerung der Sedimente können zwei Phänomene auftreten: die Korrosion (chemische Prozesse) und die Erosion (physikalischer Prozess).

Es kann vermutet werden, dass bei dem Material der Ochsenhalthöhle ein hohes Funddefizit durch oben genannte Faktoren verursacht wird.

Das untersuchte Material der Ochsenhalthöhle weist einen hohen Kollagengehalt auf, daher sind überraschend viele Datierungen gelungen. Das Alter der Höhlenbärenknochen reicht von 32761 Jahren (cal.) bis zu 45874 Jahre (cal.) (Frischauf & Rabeder 2013).

Fundstelle	Land	Lab. Nr.	Methode	Alter	$\sigma +$	$\sigma -$	C 14CalPal	$\sigma +/-$	Höhe (m)
Ochsenhalthöhle	A	VERA-2192	AMS	28370	140	140	32761	1660	1650
Ochsenhalthöhle	A	VERA-1601	AMS	36240	670	620	41324	1660	1650
Ochsenhalthöhle	A	VERA-2190	AMS	39260	500	470	43379	1660	1650
Ochsenhalthöhle	A	KIA-25283	AMS	42290	970	870	45874	1251	1650

Abbildung 3: Radiometrische Daten von Höhlenbärenresten aus der Ochsenhalthöhle

1.1.4 Die Potočka Höhle

Die Potočka zijalka befindet sich in Slowenien auf rund 1650m Seehöhe. Sie liegt in den Ostkarawanken, auf der Südseite der Olševa. Die Höhle ist 115m lang, bis zu 8m hoch und wird vom Eingang bis zum mittleren Teil 40m breit. Man kann die Höhle in vier Teile gliedern, wobei schon der vordere, lichtdurchflutete Bereich durch große Gesteinsbrocken in einen westlichen und östlichen Teil gegliedert wird. Im mittleren, dämmrigen Teil hebt sich der Boden nur leicht, im hintersten Bereich der Höhle jedoch enorm. Dies ist auf herabfallende Felsbrocken von der Höhlendecke zurückzuführen. Der Boden verläuft nahezu horizontal und ist im hinteren Teil der Höhle mit Lehm und einer leichten Sinterschicht bedeckt. Unter Sinter wird eine Substanz verstanden, die durch allmähliche mineralische Ablagerung in Form von Kalk entsteht (Pacher et al 2004).

Die unterste Schicht des Profils zeigt eine fossilfreie Lehmschicht, die mit Steinen durchsetzt ist. Die darauf folgende Schicht bildet sich aus allochthonem Kleinkies, der marine Fossilien enthält. Das nächste Sediment bildet sich aus einer weiteren Lehmschicht, die kleinere Gesteinsbrocken und viele große Knochenelemente, wie Schädel- Becken- oder Schulterfragmente enthält. In diesem Profilabschnitt finden sich die meisten Skelettelemente. Der nächste Profilabschnitt besteht aus einer weiteren Lehmschicht, die kleine Skelettelemente enthält. Dieser Komplex enthält Fragmente und Skelettelemente bis zur Größe von Metapodien. Die Oberfläche - „moonmilk layer“ genannt, ist eine „Mondmilch“ genannte Sinterform. Dieser Sinter entsteht ebenfalls aus Kalkabscheidungen, jedoch in weicher Form mit anschließendem Austrocknen der Struktur. Aus dieser Profibeschreibung und weiteren Aufzeichnungen kann man schließen, dass alle fossilführenden Schichten autochthoner Sedimentbildung unterliegen. Ein weiteres autochthones Sediment ist die spezielle Sinterform. Der Profilabschnitt mit Kleinkies ist ebenfalls allochthon gebildet worden, da sich in diesem Kiesgemisch Fossilien aus dem Miozän befinden (Pacher et al 2004).

Bei näherer Betrachtung dieses Profils kann man darauf schließen, dass die Höhlenbärensicht, die die großen Skelettelemente enthält, kaum einer Umlagerung unterlegen ist, da hier die Knochen beinahe „in situ“ liegen. Die Lehmschicht, die nur

die kleineren Knochenelemente trägt, könnte ein Beweis für die allmähliche Umlagerung nach oben hin sein.

Das Vorkommen ganzer Skelettelemente, wie zusammenhängender Wirbelsäulenabschnitte, ganzer Schädel und der Fund einer ganzen Hand, lässt darauf schließen, dass in diesen Schichten keine oder nur eine geringfügige Umlagerung stattgefunden hat. Es wurden sogar einige Skelette von neonaten Bären, die aufgrund dieser besonderen Bedingungen erhalten sind, gefunden. Ein interessantes Phänomen sind auch die vielen Steine, die sich durch die einzelnen Schichten ziehen. Aus ihrem Vorkommen kann man folgern, dass die Sedimentbildung einer langen Zeit unterlegen ist, da oft eine lange Zeitspanne zwischen den Deckenstürzen liegt (Pacher et al 2004).

Das Profil der Potočka Höhle weist eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Profil der Drachenhöhle von Mixnitz auf. In beiden Profilen zeigt sich eine, wenn auch nur eine geringe, Sortierung der Skelettelemente. Die Umlagerung beziehungsweise Verfrachtung durch Wasser spielt keine oder nur eine geringe Rolle, sonst wären viele Elemente ausgeschwemmt und eine teilweise „in situ“ Fundsituation wäre nicht möglich.

Aus der Potočka Höhle liegen acht gelungene Datierungen der gefundenen Skelettelemente vor. Das Alter der Höhlenbärenknochen liegt zwischen rund 29800 Jahren (cal.) und 35720 Jahren (cal.). Die Methode der Datierung war ebenfalls nicht bei allen Elementen gleich, so wurde bei drei Proben die konventionelle C14-Methode angewandt. Die älteren Datierungen wurden demnach mit der sogenannten konventionellen C14- Methode erstellt, die neueren alle mit der Beschleuniger-methode (Frischauf & Rabeder 2013).

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der mit den verschiedenen Methoden untersuchten Daten. Die kalibrierten Werte der Altersbestimmung sind ebenfalls Teil des Artikels „The Late Pleistocene immigration of *Ursus ingressus* (Ursidae, Mammalia) in the Alps and the extinction pattern of cave bears“, der 2013 von Frischauf und Rabeder publiziert wurde.

Fundstelle	Land	Lab. Nr.	Methode	Alter	$\sigma +$	$\sigma -$	C 14CalPal	$\sigma +/-$	Höhe (m)
Potočka zijalka	SLO	Beta- 143240	AMS	26 900	110	100	29761	138	1650
Potočka zijalka	SLO	GrN- 23501	conv	29 130	570	530	33469	562	1650
Potočka zijalka	SLO	VERA- 0659	AMS	29310	750	750	33552	667	1650
Potočka zijalka	SLO	GrN- 23500	conv	29600	290	290	33896	341	1650
Potočka zijalka	SLO	VERA- 0661	AMS	29 810	270	270	34079	277	1650
Potočka zijalka	SLO	VERA- 0660	AMS	30980	330	310	35064	401	1650
Potočka zijalka	SLO	VERA- 2194	AMS	31 730	210	200	35661	437	1650
Potočka zijalka	SLO	GrN- 22335	conv	35720	650	600	40496	1029	1650

Abbildung 4: Radiometrische Daten von Höhlenbärenresten aus der Potočka Höhle

1.1.5 Die Schreiberwandhöhle

Die Schreiberwandhöhle befindet sich in der felsigen Westflanke der Schreiberwand, die als Ausläufer eines Felskammes, der vom Dachstein nordwärts zieht, beschrieben wird. Die Schreiberwand gipfelt im „Hohen Schreiberwandkopf“, der auf 2642m liegt und in der „Niederer Schreiberwand“, die auf 2572 m liegt. Das typische Gestein der Schreiberwandgruppe ist der Dachsteinkalk, der auch hier hohe Neigung zur Höhlenbildung zeigt. Die Höhle liegt auf rund 2250m, in dieser Höhenlage befindet sich auch der Höhleneingang. Die Breite des Portals beträgt rund elf Meter und die Höhe um die vier Meter. Dem Portal folgend, gliedert sich der Höhlenraum in zwei Abschnitte, den Hallenteil und den Gangteil. Der Gangteil ist eine nordöstliche Fortsetzung des Hallenteils und verläuft mit einer Breite von zwei bis sechs Metern rund siebenzig Meter lang, bis er sein Ende findet. An den nicht mehr von Tageslicht durchfluteten Bereichen der Höhle findet der Felsenbewuchs durch Flechten und

Moose ein Ende. Schon in diesem Bereich findet man Phosphaterde mit Versturzböcken unterschiedlicher Größe als Höhleninhalt vor. Im vordersten Abschnitt ist der Boden beinahe ausschließlich von Blockwerk bedeckt. Vom Ende des Hallenteils steigt die Bodenplatte, eine von Rissen durchzogene Schicht, mit einer Neigung von 26° an. Die Breite des Ganges verkleinert sich im Verlauf dieser Strecke, wodurch sich die Seitenwände bis auf zwei Meter nähern können. Diese „Enge“ findet ihren Abschluss in zwei ineinander verkeilten Felsblöcken. In dem bei Ehrenberg & Sickenberg (1929) angeführten Profil finden sich in den unteren Schichten hauptsächlich Sande, die allochthon sind, also außerhalb der Höhle, gebildet wurden. Diese silikatischen Sande sind größter Wahrscheinlichkeit nach durch Wasser in die Höhle gelangt. Die untersten 35cm bestehen aus feinem, braungrauem Quarzsand, der Erzkügelchen enthält und von eisenreichen, schwarzen Bändern durchzogen ist. In den folgenden 60cm finden sich Phosphaterde, die mit Quarzsand durchsetzt ist, und eine hohe Anzahl von Versturzböcken. Die letzte allochthone Schicht besteht aus reinem Quarzsand und ist um die 5cm mächtig. Die oberste Schicht zeigt eine Vermischung von allochthonen und autochthonen Sedimenten, wobei die autochthon gebildete Phosphaterde den höheren Anteil übernimmt. In diesem Sediment finden sich also hauptsächlich Phosphaterde, durchsetzt mit Quarzsand, sowie Versturzböcke und sogenannte Augensteine. Die Augensteinformation ist altersmäßig dem Perm/ Trias-Übergang zuzuordnen und besteht aus geschichteten, schwach metamorphen Gesteinen, die bei näherer Betrachtung augenähnliche Gestalt annehmen können (dunkle Bereiche in der Mitte nehmen pupillenförmige Gestalt an). Dieses Sediment ist die Hauptfundstelle der fossilen Knochen (Ehrenberg & Sickenberg 1929). Der Annahme nach, dass die in der Phosphaterde enthaltene Phosphorsäure von Verwesungsprozessen, die unter anderem durch den Höhlenbären gebildet werden, erscheint dieses Sediment als Hauptfundstelle passend. Alle unteren Sedimente, die vor der Höhlenbärenzeit in die Höhle gekommen sind, sie stammen aus der sogenannten Augensteinformation, zeigen keine Knochenführung. Dieses, von Ehrenberg und Sickenberg gezeigte Profil, ist heute nicht mehr sichtbar (Rabeder, mündliche Mitteilung, 2013). Das Vorkommen vieler allochthoner Sedimente, sowie die Durchmischung einzelner Schichten, wie die der Phosphaterde mit den Quarzsandanteilen, sprechen für eine starke Umlagerung durch Wasser. Die Originalfundlage wurde ebenfalls durch Wasser zerstört, weil wie oben schon

erwähnt, Quarzsande vorkommen. Durch die vorherrschende Frachtsonderung wäre das Fehlen vieler Knochen erklärbar (Döppes & Rabeder 1997).

Schon die damaligen Ausgräber stellten fest, dass die Häufigkeit der erhaltenen Elemente sehr unterschiedlich ist. Sie beschrieben, dass kleinen Elemente, wie Metapodien und Phalangen sowie einzelne Fuß- und Handknochen und die Eckzähne häufiger erhalten waren als lange Röhrenknochen oder Wirbel. Am schlechtesten war der Erhaltungszustand der Schädel, Rippen und Schulterblätter. Das Fehlen vieler großer Knochen könnte auch auf das Vorkommen von Wölfen, die diese oftmals verschleppen, zurückgehen (Ehrenberg & Sickenberg 1929).

Ehrenberg und Sickenberg (1929, S:327- 328) stellten daraus folgende Vermutung an: „ *So beweisen die genannten Bißspuren nicht nur die Anwesenheit von Wölfen, sondern machen es, zusammen mit der Seltenheit größerer, im Verband befindlicher Skeletteile sehr wahrscheinlich, daß die Leichen der verendeten Tiere nicht sofort eingebettet wurden, sondern eine Zeitlang freigelegen sind, so daß die Skelette zum Teil schon vor der Einbettung, Hand in Hand mit der Zerstörung der Weichteile, zerfallen sind. Ferner folgt aus der zweiten der eben angeführten Erscheinungen, wie aus den Abrollungsspuren und aus dem Vorkommen in den Spalten, daß das Fossilmaterial einem Transport ausgesetzt gewesen ist, wobei die stellenweise sehr beträchtliche Verkeilung bzw. Einkeilung auf eine ziemliche Stärke der betreffenden Transportkraft schließen läßt.*“

Das Alter der Skelettelemente in der Schreiberwandhöhle liegt zwischen 36405 und mehr als 51700 Jahren (Frischauf & Rabeder 2013).

Die folgende Tabelle zeigt das Alter der mit verschiedenen Methoden, AMS-Methode und konventionelle (conv.) Methoden, untersuchten Skelettelemente des Höhlenbären. Es sind überraschend viele Datierungen bei den Knochenelementen der Schreiberwandhöhle gelungen (insgesamt bis dato 2013, 10 Datierungen).

Fundstelle	Land	Lab. Nr.	Methode	Alter	$\sigma +$	$\sigma -$	C 14CalPal	$\sigma +/-$	Höhe (m)
Schreiberwandhöhle	A	VERA-4179	AMS	32060	410	390	36405	758	2250
Schreiberwandhöhle	A	VERA-4251_2	AMS	40200	1200	1000	43997	1021	2250
Schreiberwandhöhle	A	VERA-4251	AMS	40470	950	850	44123	943	2250
Schreiberwandhöhle	A	VERA-4252-1	AMS	42400	1500	1300	46306	1756	2250
Schreiberwandhöhle	A	VERA-4252	AMS	43900	1550	1300	47495	2037	2250
Schreiberwandhöhle	A	GrN-23504	conv	>41100	-	-	> 41100	-	2250
Schreiberwandhöhle	A	VERA-4177	AMS	>48200	-	-	> 48200	-	2250
Schreiberwandhöhle	A	VERA-4250_2	AMS	>49300	-	-	> 49300	-	2250
Schreiberwandhöhle	A	VERA-4250	AMS	>53570	-	-	> 53570	-	2250
Schreiberwandhöhle	A	VERA-4252-3	AMS	>51700	-	-	>51700	-	2250

Abbildung 5: : Radiometrische Daten von Höhlenbärenresten aus der Schreiberwandhöhle

1.1.6 Die Schwabenreith- Höhle

Die Schwabenreithhöhle liegt auf 959m Seehöhe im Gemeindegebiet von Lunz am See in Niederösterreich. Geologisch gesehen ist die Höhle im obertriadischen Opponitzer Kalk angelegt, unter dem Lunzer Schichten liegen. Der schmale Eingang, der ursprünglich über drei Meter breit war, wurde etwa durch Bergsturzböcke und andere Faktoren, wie beispielsweise eingeschwemmte Sedimente, auf eine Höhe von 90cm reduziert. Nach diesem Eingang teilt sich der Höhlenraum in zwei Gänge, den Ostgang und den Wolkengang. Der rund 40m lange Ostgang führt über eine Felsbrücke zur Endhalle. Der Wolkengang, circa 60m lang und 4m breit, mündet in

eine mit Tropfsteinen geschmückte Halle. In dieser Halle befindet sich die Hauptfundstelle der Höhlenbärenknochen (Döppes & Rabeder 1997).

Die Skelettelemente zeigen eine dichte Fundlage und eine sehr gute Erhaltung, was auf die mächtige Sinterbedeckung, die das Absickern des Wassers verhindert, zurückgehen kann. Neben zahlreichen, gut erhaltenen Einzelknochen konnten auch Verbandfunde dokumentiert werden. Wenn man annimmt, dass die Bären hier überwintert haben, und zahlreiche der Tiere in der Höhle verendet sind, kann man davon ausgehen, dass deren Überreste an ihrem Sterbeplatz anzutreffen sind. Aufgrund dieser Fundsituation kann man den selektiven Eintrag oder Transport ausschließen. In der Schwabenreithöhle finden sich keine anderen großen Säugetierreste oder eine Begleitfauna. Es kommen lediglich Höhlenbärenknochen vor. Diese Phänomene beschreiben eine „in situ“ Fundstelle, die weder durch Raubtiere, noch durch den Einfluss des paläolithischen Menschen gestört wurde (Pacher, 1999).

Lediglich das Vorhandensein weniger Knochen in einer anderen Grabungsstelle lässt auf einen geringen Transport durch Wasser aus der Hauptfundstelle schließen. Auch Pacher (1999, S: 10) beschrieb dieses Phänomen: *„ Der sehr gute Erhaltungszustand der Fundstücke und der hohe Anteil an neonaten und juvenilen Elementen sprechen gegen einen längeren Transport der Knochen und gegen eine Umlagerung der Funde durch stark strömendes Wasser. Selbst die Strukturen der Verwachsungsflächen an getrennt vorliegenden Diaphysen und Epiphysen sind ausgezeichnet erhalten. Wahrscheinlich erscheint eine langsame Verfrachtung der Knochen in einem zähflüssigen Sedimentkörper.“*

Nun zur Beschreibung des Profils an der „in situ“- Fundstelle. Dem Höhlenboden der aus Opponitzer Kalk aufgebaut ist, sitzen Stalagmiten, vom Boden emporwachsende Tropfsteine, auf. Darauf folgt eine Schicht aus sterilem, sandigem Lehm, die keine Fossilien führt. Dem sandigen Lehm liegt nun die Fossilschicht, die von Felsblöcken durchsetzt ist, auf. In der Fossilschicht liegt das „Paket“ aus Skelettelementen des Höhlenbären mit einer Mächtigkeit von rund 1,3m vor. Das darauf liegende Sediment besteht aus Sinter und Lehm und ist fossilfrei. Ein reines dunkles Lehmsediment folgt und den Abschluss bildet die Sinterschicht (Döppes & Rabeder 1997).

Die Knochen der Grabungstelle 2 in der Schwabenreithöhle liegen zwischen zwei Sintergenerationen. Die ältere Lage besteht aus Stalagmiten, die direkt auf der Felssohle aufgewachsen sind. Diese sind mit zwei Uranseriendaten von 116000 +/- 5000 Jahren und 112000 +/- 5000 Jahren datiert (Frischauf & Rabeder 2013).

Die jüngere Sintergeneration besteht aus geschichtetem, zum Teil gut auskristallisiertem Calcitsinter mit einer Mächtigkeit von bis zu 30cm. Mit Hilfe der Uran/ Thoriummethode wurde der basale Teil mit 72400 +/- 1000 Jahren, der hängende Abschnitt mit 46900 +/- 700 Jahren datiert. Daraus ist zu schließen, dass die Knochenlage in der Fundstelle 2 in der Zeit zwischen rund 15000 und 72000 Jahren entstanden ist (Rabeder, mündliche Mitteilung).

1.1.7 Die Važecká jaskyna

Die Važecká Höhle liegt in der Region der niederen Tatra in der Gemeinde Važec in der Slowakei. Sie ist eine inaktive Wasseraustritts- Fluviokarsthöhle, die durch den Einfluss eines unterirdisch fließenden Arms des Flusses Biely Vah (Weißer Waag) entstanden ist. Der Höhleneingang liegt auf 784m und in dieser Ebene trennen den Höhlenboden und den darunterliegenden Fluss Biely Vah um die 8m. Die Važecká jaskyna ist 530m lang, wobei nur 230m passierbar sind, weil diese von der Slowakischen Höhlenverwaltung als Weg durch die Schauhöhle präpariert wurden. Charakteristisch für diese Höhle sind die zahlreichen Stalaktiten- sowie Stalagmitenvorkommen und die Sinterseen (Laughlan et al. 2010).

In einem von Liedl und Rabeder gezeichneten Profil von der Grabung in der Höhle im Jänner 2013 sind folgende Schichten beschrieben: steriler Sand, brauner Lehm mit Geröllen und Fossilien und roter Lehm. Die unterste Schicht bildet der oben genannte sterile Sand, der frei von Fossilien ist. Darauf folgt der fossilführende Abschnitt, brauner Lehm, der neben den Skelettelementen auch Gerölle enthält. Das nächste Sediment bildet sich aus sterilem, rotbraunem Lehm. Die oberste Schicht besteht aus hellbraunem, ebenfalls sterilem Lehm und schließt mit dem Felsen der Höhlendecke ab.

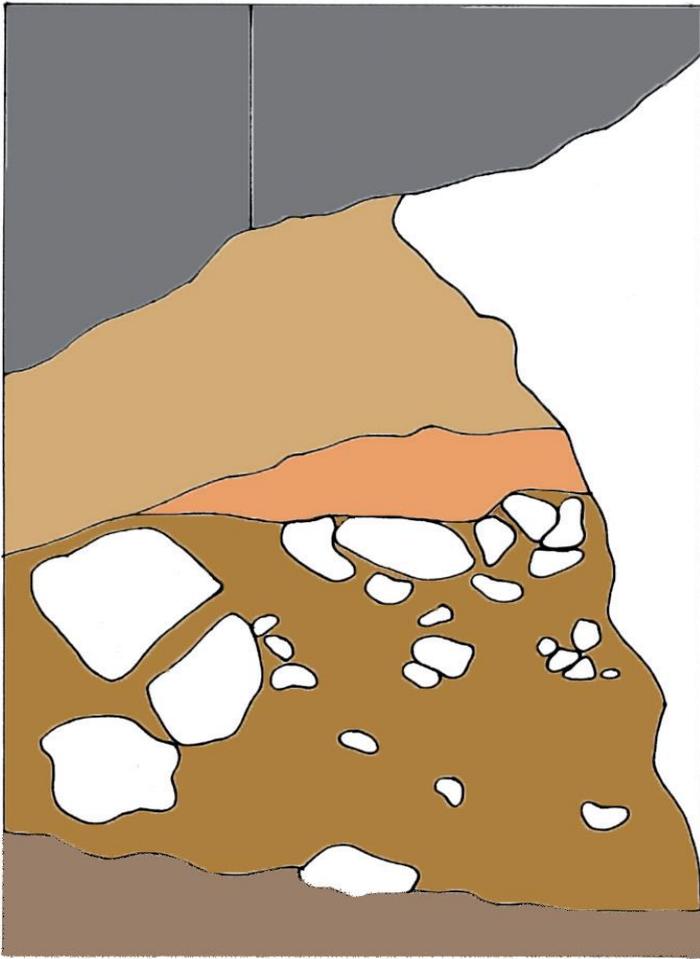


Abbildung 6: Schematisches Profil der Važecká- Höhle

Schematisches Profil der Važecká- Höhle in den Quadranten L13 und M13 in der Fundstelle 2 (Kostnica) gemessen und gezeichnet: Pia Liedl und Gernot Rabeder, 24. 1. 2013.

Der Sand, sowie die zahlreichen Granit- Gerölle sind allochthonen Ursprungs. Man geht davon aus, dass die Gerölle aus der Hohen Tatra stammen. Zur Zeit des Höhlenbären diente diese Höhle, wie so viele andere, den Bären als Winterquartier. Es könnten sich zu dieser Zeit fossilführende Lehme gebildet haben, von deren Originallage heute nichts mehr zu erkennen ist. Durch große Wassermassen, vor allem im Glazial, aber auch durch das Eindringen von Wasser durch den darunterliegenden Fluss, könnten die in der Höhle vorkommenden allochthonen Sedimente in die Höhle gelangt und die vorherrschenden Sedimente umgelagert worden sein. Es wird auch beschrieben, dass die Höhle im Glazial beinahe vollständig mit Wasser gefüllt war (Sabol et al 2011). Auch die geringen Funde an Skelettelementen, sowie die äußerst fragmentäre Erhaltung dieser, sprechen für die Phänomene des fluviatilen Transports und der Frachtsonderung.

Um eine Ahnung zu bekommen, wann genau die sogenannte Höhlenbärenzeit in der Važecká- Höhle stattgefunden hat, wurden zwei Skelettelemente, ein Atlas und eine Ulna, durch das Labor VERA (Vienna Enviromental Research Accelerator) in Wien datiert. Es wurde die AMS (accelerator mass spectrometrie) Methode zur Datierung der Knochen angewandt.

Aus der nachfolgenden Tabelle geht hervor, dass der Atlas ein ungefähres Alter von 41900 Jahren hat. Die Ulna wird auf über 51000 Jahre datiert (Laughlan et al. 2012).

Fundstelle	Land	Lab. Nr.	Element	d13C*) [‰]	14C-Alter [BP]
Važecká jaskyna	SLOW	VERA-3740	atlas	-20.9 ± 2.1	41 900 +1300/-1100
Važecká jaskyna	SLOW	VERA-3755	ulna	-21.6 ± 1.1	>51 000

Abbildung 7: Radiometrische Daten von Höhlenbärenresten aus der Važecká- Höhle

2. Material

Es wurden alle messbaren Elemente des Höhlenbären, die von den den sieben ausgewählten Höhlen (Brettsteinhöhle, Drachenhöhle bei Mixnitz, Ochsenhalthöhle, Potočka Höhle, Schreiberwandhöhle, Schwabenreithöhle, Važecká- Höhle) überliefert wurden, bestimmt und gezählt. Um aussagekräftige Ergebnisse in Bezug auf die Häufigkeit zu erhalten, wurden ausschließlich Elemente herangezogen, deren größter Durchmesser messbar war. Die Häufigkeit der fragmentären Skelettelemente und juvenilen Knochen wurde in dieser Arbeit nicht untersucht. Unter dem größten Durchmesser versteht man bei den meisten Skelettelementen und Zähnen die „größte“ Länge. Die größte Länge wird beispielsweise bei der Tibia als Abstand vom proximalsten Punkt der Eminentia intercondylea zum distalsten Punkt der Epiphyse definiert. Bei vielen Autopodienelementen, wie dem Capitatum, als auch bei den meisten Tarsalia ist die Tiefe der größte Durchmesser des Knochens. Bei den Eckzähnen ist die Gesamthöhe der größte Durchmesser. Unter Gesamthöhe versteht man in diesem Fall, die Höhe von der Wurzelspitze bis zur Kronenspitze.

Die bearbeiteten Elemente stammen alle von den Grabungen aus den Höhlen und sind seither am Institut für Paläontologie der Universität Wien aufbewahrt. Das überlieferte Material der sieben Höhlen ist hinsichtlich der Größe und dem Erhaltungszustand sehr unterschiedlich. Die Schwabenreithöhle liefert uns im Gegensatz zur Važecká- Höhle ein reiches Fundmaterial.

Um die beste Auswahl für die Häufigkeitsanalyse zu treffen, wurden zunächst alle vorhandenen Elemente gezählt und in eine sogenannte Urliste aufgenommen. Bei näherer Betrachtung der Funde wurden nur folgende Element für die Analysen herangezogen: alle Zahnelemente des adulten Höhlenbären, Metapodien, Phalangen, Tarsalia (t1, t2, t3), Carpalia (c1, c2), Capitatum, Hamatum und die Langknochen (Humerus, Radius, Ulna, Femur, Tibia, Fibula).

Nicht alle dieser Elemente waren bei jeder Höhle vollständig überliefert, so finden sich bei den Skelettresten der Drachenhöhle von Mixnitz keine Carpalia, in der Ochsenhalthöhle keine Langknochen und im Material der Schreiberwandhöhle keine Tarsalia. Ein besonders hohes Defizit der vorher genannten Elemente weist die Važecká jaskyna auf, so sind neben der sowieso geringen Anzahl an Langknochen, keine Tibien und Fibulae, keine Carpalia und nicht alle Metapodien erhalten.

Als Vergleichsmaterial für die Erstellung der benötigten Diagramme, dienten die standardisierten Diameter der Gamssulzenhöhle und der Potočka Höhle.

Abbildung 8:: Stückzahlen der ausgewählten Elemente der sieben Höhlen

Element	BS	MIX	OH	PZ	SR	SW	VJ
i1	99	3	56	35	3	70	5
i2	106	2	65	43	4	96	8
I1,2	170	6	157	73	10	157	11
i3	107	7	95	49	3	70	5
p4	110	9	133	87	3	87	3
I3	86	13	90	36	7	88	9
P4	80	7	94	60	6	70	6
m3	101	17	147	53	14	73	14
M1	100	19	163	70	7	83	10
m1	77	11	78	101	8	121	6
m2	91	26	89	84	14	106	13
M2	75	15	83	67	12	61	15
C	160	556	128	51	46	106	24
Phal.bas.	159	20	55	-	68	630	17
Phal.med.	206	7	38	-	31	396	12
Phal.term.	142	27	15	-	48	464	5
Mc1	11	6	11	20	13	88	-
Mc2	12	9	7	26	9	56	-
Mc3	15	9	4	15	9	57	2
Mc4	10	8	10	30	8	69	-
Mc5	13	12	3	28	12	59	2
Mt1	15	7	6	19	10	35	3
Mt2	17	12	6	25	9	99	1
Mt3	16	7	2	26	4	54	3
Mt4	21	14	3	29	20	57	2
Mt5	11	12	1	22	10	59	6
c1	13	-	4	0	2	50	-
c2	11	-	1	11	2	60	-
Capit.	23	5	8	8	5	84	3
Hamat.	11	4	8	11	6	60	2
t1	10	2	9	5	-	49	1
t2	7	1	1	13	-	48	2
t3	20	2	5	14	-	97	3

Element	BS	MIX	OH	PZ	SR	SW	VJ
Humerus	1	10	-	4	2	36	2
Radius	5	7	-	7	4	96	-
Ulna	6	9	-	1	5	96	2
Femur	3	8	-	14	1	37	-
Tibia	5	7	-	12	1	36	4
Fibula	1	1	-	7	2	14	1

Abbildung 8.1: Stückzahlen der ausgewählten Elemente der sieben Höhlen



Abbildung 9: Metapodien und Canini



Abbildung 10: Autopodien, Phalangen, Molare und Incisivi

3. Methodik

Um die benötigten Elemente für die Häufigkeitsanalyse zählen zu können, war zunächst eine Inventarüberprüfung in der sogenannten Sammlung am Institut für Paläontologie der Universität Wien nötig. Unter dieser Sammlung versteht man die gefunden und präparierten Skelettelemente aus den einzelnen Höhlen, die in Sammlungs- Kästen aufbewahrt werden. Die ersten Arbeitsschritte bestanden also in der vollständigen Sortierung und dem Bestimmen der Knochenelemente und Zähne. Bei einigen Höhlen, wie der Schwabenreithöhle oder der Drachenhöhle von Mixnitz, nahm dies aufgrund der großen Anzahl von Elementen mehr Zeit in Anspruch als beispielsweise bei der Važecká- Höhle, bei der nur eine geringe Menge an Material überliefert wurde. So wurden alle Elemente, auch solche die nicht relevant für die folgenden Analysen waren, bestimmt, gezählt und in eine „Urliste“ aufgenommen. In dieser Urliste wurden sowohl die ganzen, die fragmentierten als auch die juvenilen Elemente notiert. Anschließend wurden in Absprache mit Prof. Rabeder folgende Überreste des Höhlenbären für die Untersuchung des Funddefizits beziehungsweise die Häufigkeitsanalyse herangezogen: alle Zähne, die Phalangen, alle Metapodien, die distalen Tarsalia (t1, t2, t3), alle distalen Carpalia (c1, c2, Capitatum, Hamatum) sowie die Langknochen. Knochenelemente wie die einzelnen Wirbel wurden nicht für die Analyse herangezogen, da sie äußerst schlecht erhalten sind, fast alle Elemente sind fragmentiert. Das höchste Kriterium für die Auswahl dieser Elemente war die vollständige Messung ihres größten Diameters. Die Zähne, insbesondere die Canini, stellen aufgrund ihrer hohen Widerstandsfähigkeit, die auf den Schmelz, eine der härtesten Substanzen in lebenden Organismen, zurückgeht, eine Besonderheit dar. Insbesondere in Höhlen, in denen Korrosion eine Rolle spielt, ist die Anzahl und Erhaltung der Zähne von hoher Bedeutung für diverse Analysen. Das Capitatum und Hamatum sind kleine, kompakte Knochen, deren Erhaltung für die Stärke und Häufigkeit der Frachtsonderung ein Kriterium darstellen könnte. Ein weiteres Indiz für den Einfluss durch Wasser, respektive die daraus folgende mehrfache Umlagerung der Sedimente ist die Erhaltung der Langknochen. In der Ochsenhalthöhle im Toten Gebirge wurden beispielsweise gar keine Langknochen überliefert.

Der nächste Arbeitsschritt war die Erstellung der Diagramme. Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, wurde die Stückzahl der einzelnen Elemente mit dem sogenannten Äquivalenzfaktor F_{ae} multipliziert. Der F_{ae} bezieht sich auf den Molaren

m1 im Unterkiefer und sein paariges Vorkommen im Individuum. Pro Individuum kommen zwei m1 vor, also einer im rechten, und einer im linken Unterkiefer. Allen Elementen, die ebenfalls solch ein paariges Vorkommen aufweisen, wie die Tarsalia oder die Langknochen, wird der Äquivalenzfaktor 1 zugeordnet. Die beiden ersten Oberkieferincisivi lassen sich nicht eindeutig als I^1 und I^2 identifizieren, weil sich ihre Größenverteilungen überlappen. Sie werden daher mit dem Kürzel $I^{1,2}$ zusammengefasst und erhalten den Äquivalenzfaktor $F_{ae}=0,5$. Ähnlich ist es mit den Eckzähnen. Oberkiefer- und Unterkiefereckzähne lassen sich nicht immer eindeutig als solche bestimmen, sie werden daher zusammengefasst und erhalten ebenfalls den Faktor 0,5. Die Basal- und Terminalphalangen stellen ebenfalls eine Ausnahme dar, weil sich die Elemente der Hand und des Fußes nicht eindeutig unterscheiden lassen. Diese Knochenelemente sind im Skelett 10mal so häufig erhalten wie der m1 und werden daher mit einem Äquivalenzfaktor von 0,1 multipliziert. Die medialen Phalangen kommen pro Körperhälfte 8mal vor. Ihnen wird ein F_{ae} von 0,125 zugeordnet. Eine Besonderheit stellt das Baculum (Penisknochen) dar. Da er erstens ein unpaares Element ist und nur bei männlichen Tieren auftritt, ist seine Äquivalenz gleich 4.

Um herauszufinden, ob der Größe der Knochen eine Rolle beim Transport zukommt, wird der Standardwert des größten Diameters, errechnet aus den Materialien der Gamssulzenhöhle (Rabeder 1995; persönliche Mitteilung Nadja Kavcik) und der Potočka Höhle (Pacher et al 2004), mit der äquivalenten Stückzahl in Beziehung gesetzt.

Die relative Häufigkeit ergibt sich aus der äquivalenten Stückzahl dividiert durch die Stückzahl der Unterkiefer m1 mal hundert. Der m1 wurde gewählt, weil er in vielen Faunen das häufigste Element darstellt. Um aussagekräftige Diagramme der relativen Häufigkeit zu erhalten, wurde diese mit den standardisierten Diametern in Bezug gesetzt. Durch das Hinzufügen einer Trendlinie inklusive des Bestimmtheitsmaßes, lässt sich sofort eine Korrelation erkennen. Das Bestimmtheitsmaß gibt Auskunft über die Streuung der Werte.

Die erste Analyse ergibt die Korrelation für alle Elemente. Aus diesem Diagramm wird ersichtlich, dass eine Aufteilung der Skelettelemente und Knochen in drei Gruppen erfolgt. Die erste Gruppe wären die kleinen Knochen (Autopodien und

Phalangen) und alle Zähne des Dauergebisses mit Ausnahme der Canini. Hier befinden wir uns in einem Größenbereich von rund 5- 45mm. Die zweite Gruppe stellen mit einer Größenklasse von 50- 120mm die Metapodien und die Canini dar. Die dritte Gruppe sind die Langknochen, die sich zwischen 250- 450mm bewegen.

Die beiden erstgenannten Gruppen (1,2) lassen einen Vergleich der mit dem widerstandsfähigen Schmelz überzogenen Zähne und der kleinen Knochen und Metapodien zu. Wenn man diese Gruppen in Beziehung zueinander setzt, kann man eventuell ein Mitwirken der Korrosion erkennen, die auf den Zahnschmelz wesentlich geringer einwirkt als auf die Knochen. Um hier eine Aussage treffen zu können, wurden zwei Korrosionsindices entwickelt. Der **kleine Korrosionsindex (Ka)** wird definiert als die relative Häufigkeit der Zähne ohne Canini (also nur die Backenzähne) dividiert durch die relative Häufigkeit der Autopodien und Phalangen mal hundert. Der **große Korrosionsindex (Kd)** beschreibt die relative Häufigkeit der Metapodien zu der relativen Häufigkeit der Canini. Durch die Entwicklung dieser Indices wird eine aussagekräftige Antwort über die Stärke der chemischen Zerstörung erwartet. Zähne werden von aggressiven Säuren wesentlich weniger oft angegriffen als Knochen. Je höher der Korrosionsindex, desto stärker ist die Diskriminierung der beiden Gruppen.

Wenn man jedoch die relative Häufigkeit der kleinen Knochen zu der relativen Häufigkeit der großen Knochen in Beziehung setzt, kann man Hinweise auf die Sortierung durch den Wassertransport oder durch die menschliche, selektive Auswahl erhalten. Nach der Erstellung der Diagramme, in denen man die oben genannten Häufigkeiten graphisch zeigt, wurden eine Trendlinie und das Bestimmtheitsmaß hinzugefügt. Die Trendlinie zeigt uns einerseits, ob eine Korrelation durch die Größe der Elemente besteht, andererseits zeigt sie uns eine Richtung, in die die mögliche Selektion gewirkt hat. Es gibt Höhlen, in denen große Elemente seltener erhalten sind als kleine, aber es kann auch der umgekehrte Modus, dass größere Elemente häufiger überliefert werden als kleine, bestehen. Bei beiden Modi können der Transport und die menschliche Selektion eine Rolle spielen. Als Maß für die Stärke der vorher genannten Faktoren wird die Neigung der Trendlinie verwendet. Der Koeffizient c der Geradengleichung $y = cx + d$, vermittelt uns ein Maß für die Stärke des Sortierungsvorganges. Das Bestimmtheitsmaß R^2 gibt uns Auskunft über die Qualität dieser Aussage.

Nach der Erstellung und Interpretation dieser Diagramme werden Vergleiche der sieben ausgewählten Höhlen erstellt und es wird versucht, diese unterschiedlichen Funddefizite durch die genannten Einflüsse (Korrosion, Transport, menschliche Selektion, etc.) zu erklären.

4. Resultate

Es wurden für alle sieben Höhlen mehrere Diagramme erstellt. Für den Vergleich der relativen Häufigkeiten der Zähne, kleinen Knochen und Langknochen, wurde der Standard des größten Diameters in Millimeter gegen die relative Häufigkeit in Prozent aufgetragen. Der Standard des größten Diameters steht für die vertikale Achse im Diagramm, die relative Häufigkeit beschreibt die horizontale Achse. Es wurden für alle "Elementgruppen" - Zähne, kleine Knochen und Langknochen- eigene Diagramme für die Darstellung und Interpretation ihrer Häufigkeit erstellt. Die Gruppe der Zähne umfasst zwei Darstellungen ihrer Häufigkeit und zwar einmal für alle Zahnelemente und einmal ohne Berücksichtigung der Canini. Die Canini stellen wie vorher schon erwähnt eine Besonderheit dar, da sie aufgrund ihrer Größe und ihrer kompakten Form, sowie ihrer Widerstandsfähigkeit durch den Schmelz und durch ihre Attraktivität für den Ausgräber, was oftmals eine selektive Aufsammlung bewirken kann, in größerer Anzahl überliefert werden. Aus diesem Grund wurde bewusst ein Diagramm ohne ihre Werte erstellt, um die Trendlinie und das Bestimmtheitsmaß ohne diese zu interpretieren. Für die Gruppe der kleinen Elemente wurde die Autopodien, Metapodien und Phalangen verglichen. Bei diesem Diagrammtyp kann man eine gewisse Sortierung der Knochen nach der Größe beobachten. Eine Grundlage für die Interpretation der unterschiedlichen Erhaltung der Höhlenbärenreste unter dem Phänomen Korrosion stellt der Vergleich der kleinen Knochelemente mit den Zähnen und der Vergleich der Häufigkeiten von Metapodien und Canini dar. Die Daten der überlieferten Langknochen wurden unter Berücksichtigung der Äquivalenz gesondert in einem Diagramm dargestellt, um die relative Häufigkeit der unterschiedlich gestalteten Langknochen interpretieren zu können. Die Fibula ist im Gegensatz zum Femur viel fragiler und kleiner. Außerdem wurde die relative Häufigkeit der Langknochen mit der der Zähne und mit der der kleinen Knochen verglichen. So kann man sowohl das überlieferte Fundmaterial jeder einzelnen Höhle diskutieren als auch die verschiedenen Höhlen mit ihren unterschiedlichen Häufigkeiten der Elemente vergleichen.

4.1 Die Resultate der einzelnen Höhlen

Die Brettstein- Bärenhöhle im Toten Gebirge

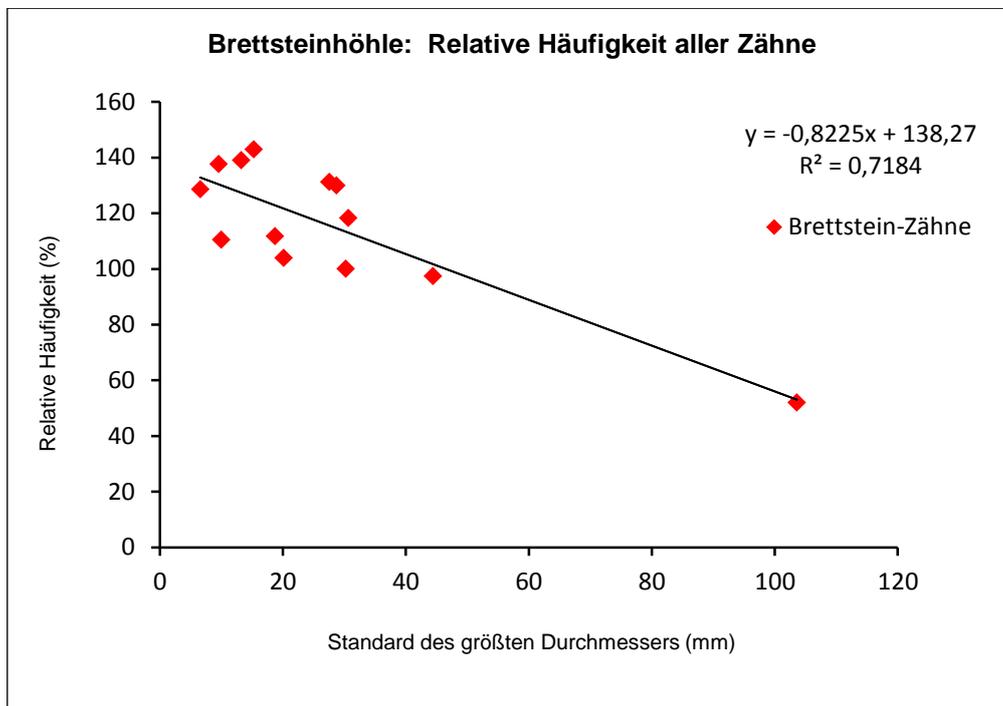


Abbildung 11: Vergleich der Häufigkeiten aller Zahnelemente in der Brettsteinhöhle

Aus dem Diagramm "Relative Häufigkeit aller Zähne" ist ersichtlich, dass eine negative Korrelation zwischen den einzelnen Zahnelementen herrscht. Die relative kleinen Incisivi i1, i2 und i3 sowie der Prämolare p4 sind am häufigsten erhalten. Die großen Molaren M2 und m1 und die Canini sind weniger häufig. Eine Schlussfolgerung daraus lautet, je größer ein Zahn, desto weniger häufig ist er erhalten. Die Frachtsonderung und die daraus folgende Umlagerung könnten Gründe für dieses Phänomen sein. Der Transport spielt also in der Brettsteinhöhle eine große Rolle.

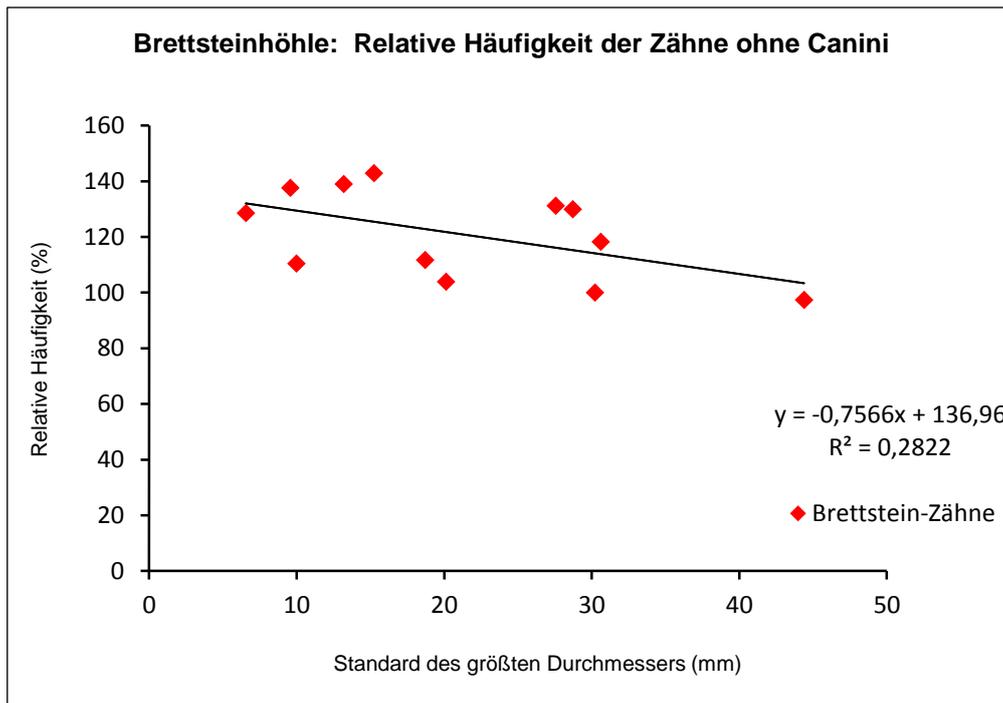


Abbildung 12: Vergleich der Häufigkeiten der Zähne ohne den Canini in der Brettsteinhöhle

Die Zähne ohne die Canini betrachtet ergeben eine weniger starke negative Korrelation der Elemente. Aus der Geradengleichung $y = cx + d$, geht hervor, dass der Sortierungskoeffizient schwach zunimmt. Der Sortierungskoeffizient C_s beschreibt das Ausmaß der Sortierung durch Wassertransport, menschliche Selektion etc. Das Bestimmtheitsmaß R^2 nimmt im Gegensatz zur Betrachtung aller Zähne ab. Daraus kann man schließen, dass das Miteinbeziehen der Canini die Auswertung verzerrt. Da der Eckzahn um vieles größer ist als die anderen Zähne, wird er wahrscheinlich durch Transport stärker eliminiert.

Die Abbildung 13 zeigt ein Diagramm für den Vergleich der Häufigkeiten von Metapodien und Canini. Dieses Diagramm zeigt uns, ob Korrosion auf die unterschiedlich aufgebauten Höhlenbärenreste gewirkt hat. Die Canini sind, wie vorher schon erwähnt, durch den harten Schmelz sehr widerstandsfähig. Die Metapodien sind Knochenelemente und werden daher stärker durch korrodierende Substanzen zerstört. Genau dies zeigt das folgende Diagramm. Die Canini sind weitaus häufiger erhalten als die Metapodien. Die Korrosion spielt also bei der Erhaltung der Knochenelemente in der Brettsteinhöhle eine große Rolle und könnte ein Grund für das Funddefizit sein. Der Korrosionsindex K_d , der das Verhältnis der

relativen Häufigkeiten von Metapodien und Canini beschreibt, liegt bei einem Wert von $K_d = 2,84$, der wiederum ein Anzeichen für das Wirken von Korrosion darstellt.

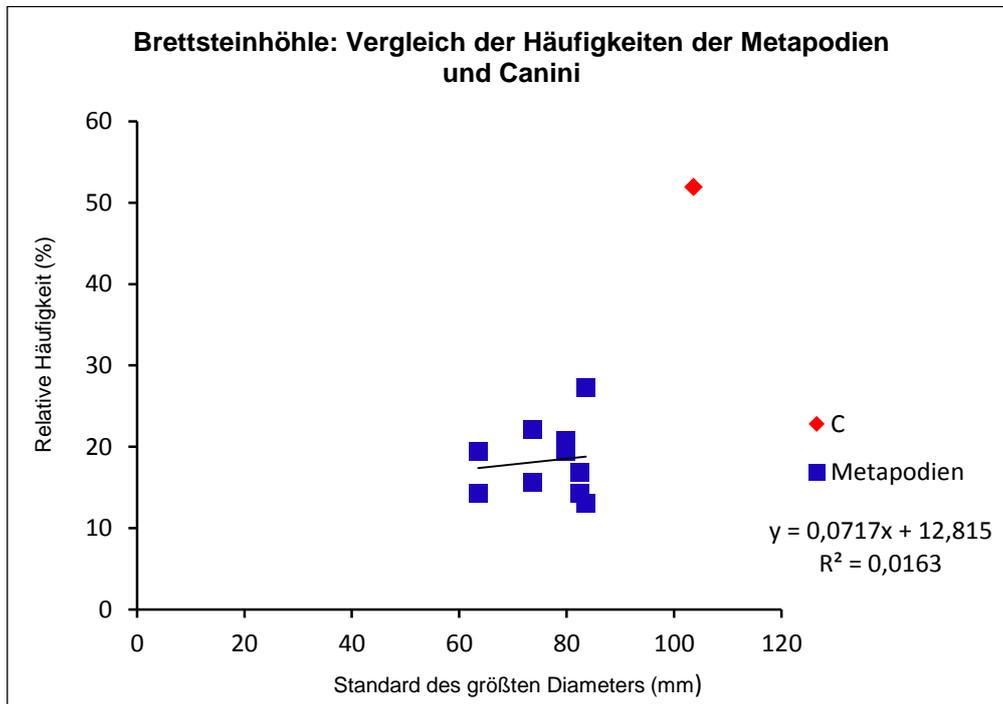


Abbildung 13: Vergleich der Häufigkeiten der Metapodien und Canini in der Brettsteinhöhle

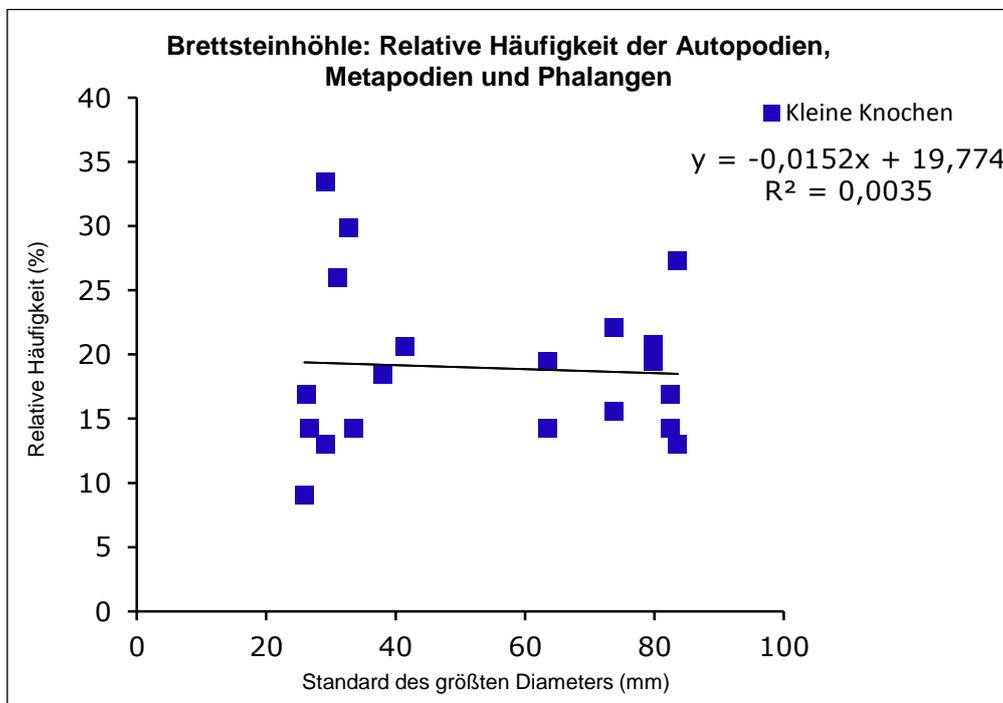


Abbildung 14: Vergleich der Häufigkeiten der kleinen Knochen in der Brettsteinhöhle

Der Vergleich der relativen Häufigkeiten der kleinen Elemente zeigt eine deutliche Gliederung in zwei Gruppen, die durch die Länge bedingt ist. Die rechte Gruppe bilden die Autopodienelemente, die sich zwischen den Längen von 63mm und 84mm bewegen. Die linke Gruppe zeigt die Autopodienelemente und die Phalangen (basal, medial, terminal). Drei Elemente dieser Gruppe, nämlich die medialen Phalangen, das Capitatum und das Tarsaliaelement t3 sind besonders häufig erhalten. In Abbildung 14 ist kein Trend zu beobachten, die kleinen Knochen sind in annähernd gleicher Menge überliefert worden.

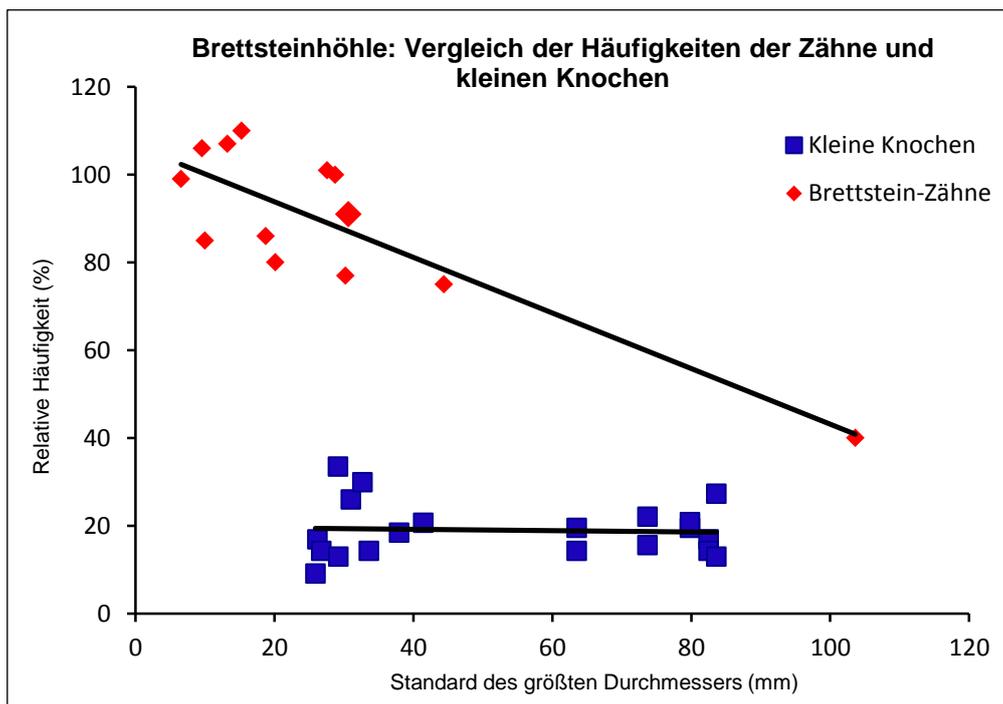


Abbildung 15: Vergleich der Häufigkeiten der Zähne und kleinen Knochen in der Brettsteinhöhle

Dieses Diagramm stellt einen erneuten Beweis für das Vorherrschen des Phänomens Korrosion in der Brettsteinhöhle dar. Es zeigt deutlich, dass die Zähne wegen ihres Schmelzes besser erhalten sind als die Knochen. Der Transport könnte bei den Zahnelementen ein Grund für die negative Korrelation sein, auf die Knochen wirkt er jedoch nicht ein.

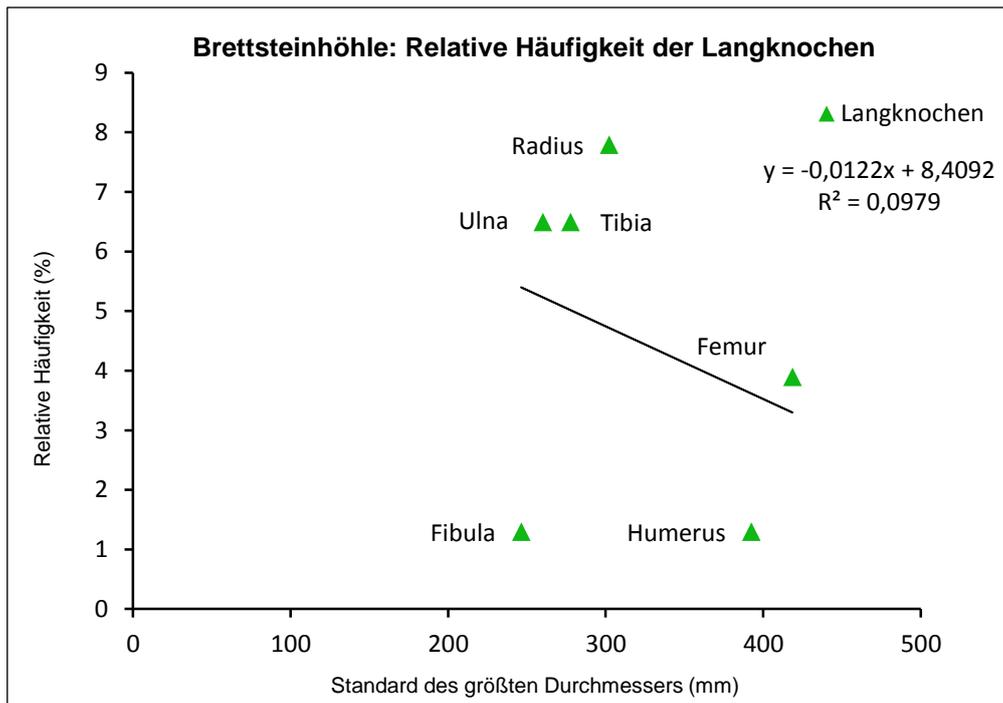


Abbildung 16: Vergleich der Häufigkeiten der Langknochen in der Brettsteinhöhle

Die überlieferte Menge an messbaren Langknochen ist relativ gering. Deshalb ist es schwierig, allgemeine Aussagen zu treffen. Aus dem dargestellten Vergleich der Häufigkeiten geht hervor, dass die Elemente Radius, Ulna und Tibia in größerer Anzahl überliefert wurden als die anderen Langknochen. Ein Grund dafür könnte die Stärke des Knochens sein, Radius, Ulna und Tibia sind sehr feste Knochen. Der Femur und Humerus besitzen mehr Spongiosa, eine schwammartige Knochensubstanz, und zerbrechen daher eher an den Gelenken. Die Fibula stellt unter den Langknochen ebenfalls eine Besonderheit dar, da sie sehr dünn und zerbrechlich ist. Der Aufbau der Fibula, des Femur und Humerus könnte die Zerstörung durch Korrosion begünstigt haben.

Die nachfolgende Darstellung, nämlich der Vergleich der Erhaltung von Zähnen und Langknochen, beweist ebenfalls das chemische Phänomen Korrosion und das physikalische Phänomen Transport, die in der Brettsteinhöhle auf die Skelettelemente des Höhlenbären wirken.

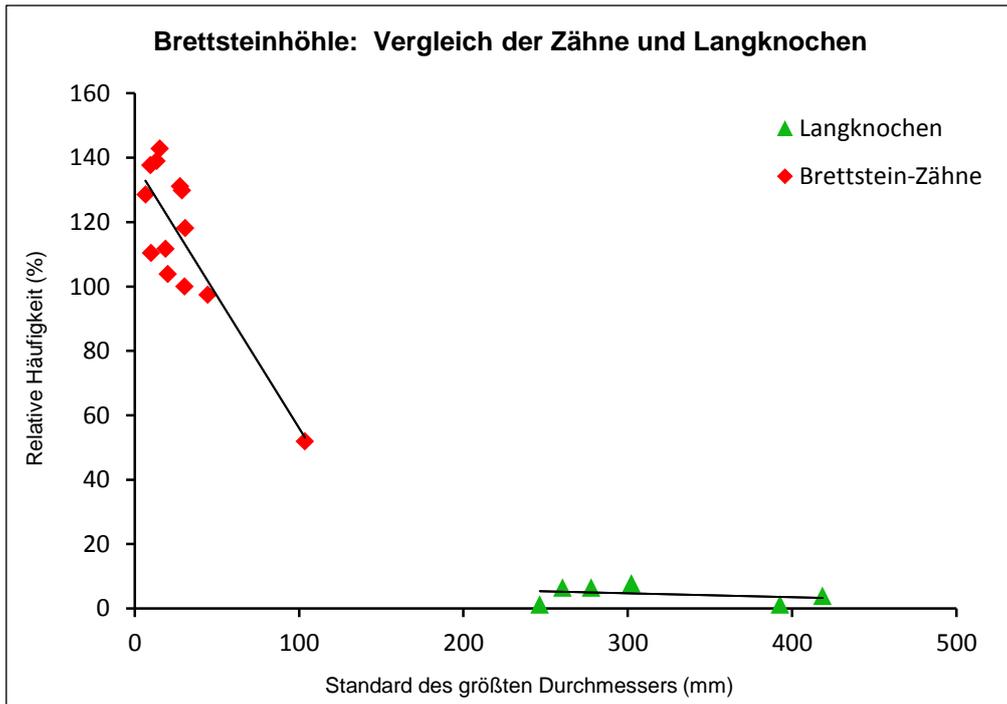


Abbildung 17: Vergleich der Häufigkeiten der Zähne und der Langknochen in der Brettsteinhöhle

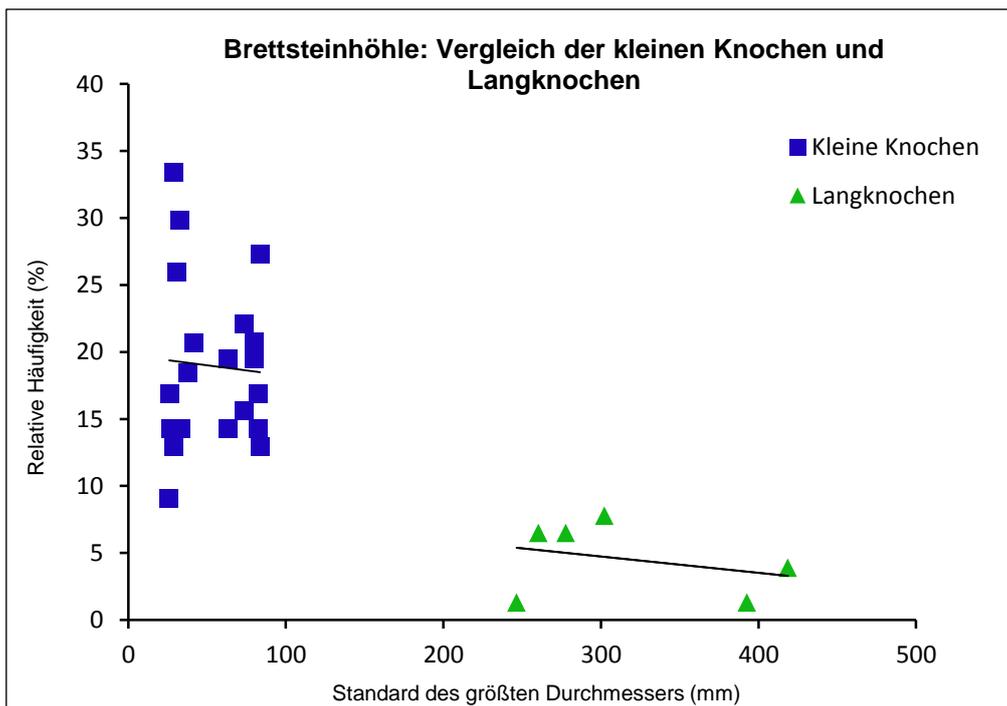


Abbildung 18: Vergleich der kleinen Knochen und Langknochen in der Brettsteinhöhle

Der Vergleich der Erhaltung von kleinen Knochenelementen und großen Knochen zeigt, dass die kleineren Knochen wesentlich häufiger erhalten sind. Autopodien oder Phalangen sind kompakte Knochen, was einen Schutz vor Korrosion darstellen könnte. Die geringe negative Korrelation spricht für einen geringen Transport.

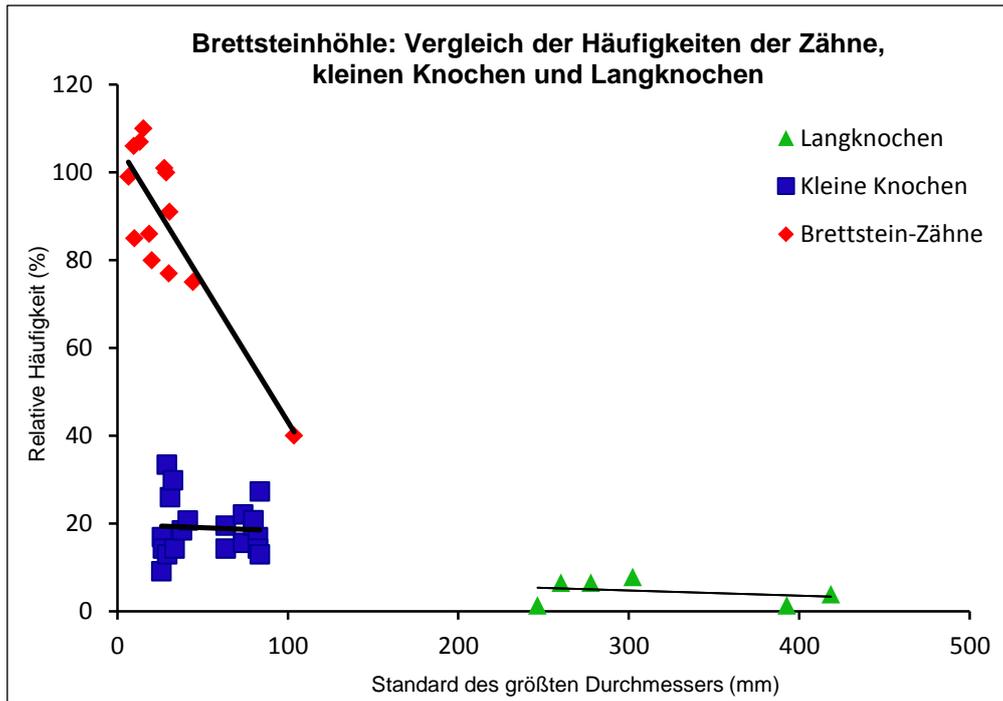


Abbildung 19: Vergleich der Häufigkeiten aller gefundenen Elemente in der Brettsteinhöhle

Die Vermutung, dass es in der Brettsteinhöhle zu häufigen Umlagerungen und einem Transport der Skelettelemente, die in der Einleitung und Beschreibung der Fundstellen geäußert wurde, kann aufgrund der zahlreichen Darstellungen in den Vergleichsdiagrammen bestätigt werden. Auch der Sortierungskoeffizient zeigt eine Sortierung durch den Transport an. Die Korrosion ist, wie schon bei allen Diagramminterpretationen erwähnt, ein ausschlaggebender Grund für das in der Brettsteinhöhle herrschende Funddefizit.

Die Drachenhöhle bei Mixnitz

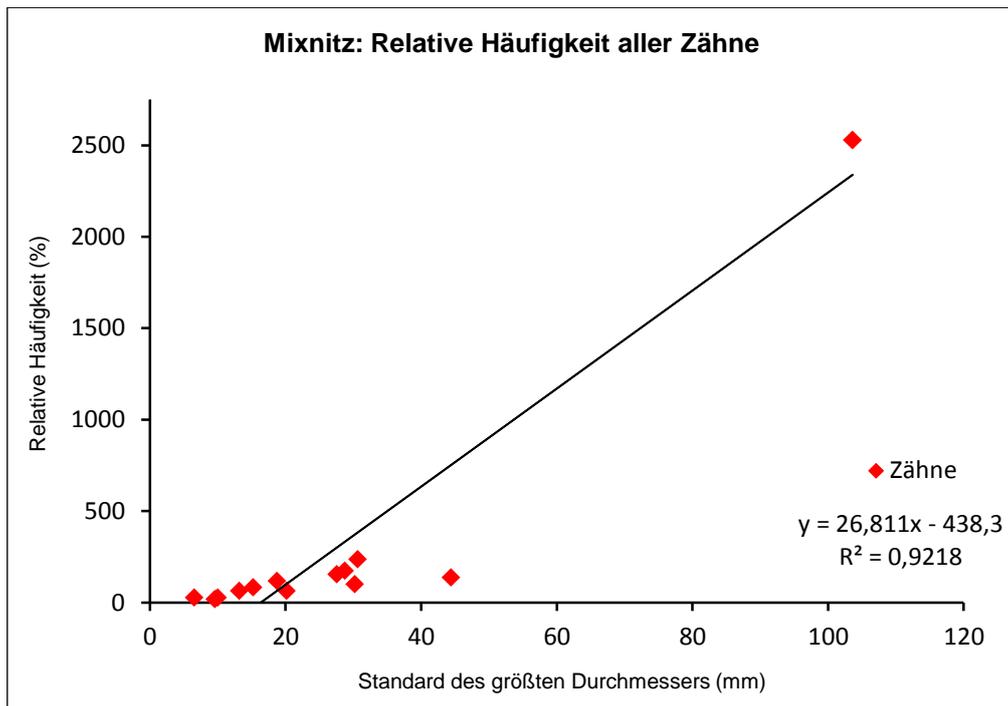


Abbildung 20: Vergleich der Häufigkeiten aller Zahnelemente in der Drachenhöhle bei Mixnitz

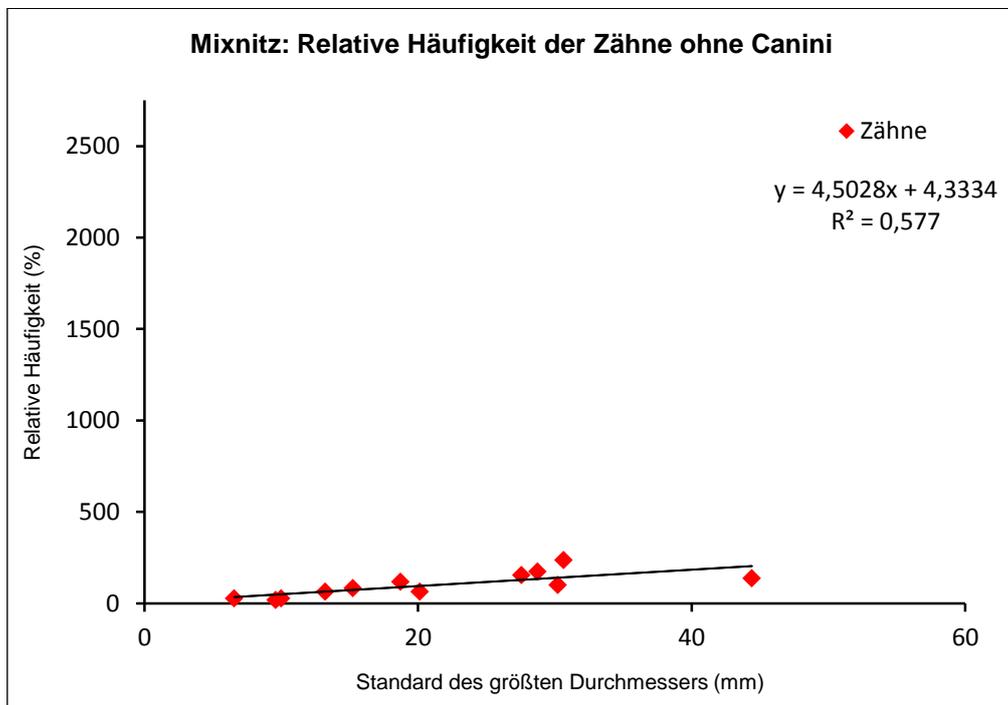


Abbildung 21: Vergleich der Häufigkeiten der Zähne ohne die Canini in der Drachenhöhle bei Mixnitz

In der graphischen Darstellung der Häufigkeiten der überlieferten Zahnelemente aus der Drachenhöhle bei Mixnitz ist eine positive Korrelation mit der Länge zu

erkennen. Dies könnte damit zu erklären sein, dass der Ausgräber eher größere Elemente als kleinere aufsammelt. Diese Aussage könnte durch die besonders große Anzahl an Canini, die wahrscheinlich durch menschliche Selektion so häufig überliefert wurden, gestützt werden. Aber auch die Darstellung der Zähne in Abbildung 21, ohne Einfluss der Eckzähne, zeigt eine positive Korrelation mit der Länge, die Molaren M2 und m2 sind häufig vertreten. Im Gegensatz zu den Canini sind die anderen Zahnelemente nicht so häufig, dies könnte daran liegen, dass nur die isolierten Elemente gezählt wurden (Elemente in den Mandibeln wurden nicht berücksichtigt). Der Sortierungskoeffizient der Zähne Cs (Zähne) liegt unter Einbeziehung der Canini bei rund 26 und ohne die Canini bei rund 5. Je höher der Sortierungskoeffizient in der Drachenhöhle, desto größer war die Selektion.

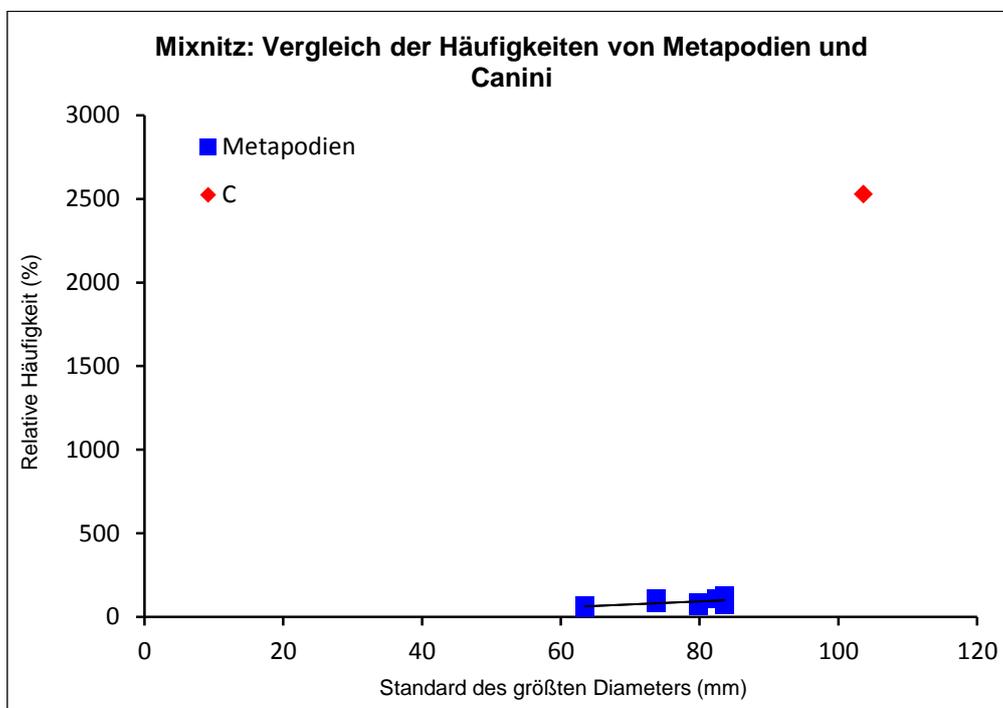


Abbildung 22: Vergleich der Häufigkeiten der Metapodien und Canini in der Drachenhöhle von Mixnitz

Aus dem Diagramm „Vergleich der Häufigkeiten von Metapodien und Canini“ geht hervor, dass die Eckzähne viel häufiger überliefert sind als die Metapodien. Ein Grund für diese Verteilung könnte die Korrosion sein. Die Attraktivität der massiv gestalteten Eckzähne für die Ausgräber ist jedoch wahrscheinlich der Hauptgrund für ihre hohe Anzahl im Fundmaterial.

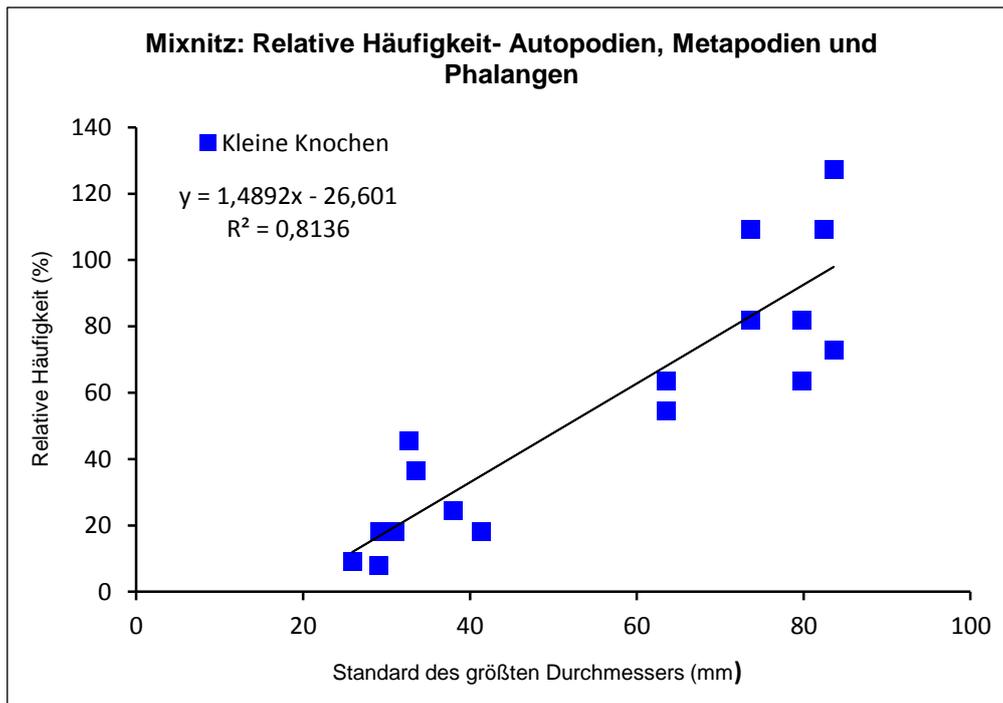


Abbildung 23: Vergleich der Häufigkeiten der kleinen Knochen aus Mixnitz

Die kleinen Knochenelemente teilen sich aufgrund ihrer unterschiedlichen Größe, wie auch in der Brettsteinhöhle, in zwei Gruppen. Die Anzahl der überlieferten Metapodien Mc5, Mt2, Mt4 und Mt5 ist deutlich höher als die der anderen Skelettelemente aus dieser Gruppe. In der Drachenhöhle teilen sich die Knochen jedoch nicht nur wegen der unterschiedlichen Größen von Metapodien, Autopodien und Phalangen, sondern auch weil sie unterschiedlich häufig sind. Die größeren Elemente dieser Knochengruppe sind in größerer Anzahl überliefert als die kleineren. Es zeigt sich also eine positive Korrelation mit der Größe, was wiederum mit dem vorher erwähnten selektiven Modus der Aufsammlung zusammenhängen könnte.

In Abbildung 24 werden die Häufigkeiten von Zähnen (ohne Berücksichtigung der Eckzähne) und kleinen Knochenelementen verglichen. Der Vergleich zeigt, dass beide Gruppen positiv korreliert sind mit der Größe, sprich, je größer ein Element, desto häufiger ist es überliefert. Die Zähne sind ein wenig häufiger, was möglicherweise auf die Korrosion zurückzuführen wäre. Diese wirkt, wenn überhaupt in Mixnitz, nur sehr gering.

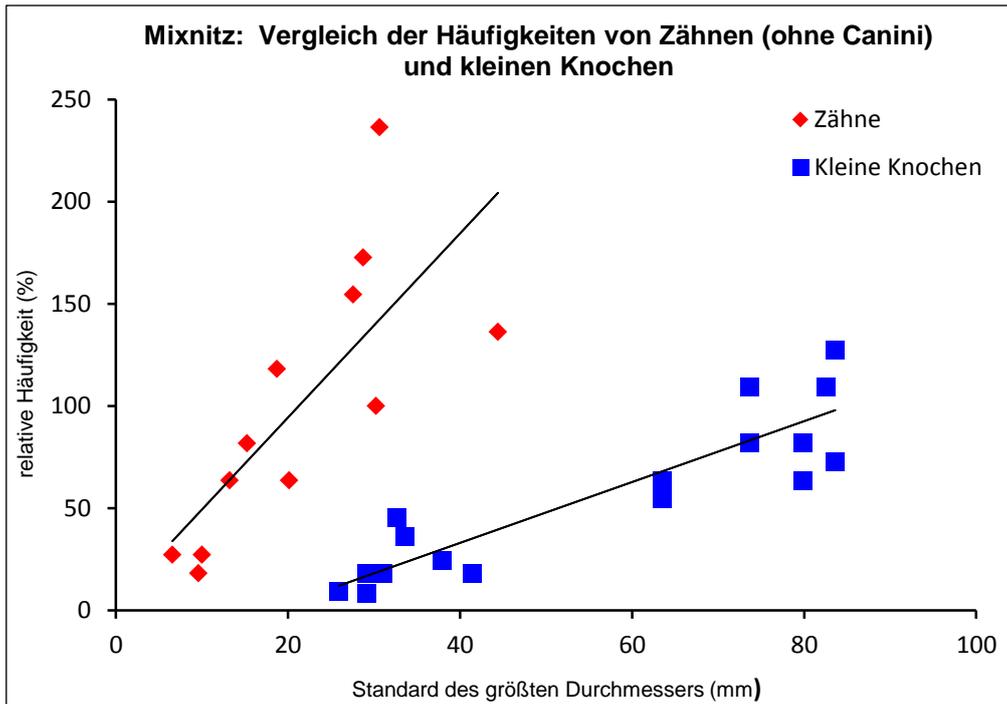


Abbildung 24: Vergleich der Häufigkeiten der Zähne und kleinen Knochen aus Mixnitz

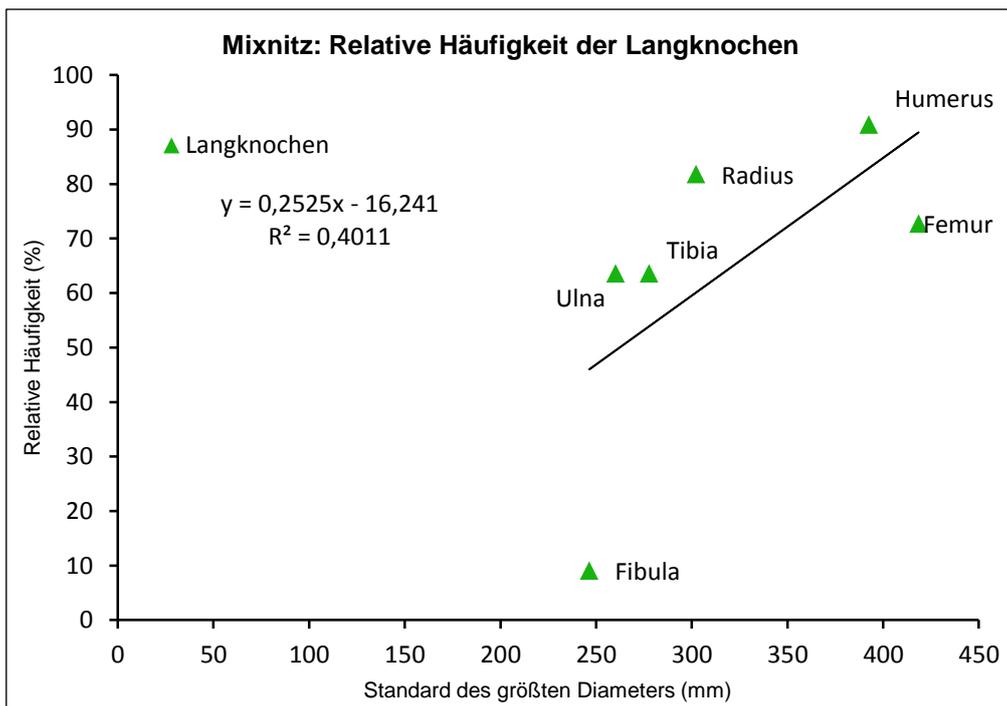


Abbildung 25: Vergleich der Häufigkeit der Langknochen aus Mixnitz

Die Langknochen aus der Drachenhöhle von Mixnitz sind relativ gut erhalten, was auf die waagrechte Lage der Schichten im Profil zurückgehen könnte. Diese Schichtung schließt die Frachtsonderung und den Transport annähernd aus. Die Korrosion spielt hier auch eine geringe Rolle, da prinzipiell eine positive Korrelation herrscht. Die

größere Anzahl an massiven Knochen könnte wieder ein Hinweis für den selektiven Aufsammlungsmodus sein, weil Elemente wie der Humerus oder das Femur weitaus attraktiver wirken als die kleine, zerbrechliche Fibula.

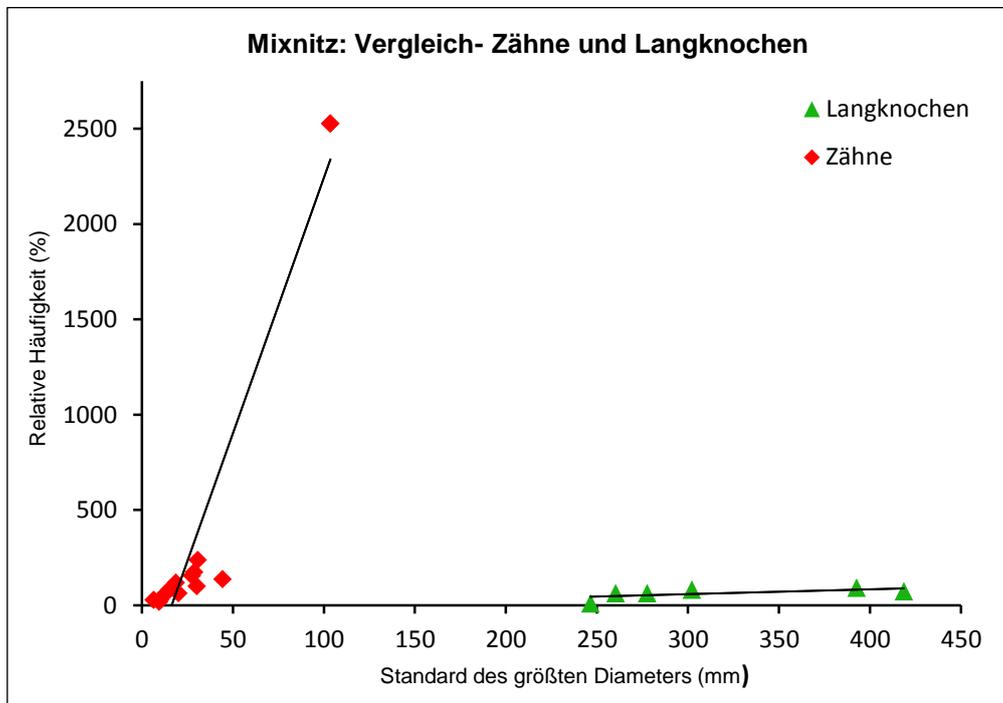


Abbildung 26: Vergleich der Häufigkeit der Zähne und Langknochen aus Mixnitz

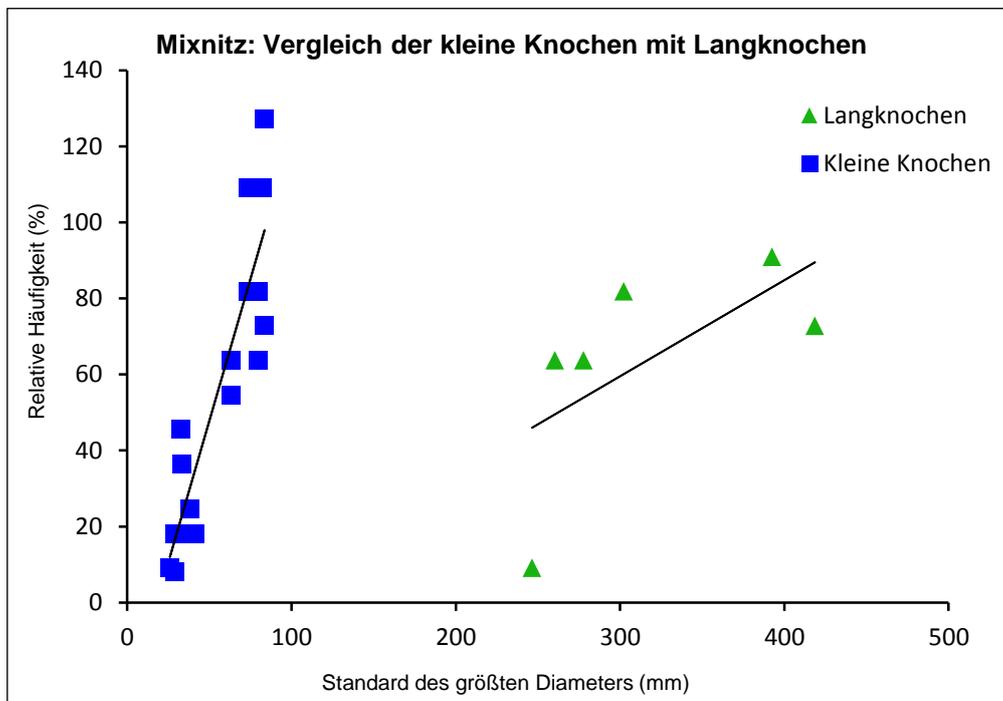


Abbildung 27: Vergleich der Häufigkeit der kleinen Knochen und Langknochen aus Mixnitz

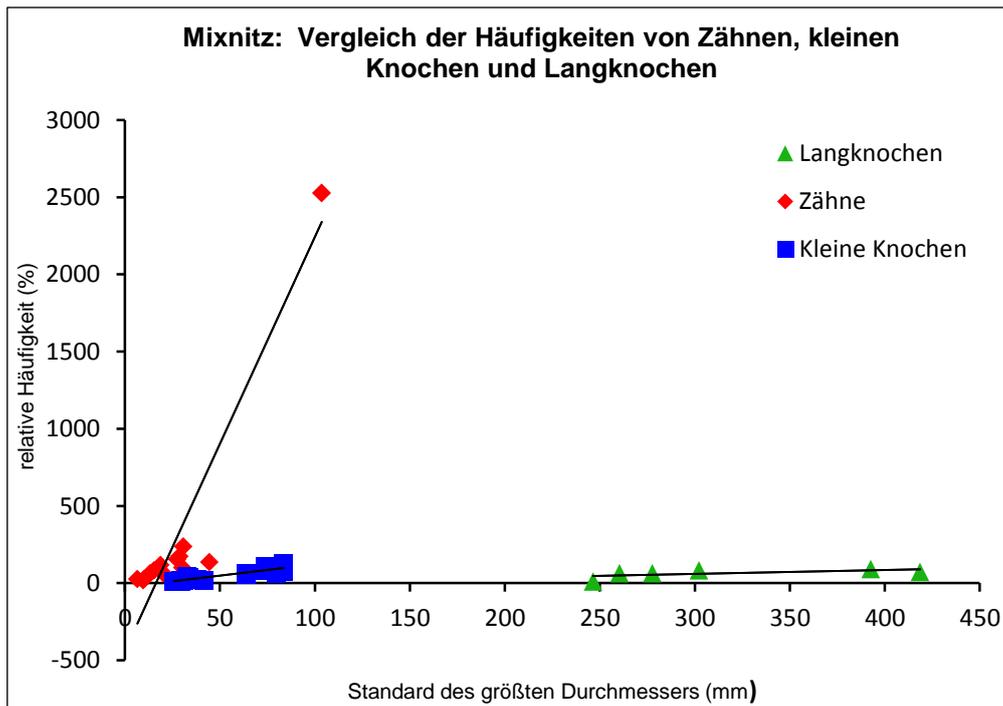


Abbildung 28: Vergleich der Häufigkeiten aller gefundenen Elemente aus Mixnitz

Die Interpretation der Gegenüberstellungen von Zähnen und Langknochen, von kleinen Knochen und Langknochen und der Vergleich aller drei Gruppen lässt folgende Schlüsse für das vorherrschende Funddefizit in Mixnitz zu: je größer ein Element, egal welcher untersuchten Knochen- oder Zahngruppe, desto häufiger ist es überliefert. Die Gründe für dieses Phänomen könnten einerseits die gering wirkende Korrosion, die sich an manchen fragmentierten, pockennarbig gestalteten Elementen zeigt, oder die menschliche Selektion bei der Ausgrabung sein. Die hohe Anzahl an überlieferten Canini spricht, wie oben schon erwähnt, für diesen selektiven Aufsammlungsmodus. Die Sortierungskoeffizienten C_s (Zähne)= 4,5 und der allgemeine Sortierungskoeffizient der kleinen und großen Knochen C_s = 2,45 liefern uns mit ihren, für diesen Koeffizient hohen Werten, einen Beweis für die Selektion.

Die Ochsenhalthöhle im Toten Gebirge

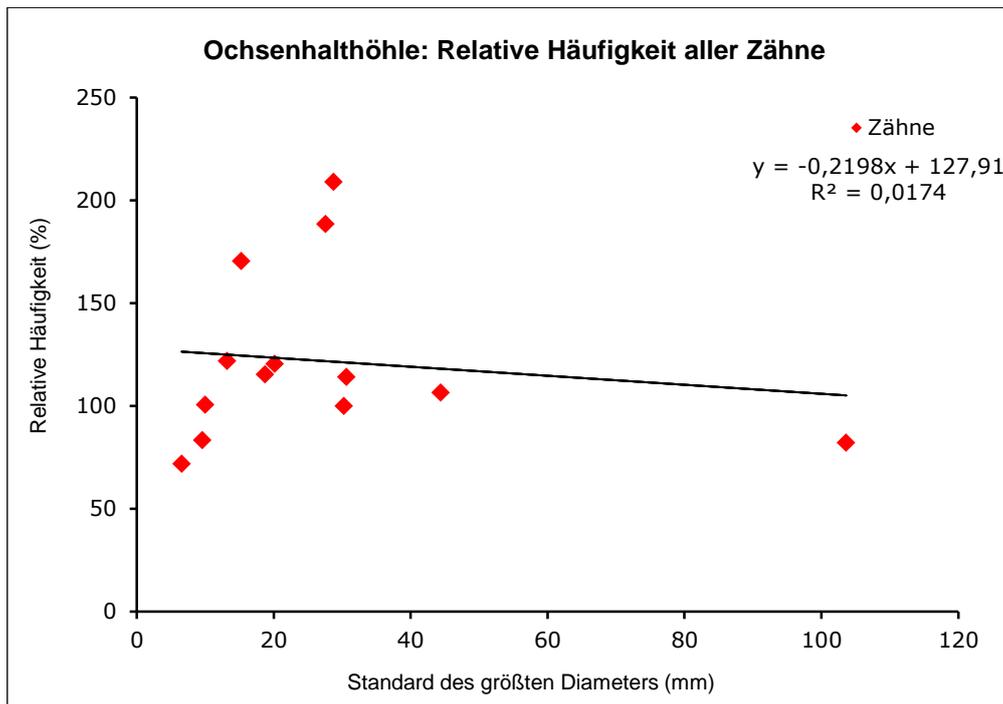


Abbildung 29: Vergleich der Häufigkeit der Zähne aus der Ochsenhalthöhle

Die Zähne der Ochsenhalthöhle sind mit einigen Ausnahmen relativ gleich häufig. Daraus kann man schließen, dass die Frachtsonderung hier wenig Rolle spielt. Die Molaren M1 und m3 und der Prämolare p4 sind am häufigsten erhalten, der Molare M2 und die Canini sind weniger oft überliefert. Wie in Abbildung 29 dargestellt, herrscht unter Einbeziehung der Canini eine negative Korrelation mit der Größe. Wenn man die Schneide- und Backenzähne alleine darstellen würde, wäre der Trend anders, eine leichte positive Korrelation wäre zu erwarten. Gründe für die geringe Anzahl an M2 und C könnten die Korrosion oder Erosion durch Transportschäden (Abrollen) sein.

Im Vergleich zu den Metapodien sind die Canini häufig überliefert. Die ohnehin geringe Anzahl an Metapodien im Vergleich zu den Zahnelementen lässt auf das Phänomen Korrosion schließen. Die höhere Anzahl an Eckzähnen geht auf ihren Schutz durch den harten Zahnschmelz zurück, die Knochenelemente werden durch die vorherrschenden chemischen Prozesse der Korrosion stärker in Mitleidenschaft gezogen. Dies zeigt uns auch der Korrosionsindex K_d , der die Häufigkeiten der Metapodien und Canini zueinander beschreibt. Der Wert $K_d = 12,1$ beschreibt den starken Einfluss der Korrosion auf die Metapodien.

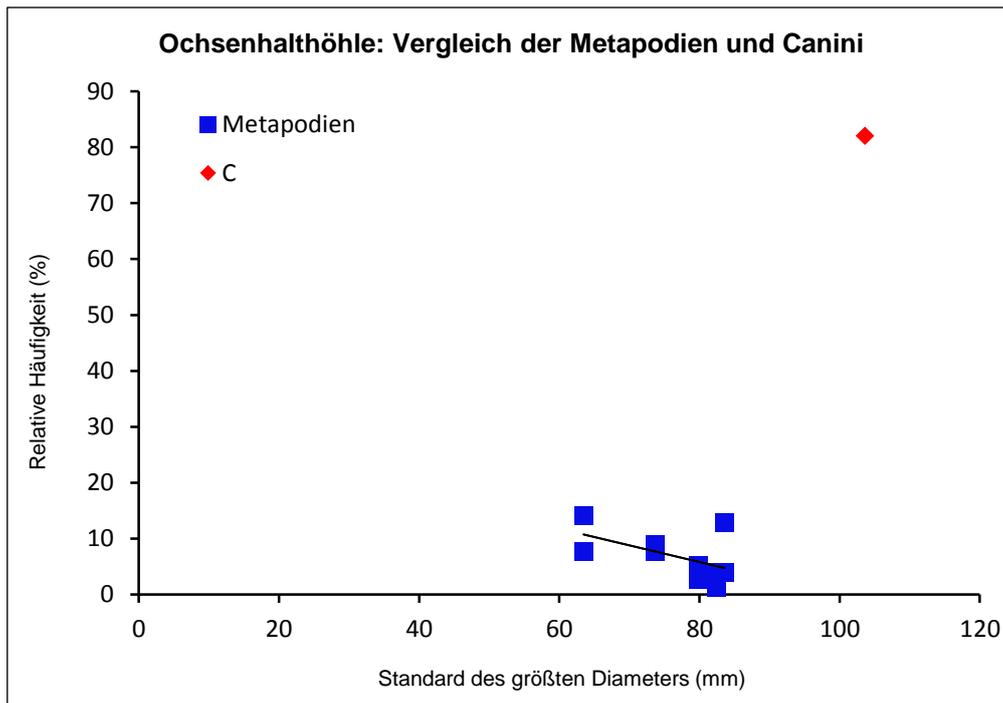


Abbildung 30: Vergleich der Häufigkeit der Metapodien und Canini aus der Ochsenhalthöhle

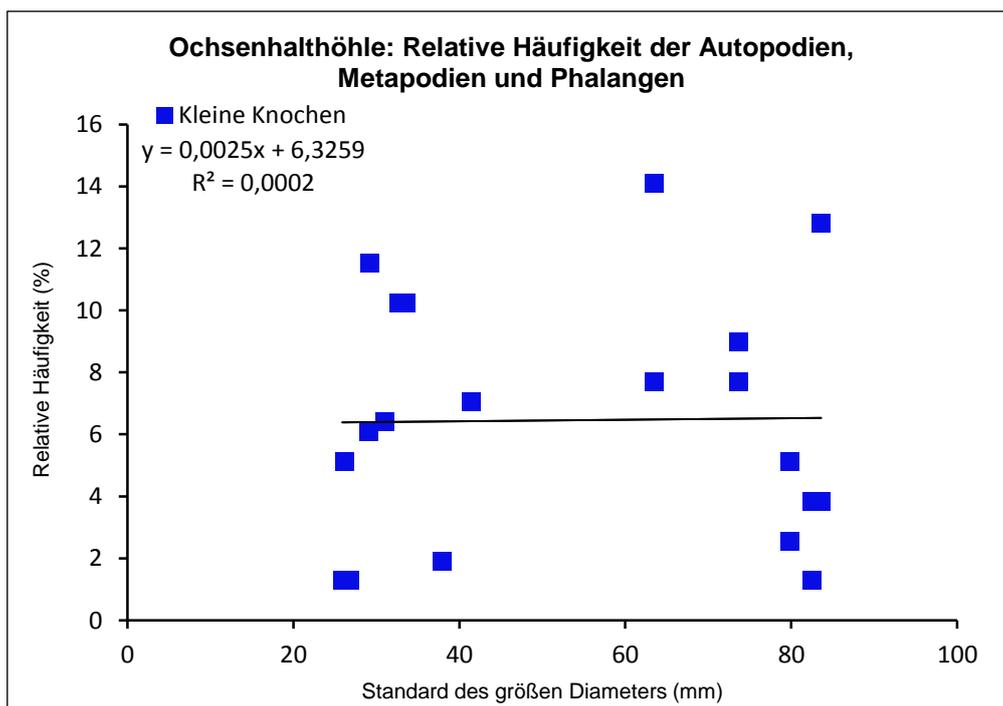


Abbildung 31: Vergleich der Häufigkeit der kleinen Knochen aus der Ochsenhalthöhle

Die Autopodien, Metapodien und Phalangen teilen sich aufgrund ihrer unterschiedlichen Größe im Diagramm in zwei Gruppen. Die kleinen Knochenelemente sind relativ gleich häufig, wenn auch nur in geringer Anzahl überliefert. Es wirken innerhalb dieser Gruppe weder Phänomene wie die

Frachtsonderung noch eine andere Selektion, einzig die Korrosion, die wahrscheinlich der Grund für die geringe Frequenz ist.

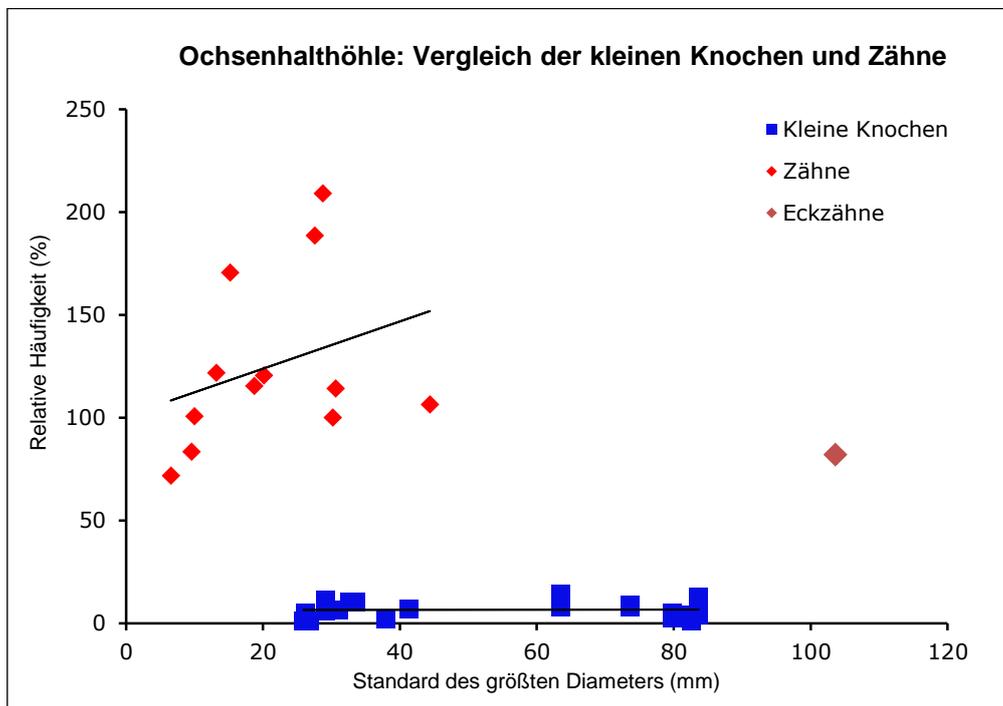


Abbildung 32: Vergleich der Häufigkeit der kleinen Knochen und Zähne aus der Ochsenhalthöhle

Die Abbildung 32 zeigt den graphischen Vergleich der relativen Häufigkeiten von kleinen Knochenelementen und Zähnen. Die Zähne sind, wie oben schon erwähnt, ohne die Canini, positiv korreliert, die Knochen zeigen keine Korrelation. Diese Darstellung unterstützt die Annahme, dass die Korrosion in der Ochsenhalthöhle ein Grund für das Funddefizit ist. Außerdem ist das vollständige Fehlen der Langknochen ein weiterer Beweis für die chemischen Prozesse in dieser Höhle. Auch der Korrosionsindex der Backenzähne, Autopodien und Phalangen $K_a = 22,83$ und der Korrosionsindex aller Zähne und aller kleinen Knochen (Autopodien, Metapodien, Phalangen) $K_b = 18,87$ liefern uns mit ihren hohen Werten Beweise für das Vorherrschen der Korrosion. Dass das Phänomen der Frachtsonderung hier keine Stellung einnimmt, zeigen uns die Werte der Sortierungskoeffizienten, C_s (Zähne) ist annähernd null und der C_s der großen und kleinen Knochen liegt bei null, weil keine Langknochen vorhanden sind.

Die Potočka Höhle

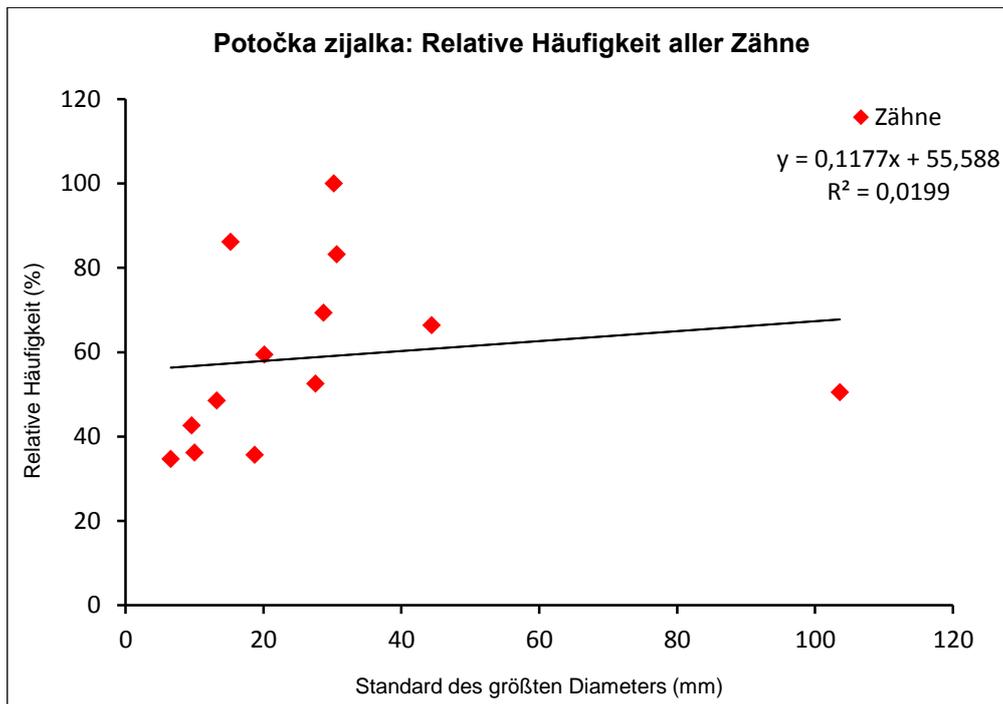


Abbildung 33: Vergleich der Häufigkeit der Zähne aus der Potočka Höhle

In der Abbildung 33, der Häufigkeit der Zähne aus der Potočka Höhle, zeigt sich eine positive Korrelation. Würde man die Canini nicht miteinbeziehen, wäre die positive Korrelation noch deutlicher. Die Zahnelemente sind annähernd gleich häufig, auch die Eckzähne fallen nicht wie in so einigen anderen Höhlen aus dem Rahmen. Dies schließt mit Sicherheit eine menschliche Selektion aus. Diese Grafik zeigt uns auch keine Trends hinsichtlich Transport oder Korrosion, die für das Funddefizit in dieser Höhle in Bezug auf die überlieferten Höhlenbärenzähne verantwortlich sein könnten.

Im Vergleich mit den Metapodien sind die Canini jedoch weit häufiger erhalten. Dieses Phänomen könnte der erste Hinweis auf das Einwirken von chemischen Prozessen auf die Skelettelemente sein. Die Korrosion wirkt auf die Knochen viel stärker als auf die robusten Zähne. Diese Aussage stützt sich auf das nachfolgende Diagramm (Abbildung 34).

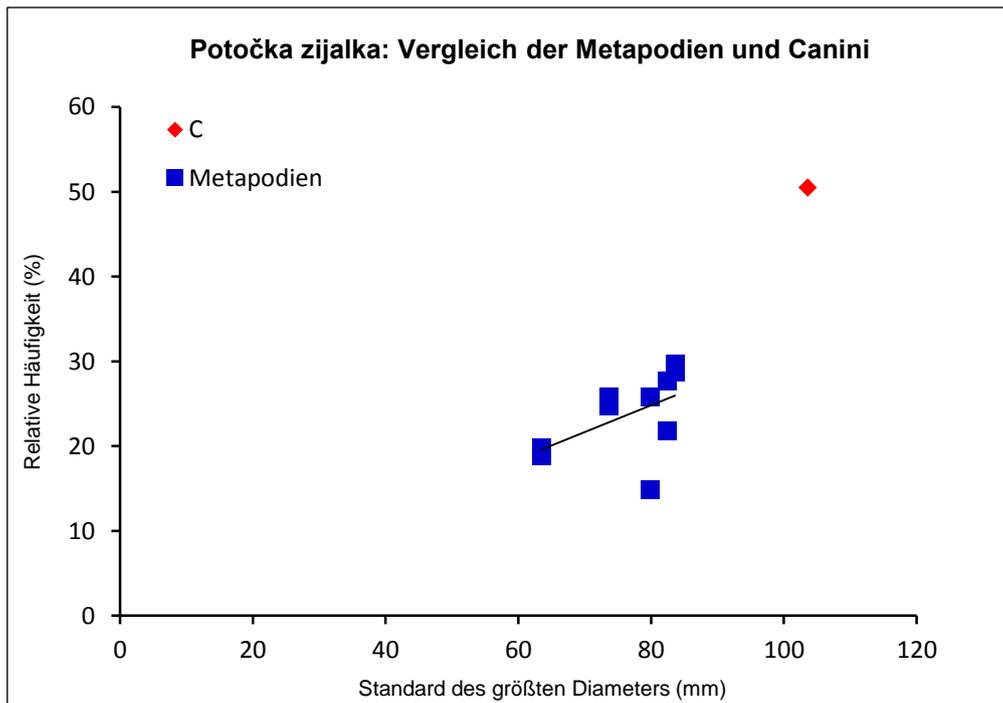


Abbildung 34: Vergleich der Häufigkeit der Metapodien und Canini aus der Potočka Höhle

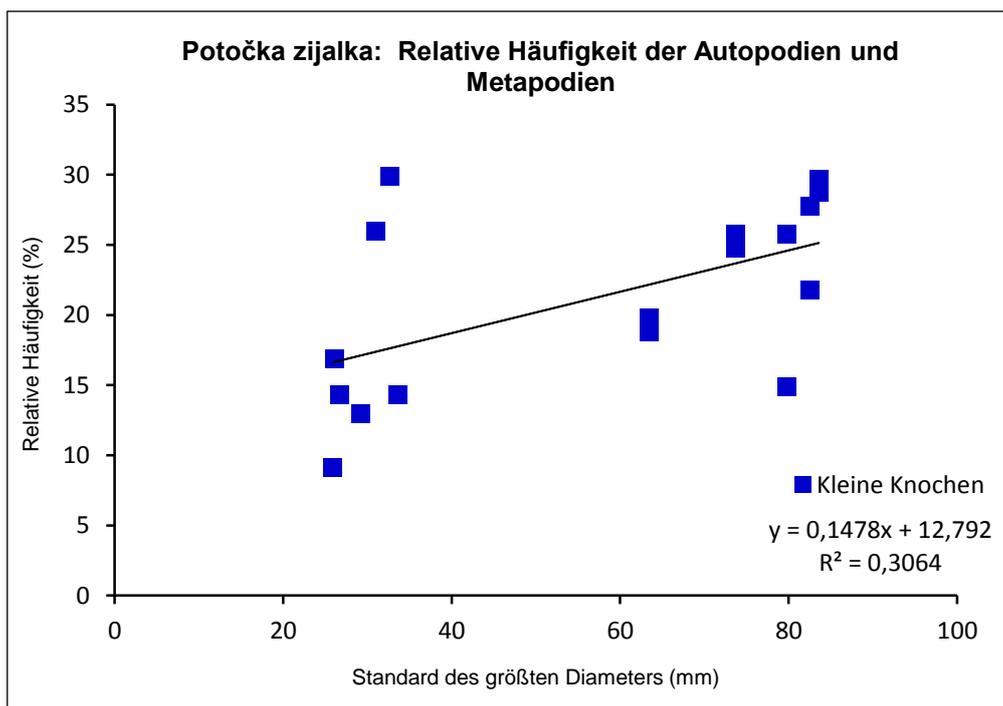


Abbildung 35: Vergleich der Häufigkeit der kleinen Knochen aus der Potočka Höhle

Im Vergleich der Autopodien und Metapodien zeigt sich eine Aufteilung durch die unterschiedliche Größe in zwei Gruppen. Das Capitatum und das Tarsale3 (t3) sind am häufigsten erhalten, was eventuell damit zu erklären wäre, dass sie kleine kompakte Knochen sind und die Korrosion nicht so stark wirkt.

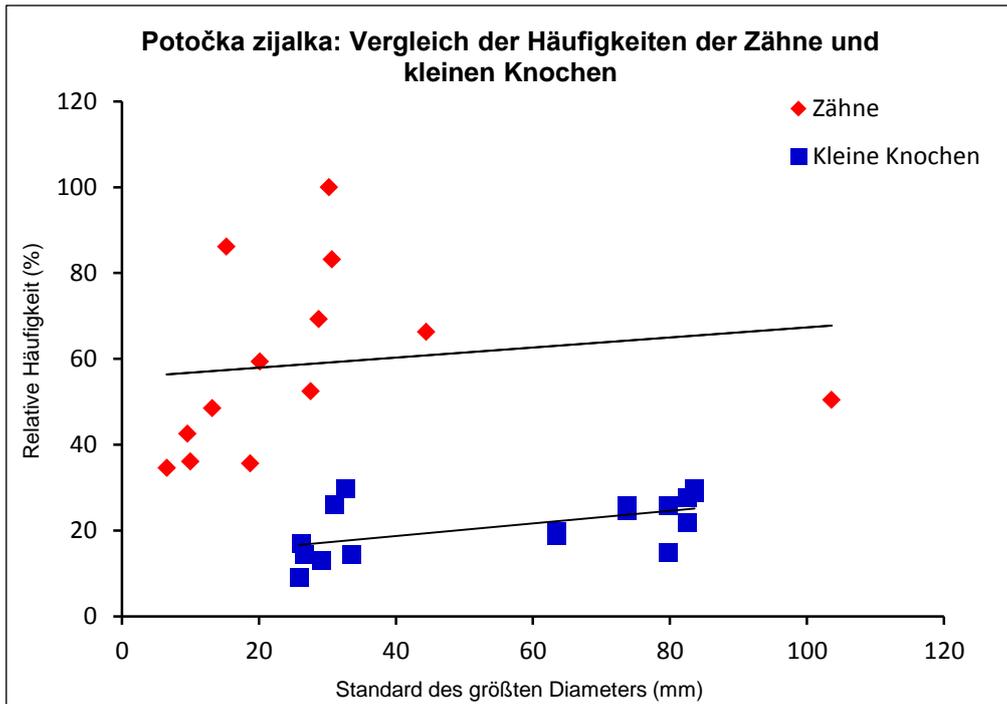


Abbildung 36: Vergleich der Häufigkeit der kleinen Knochen und Zähne aus der Potočka Höhle

Der Korrosionsindex K_b , der die relativen Häufigkeiten aller Zähne und kleinen Knochen beschreibt, lässt mit einem Wert von $K_b = 2,77$ eine Korrosion erkennen und zeigt, dass die Zähne häufiger erhalten sind als die Gruppe der verglichenen Knochen.

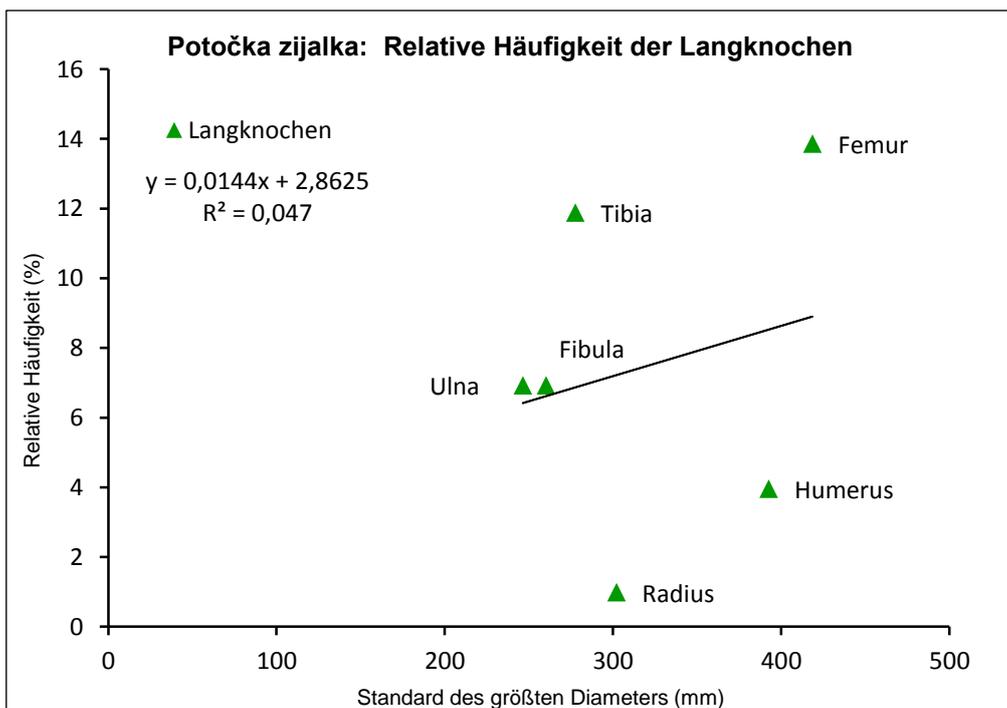


Abbildung 37: Vergleich der Häufigkeiten der Langknochen aus der Potočka Höhle

Der Vergleich der Langknochen aus der Potočka Höhle in Slowenien zeigt eine schwache positive Korrelation, die jedoch wegen der geringen Stückzahl an Kochen nicht sehr aussagekräftig ist. Interessant zu beobachten ist, dass die sonst so schlecht erhaltene Fibula gleich frequentiert ist wie die Ulna. Die robusteren Langknochen wie der Radius und der Humerus sind in geringer Anzahl überliefert worden, das Femur und die Tibia sind die am häufigsten vorkommenden Langknochen aus dieser Höhle. Aus der guten Erhaltung der Fibula kann man schließen, dass die Sedimente nicht oft umgelagert wurden. Wie auch schon in der Fundstellenbeschreibung erwähnt, liegen viele Skelettreste „in situ“ vor, auch dies könnte ein Grund für die gute Erhaltung der Fibula sein. Die Korrosion ist hier wahrscheinlich ebenfalls ausschlaggebend, weil die Menge an überlieferten Langknochen sehr gering ist.

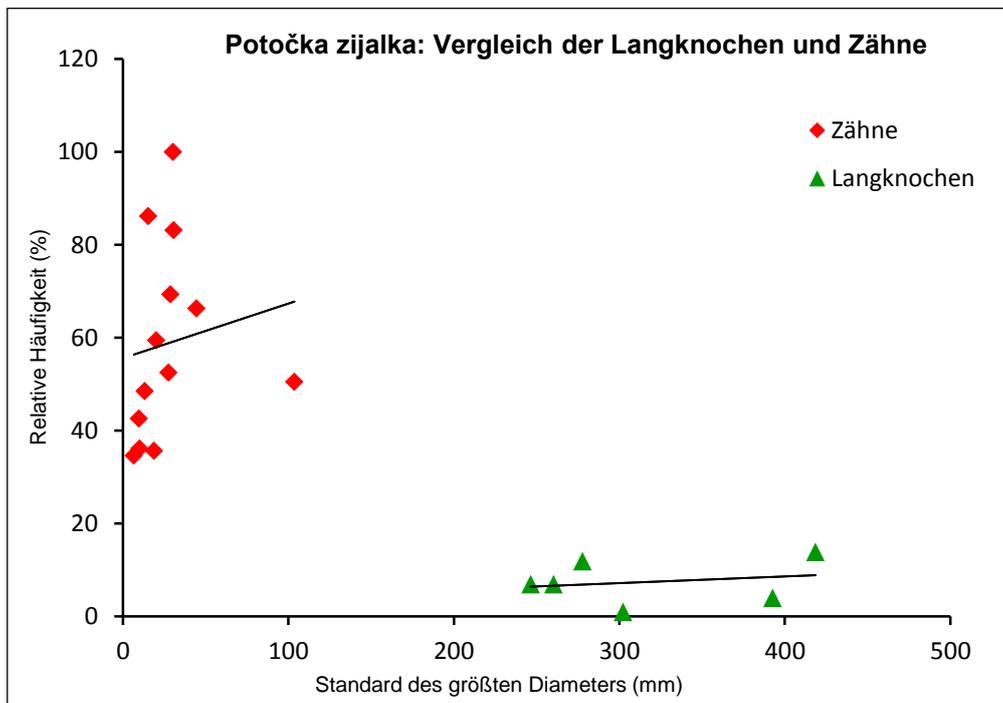


Abbildung 38: Vergleich der Häufigkeiten der Zähne und Langknochen aus der Potočka Höhle

Wie schon im Vergleich mit den kleinen Knochen, sind die Zähne auch in Bezug auf die Langknochen deutlich öfter erhalten. Das fossilführende Sediment ist sehr weich, deshalb können Grabungsfehler, die zu einer Zerstörung der großen Knochen führen könnten, beinahe ausgeschlossen werden. In der Abbildung 38 findet man einen erneuten Hinweis für das Wirken der Korrosion.

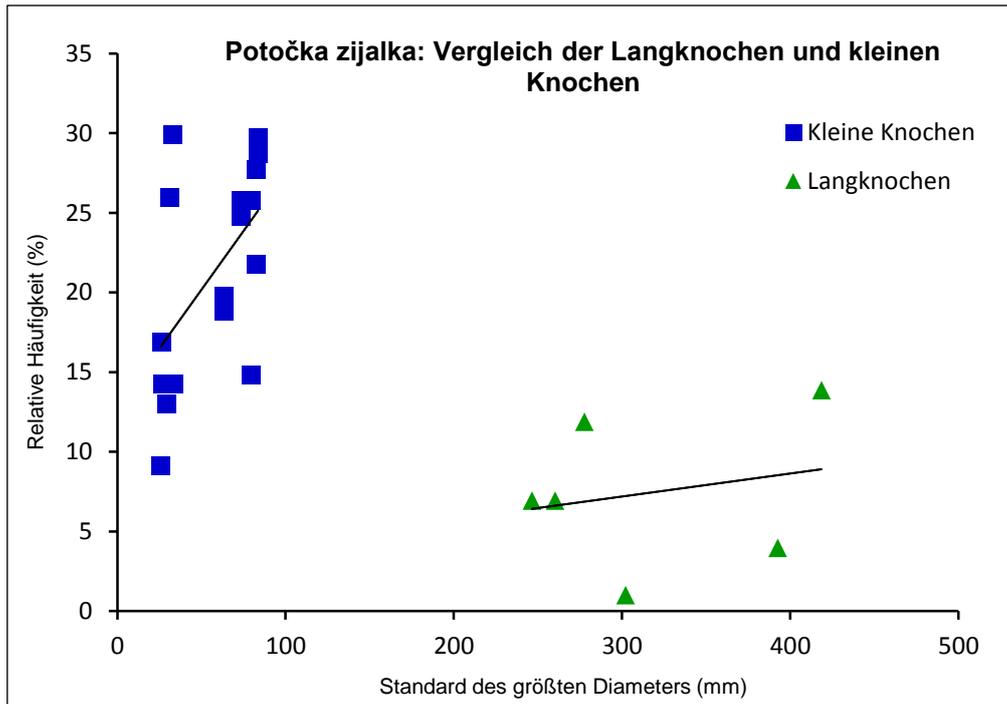


Abbildung 39: Vergleich der kleinen Knochen und Langknochen aus der Potočka Höhle

Die Stückzahl der kleinen Knochen ist deutlich höher als die der Langknochen. Die großen Knochen zeigen mehr Angriffsflächen, an denen die Korrosion wirken kann.

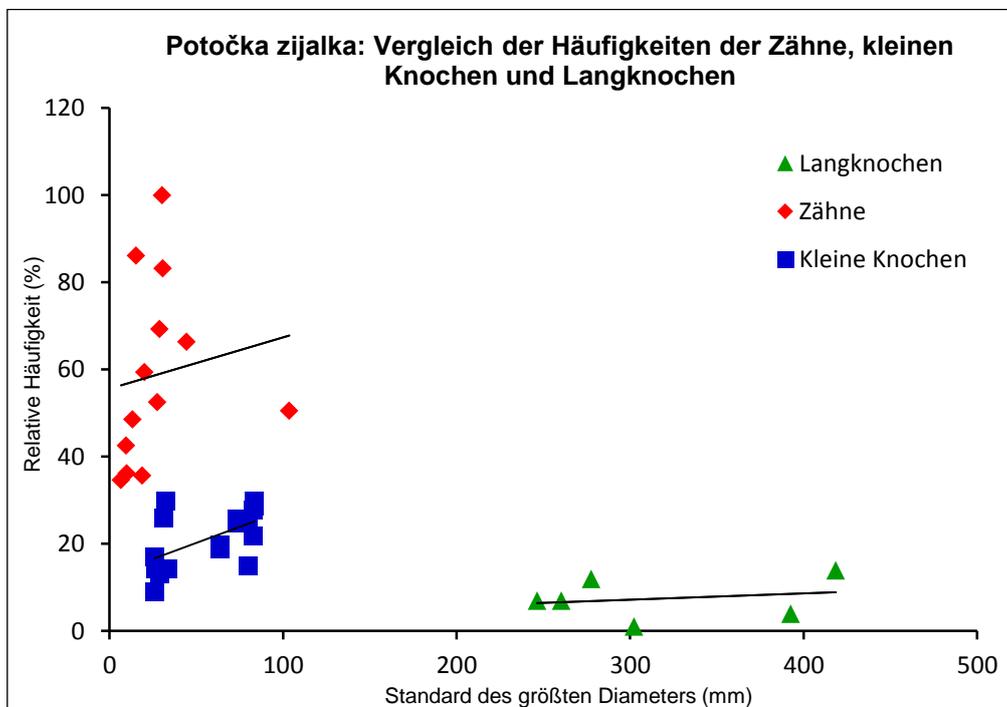


Abbildung 40: Vergleich der Häufigkeiten aller Elemente aus der Potočka Höhle

Die gemeinsame Darstellung aller untersuchten Skelettgruppen zeigt noch einmal die hohe Anzahl an Zahnelementen. Die von Schmelz überzogenen Zähne sind widerstandsfähig gegen das Phänomen Korrosion. Dies ist neben den vorher gezeigten Werten der Korrosionsindices der größte Hinweis für die schlechte Erhaltung der Knochenelemente. Auch die Sortierungskoeffizienten, der Cs (Zähne) liegt bei einem Wert von 0,12, lassen uns erkennen, dass die Frachtsonderung in dieser Höhle kein Grund für das Funddefizit war. Das Vorkommen ganzer Skelettelemente lässt auch auf keine oder nur eine geringe Umlagerung schließen. Das Funddefizit in der Potočka Höhle ist also wahrscheinlich ausschließlich durch die Korrosion verursacht worden.

Die Schreiberwandhöhle

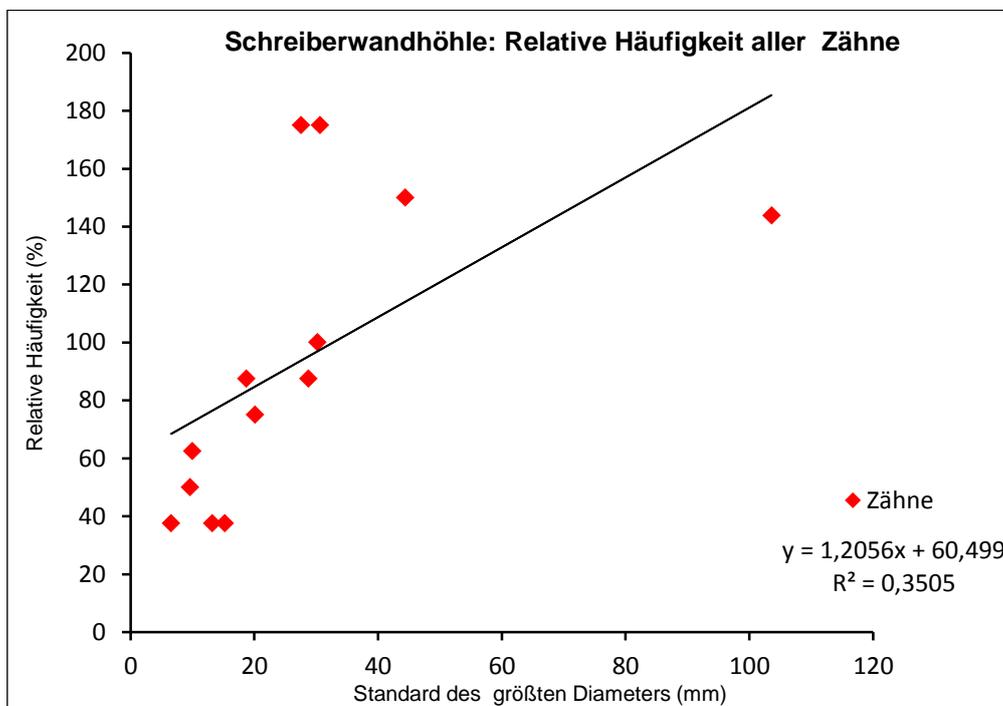


Abbildung 41: Vergleich der Häufigkeiten der Zähne aus der Schreiberwandhöhle

Das Diagramm der relativen Häufigkeit der Zähne in der Schreiberwandhöhle erklärt, dass die größeren Elemente häufiger sind. So sind die Molaren M3, m2 und der M2 sowie die Canini in größerer Anzahl überliefert, als die kleineren Zähne. Es erweist sich eine positive Korrelation mit der Größe. Gründe für dieses Phänomen könnten die Frachtsonderung, die kleineren Elemente wurden eventuell mehr ausgeschwemmt als die großen, oder die menschliche Selektion sein. Bei der Grabung in der Schreiberwandhöhle durch Ehrenberg und Sickenberg im Jahr 1925

wurde die Höhle nur durch ein schwaches Carbidlicht beleuchtet, das die Selektion der größeren Elemente beim Aufsammeln erklären könnte. Auch der Sortierungskoeffizient der Zähne Cs (Zähne)= 1,21 liefert einen Hinweis für die Frachtsonderung beziehungsweise für die menschliche selektive Aufsammlung.

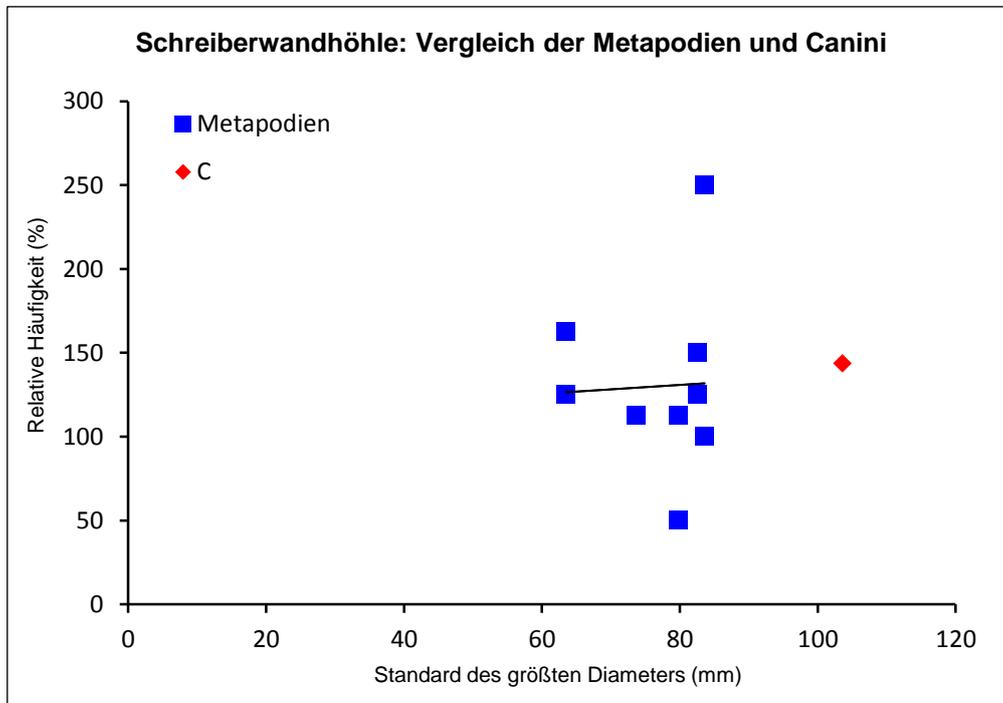


Abbildung 42: Vergleich der Metapodien und Canini aus der Schreiberwandhöhle

Die Metapodien, außer der Mt4, der etwas häufiger ist, und die Canini sind in etwa gleicher Anzahl erhalten. Es zeigt sich sofort, dass in dieser Höhle keine chemischen Prozesse auf die Knochen eingewirkt haben, weil die von Schmelz überzogenen Eckzähne nicht bevorzugt wurden. Die Frachtsonderung ist bei diesem Vergleich nicht relevant.

Die Abbildung 43 zeigt die relative Häufigkeit der Autopodien, Metapodien und Phalangen, die sich wegen ihrer unterschiedlichen Länge in zwei Gruppen teilen. Die kleinen Knochenelemente sind positiv korreliert mit der Länge, das zeigt sich, indem die Metapodien häufiger erhalten sind als die Autopodien. Grund dafür könnte wiederum die Selektion durch die Ausgräber sein. Eventuell wurden die kleinen Elemente unter dem schwachen Licht übersehen.

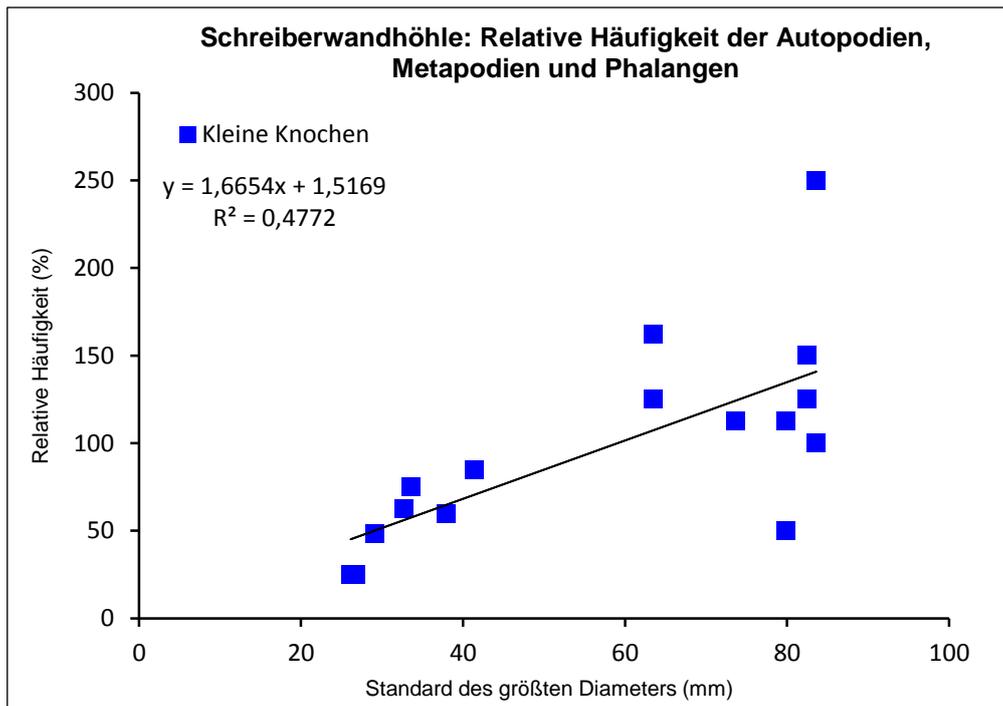


Abbildung 43: Vergleich der Häufigkeiten der kleinen Knochen aus der Schreiberwandhöhle

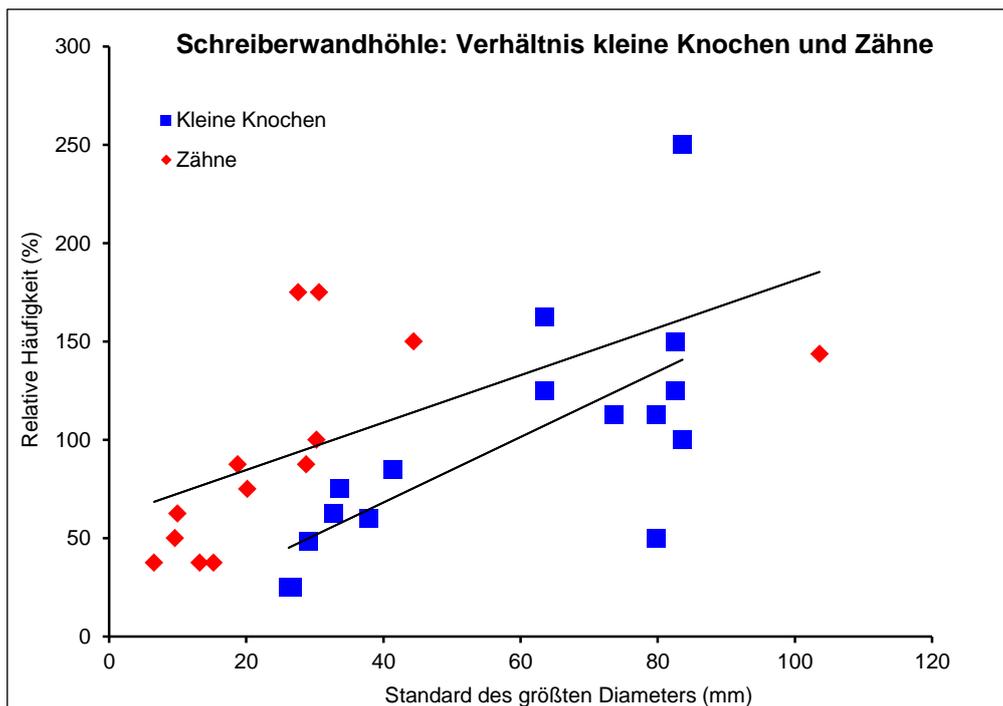


Abbildung 44: Vergleich der kleinen Knochen und Zähne aus der Schreiberwandhöhle

Sowohl die Zähne als auch die Metapodien, Autopodien und Phalangen sind positiv korreliert mit der Größe. Ein selektiver Aufsammlungsmodus und die Frachtsonderung begründen diese Häufigkeiten.

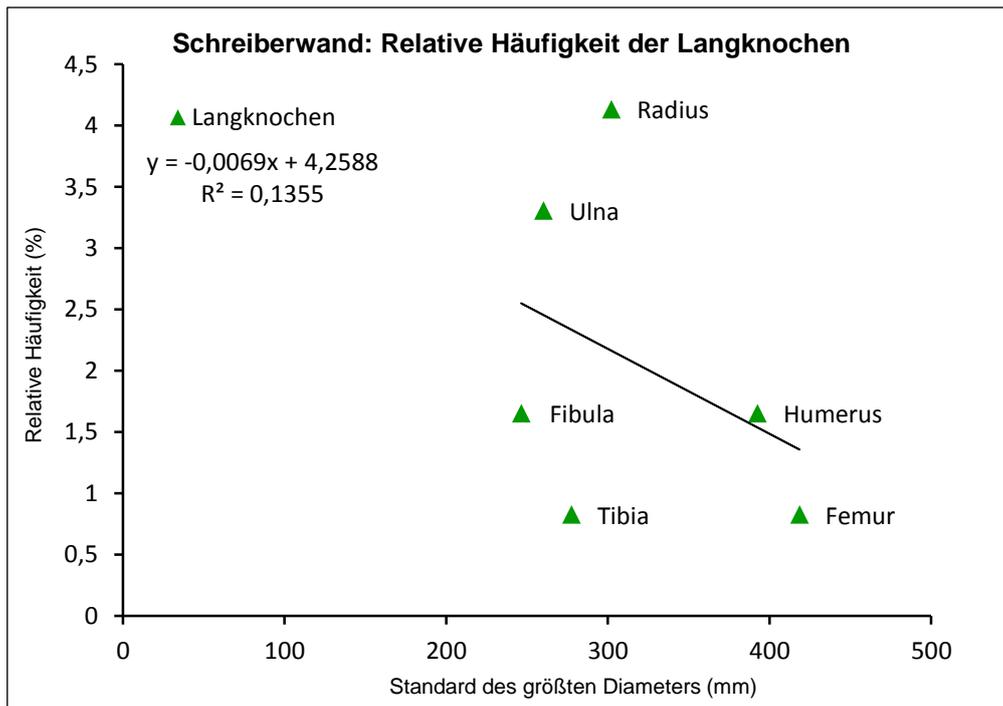


Abbildung 45: Vergleich der Häufigkeiten der Langknochen aus der Schreiberwandhöhle

Das Material an überlieferten Langknochen aus der Schreiberwandhöhle ist sehr gering. Dies könnte durch die starke Umlagerung und Verfrachtung durch Wasser erklärt werden. Der Radius und die Ulna sind die am häufigsten erhaltenen, das Femur und die Tibia die am seltensten erhaltenen Langknochen. Die schlechte Erhaltung des Femur könnte auch auf den Einfluss der Korrosion zurückzuführen sein, dies ist jedoch in der Schreiberwandhöhle nicht sehr wahrscheinlich, aber bei näherer Betrachtung des Diagramms „Vergleich der Zähne und Langknochen“ nicht auszuschließen. Die Zähne sind im Vergleich zu den Langknochen in großer Anzahl überliefert. Gründe dafür liegen in den Phänomenen der Frachtsonderung und in der Korrosion, sowie in der menschlichen Selektion. Dieser Vergleich wird in der folgenden Grafik (Abb. 46) gezeigt.

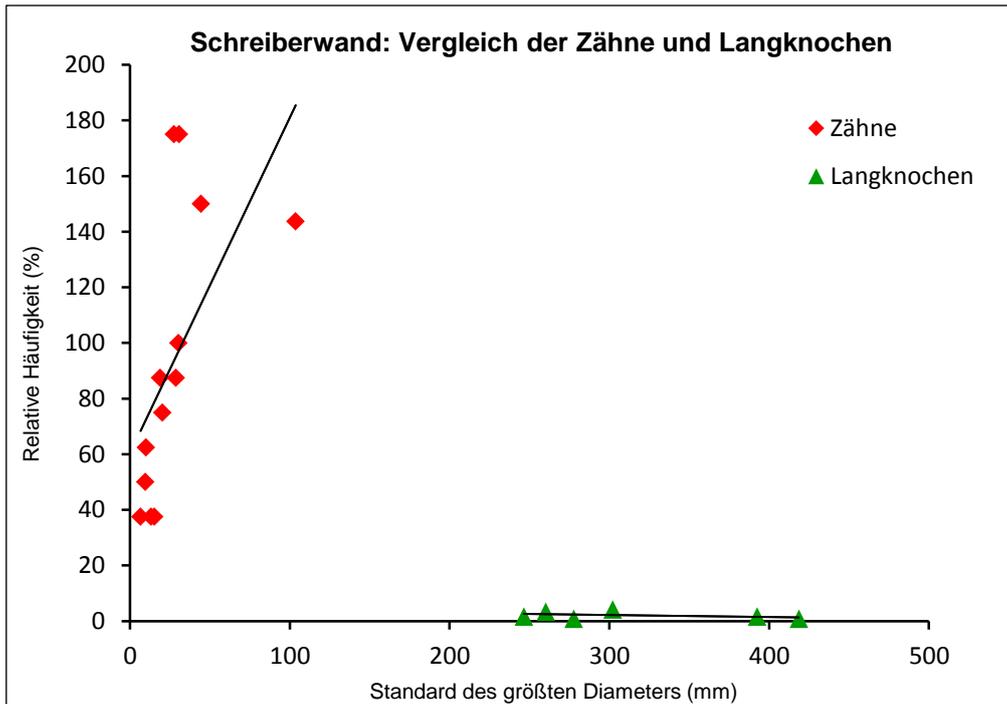


Abbildung 46: Vergleich der Zähne und Langknochen aus der Schreiberwandhöhle

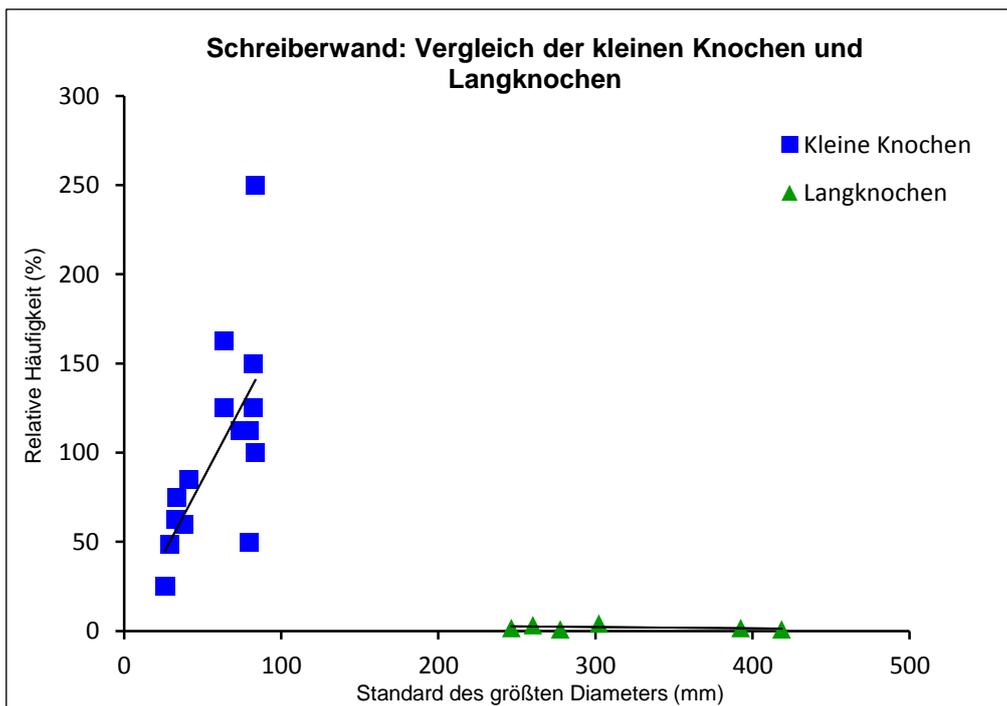


Abbildung 47: Vergleich der kleinen Knochen und Langknochen aus der Schreiberwandhöhle

Die Autopodien, Metapodien und Phalangen zeigen im Gegensatz zu den Langknochen eine positive Korrelation. Sie sind weitaus häufiger im Fundmaterial der Schreiberwandhöhle erhalten als die großen Knochenelemente. Die vorherrschende

Frachtsonderung in dieser Höhle könnte die Erhaltung der Langknochen vermindert, und die der kleinen, kompakten Elemente begünstigt haben.

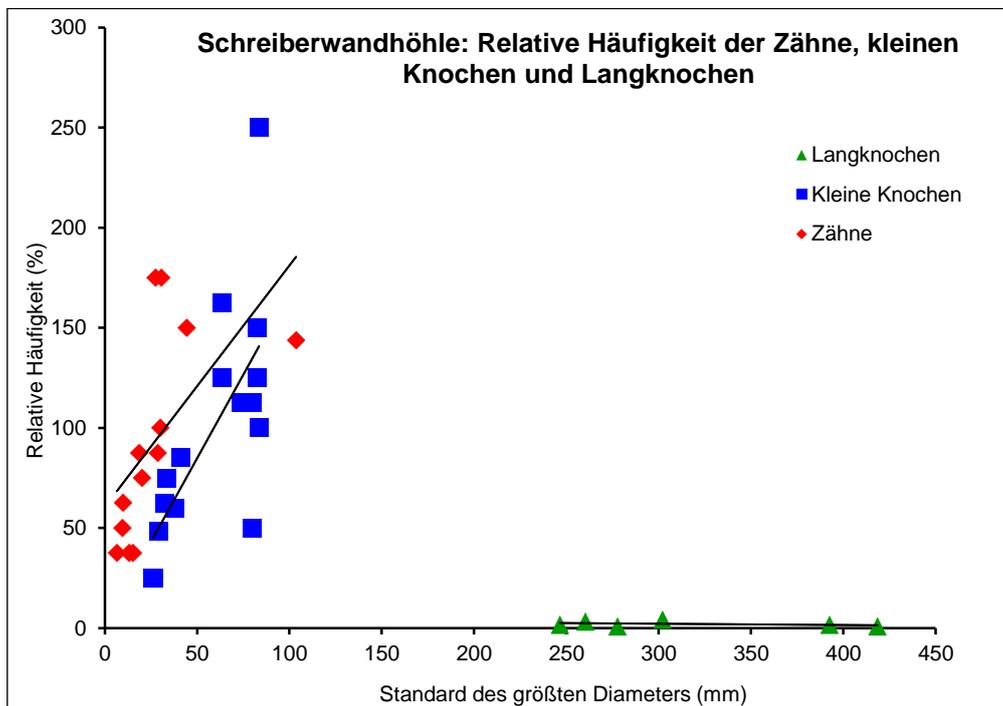


Abbildung 48: Vergleich der Häufigkeiten aller Elemente aus der Schreiberwandhöhle

Die vorher interpretierten Diagramme sowie der allgemeine Vergleich aller überlieferten Höhlenbärenreste aus der Schreiberwand bestärken die Vermutung, dass sowohl die Frachtsonderung, die Korrosion, wenn auch gering, als auch die menschliche Selektion Gründe für das Funddefizit in dieser Höhle sind.

Die Schwabenreithöhle

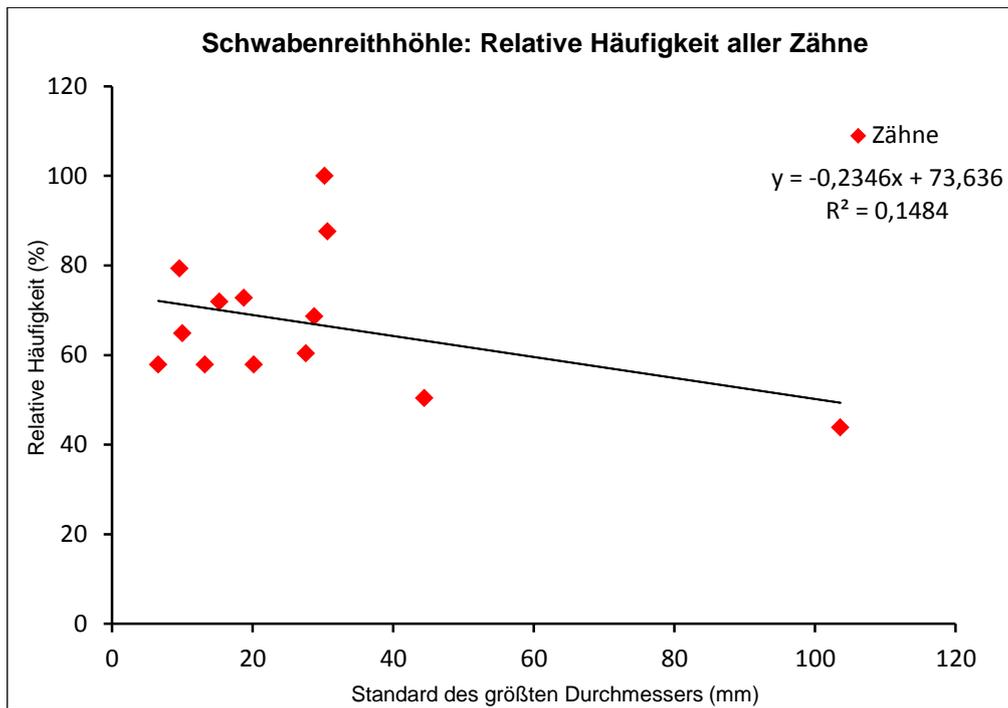


Abbildung 49: Vergleich der Häufigkeiten der Zähne aus der Schwabenreithöhle

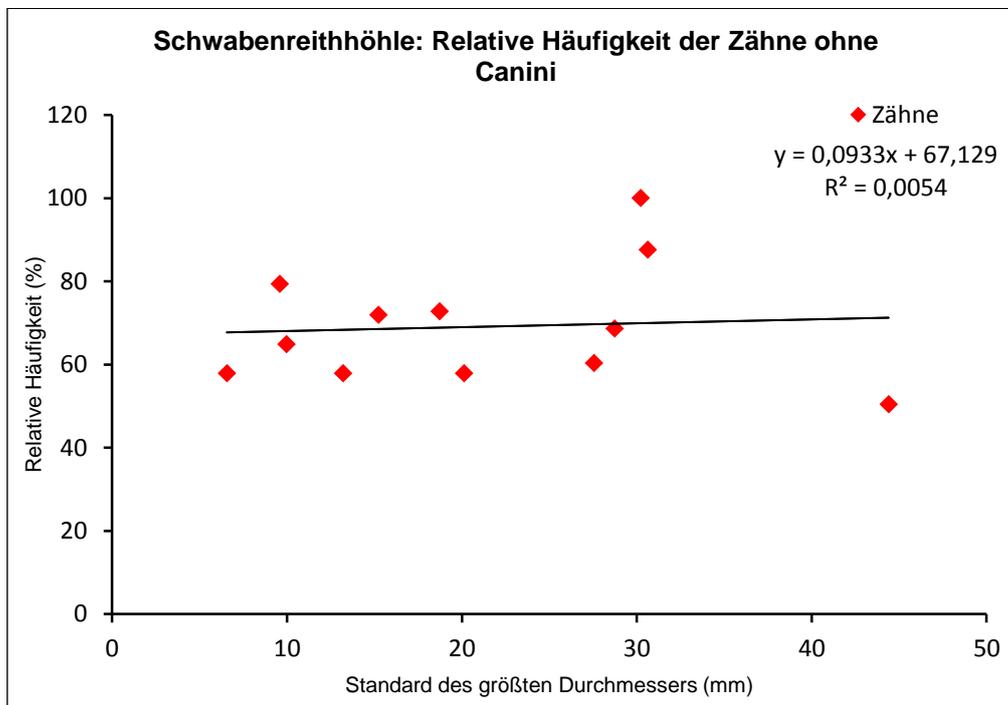


Abbildung 50: Vergleich der Zähne ohne den Canini aus der Schwabenreithöhle

Die dichte Fundlage und annähernd gleiche Überlieferung aller Zahnelemente aus der Schwabenreithöhle stellt eine Besonderheit dar. Es zeigt sich fast kein

Unterschied bei der Erhaltung aller Zähne. Dies zeigt auch der Sortierungskoeffizient C_s (Zähne) = 0,09, der mit seinem niedrigen Wert Phänomene wie die Frachtsonderung oder die menschliche Selektion in Bezug auf die Zahnelemente ausschließt. Die Molaren m1 und m2 sind die am häufigsten überlieferten Elemente dieser Gruppe. Da die Canini aus dieser Höhle weniger oft überliefert sind als die großen Molaren, zeigt sich unter Berücksichtigung dieser im Diagramm „Relative Häufigkeit aller Zähne“, eine negative Korrelation, was die eigentliche „Fund- und Überlieferungssituation“ etwas verfälscht. Die großen Eckzähne könnten beim Herausmeißeln aus der mächtigen Sinterbedeckung, die die „in situ“ Fundsituation in dieser Höhle unterstützt, zerstört worden sein. Eventuelle Fehler bei der Grabungstechnik könnten der Grund für die, in Relation zu den anderen Zähnen, geringe Anzahl an Canini sein.

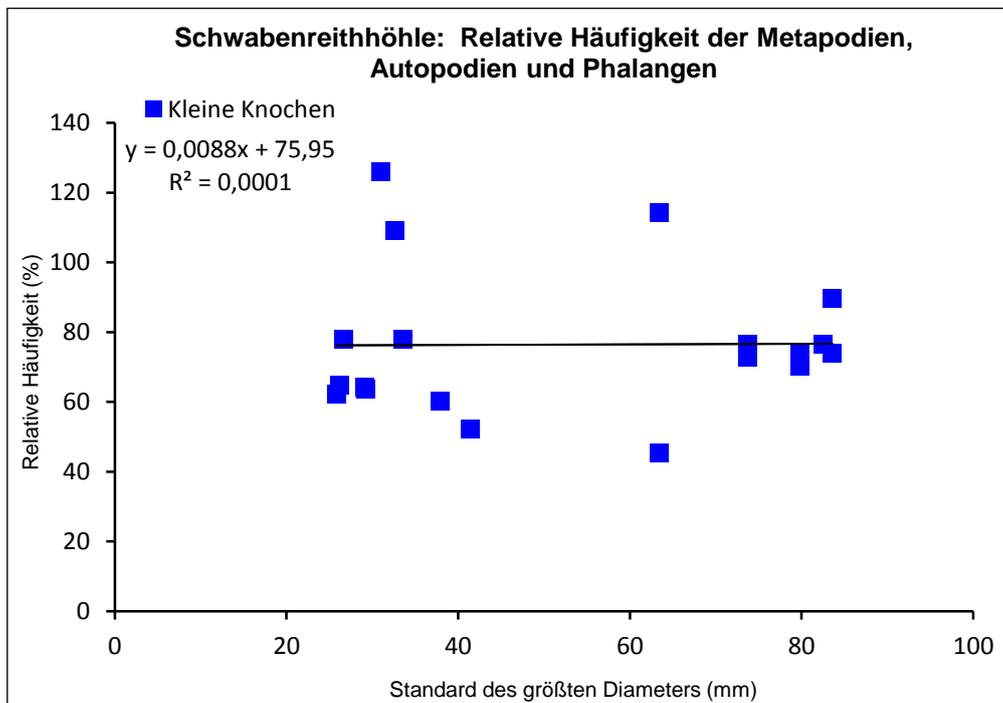


Abbildung 51: Vergleich der Häufigkeiten der kleinen Knochen aus der Schwabenreithöhle

Die Metapodien, Autopodien und Phalangen sind sehr häufig, das Tarsale 3 (t3) ist am häufigsten, das Mt1, aus der Gruppe der Metapodien ist am geringsten überliefert. Die Elemente sind weder positiv, noch negativ korreliert, somit kann ein Einfluss durch die Frachtsonderung ausgeschlossen werden.

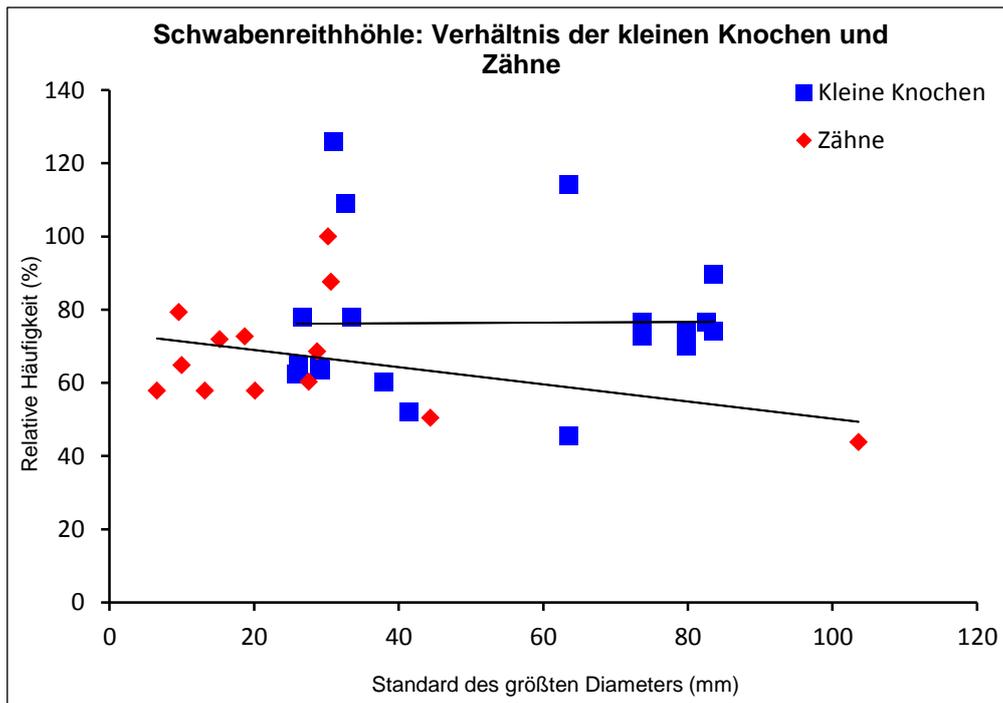


Abbildung 52: Vergleich von kleinen Knochen und Zähne aus der Schwabenreithöhle

Der Vergleich der Häufigkeit von Knochenelementen und Zähnen ist in vielen Höhlen ein guter Hinweis für die schlechtere Erhaltung der Knochen durch die Korrosion. In der Schwabenreithöhle sind Knochen und Zähne annähernd gleich erhalten, die Elemente der kleinen Knochengruppe sogar häufiger. Skelettreste wie das t3, Mc1 und das Capitatium finden sich öfter im Fundinventar als die Zähne. Das Phänomen Korrosion kann in dieser Höhle auch durch die Korrosionsindices der einzelnen Häufigkeiten ausgeschlossen werden. So zeigen alle Indices Ka (Backenzähne, Autopodien und Phalangen)= 0,93, Kb (alle Zähne und alle kleinen Knochen)= 0,88 und der Kd (Metapodien und Canini)= 0,52, Werte unter 1, das bedeutet, dass mehr Knochen als Zähne erhalten sind.

In der Schwabenreithöhle sind die Langknochen positiv korreliert mit der Größe. Es wurde, aufgrund der „in situ“ Situation eine hohe Anzahl an großen Knochen überliefert. Der Radius, der ein besonders fester Knochen ist, ist am häufigsten. Die Ausgräber mussten die Knochen aus der Sinterkruste herausmeißeln, aus eventuellen Fehlern bei der Grabungstechnik könnten einige Knochen zerbrochen sein. Ein Grund für die häufige Überlieferung des Radius könnte sein massiver Bau sein. Der Vergleich der relativen Häufigkeit von Langknochen wird im folgenden Diagramm (Abb. 53) dargestellt:

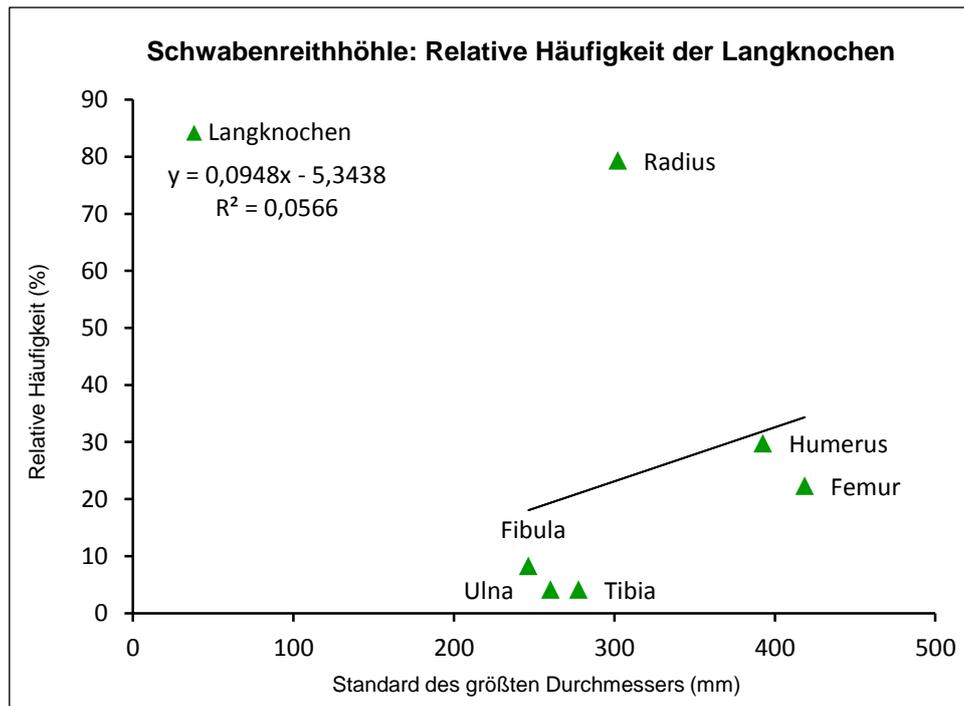


Abbildung 53: Vergleich der Häufigkeiten der Langknochen aus der Schwabenreithöhle

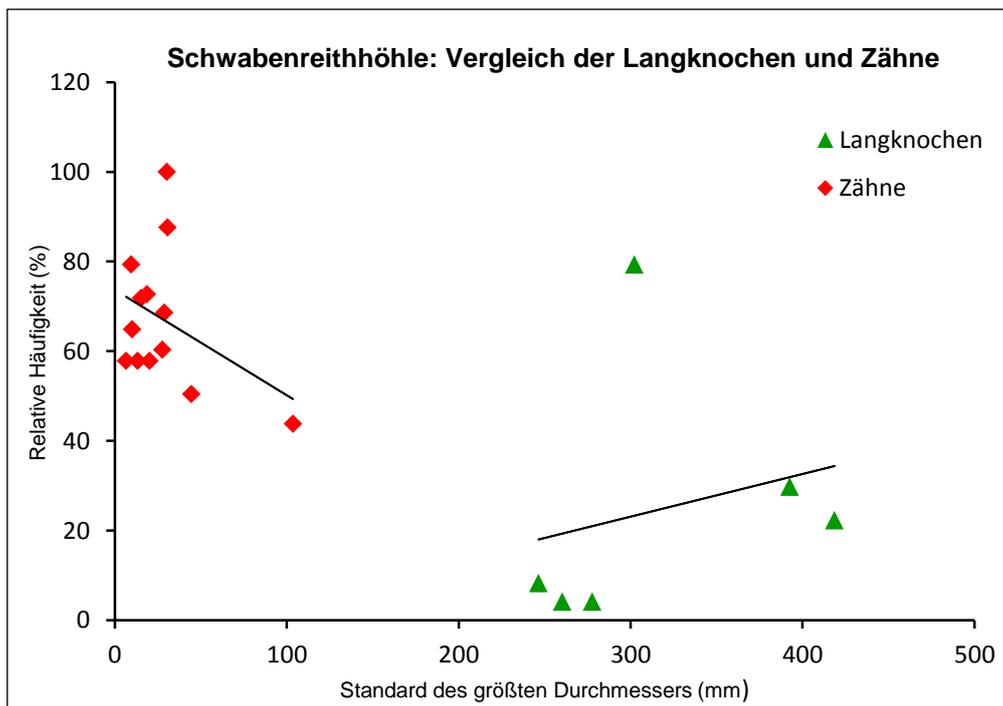


Abbildung 54: Vergleich der Langknochen und Zähne aus der Schwabenreithöhle

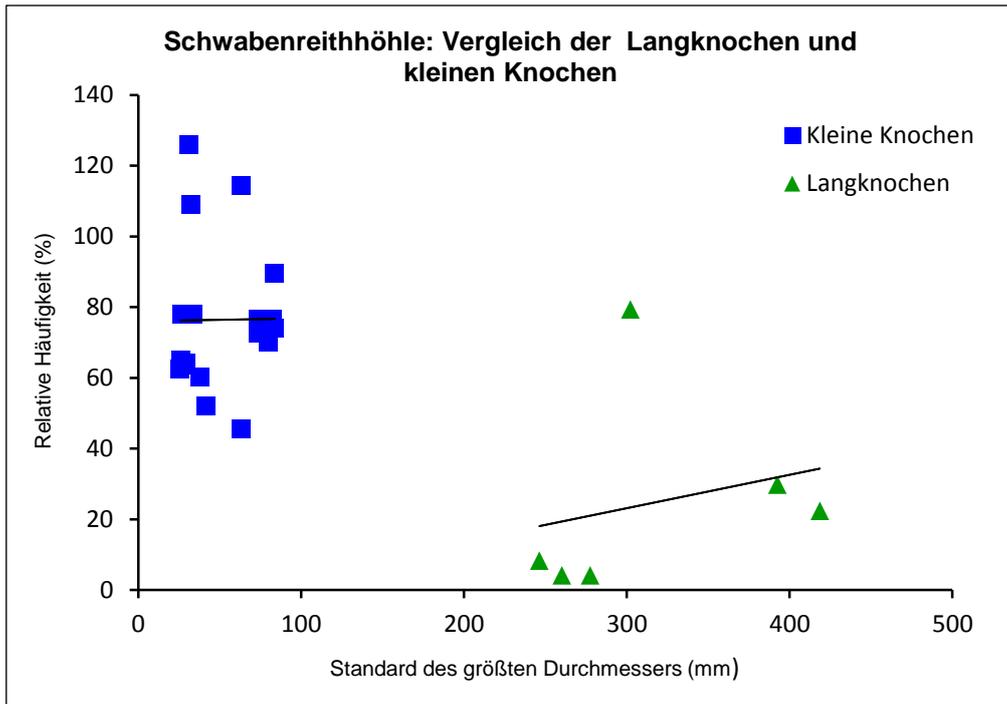


Abbildung 55: Vergleich der Langknochen und kleinen Knochen aus der Schwabenreithöhle

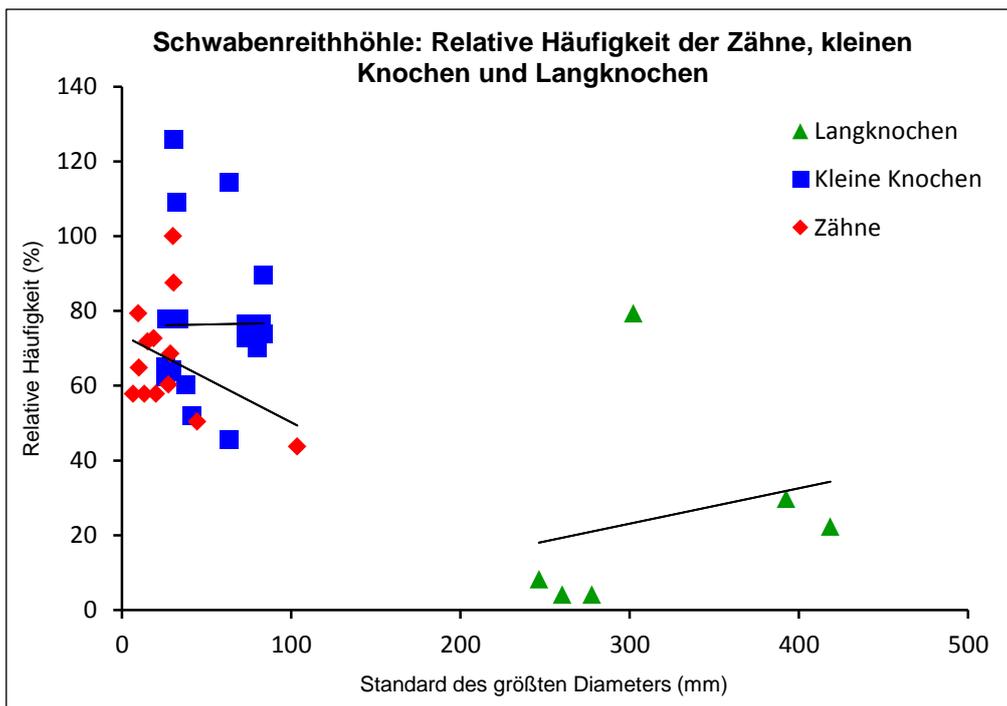


Abbildung 56: Vergleich der Häufigkeiten aller Elemente aus der Schwabenreithöhle

Das Funddefizit der Schwabenreithöhle ist sehr gering. Alle Skelettreste des Höhlenbären sind in annähernd gleicher Anzahl überliefert. Einzig die Canini fallen aus dem Rahmen, was damit zu erklären ist, dass ausschließlich die isolierten Elemente für die Untersuchung des Funddefizits herangezogen wurden. Würde man

die nicht isolierten Eckzähne, also die in Mandibeln vorkommenden miteinander, wäre ein gering positiver Trend zu beobachten. Das dennoch vorhandene, wenn auch sehr geringe Funddefizit, wird wahrscheinlich durch Fehler bei der Grabungstechnik verursacht. Durch das Herausmeißeln aus der festen Sinterkruste gehen viele Elemente zu Bruch oder splintern ab, sodass sie nur mehr als Fragmente gezählt werden können.

Die Važecká Höhle

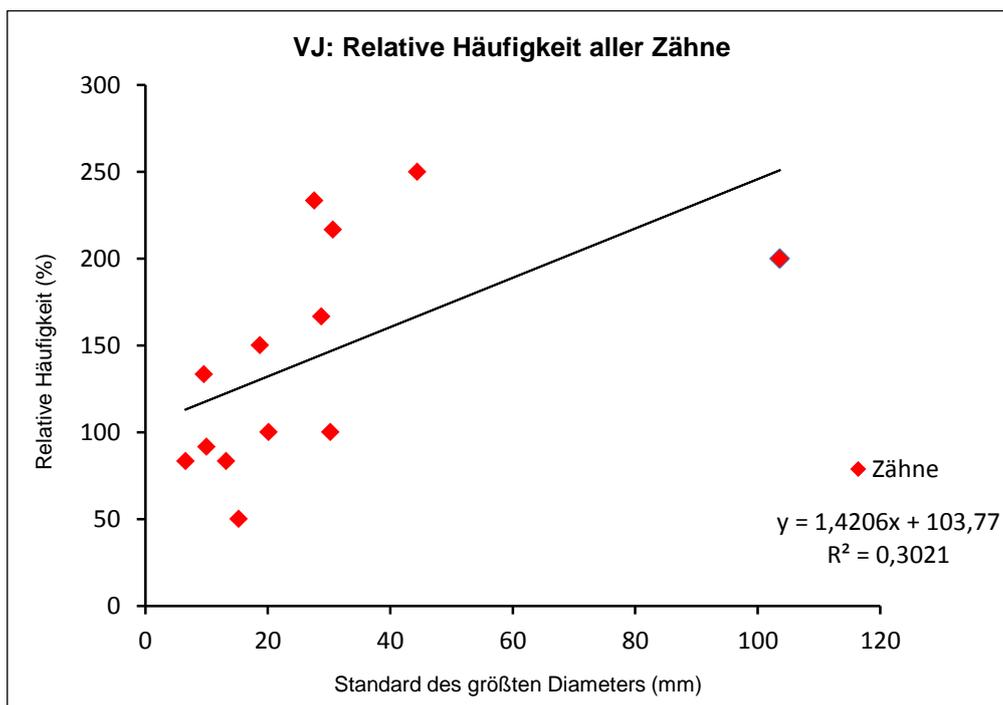


Abbildung 57: Vergleich der Häufigkeiten der Zähne aus der Važecká- Höhle

Die Abbildung 57 zeigt uns, dass in der Važecká- Höhle eine positive Korrelation mit der Länge herrscht, größere Elemente, wie die Molaren m2, m3, M2 und die Canini sind in größerer Anzahl überliefert als der Prämolare p4. Trotzdem das Fundmaterial relativ gering ist, lässt es den Einfluss der Frachtsonderung erkennen. Die Frachtsonderung steht in dieser Höhle im Zusammenhang mit der Sedimentologie, durch den darunterliegenden Fluss, der auch für die damalige Wasserfüllung der Höhle verantwortlich war, wurden die Fundschichten aufgearbeitet und Gerölle abgelagert. Dies könnte uns Hinweise auf die geringe Menge an Fundmaterial geben. Auch der Sortierungskoeffizient C_s (Zähne)= 4,44 ist relativ hoch, annähernd gleich mit dem der Drachenhöhle von Mixnitz, jedoch geht der hohe Wert in der Važecká- Höhle auf die Sortierung durch Wasser zurück.

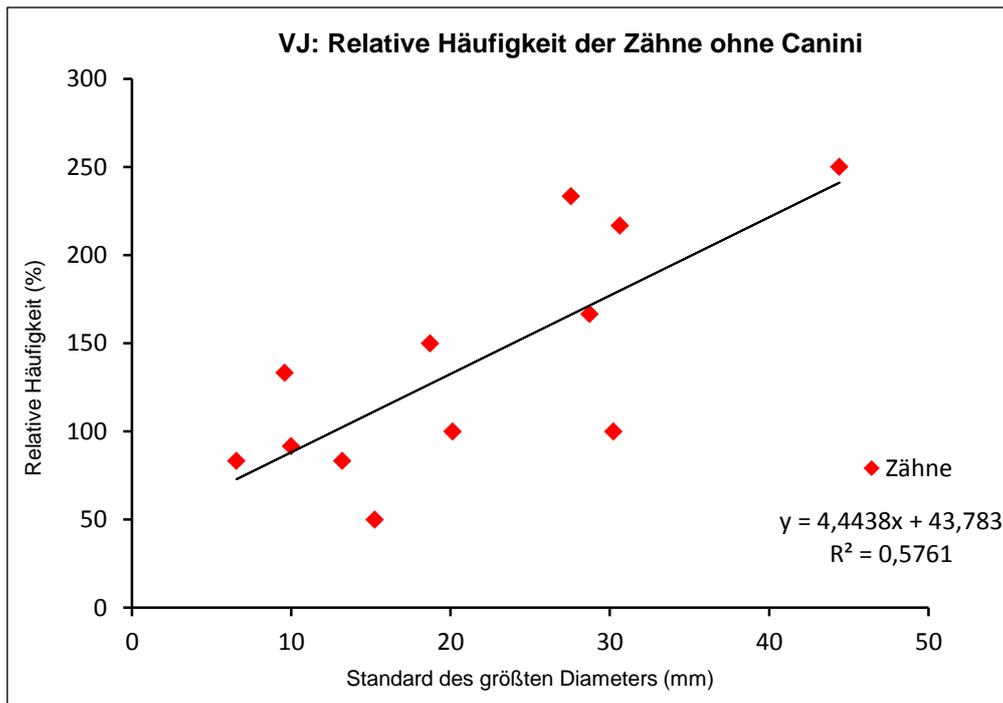


Abbildung 58: Vergleich der Häufigkeiten der Zähne ohne den Canini aus der Važecká- Höhle

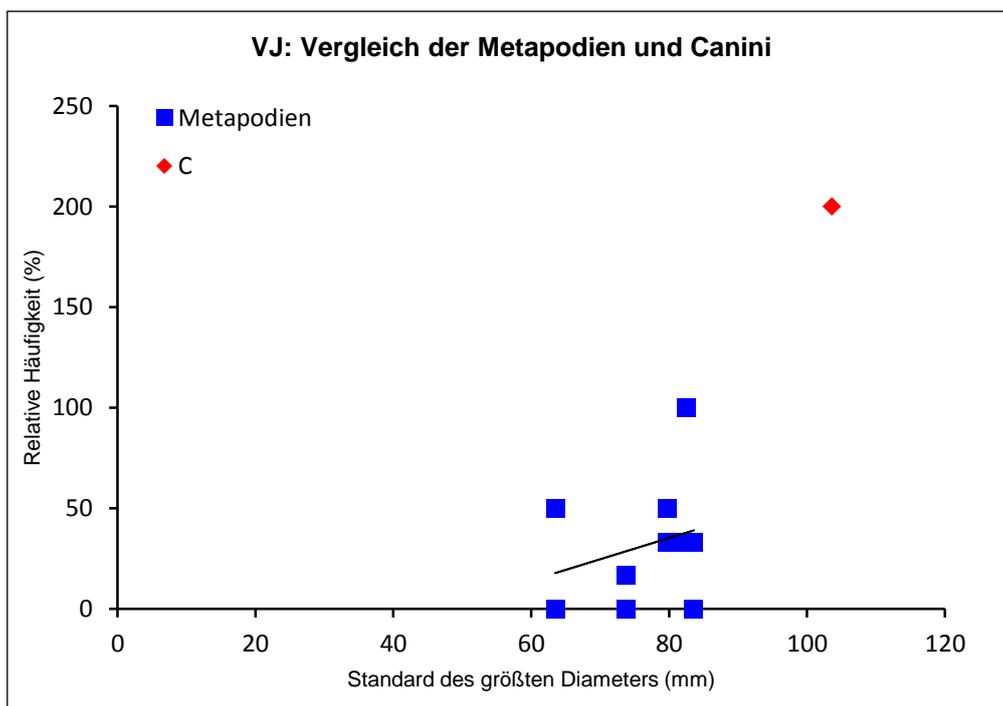


Abbildung 59: Vergleich der Häufigkeiten der Metapodien und Canini aus der Važecká- Höhle

Die Abbildung 59, der Vergleich der Häufigkeiten der Metapodien und Canini, lässt erkennen, dass die Canini in höherer Anzahl überliefert wurden als die Metapodien. Diese Tatsache gibt Hinweise auf das Phänomen der Korrosion. Der Korrosionsindex K_d der Metapodien und Canini liegt bei 6,32, was prinzipiell erklärt, dass chemische

Prozesse in dieser Höhle auf die Knochen wirken. Durch die geringe Menge an Fundmaterial ist dies jedoch nicht aussagekräftig.

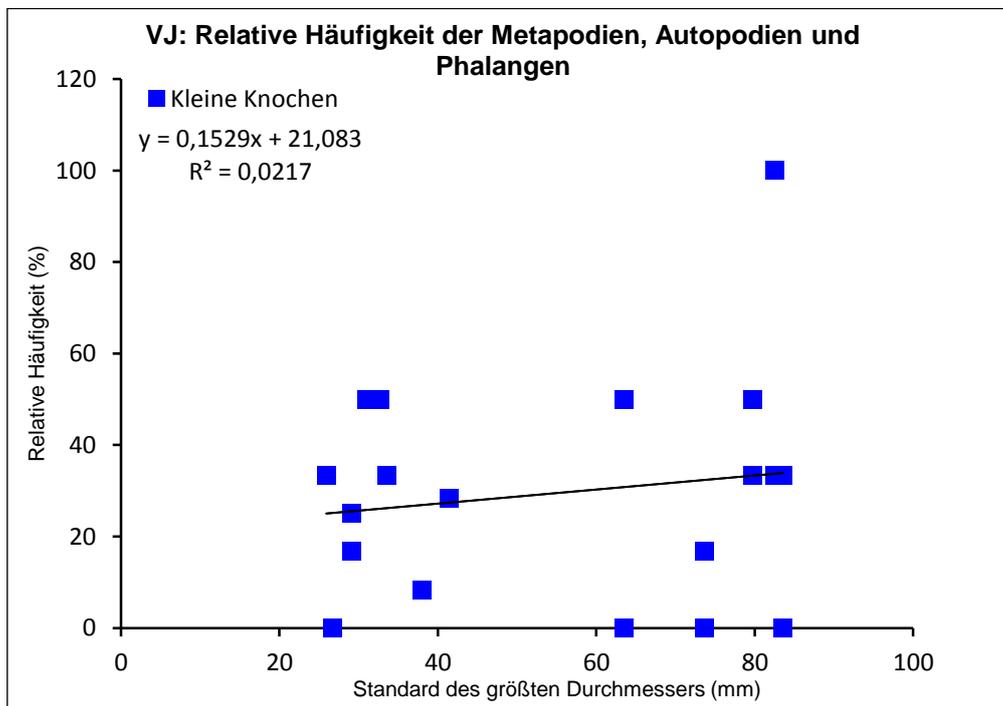


Abbildung 60: Vergleich der Häufigkeiten der kleinen Knochen aus der Važecká- Höhle

Die geringe Menge an überlieferten kleinen Knochenelementen ist statistisch nicht aussagekräftig. Die Abbildung 60 zeigt eine leichte positive Korrelation, das Mt5 ist mit Abstand am häufigsten erhalten. Interessant zu beobachten ist, dass die Autopodienelemente t3 und c3 annähernd in gleicher Anzahl überliefert wurden wie die größeren Metapodien Mt1 und Mt3.

Durch den Vergleich der relativen Häufigkeiten von kleinen Knochen und Zähnen im nachfolgenden Diagramm (Abb. 61), lässt sich eine positive Korrelation der Zähne und keine Korrelation bei den Autopodien, Metapodien und Phalangen erkennen. Die Zahnelemente sind auch öfter erhalten, diese Tatsache gibt Hinweise auf die Zerstörung der leichter angreifbaren Knochen durch die Korrosion.

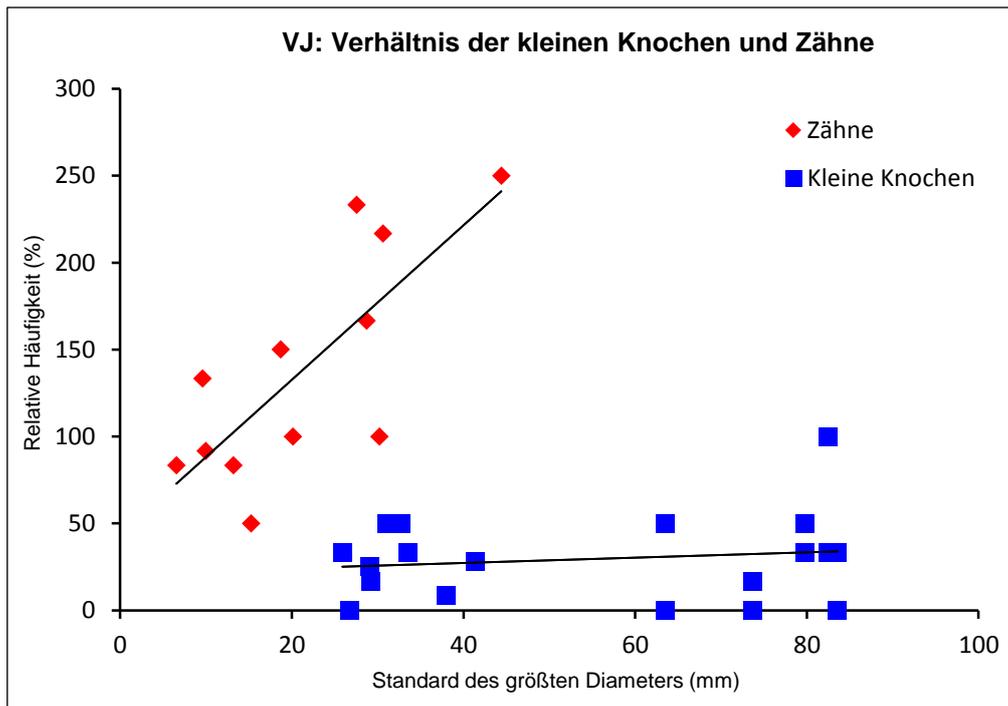


Abbildung 61: Vergleich der kleinen Knochen und Zähne aus der Važecká- Höhle

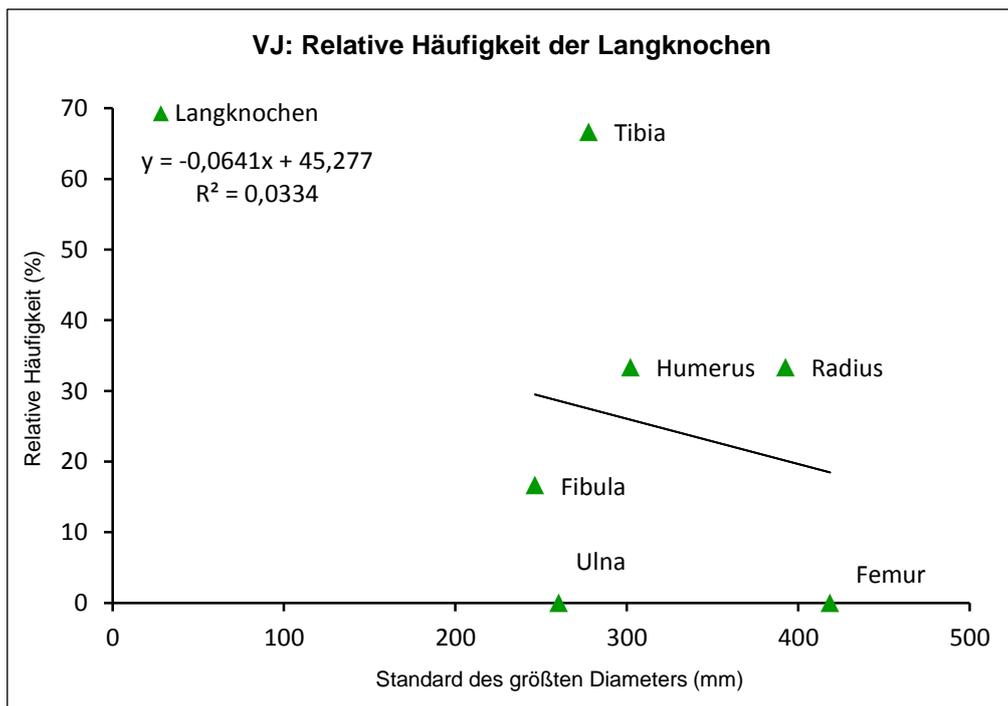


Abbildung 62: Vergleich der Häufigkeiten der Langknochen aus der Važecká- Höhle

Die Tatsache, dass die Langknochen dermaßen schlecht erhalten sind, informiert über die Zerstörung dieser durch die Verfrachtung infolge von Wassereinbrüchen in die Höhle und auf die Wirkung chemischer Prozesse (Korrosion).

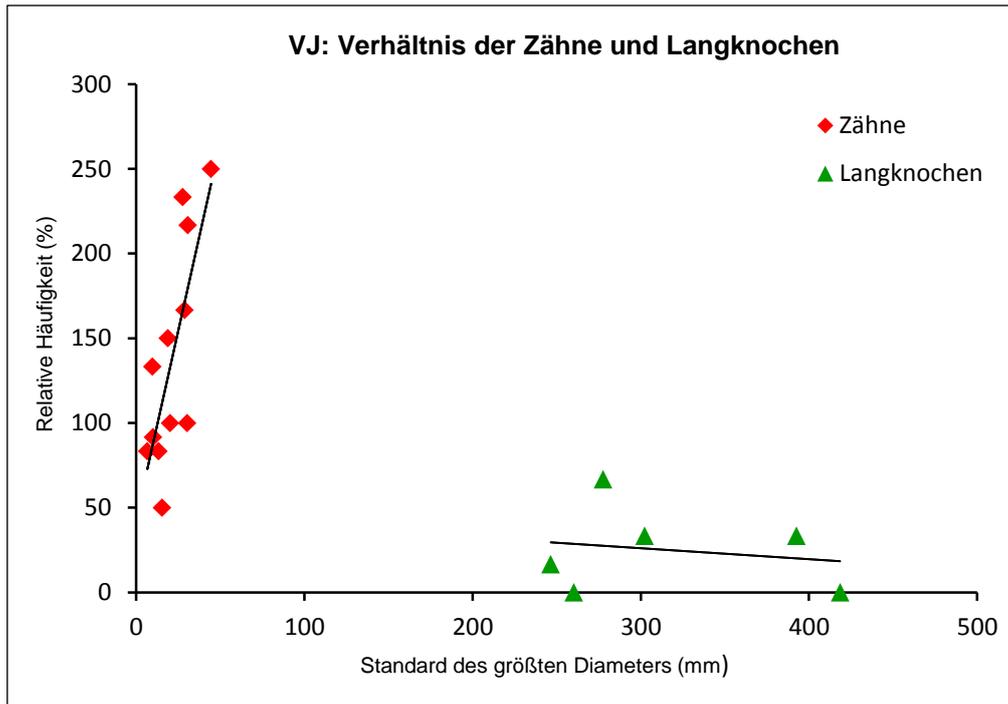


Abbildung 63: Vergleich der Zähne und Langknochen aus der Važecká- Höhle

Die relativ gute Erhaltung der Zähne und die schlechte Überlieferung der Langknochen zeigen ebenfalls den Einfluss der Frachtsonderung und Korrosion auf die Skelettreste.

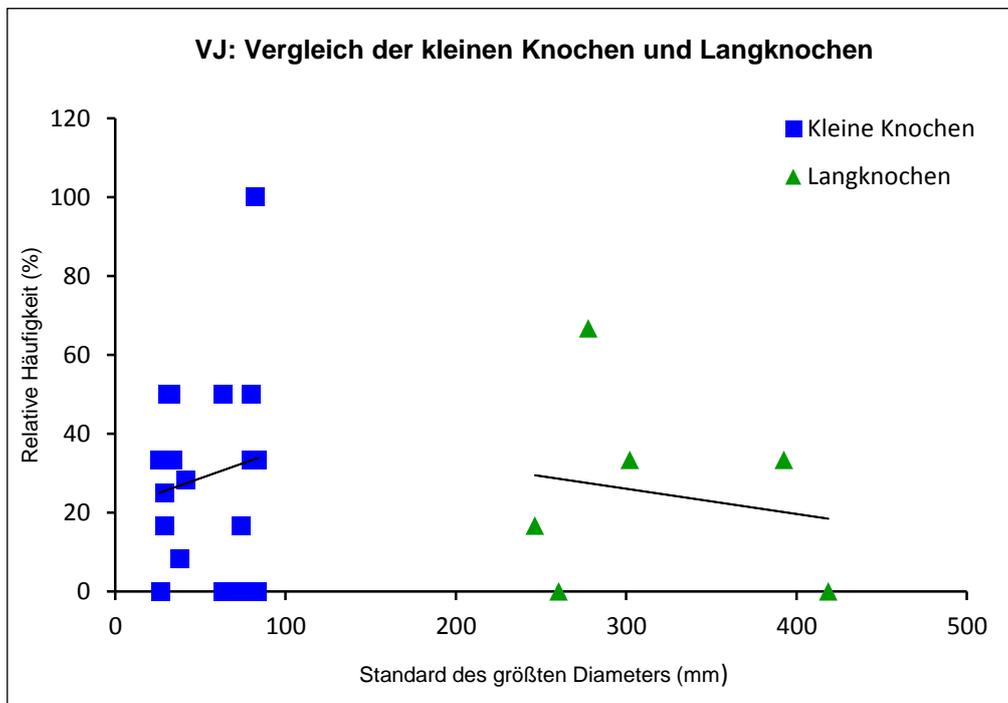


Abbildung 64: Vergleich der kleinen Knochen und Langknochen aus der Važecká- Höhle

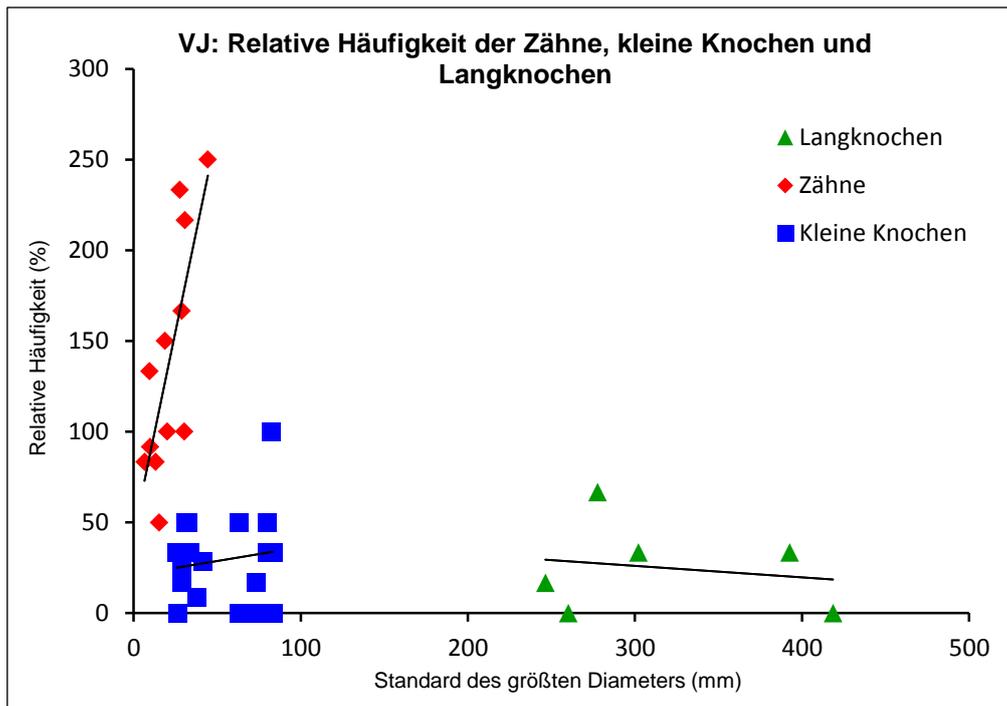


Abbildung 65: Vergleich der Häufigkeiten aller Elemente aus der Važecká- Höhle

Die geringen Funde von messbaren Elementen dieser drei Kategorien sprechen für die Phänomene des fluviatilen Transports und der Frachtsonderung.

5. Diskussion

Die Schwabenreithöhle lässt hinsichtlich ihres Funddefizits bei den Zahnelementen Fragen offen. Wieso herrscht in dieser „in situ“ Fundlage ein Defizit? Dem Anschein nach wurde nichts transportiert oder korrodiert und durch die Sinterschicht kann die menschliche Selektion auch annähernd ausgeschlossen werden. Einzig das Herausmeißeln aus dem Sinter kann die kleinen Zähne zerstört haben.

Ein Grund für die negative Korrelation der Zähne in Abbildung 49 könnte eine falsche „Überlieferung“ mit sich bringen. In dieses Diagramm wurden nur isolierte Zähne miteinbezogen. Dieser Tatsache muss durch das Zählen aller Zähne, auch der in den überlieferten Kiefern nachgegangen werden. Die folgende Abbildung zeigt nun ein Diagramm, das die Gesamtzahl der überlieferten Zähne, also der isolierten und der in den Mandibeln noch vorhandenen, berücksichtigt und als relative Häufigkeit darstellt.

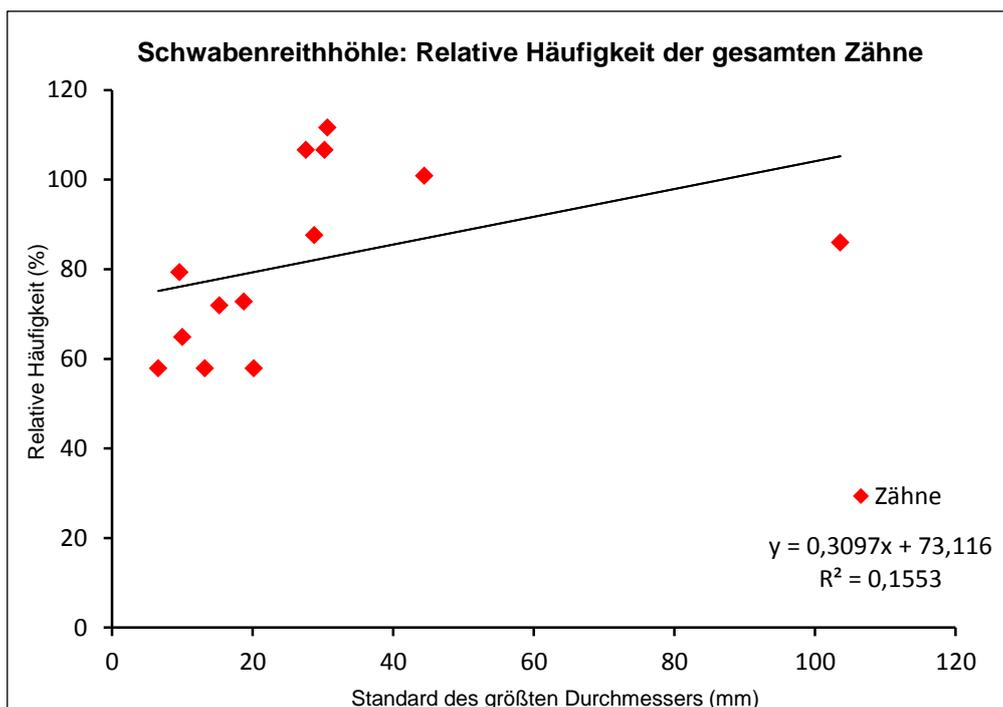


Abbildung 66: : Vergleich der Häufigkeiten der gesamten Zahnelemente in der Schwabenreithöhle

Die relative Häufigkeit der Incisivi bleibt annähernd gleich, die der Molaren steigt jedoch deutlich an. Mit der Abbildung 66 wird die Interpretation des zwar geringen, aber für die Schwabenreithöhle zu groß erscheinenden Funddefizits revidiert. Die nun richtig gestellte Anzahl an überlieferten Zähnen zeigt eine positive Korrelation und liefert die erwarteten Werte der Häufigkeit.

6. Conclusio

Die Brettsteinhöhle und die Ochsenhalthöhle im Toten Gebirge, die Drachenhöhle bei Mixnitz, die Schreiberwandhöhle im Dachstein, die Schwabenreithöhle, die Važecká- Höhle in der Slowakei und die Potočka Höhle in Slowenien sind hinsichtlich ihrer Lage, Sedimentologie und Taphonomie sehr unterschiedlich erscheinende Fundstellen von Höhlenbärenresten. Es ist möglich, das Funddefizit durch die vorher erklärte Methodik der Vergleichsdiagrammerstellung von relativen Häufigkeiten in Bezug zu ihrem größten Diameter zu interpretieren. Die dargestellten Vergleiche und deren Interpretation lassen die Lückenhaftigkeit der Überlieferung durch die Prozesse der Korrosion, den Transport und die Erosion und die Störungen durch die menschliche Selektion erkennen. Der Verbiss durch Raubtiere oder wesentliche Störungen des Fundinventars durch den paläolithischen Menschen, nicht einmal in der Potočka Höhle in der um die 10 000 Steinartefakte und rund 120 Knochenspitzen gefunden wurden (Pacher et al 2004), sind nicht greifbar. Der Einfluss des paläolithischen Menschen in der Potočka Höhle ist demnach nicht in der Häufigkeit der Elemente erkennbar. Die Vergleiche in der Ochsenhalthöhle belegen das Funddefizit durch die Korrosion. Ein Paradebeispiel für die Störungen durch eine sogenannte „rezente Mensch- Selektion“ ist die Drachenhöhle bei Mixnitz und das Phänomen des Transports zeigen uns die Schreiberwandhöhle und die Važecká- Höhle in ihren lückenhaften Fundinventaren. Diese drei Faktoren sind ausschlaggebend für das Funddefizit und lassen dieses auch durch sich erklären. Eine Besonderheit durch ihre relativ geringen Defizite auf die Fundbergung zeigt die „in situ“ Fundstelle der Schwabenreithöhle auf.

Trotzdem sind noch ungemein viele Fragen offen. Die große Schwankungsbreite, die bei den unterschiedlichen Häufigkeiten herrscht, lässt sich nicht logisch erklären. Als Beispiel sind bei den Zähnen die Incisivi, wahrscheinlich aufgrund ihrer Zerbrechlichkeit, schlechter erhalten, bei den Molaren, Prämolaren und Canini zeigt sich jedoch leider kein Muster.

7. Zusammenfassung

Diese Arbeit soll die unterschiedlichen Ursachen für die Lückenhaftigkeit der Überlieferung von Skelettelementen des Höhlenbären, das sogenannte Funddefizit zeigen. Es wurde das Fundinventar von sieben Höhlen - sechs davon liegen in den Alpen, eine in den Karpaten - bearbeitet. Die überlieferten, messbaren Skelettreste wurden gezählt und in Diagrammen mit der Größe dieser Elemente in Beziehung gebracht. Die Häufigkeit wurde mit Vergleichsdiagrammen von Zähnen und Extremitätenknochen gezeigt. Für die Ermittlung der Faktoren Korrosion, Transport und menschliche Selektion, die auf das Fundmaterial wirken, wurden zwei Korrosionsindices und zwei Sortierungskoeffizienten eingeführt.

Durch den Vergleich der Häufigkeiten von Zähnen und Knochen beziehungsweise von großen und kleinen Elementen wurde die Rolle der drei vorher erwähnten Hauptfaktoren für jedes einzelne Fundinventar ermittelt.

So konnte die Rolle des Störfaktors Korrosion in der Ochsenhalzhöhle im Toten Gebirge aufgezeigt werden. In der Drachenhöhle von Mixnitz steht die Störung nach der Einbettung, die selektive Auswahl durch den Ausgräber absolut im Vordergrund. Das Fundinventar der Brettsteinhöhle ist vom Phänomen der Frachtsonderung und der Korrosion, das der Važecká Höhle ist vorwiegend von Frachtsonderung geprägt. Die heute noch vorliegenden Funde aus der Schreiberwandhöhle wurden offensichtlich durch Transport und menschliche Selektion aufgrund der schlechten Beleuchtung bei der Ausgrabung beeinflusst. Die Potočka Höhle und die Schwabenreithöhle ähneln sich in ihren „in situ“ Fundlagen, in denen das Funddefizit relativ gering ist, weil die fossilführende Schicht nicht umgelagert wurde.

8. Abstract

This work should show the different reasons for the gaps in the preservation of skeleton elements of the cave bear, the so-called lack of discovery.

The find inventory of seven caves - six situated in the Alps, one in the Carpathian Mountains - was treated. The preserved, measurable skeleton rests were counted and were connected in diagrams with the size of these elements. The frequency was shown in comparative diagrams of teeth and bones of the extremities. For determining the factors of corrosion, transport and human selection- which had effects on the finds- corrosion indices and sorting coefficients were drawn up.

Through the comparison of frequencies of teeth and bones as well as bones and small elements the role of the three above mentioned main factors for each find inventory was found out.

So the role of the disruptive element corrosion could be shown in the Ochsenhalthöhle in Totes Gebirge. In the Drachenhöhle of Mixnitz the disturbance after the embedding, the selective choice of the excavating person are absolutely in the centre of attention. The find inventory of the Brettsteinhöhle is marked by the phenomenon of sort by water and corrosion, that in the Važecká cave only by sort of water. The still existing finds of the Schreiberwandhöhle were definitely influenced by transport and human selection, caused by the bad lighting by the collection. The Potočka cave and the Schwabenreithöhle are similar in concerning the „in situ“ finds in which the find deficit is relatively low, because the fossil carrying layer was not restacked.

9. Literaturverzeichnis

ABEL, O., KYRLE, G., 1923. Die Drachenhöhle bei Mixnitz. – Speläolog. Monographien, **7/8**, Wien.

DÖPPES, D., & RABEDER, G. (eds) 1997. Pliozäne und Pleistozäne Faunen Österreichs. – Mitt. Komm. Quartärforsch. Österr. Akad. Wiss. **10**: 1-411, Wien.

DÖPPES, D., RABEDER, G., STILLER, M., 2011. Was the Middle Würmian in the High Alps warmer than today? – Quaternary International **245** (2011): 193- 200.

EHRENBERG, K., SICKENBERG, O., 1929. Eine pliozäne Höhlenfauna aus der Hochgebirgsregion der Ostalpen.- Palaeobiologica, **2**, Wien.

FRISCHAUF, C., 2009. Die Ochsenhalthöhle im Toten Gebirge (Steiermark). – Dipl.-Arbeit, Inst. Paläont. Univ. Wien.

FRISCHAUF, C., RABEDER, G., 2013 (submitted). The Late Pleistocene immigration of *Ursus ingressus* (Ursidae, Mammalia) in the Alps and the extinction pattern of cave bears. - Quaternary International.

FROEMEL, M., 2001. Die Evolution der Höhlenbärentibia aus sieben alpinen Höhlen. – Dipl.- Arbeit, Inst. Paläont. Univ. Wien.

FROEMEL, M., 2001. Die Evolution der Höhlenbärentibia aus sieben alpinen Höhlen. - Dipl.- Arbeit, Inst. Paläont. Univ. Wien.

LAUGHLAN, L., RABEDER, G., SABOL, M., 2012. The Fossils and Taphonomy on the Važecká Cave (Slovakia) – Preliminary Results. – Braunschweiger Naturkundliche Schriften Band **11**: 81-86.

PACHER, M. 1996. Die Fortsetzungen der Grabungen in der Brettsteinbärenhöhle (Totes Gebirge) vom 31.7.1995 bis zum 19.8.1995. – Mitt. Landesver. f. Höhlenkunde i. d. Stmk., 25 (1-4), Graz 1995.

PACHER, M., 1999. Die Taphonomie der Höhlenbären- Fundstellen in der Schwabenreith- Höhle bei Lunz/ See (Niederösterreich). – Diss. Univ. Wien.

PACHER, M., POHAR, V. & RABEDER, G. (eds) 2004. Potočka zijalka- Palaeontological and Archaeological Results of the Campaigns 1997- 2000. – Mitt. Komm. Quartärforsch. Österr. Akad. Wiss. Band **13**: 1- 245, Wien.

PACHER, M., STUART, A., 2009. Extinction chronology and palaeobiology of the cave bear (*Ursus spelaeus*). - Boreas **38**, 189-206.

RABEDER, G., 2001. Geschlechtsdimorphismus und Körpergröße bei hochalpinen Höhlenbärenfaunen. – Beitr. Paläont., **26**:117-132, Wien

RABEDER, G., NAGEL, D., PACHER, M., 2000. Der Höhlenbär. - Jan Thorbecke Verlag, Stuttgart.

RABEDER, G., WITHALM, G., KAVCIK, N., 2001. Die Brettstein- Bärenhöhle im Toten Gebirge. – Mitteilungen des Vereins für Höhlenkunde in Obersteier, **19**. Jahrgang, Juli 2001.

SABOL, M., LAUGHLAN, L., RABEDER, G., 2011. Cave bear assemblage from the Važecká Cave (Slovakia)- preliminary results. – 17th Int. Cave Bear Symposium, Einhornhöhle. Abstr.:26.

10. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Radiometrische Daten von Höhlenbärenresten in der Brettsteinhöhle	9
Abbildung 2: Radiometrische Daten von Höhlenbärenresten aus Mixnitz	11
Abbildung 3: Radiometrische Daten von Höhlenbärenresten aus der Ochsenhalthöhle	12
Abbildung 4: Radiometrische Daten von Höhlenbärenresten aus der Potočka Höhle.....	15
Abbildung 5: : Radiometrische Daten von Höhlenbärenresten aus der Schreiberwandhöhle	18
Abbildung 6: Schematisches Profil der Važecká- Höhle	21
Abbildung 7: Radiometrische Daten von Höhlenbärenresten aus der Važecká- Höhle.....	22
Abbildung 8: : Stückzahlen der ausgewählten Elemente der sieben Höhlen.....	24
Abbildung 9: Metapodien und Canini	25
Abbildung 10: Autopodien, Phalangen, Molare und Incisivi	25
Abbildung 11: Vergleich der Häufigkeiten aller Zahnelemente in der Brettsteinhöhle	31
Abbildung 12: Vergleich der Häufigkeiten der Zähne ohne den Canini in der Brettsteinhöhle	32
Abbildung 13: Vergleich der Häufigkeiten der Metapodien und Canini in der Brettsteinhöhle	33
Abbildung 14: Vergleich der Häufigkeiten der kleinen Knochen in der Brettsteinhöhle	33
Abbildung 15: Vergleich der Häufigkeiten der Zähne und kleinen Knochen in der Brettsteinhöhle.....	34
Abbildung 16: Vergleich der Häufigkeiten der Langknochen in der Brettsteinhöhle	35
Abbildung 17: Vergleich der Häufigkeiten der Zähne und der Langknochen in der Brettsteinhöhle	36
Abbildung 18: Vergleich der kleinen Knochen und Langknochen in der Brettsteinhöhle	36
Abbildung 19: Vergleich der Häufigkeiten aller gefundenen Elemente in der Brettsteinhöhle.....	37
Abbildung 20: Vergleich der Häufigkeiten aller Zahnelemente in der Drachenhöhle bei Mixnitz	38
Abbildung 21:Vergleich der Zähne ohne die Canini in der Drachenhöhle bei Mixnitz	38
Abbildung 22: Vergleich der Metapodien und Canini in der Drachenhöhle von Mixnitz	39
Abbildung 23: Vergleich der Häufigkeiten der kleinen Knochen aus Mixnitz	40
Abbildung 24: Vergleich der Häufigkeiten der Zähne und kleinen Knochen aus Mixnitz.....	41
Abbildung 25: Vergleich der Häufigkeit der Langknochen aus Mixnitz	41
Abbildung 26: Vergleich der Häufigkeit der Zähne und Langknochen aus Mixnitz	42
Abbildung 27: Vergleich der Häufigkeit der kleinen Knochen und Langknochen aus Mixnitz	42

Abbildung 28: Vergleich der Häufigkeiten aller gefundenen Elemente aus Mixnitz	43
Abbildung 29: Vergleich der Häufigkeit der Zähne aus der Ochsenhalthöhle	44
Abbildung 30: Vergleich der Häufigkeit der Metapodien und Canini aus der Ochsenhalthöhle	45
Abbildung 31: Vergleich der Häufigkeit der kleinen Knochen aus der Ochsenhalthöhle	45
Abbildung 32: Vergleich der Häufigkeit der kleinen Knochen und Zähne aus der Ochsenhalthöhle....	46
Abbildung 33: Vergleich der Häufigkeit der Zähne aus der Potočka Höhle	47
Abbildung 34: Vergleich der Häufigkeit der Metapodien und Canini aus der Potočka Höhle	48
Abbildung 35: Vergleich der Häufigkeit der kleinen Knochen aus der Potočka Höhle.....	48
Abbildung 36: Vergleich der Häufigkeit der kleinen Knochen und Zähne aus der Potočka Höhle	49
Abbildung 37: Vergleich der Häufigkeiten der Langknochen aus der Potočka Höhle.....	49
Abbildung 38: Vergleich der Häufigkeiten der Zähne und Langknochen aus der Potočka Höhle	50
Abbildung 39: Vergleich der kleinen Knochen und Langknochen aus der Potočka Höhle	51
Abbildung 40: Vergleich der Häufigkeiten aller Elemente aus der Potočka Höhle	51
Abbildung 41: Vergleich der Häufigkeiten der Zähne aus der Schreiberwandhöhle.....	52
Abbildung 42: Vergleich der Metapodien und Canini aus der Schreiberwandhöhle	53
Abbildung 43: Vergleich der Häufigkeiten der kleinen Knochen aus der Schreiberwandhöhle	54
Abbildung 44: Vergleich der kleinen Knochen und Zähne aus der Schreiberwandhöhle	54
Abbildung 45: Vergleich der Häufigkeiten der Langknochen aus der Schreiberwandhöhle	55
Abbildung 46: Vergleich der Zähne und Langknochen aus der Schreiberwandhöhle	56
Abbildung 47: Vergleich der kleinen Knochen und Langknochen aus der Schreiberwandhöhle.....	56
Abbildung 48: Vergleich der Häufigkeiten aller Elemente aus der Schreiberwandhöhle	57
Abbildung 49: Vergleich der Häufigkeiten der Zähne aus der Schwabenreithöhle	58
Abbildung 50: Vergleich der Zähne ohne den Canini aus der Schwabenreithöhle	58
Abbildung 51: Vergleich der Häufigkeiten der kleinen Knochen aus der Schwabenreithöhle	59
Abbildung 52: Vergleich von kleinen Knochen und Zähne aus der Schwabenreithöhle	60
Abbildung 53: Vergleich der Häufigkeiten der Langknochen aus der Schwabenreithöhle	61
Abbildung 54: Vergleich der Langknochen und Zähne aus der Schwabenreithöhle	61
Abbildung 55: Vergleich der Langknochen und kleinen Knochen aus der Schwabenreithöhle	62

Abbildung 56: Vergleich der Häufigkeiten aller Elemente aus der Schwabenreithöhle	62
Abbildung 57: Vergleich der Häufigkeiten der Zähne aus der Važecká- Höhle	63
Abbildung 58: Vergleich der Häufigkeiten der Zähne ohne den Canini aus der Važecká- Höhle.....	64
Abbildung 59: Vergleich der Häufigkeiten der Metapodien und Canini aus der Važecká- Höhle	64
Abbildung 60: Vergleich der Häufigkeiten der kleinen Knochen aus der Važecká- Höhle	65
Abbildung 61: Vergleich der kleinen Knochen und Zähne aus der Važecká- Höhle.....	66
Abbildung 62: Vergleich der Häufigkeiten der Langknochen aus der Važecká- Höhle.....	66
Abbildung 63: Vergleich der Zähne und Langknochen aus der Važecká- Höhle.....	67
Abbildung 64: Vergleich der kleinen Knochen und Langknochen aus der Važecká- Höhle	67
Abbildung 65: Vergleich der Häufigkeiten aller Elemente aus der Važecká- Höhle	68
Abbildung 66: : Vergleich der Häufigkeiten aller Zahnelemente in der Schwabenreithöhle	69

11. Curriculum vitae

Name: Pia- Maria Liedl

Geburtsort: Linz

Eltern: Mag. Sigrid Bognermayr, geb. 13.03.1964, Professorin
Helmut Liedl, geb. 22.01.1939, Industriekaufmann

Geschwister: keine

Staatsangehörigkeit: Österreich

Konfession: römisch- katholisch

Schulbildung: 1994 - 1998 Volksschule, Puchenu
1998 - 2006 AHS der Kreuzschwestern, Linz
2006 - 2007 Studium Genetik und Molekularbiologie, Universität
Salzburg
2007 - 2013 Studium Lehramt Biologie und Umweltkunde und
Haushaltsökonomie und Ernährung, Universität Wien

Sprachkenntnisse: Deutsch, Englisch, Latein

Praktika: Juli 2003: Praxis Dr. Leyrer Heinz, Arzt für Allgemeinmedizin
Juli/ August 2004/ 2005: Donauapotheke Linz, Mag. Harald Buchrucker
März 2005: Frauen- und Kinderklinik, Linz
Juli 2006: Pflegeheim Anna Bognermayr, St. Valentin
August/ September 2007: Nycomed Holding GmbH, Linz
Juli/ August 2007- 2012: Franz Plasser Bahnbaumaschinen-
Industriegesellschaft m.b.H., Linz
2006 - 2012: Freie Promotorin- café+co International Holding, Wien.
2012 - 2013: Tutorin: Fachdidaktik der Lebensmittelverarbeitung, Universität Wien
2012 - 2013: Tutorin: Übungen zur Nahrungszubereitung, Universität Wien