



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

‚Kiskevélyer Klängen‘ und ‚keilförmige Defekte‘ an Höhlenbärenzähnen als  
Indikatoren des genutzten Nahrungsangebots

Verfasserin

Ramona GOCKERT

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2015

Studienkennzahl laut Studienblatt: A 190 333 445

Studienrichtung laut Studienblatt: Lehramtsstudium Biologie & Umweltkunde  
und Deutsch

Betreuer: Emer. Prof. Dr. Gernot RABEDER







# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Danksagung</b> .....	<b>7</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>8</b>
<b>Vorwort</b> .....	<b>8</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>10</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>11</b>
1.1 Schliffmarken.....	11
1.2 Fundstellen.....	13
1.2.1 Conturineshöhle.....	14
1.2.2 Drachenloch.....	14
1.2.3 Schreiberwandhöhle.....	14
1.2.4 Ramesch-Knochenhöhle.....	15
1.2.5 Brieglersberghöhle.....	15
1.2.6 Brettsteinhöhle.....	16
1.2.7 Ochsenalthöhle.....	16
1.2.8 Wildkirchli.....	16
1.2.9 Gamssulzenhöhle.....	17
1.2.10 Bärenhöhle im Hartelsgraben.....	17
1.2.11 Liegelloch.....	17
1.2.12 Drachenhöhle von Mixnitz.....	18
1.2.13 Arzberghöhle.....	18
1.2.14 Važecká jaskyna.....	19
1.2.15 Herkova jama.....	19
1.2.16 Merkensteinhöhle.....	20
1.2.17 Hundsheimer Spalte.....	20
1.2.18 Windener Bärenhöhle.....	20
<b>2. Material</b> .....	<b>25</b>

<b>3. Methoden</b> .....	<b>27</b>
<b>4. Resultate</b> .....	<b>29</b>
4.1 Canini .....	29
4.2 Incisivi.....	34
<b>5. Diskussion</b> .....	<b>37</b>
5.1 Unterschiede zwischen den Canini und den Incisivi bzgl. der Schliffmarken .....	37
5.2 Zu geringe Stückzahlen .....	38
5.3 Ursus deningeri und Ursus deningeroides.....	40
5.4 Windener Bärenhöhle .....	40
5.5 Bestimmtheitsmaß.....	41
5.6 Ernährung der Höhlenbären .....	41
5.6.1 Phytolithen .....	42
5.6.2 Übereinstimmung mit den Ergebnissen der DARA- Methode und den Daten der stabilen Isotopen.....	42
5.7 Klimaindikation .....	46
<b>6. Conclusio</b> .....	<b>47</b>
<b>9. Literaturverzeichnis</b> .....	<b>49</b>
<b>10. Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>52</b>
<b>11. Curriculum vitae</b> .....	<b>53</b>

# Danksagung

---

Zunächst sei hier jenen gedankt, die es mir überhaupt ermöglicht haben, ein Studium an der Uni Wien zu absolvieren.

Hierzu zähle ich meine Eltern, Wolfgang und Monika GOCKERT, die mich, oft in mühevoller Kleinstarbeit und unter hohen Anstrengungen, aber auch mit viel Spaß und Ehrgeiz, in meinen Grundfesten zu dem Menschen geformt haben, der ich heute bin. Neben der charakterlichen Prägung sei aber auch die großzügige Unterstützung durch finanzielle Mittel erwähnt, ohne welche dieses Studium bestimmt das ein oder andere Semester länger gedauert hätte.

Weiter sei auch mein mehrjähriger Partner Alex HOLZER genannt, nicht zuletzt schaffte er es oftmals, mir wieder auf den Boden der Vernunft und Realität zu helfen. Er eröffnete mir mit seiner Art häufig die Chance, durchzuatmen und zur Ruhe zu kommen, um anschließend mit schärferem Fokus wieder durchzustarten.

Meine langjährige Freundin Manuela MANOUR stand mir während der gesamten Studienzeit zur Seite und bescherte mir viele unterhaltsame Stunden, die oftmals viel Energie und neue Denkansätze spendeten.

Wichtig zu nennen ist natürlich auch mein Diplomarbeitsbetreuer Gernot RABEDER, den ich als obersten aller Höhlenbärenforscher kennengelernt habe und der mir mit seiner ruhigen und freundlichen Art das Erstellen dieser Arbeit sehr angenehm gestaltet hat. Aber auch bei sämtlichen Fragen stand er mir immer schnell, hilfsbereit und kompetent zur Verfügung, so dass ich mir keine bessere Betreuung wünschen hätte können. Auch seine Frau Ilse RABEDER sei genannt, denn sie brachte den Stein für die Zusammenarbeit im Rahmen der Diplomarbeit überhaupt erst ins Rollen.

Zu guter Letzt sei meinen Fellnasen Willi, Gerti und Lilli gedankt, die mir mit ihrer tierischen Liebe viel Kraft und Durchhaltevermögen gespendet haben.

# Zusammenfassung

---

Diese Arbeit soll zeigen, wie die Ernährung der Höhlenbären, welche wahrscheinlich in Zusammenhang mit der Höhenlage der Höhle steht, die anormale Abnutzung der Zähne in Form von Kiskevélyer Klingen und keilförmigen Defekten beeinflusst.

Zur Beantwortung der Fragestellung wurde das Fundmaterial an Canini und Incisivi aus 18 verschiedenen Höhlen untersucht. Dazu wurden die Zähne in solche mit Schliiffmarken und solche ohne sortiert, anschließend gezählt und die Ergebnisse in Diagrammen in Verbindung mit der Höhenlage gesetzt. So wurde je ein Diagramm für die Canini und die Incisiven erstellt.

Es möglich, einen direkten Zusammenhang zwischen der Seehöhe und der Anzahl an Schliiffmarken herzustellen.

Die Zähne aus Höhlen mit großer Altitude zeigen eine geringe Zahl an Schliiffmarken als jene in niederen Arealen. Aus dieser Tatsache kann geschlossen werden, dass die Nahrung in großen Höhen weniger Phytolithen enthalten hat. Die Hypothese lautet daher, dass die Bären aus höheren Altituden ein Nahrungsangebot nutzten, welches nur wenig Pflanzenarten mit Phytolithen enthielt, während den Bären in den niederen Höhenlagen eine Pflanzennahrung mit hohem Gras- und somit Phytolithenanteil zur Verfügung stand.

# Vorwort

---

Die Funde von Eckzähnen (Canini) und Schneidezähnen (Incisivi) von Höhlenbären aus verschiedensten Höhlengrabungen zeigen Schliiffmarken in unterschiedlicher Zahl.

Diese Marken machen sich als keilförmige Abschliiffe an den Incisivi bemerkbar, die, je nach Fundstelle, unterschiedlich stark ausgeprägt sind. Die Form der Defekte an den Canini weicht von jener der Incisivi deutlich ab, hier werden die Zähne teilweise wie Klingen einseitig, nämlich an der Innenseite von Zahnkrone und Zahnwurzel, abgeschliiffen, wobei es noch andere Abschliiffmuster gibt.

Theodor KORMOS entdeckt diese Schliifspuren bereits im frühen 20. Jahrhundert und führt sie in die Literatur unter dem Namen ‚Klinge von Kiskevély‘ ein. Im Unterschied zum heutigen Stand des Wissens deutet er sie als Bearbeitungsspuren des eiszeitlichen Menschen. Seiner Meinung nach dienten die vermeintlich angefertigten Kiskevélyer Klingen dem Abbalgen von Tierfellen. (KORMOS 1916)

Richard BREUER beschäftigt sich einige Jahre später ebenfalls mit den auffällig abgeschliffenen Zahnfunden von Höhlenbären. Er verwendet zur Beschreibung der Zahndefekte das Wort ‚keilförmige Defekte‘, welches er aus der Zahnheilkunde übernommen hat und übt Kritik an der Theorie, dass der eiszeitliche Mensch die Klingen zu Werkzeugen abgeschliffen hätte. Er führt dazu Versuche von Zahnärzten an, welche feststellten, dass Schliifspuren an Zähnen vorwiegend durch mechanische Belastung entstünden. BREUER legt diese Ergebnisse auf die Zähne von Höhlenbären um und schlussfolgert daraus, dass die Nahrung der Höhlenbären reich an harten Einschlüssen gewesen sein müsste, hierfür kämen Gräser in Frage, die Kieselsäurekristalle enthalten. Beim Abgrasen der Pflanzenhalme würden diese in die Zahnzwischenräume gelangen und beim Abreißen mittels der eingeschlossenen Kristalle und dem möglicherweise anhaftendem Staub die Zähne abreiben. (BREUER 1933)

Auch Rudolf FEUSTEL (1969) verwehrt sich gegen die Annahme, dass die Kiskevélyer Klingen Produkte des eiszeitlichen Menschen wären. Er verweist auf den Umstand, dass diese Schliifmarken auch bei Zähnen zu finden seien, die noch im Kiefer stecken und somit die Verwendung durch den Menschen auszuschließen ist. Weiter argumentiert Feustel mit dem Wachstum der Dentinschichten des Zahnes. Bei einer Nutzung durch den Menschen würde dieser bis zur Pulpa abgeschliffen und die Pulpahöhle geöffnet, während ihr intravital neue Dentinschichten, das sogenannte ‚Reizdentin‘, folgen würden. (FEUSTEL 1969)

Die vorliegende Studie möchte sich bei den zuvor genannten einreihen und ebenso die auffälligen Schliifmarken untersuchen. Als Grundlage dient die Auffälligkeit, dass die Häufigkeit der Schliifmarken an Caninen und Incisiven von der Altitude der Höhlen abzuhängen scheint.

Die Fragestellung bezieht weiter die Überlegung mit ein, ob die verschiedenen Häufigkeiten an Schliiffmarken mit einem unterschiedlichen Nahrungsangebot in verschiedenen Altituden einhergehen könnten.

Um dieser Idee nachzugehen, wurden die Schneide- und Eckzahnfunde aus 18 verschiedenen Höhlen, die auf unterschiedlichen Altituden liegen, auf ihre Schliiffmarken hin untersucht.

Die Ergebnisse dieser Arbeit werden bei der Internationalen Höhlenbärentagung 2015 in den Niederlanden präsentiert. Dazu wurde der folgende Abstract verfasst.

## Abstract

---

This study should clarify how the altitude of the caves correlate with the grade of the abrasion on incisors and canines.

The find inventory from eighteen different caves was examined in this study. The teeth were sorted in those with abrasions and those without, afterwards counted. Finally they were connected in diagramms with the altitude of the cave where they were found. Two diagramms were generated, one for the incisivi and one for the canini.

It was possible to show a direct correlation between the altitude of the site and the number of abrasions of the teeth, because both of the diagramms are showing a significant trendline.

Teeth from higher altitudes show less abrasions than teeth from lower altitudes. This is probably the case, because the nutrition of the bears in higher altitudes contained less phytoliths than in lower areas.

# 1. Einleitung

---

Unter dem Begriff des Höhlenbären versteht man zumeist eine ganze Gruppe (*Ursus spelaeus*- Gruppe) an Arten und Unterarten, die allesamt dem Formenkreis der Deninger-Bären, *Ursus deningeri*, entstammen und sich im Gegensatz zum Braunbären, *Ursus arctos*, zu reinen Pflanzenfressern entwickelt haben. (RABEDER et al, im Druck)

## 1.1 Schliffmarken

Wie bereits angeführt, erwähnte Theodor KORMOS im Jahr 1916 das erste Mal die auffälligen ‚Kiskevélyer Klingen‘. Es handelt sich dabei um einseitige Abschliffe, die unterschiedlich stark ausgeprägt sein können. Bei besonders starken Abschliffen ist die Klingenform am deutlichsten zu erkennen.

Nach der Theorie von BREUER 1933 ist die Ernährung ausschlaggebend für das Entstehen dieser Schliffmarken, da der Zahnschmelz von in Pflanzen eingeschlossenen Kieselsäurekristallen abgerieben wird.

Diese Kristalle können eine Mohs Härte von bis zu 7 haben und sind unter dem Begriff ‚Phytolithen‘ bekannt, während der Zahnschmelz, bestehend aus Bioapatit, eine Mohs Härte von 5 aufweist. (RABEDER et al 2000) Solche Kristalle finden sich vor allem in Gräsern und Grasartigen, in den meisten weichen Kräutern hingegen nicht. Es wird somit vermutet, dass jene Individuen, die sich hauptsächlich von Gräsern ernährt haben, deutliche Schliffmarken aufweisen. Jene, welche weiche Kräuterkost konsumierten, sollten demnach keine Abschleißspuren, die sich von der üblichen Zahnabnutzung unterscheiden, zeigen.

Die Kiskevélyer Klingen und die keilförmigen Defekten werden in dieser Arbeit zusammengefasst als Schliffmarken bezeichnet. Nachdem nur Canini und Incisivi von dieser Form der Abnutzung betroffen sind, kann festgehalten werden, dass die Schliffmarken auf das Vordergebiss des Höhlenbären beschränkt sind.

Die folgende Bildtafel zeigt eine Vielzahl von Kiskevélyer Klingen und keilförmigen Defekten.

## **Tafellegende Canini und Incisivi**

### Fig.1-9: Incisivi von Höhlenbären mit keilförmigen Defekten

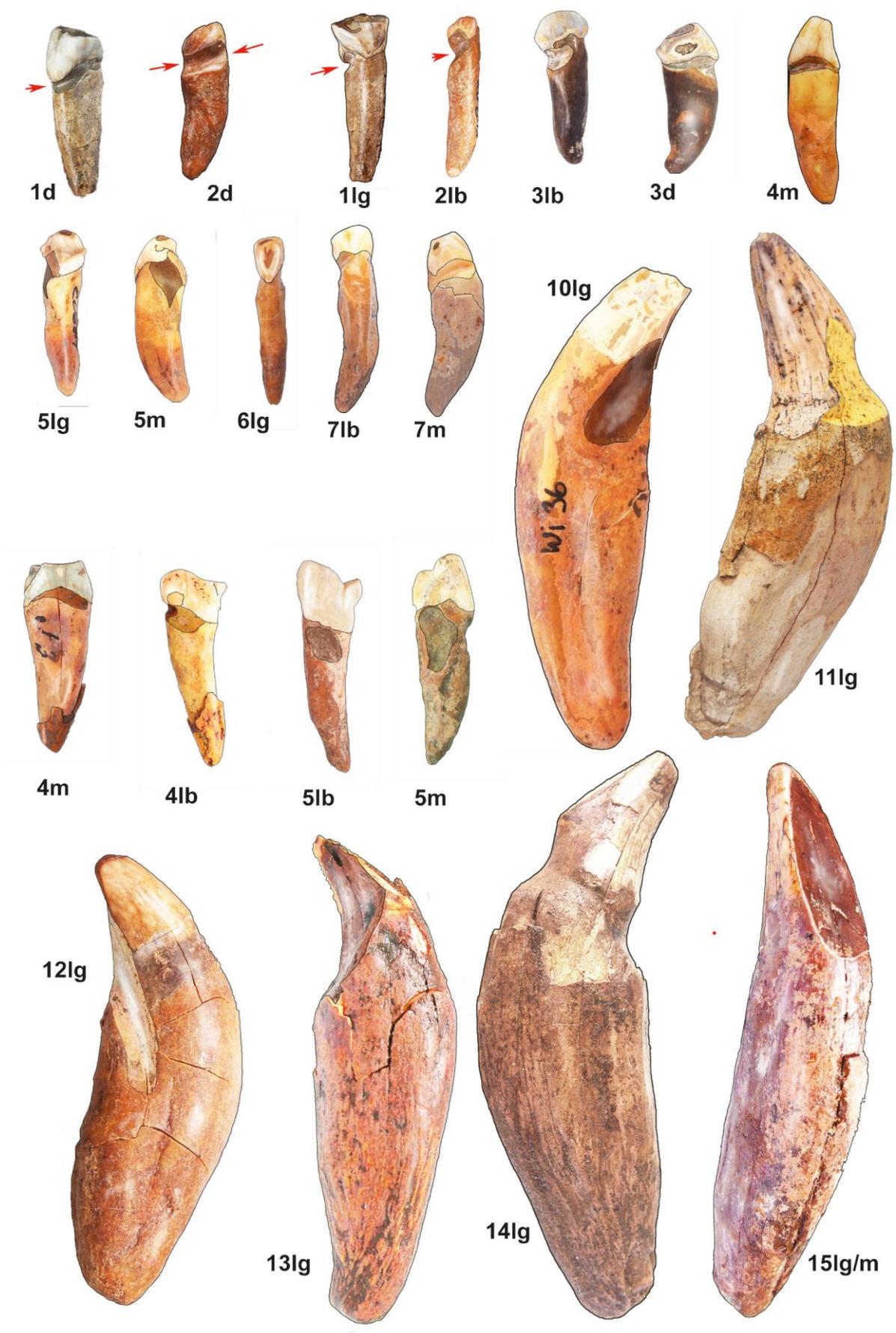
- Fig.1 I<sub>3</sub> inf. sin. (BS16) mit distaler Schliiffmarke aus der Brettsteinhöhle
- Fig.2 I<sub>1,2</sub> inf. dex. (RK 643) mit distaler Schliiffmarke aus der Ramesch-Knochenhöhle
- Fig.3 I<sub>1,2</sub> sup. sin. (BS 148/8) Lage der Schliiffmarke nicht eindeutig erkennbar, aus der Brettsteinhöhle
- Fig.4 I<sub>1</sub> inf. dex. mit mesialer Schliiffmarke aus der Windener Bärenhöhle
- Fig.5 I<sub>1,2</sub> sup. sin. (Cu 661) mit distaler Schliiffmarke, einziger Incisivus mit Defekt aus der Conturineshöhle
- Fig. 6 I<sub>1</sub> inf. dex. (RK 565) mit distaler und mesialer Schliiffmarke aus der Ramesch-Knochenhöhle
- Fig.7 I<sub>2</sub> inf. dex. (RK 519) mit distaler Schliiffmarke aus der Ramesch-Knochenhöhle
- Fig.8 I<sub>3</sub> inf. sin. mit keilförmiger Schliiffmarke aus der Windener Bärenhöhle
- Fig.9 I<sub>3</sub> inf. dex. (RK 54) mit labialer Schliiffmarke aus der Ramesch-Knochenhöhle

### Fig.10-15: Canini von Höhlenbären mit Schliiffmarken (Kiskevélyer Kligen)

- Fig.10 C sup. sin. (Wi 36) mit Innenfacette aus der Windener Bärenhöhle
- Fig.11 C inf. sin. (Wi 162) mit Innenfacette aus der Windener Bärenhöhle
- Fig.12 C inf. sin. (RK 642/2) mit lingualer Kerbe aus der Ramesch-Knochenhöhle
- Fig.13 C sup. dex. mit Innenfacette aus der Drachenhöhle von Mixnitz
- Fig.14 C inf. dex. mit ringförmiger Schliiffmarke aus der Drachenhöhle von Mixnitz
- Fig.15 C inf. sin. mit mesialer Schliifffacette aus der Drachenhöhle von Mixnitz

### Erklärung der Abkürzungen der anatomischen Ansichten

d	distal	lb	labial
lg	lingual	m	mesial
m/lg	mesiolabial		



## 1.2 Fundstellen

Im folgenden Abschnitt sollen in aller Kürze jene Fundstellen beschrieben werden, aus welchen Material zur Bearbeitung herangezogen wurde. Die Höhlen sind, nachdem die Höhenlage in dieser Arbeit eine entscheidende Rolle spielt, nach absteigender Höhe angeführt. Informationen, welche die Lage der Höhlen betreffen, stammen, wenn nicht extra gekennzeichnet, aus DÖPPES & RABEDER 1997, während die jeweils vorkommenden Höhlenbärentaxa aus Tabelle 1, die von G. Rabeder zur Verfügung gestellt wurde, entnommen sind. Die radiometrischen Daten wurden ebenfalls von G. Rabeder zur Verfügung gestellt, sie sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

### 1.2.1 Conturineshöhle

Gemeinde: Enneberg

Provinz: Bozen, Südtirol, Italien

Seehöhe: 2775 m

Forschungsgeschichte: Entdeckung durch Willi Costamoling 1987

Grabungen von 1988 – 2001 unter der Leitung von Gernot Rabeder

Chronologie: Mittelwurm, radiometrische Datierung von 47685 - >50000 CalPal

Taxonomie der Bärenfunde: *Ursus spelaeus ladinicus*

(RABEDER & HOFREITER 2004) (RABEDER et al 2006)

### 1.2.2 Drachenloch

Gemeinde: Vättis

Kanton: St. Gallen, Schweiz

Seehöhe: 2475 m

Forschungsgeschichte: Einheimischen bereits lange bekannt

Grabungen von 1905-1927 unter der Leitung von Emil Bächler

Chronologie: keine radiometrischen Daten

Taxonomie der Bärenfunde: *Ursus spelaeus eremus*

(BÄCHLER 1940) (PACHER et al 2014) (RABEDER & HOFREITER 2004)

### 1.2.3 Schreiberwandhöhle

Gemeinde: Gosau

Politischer Bezirk: Gmunden, Oberösterreich

Seehöhe: 2250 m

Höhlenkatasternummer: 1543/27

Forschungsgeschichte: Entdeckt 1926 durch Sepp Seethaler

Grabung 1927 unter der Leitung von Kurt Ehrenberg

Chronologie: Mittelwürm, radiometrische Daten zwischen 36405 - >51700 CalPal

Taxonomie der Bärenfunde: *Ursus spelaeus eremus*

(RABEDER & HOFREITER 2004) (EHRENBERG 1929)

#### **1.2.4 Ramesch-Knochenhöhle**

Gemeinde: Spital am Pyhrn

Politischer Bezirk: Kirchdorf an der Krems, Oberösterreich

Seehöhe: 1960 m

Höhlenkatasternummer: 1636/8

Forschungsgeschichte: Einheimischen bereits lange bekannt

Wissenschaftliche Grabungen von 1979 – 1984 unter der

Leitung von Gernot Rabeder und Karl Mais

Chronologie: Mittelwürm, Radiometrische Daten zwischen 31300 – 150400 CalPal

Taxonomie der Bärenfunde: *Ursus spelaeus eremus*

(HILLE & RABEDER 1986)

#### **1.2.5 Brieglersberghöhle**

Gemeinde: Tauplitz

Politischer Bezirk: Liezen, Steiermark

Seehöhe: 1960 m

Höhlenkatasternummer: 1625/24

Forschungsgeschichte: Entdeckung 1951 durch Hermann Bock

1. wissenschaftliche Grabung 1953 unter der Leitung von  
Karl Murban

2. Wissenschaftliche Grabung 1985 unter der Leitung von  
Gernot Rabeder

Chronologie: Frühwürm, radiometrische Datierung auf 55645 CalPal

Taxonomie der Bärenfunde: *Ursus spelaeus ladinicus*

(RABEDER & HOFREITER 2004)

### **1.2.6 Brettsteinhöhle**

Gemeinde: Grundlsee (Eingänge B, C) und Tauplitz (Eingang A)

Politischer Bezirk: Liezen, Steiermark

Seehöhe: 1660 m (Haupteingang)

Höhlenkatasternummer: 1625/33

Forschungsgeschichte: Entdeckung durch Walkner und Sendlhofer, Jahr unbekannt

Wissenschaftliche Grabungen seit 1994 unter der Leitung  
von Gernot Rabeder

Chronologie: Frühwürm, radiometrische Datierung und DNA >56000 CalPal

Taxonomie der Bärenfunde: *Ursus spelaeus eremus* + *Ursus spelaeus ladinicus*

### **1.2.7 Ochsenhalzhöhle**

Gemeinde: Weißenbach bei Liezen

Politischer Bezirk: Liezen, Steiermark

Seehöhe: 1660 m

Höhlenkatasternummer: 1634/40

Forschungsgeschichte: Entdeckung der Fossilführung durch Hans Segel und Sepp

Steinberger

Probegrabung 2001 unter der Leitung von Gernot Rabeder

Sechs weitere Grabungen bis 2006 unter demselben Leiter

Chronologie: Mittel- bis Spätwürm, radiometrische Daten zwischen 32761 – 45874

CalPal

Taxonomie der Bärenfunde: *Ursus spelaeus eremus*

(FRISCHAUF 2010)

### **1.2.8 Wildkirchli**

Gemeinde: Schwende

Kanton: Appenzell Innerrhoden, Schweiz

Seehöhe: 1420 m

Forschungsgeschichte: Einheimischen bereits lange bekannt, in Almwirtschaft

eingebunden

Grabungen 1903-1927 unter der Leitung von Emil BÄCHLER

Chronologie: keine radiometrischen Daten

Taxonomie der Bärenfunde: *Ursus ingressus*

(BÄCHLER 1940)

### **1.2.9 Gamssulzenhöhle**

Gemeinde: Spital am Pyhrn

Politischer Bezirk: Kirchdorf an der Krems, Oberösterreich

Seehöhe: 1300 m

Höhlenkatasternummer: 1637/3

Forschungsgeschichte: Heimischen Jägern bereits lange bekannt

Wissenschaftliche Grabungen von 1988 – 1991 unter der  
Leitung von Gernot Rabeder

Chronologie: Radiometrische Daten zwischen 25400 – 51256 CalPal

Taxonomie der Bärenfunde: *Ursus ingressus*

(RABEDER & HOFREITER 2004)

### **1.2.10 Bärenhöhle im Hartelsgraben**

Gemeinde: Hieflau

Politischer Bezirk: Leoben, Steiermark

Seehöhe: 1230 m

Höhlenkatasternummer: 1714/1

Forschungsgeschichte: Höhle bereits lange bekannt, häufige Raubgrabungen

Wissenschaftliche Grabung 1986 unter der Leitung von  
Gernot Rabeder

Chronologie: Mittelwurm, keine radiometrischen Daten

Taxonomie der Bärenfunde: *Ursus ingressus*

(RABEDER & HOFREITER 2004) (RABEDER 2005)

### **1.2.11 Liegelloch**

Gemeinde: Tauplitz

Politischer Bezirk: Liezen, Steiermark

Seehöhe: 1290 m

Höhlenkatasternummer: 1622/1

Forschungsgeschichte: Höhle bereits lange bekannt

erste Grabungen bereits 1926

Röschenziehung im Jahre 1946

1. wissenschaftliche Probegrabung 1949 unter der Leitung von M. Mottl

Weitere wissenschaftliche Grabungen 1985 und 2005 unter der Leitung von Gernot Rabeder

Chronologie: Radiometrische Daten zwischen 31203 – 38894 CalPal

Taxonomie der Bärenfunde: *Ursus ingressus*

(RABEDER & HOFREITER 2004) (RABEDER & PACHER 2007)

### **1.2.12 Drachenhöhle von Mixnitz**

Gemeinde: Pernegg an der Mur

Politischer Bezirk: Graz-Umgebung, Steiermark

Seehöhe: 949 m

Höhlenkatasternummer: 2839/1

Forschungsgeschichte: Aus dieser Höhle sind große Mengen von

Fossilfunden überliefert. Dieser Umstand beruht auf einer historischen Begebenheit, denn gegen Ende des ersten Weltkrieges wurden die Höhlenlehme bergmännisch abgebaut, um einem damals herrschenden Düngermangel abzuhelpfen. In den Lehmen wurden hohe Phosphatwerte nachgewiesen, so sollten Missernten und somit drohende Hungersnöte eingedämmt bzw. verhindert werden. Nachdem die Lehme der Höhle in großem Stil angebaut wurden, stachen für die damaligen Arbeiter große Knochenfunde aus der Erdmasse heraus, während kleine Fossilien, wie die Schneidezähne von Höhlenbären, einfach nicht auffällig genug waren, um aus der Lehmmasse entnommen zu werden. Diese geschichtliche Tatsache führt eben dazu, dass aus Mixnitz viele Eckzähne, aber kaum Schneidezähne überliefert sind. (RABEDER et al 2000)

Chronologie: Mittelwurm, radiometrischen Datierung 43467 CalPal

Taxonomie der Bärenfunde: *Ursus ingressus*

### **1.2.13 Arzberghöhle**

Gemeinde: Wildalpen

Politischer Bezirk: Liezen, Steiermark

Seehöhe: 735 m

Höhlenkatasternummer: 1741/4

Forschungsgeschichte: Erstmalige Beschreibung bereits 1874 von Redtenbacher  
1. offizielle Grabung 1880 unter der Leitung von C. Frühwirt  
Wissenschaftliche Probegrabung 2008 unter der Leitung von  
Gernot Rabeder  
Weitere wissenschaftliche Grabungen 2009, 2011-2012  
unter demselben Leiter

Chronologie: Mittelwurm, radiometrische Datierung von 33473-40807 CalPal

Taxonomie der Bärenfunde: *Ursus ingressus*

(DÖPPES et al 2009) (PACHER et al 2011)

#### **1.2.14 Važecká jaskyna**

Gemeinde: Važec

Bezirk: Liptovský Mikuláš, Slowakei

Seehöhe: 784 m

Forschungsgeschichte: Erste Publikation 1936 durch HAVRÁNEK  
Wissenschaftliche Grabungen 2011-2013 unter der Leitung  
von Gernot Rabeder und Martin Sabol

Chronologie: Mittelwurm

Taxonomie der Bärenfunde: Indet.

(LAUGHLAN et al 2011)

#### **1.2.15 Herkova jama**

Gemeinde: Radl ob Dravi

Bezirk: Koroška, Slowenien

Seehöhe: 520 m

Forschungsgeschichte: Grabungen von 1977-1979 unter der Leitung von Vida Pohar,  
und von 2003-2006 unter Vida Pohar & Gernot Rabeder

Chronologie: Mittelpleistozän

Taxonomie der Bärenfunde: *Ursus deningeroides*

(MOTTL 1964) (RABEDER et al 2013) (POHAR 1981) (POHAR et al 2003)

### **1.2.16 Merkensteinhöhle**

Gemeinde: Gainfarn

Politischer Bezirk: Baden, Niederösterreich

Seehöhe: 441 m

Höhlenkatasternummer: 1911/32

Forschungsgeschichte: Grabung 1921 unter der Leitung von Mühlhofer  
Grabungen von 1922 – 1923 und 1930 unter derselben  
Leitung

Chronologie: Junges Mittelwurm

Taxonomie der Bärenfunde: *Ursus ingressus*

### **1.2.17 Hundsheimer Spalte**

Gemeinde: Bad Deutsch-Altenburg

Politischer Bezirk: Bruck an der Leitha, Niederösterreich

Seehöhe: 270 m

Höhlenkatasternummer: 2921/13

Forschungsgeschichte: Entdeckung 1900 während Steinbrucharbeiten  
Grabungen 1902 durch Toula, 1933 durch Sickenberg, 1939  
durch Zapfe, 1942 Hütter und Lehmann  
Ausgedehnte Grabung 1947 – 1951 unter der Leitung von  
Erich Thenius

Chronologie: frühes Mittelpleistozän

Taxonomie der Bärenfunde: *Ursus deningeri* + *Ursus arctos suessenbornensis*

(RABEDER et al 2010)

### **1.2.18 Windener Bärenhöhle**

Gemeinde: Winden am See

Politischer Bezirk: Neusiedl am See, Burgenland

Seehöhe: 190 m

Höhlenkatasternummer: 2911/1

Forschungsgeschichte: Erste Grabungen zwischen 1929 und 1931 unter der Leitung  
von Kurt Ehrenberg  
1962-1984 Oberflächenfunde aus dem Grabungsaushub

Chronologie: Jungpleistozän, radiometrische Datierung 42962 CalPal

Taxonomie der Bärenfunde: *Ursus ingressus* + *Ursus arctos priscus*

Tabelle 1: Höhlenübersicht

Symbol	Name	Höhlenbärenart	Gebirge	Land/Provinz/Kanton		Seehöhe (m)
<b>Österreich</b>						
ARZ	Arzberghöhle	ingressus	Hochschwab	Steiermark	A	735
BB	Brieglersberghöhle	ladinicus	Totes Gebirge	Steiermark	A	1960
BS	Brettsteinhöhle	eremus+ladinicus	Totes Gebirge	Steiermark	A	1700
GS1	Gamssulzen	ingressus	Totes Gebirge	Oberösterreich	A	1300
HG	Hartelsgraben	ingressus	Gesäuse	Steiermark	A	1230
HH	Hundsheim	deningeri+arctos suessenbornensis	Hainburger Berge	Niederösterreich	A	270
LL	Lieglloch	ingressus	Totes Gebirge	Steiermark	A	1280
Mix	Mixnitz	ingressus	Grazer Bergland	Steiermark	A	949
Mst	Merkensteinhöhle	ingressus	Wiener Wald	Niederösterreich	A	441
OH	Ochsenhalthöhle	eremus	Totes Gebirge	Steiermark	A	1650
RK	Ramesch-Knochenhöhle	eremus	Totes Gebirge	Oberösterreich	A	1960
Sr	Schreiberwandhöhle	eremus	Dachstein	Oberösterreich	A	2250
Wi	Windener Bärenhöhle	ingressus + arctos	Leithagebirge	Burgenland	A	190
<b>Schweiz</b>						
DL	Drachenloch	ladinicus?	Glarner Alpen	St. Gallen	C H	2475
WK	Wildkirchli	eremus+ingressus	Säntis	Appenzell	C H	1477
<b>Italien</b>						
Cu	Conturines	ladinicus	Gadertaler Dolomiten	Südtirol	I	2800
<b>Slowenien</b>						
Hj	Herkova jama	deningeroides	Posruck	Slowenien	Sl o	520
<b>Slowakei</b>						
Vj	Vazecká jaskyna	Indet.	Niedere Tatra	Slowakei	Sv k	784

**Tabelle 2: Radiometrische Daten**

Locality	Country	Lab nr.	Method	Date year BP	Error +	Error -	C14	error	altitude	reference
							CalPal/ US datings			
Arzberghöhle	A	VERA-2641	AMS	<b>29000</b>	300	280	<b>33473</b>	401	780m	Döppes & al. 2012
Arzberghöhle	A	<b>VERA-2642</b>	AMS	<b>36020</b>	600	560	<b>40807</b>	929	780m	Döppes & al. 2012
Brettsteinhöhle	A	<b>VERA-2186</b>	AMS	<b>51300</b>	2300	1800	<b>&gt;56000</b>	1650	1660 m	Pacher & Stuart 2008
Brieglersberg	A	VERA--2857	AMS	<b>49700</b>	2400	1800	<b>55645</b>	4775	1960 m	Pacher & Stuart 2008
Conturines	I	Beta-143246	AMS	<b>44 260</b>	900	900	<b>47685</b>	1708	2800 m	Pacher & Stuart 2008
Drachenloch b. Vättis	CH	VERA-5326	AMS	<b>&gt;49700</b>			<b>&gt;49700</b>	-	2475 m	Pacher & al. 2012
Drachenloch b. Vättis	CH	VERA-5325	AMS	<b>&gt;50000</b>			<b>&gt;50000</b>	-	2475 m	Pacher & al. 2012
Gamssulzenhöhle	A	VRI-GSII	US	<b>25400</b>	1500	1500	<b>25400</b>	x	1300	Rabeder 1995
Gamssulzenhöhle	A	Hv 16893	AMS	<b>25965</b>	780	780	<b>30754</b>	740	1300	Rabeder 1995
Gamssulzenhöhle	A	Hv 16892	AMS	<b>27520</b>	645	645	<b>32249</b>	562	1300	Rabeder 1995
Gamssulzenhöhle	A	Beta-157660	AMS	<b>32 010</b>	320	320	<b>36187</b>	533	1300	Pacher & Stuart 2008
Gamssulzenhöhle	A	VRI-1226	conv.	<b>31500</b>	1300	1100	<b>36239</b>	1576	1300	Rabeder 1995
Gamssulzenhöhle	A	Beta-157659	AMS	<b>32 190</b>	330	330	<b>36603</b>	742	1300	Pacher & Stuart 2008
Gamssulzenhöhle	A	VRI-1228	conv.	<b>34300</b>	2400	1900	<b>38227</b>	2452	1300	Rabeder 1995
Gamssulzenhöhle	A	VRI-1227	conv.	<b>38000</b>	3300	2300	<b>41793</b>	3102	1300	Rabeder 1995
Gamssulzenhöhle	A	VRI-1326	AMS	<b>38000</b>	2000	1900	<b>42283</b>	1671	1300	Rabeder 1995
Gamssulzenhöhle	A	Beta-157664	AMS	<b>41 060</b>	920	920	<b>44573</b>	1019	1300	Pacher & Stuart 2008
Gamssulzenhöhle	A	KIA-25287	AMS	<b>44 160</b>	1400	1190	<b>47676</b>	1948	1300	Pacher & Stuart 2008
Gamssulzenhöhle	A	Beta-157662	AMS	<b>44 400</b>	1380	1380	<b>48875</b>	2161	1300	Pacher & Stuart 2008
Gamssulzenhöhle	A	Beta-157663	AMS	<b>45 410</b>	1560	1560	<b>48944</b>	2302	1300	Pacher & Stuart 2008
Gamssulzenhöhle	A	Beta-157665	AMS	<b>47 300</b>	1970	1970	<b>51256</b>	3078	1300	Pacher & Stuart 2008
Gamssulzenhöhle	A	Beta-157665	AMS	<b>47 300</b>	1970	1970	<b>51256</b>	3078	1300 m	Pacher & Stuart 2008
Herkova jama	SL O	VERA-2569	AMS	<b>30050</b>	350	340	<b>34264</b>	271	520m	Pacher & Stuart 2008
Herkova jama	SL O	VERA-2862	AMS	<b>30320</b>	320	310	<b>34503</b>	255	520m	original
Liegloch	A	VERA-2184	AMS	<b>26 390</b>	110	110	<b>31203</b>	343	1290 m	Pacher & Stuart 2008
Liegloch	A	Ua-15978	conv	<b>28 130</b>	600	600	<b>32723</b>	580	1290 m	Pacher & Stuart 2008
Liegloch	A	Ua-15978	conv	<b>28 130</b>	600	600	<b>32723</b>	580	1290 m	Pacher & Stuart 2008
Liegloch	A	VERA-2185	AMS	<b>33 500</b>	240	240	<b>38894</b>	1465	1290 m	Pacher & Stuart 2008
Liegloch	A	VERA-2185	AMS	<b>33 500</b>	240	240	<b>38894</b>	1465	1290 m	Pacher & Stuart 2008
Mixnitz	A	VERA-2543	AMS	<b>39420</b>	1070	940	<b>43467</b>	829	949m	Pacher & Stuart 2008
Ochsenhalthöhle	A	VERA-2191	AMS	<b>28370</b>	140	140	<b>32761</b>	1660	1650 m	Frischauf 2011
Ochsenhalthöhle	A	VERA-1601	AMS	<b>36240</b>	670	620	<b>41324</b>	1660	1650 m	Pacher & Stuart 2008
Ochsenhalthöhle	A	VERA-2190	AMS	<b>39260</b>	500	470	<b>43379</b>	1660	1650 m	Pacher & Stuart 2008
Ochsenhalthöhle	A	KIA-25283	AMS	<b>42 290</b>	970	870	<b>45874</b>	1251	1650 m	Frischauf 2011
Ramesch-Knochenhöhle	A	RK81-D8-1	US	<b>31300</b>	1900	1800	<b>31300</b>	1900	1960 m	Hille & Rabeder 1986
Ramesch-	A	RK83-L11-	US	<b>34600</b>	2900	2800	<b>34600</b>	2900	1960	Hille & Rabeder

Knochenhöhle		1							m	1986
Ramesch-Knochenhöhle	A	Beta-157670	AMS	<b>31 140</b>	310	310	<b>35160</b>	397	1960 m	Pacher & Stuart 2008
Ramesch-Knochenhöhle	A	RK-D7-2	US	<b>36100</b>	3000	2800	<b>36100</b>	3000	1960 m	Hille & Rabeder 1986
Ramesch-Knochenhöhle	A	RK80-D7-3	US	<b>38900</b>	2300	2200	<b>38900</b>	2300	1960 m	Hille & Rabeder 1986
Ramesch-Knochenhöhle	A	VRI-776	conv.	<b>34900</b>	1800	1500	<b>39227</b>	2006	1960 m	Hille & Rabeder 1986
Ramesch-Knochenhöhle	A	VRI-792	conv.	<b>37200</b>	1900	1600	<b>41398</b>	1892	1960 m	Hille & Rabeder 1986
Ramesch-Knochenhöhle	A	RK80-D7-1	US	<b>42400</b>	5300	4900	<b>42400</b>	5300	1960 m	Hille & Rabeder 1986
Ramesch-Knochenhöhle	A	RK82-U17-1	US	<b>44500</b>	2900	2800	<b>44500</b>	2900	1960 m	Hille & Rabeder 1986
Ramesch-Knochenhöhle	A	Beta-143242	AMS	<b>43 610</b>	800	800	<b>47169</b>	1678	1960 m	Pacher & Stuart 2008
Ramesch-Knochenhöhle	A	Beta-157667	AMS	<b>43 700</b>	1270	1270	<b>47288</b>	1877	1960 m	Pacher & Stuart 2008
Ramesch-Knochenhöhle	A	RK81-D8-3	US	<b>51300</b>	2800	2700	<b>51300</b>	2800	1960 m	Hille & Rabeder 1986
Ramesch-Knochenhöhle	A	Beta-157669	AMS	<b>47 600</b>	2060	2060	<b>51706</b>	3209	1960 m	Pacher & Stuart 2008
Ramesch-Knochenhöhle	A	RK83-L11-3	US	<b>52000</b>	4700	4500	<b>52000</b>	4700	1960 m	Hille & Rabeder 1986
Ramesch-Knochenhöhle	A	Beta-143241	AMS	<b>49 520</b>	1600	1600	<b>54462</b>	3262	1960 m	Pacher & Stuart 2008
Ramesch-Knochenhöhle	A	RK83-L11-2	US	<b>62100</b>	4100	3900	<b>62100</b>	4100	1960 m	Hille & Rabeder 1986
Ramesch-Knochenhöhle	A	RK62-U16-1	US	<b>64000</b>	5400	5100	<b>64000</b>	5400	1960 m	Hille & Rabeder 1986
Ramesch-Knochenhöhle	A	RK82-U16-2	US	<b>117400</b>	11300	10000	<b>117400</b>	11300	1960 m	Hille & Rabeder 1986
Ramesch-Knochenhöhle	A	RK82-U16-2	US	<b>117500</b>	20100	16000	<b>117500</b>	20100	1960 m	Hille & Rabeder 1986
Ramesch-Knochenhöhle	A	RK83-L12-1	US	<b>128400</b>	12800	11000	<b>128400</b>	12800	1960 m	Hille & Rabeder 1986
Ramesch-Knochenhöhle	A	RK81-D8-4	US	<b>150400</b>	20100	16000	<b>150400</b>	x	1960 m	Hille & Rabeder 1986
Schreiberwandhöhle	A	VERA-4179	AMS	<b>32060</b>	410	390	<b>36405</b>	758	2250 m	Döppes & al. 2011
Schreiberwandhöhle	A	VERA-4251_2	AMS	<b>40200</b>	1200	1000	<b>43997</b>	1021	2250 m	Döppes & al. 2011
Schreiberwandhöhle	A	VERA-4251	AMS	<b>40470</b>	950	850	<b>44123</b>	943	2250 m	Döppes & al. 2011
Schreiberwandhöhle	A	VERA-4252-1	AMS	<b>42400</b>	1500	1300	<b>46306</b>	1756	2250 m	Döppes & al. 2011
Schreiberwandhöhle	A	VERA-4252	AMS	<b>43900</b>	1550	1300	<b>47495</b>	2037	2250 m	Döppes & al. 2011
Schreiberwandhöhle	A	GrN-23504	conv	> <b>41100</b>			> <b>41100</b>	-	2250 m	Döppes & al. 2011
Schreiberwandhöhle	A	VERA-4177	AMS	> <b>48200</b>			> <b>48200</b>	-	2250 m	Döppes & al. 2011
Schreiberwandhöhle	A	VERA-4250_2	AMS	> <b>49300</b>			> <b>49300</b>	-	2250 m	Döppes & al. 2011
Schreiberwandhöhle	A	VERA-4250	AMS	> <b>53570</b>			> <b>53570</b>	-	2250 m	Döppes & al. 2011
Schreiberwandhöhle	A	VERA-4252-3	AMS	> <b>51700</b>			> <b>51700</b>	-	2250 m	Döppes & al. 2011
Windener Bärenhöhle	A	VERA-0062	AMS	<b>38500</b>	430	450	<b>42962</b>	614	190m	Pacher & Stuart 2008

Die folgende Abbildung 1 zeigt die Lage der österreichischen, slowenischen und südtiroler Höhlen, während auf Abbildung 2 die zwei Schweizer Höhlen, Drachenloch und Wildkirchli, zu sehen sind und auf Abbildung 3 die slowakische Höhle Važecká jaskyna.

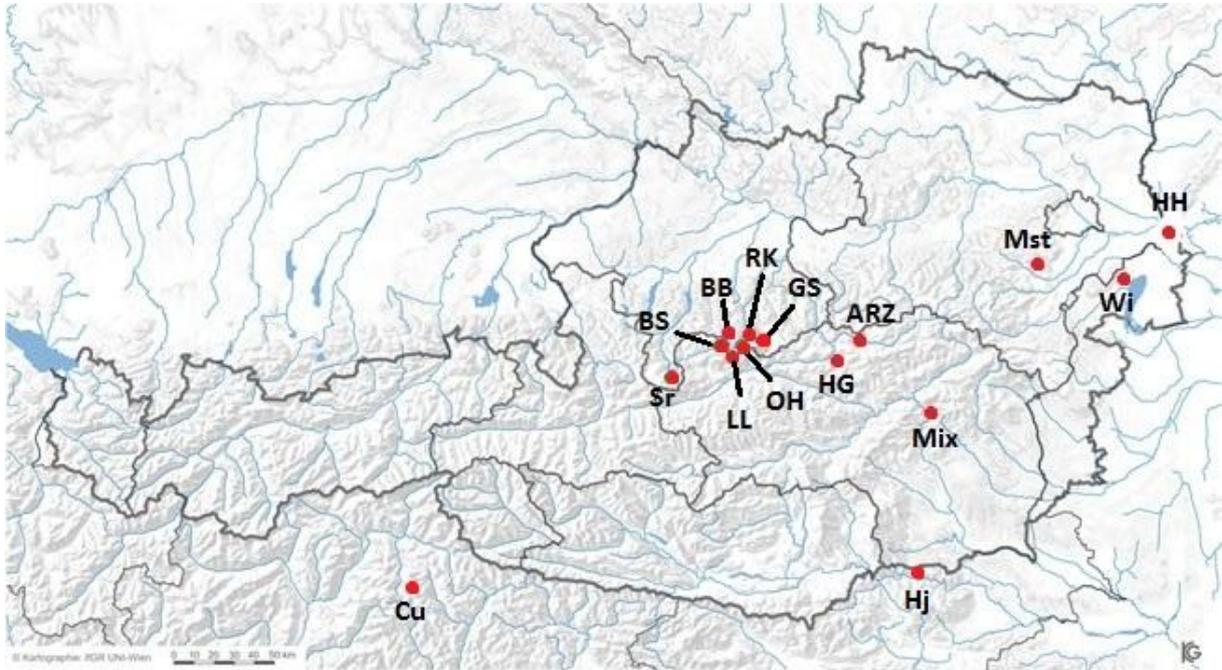


Abbildung 1: Grenznahe und österreichische Höhlen



Abbildung 2: Lage der Schweizer Höhlen WK und DL

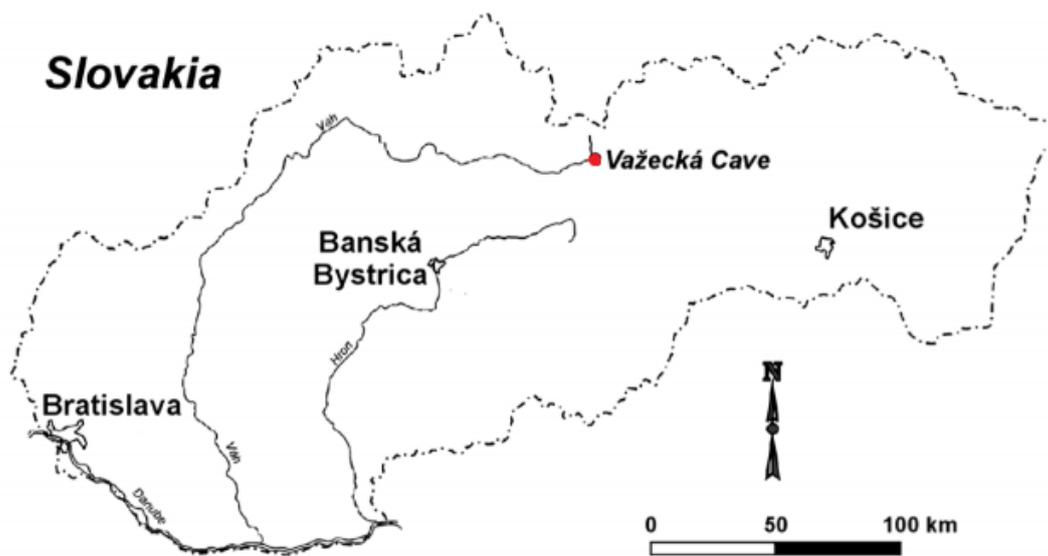


Abbildung 3: Lage der slowakischen Höhle Vj

## 2. Material

---

Das untersuchte Material stammt vorwiegend aus wissenschaftlichen Grabungen und wird seit der Bergung an der Universität Wien, am Institut für Paläobiologie, aufbewahrt. Im Vergleich ist jedoch das Fundinventar aus den verschiedenen Höhlen im Bezug auf die Gesamtstückzahl sehr unterschiedlich. So sind zum Beispiel aus der Conturineshöhle 796 Incisivi gezählt worden, während aus der Schreiberwandhöhle nur 24 Zähne dieser Kategorie vorhanden und verwendbar waren. Von manchen Fundstellen sind zum Teil im Fundinventar an der Uni Wien keine Schneidezähne verfügbar, wie zum Beispiel der Schreiberwandhöhle, bei welcher sich jedoch das gesamte Inventar sehr überschaubar präsentiert. Aber auch das Material der Drachenhöhle von Mixnitz beinhaltet fast keine Schneidezähne, was wahrscheinlich aus der Tatsache rührt, dass das Hauptaugenmerk der nicht wissenschaftlichen Grabenden auf den großen Canini lag und kleineren Elementen, wie Schneidezähnen, keine Beachtung geschenkt wurde. In diesem Fall kann somit die Grabungsmethode als Ursache für die schlechte Überlieferung von Incisivi identifiziert werden.

Tabelle 3 illustriert das gesamte Fundmaterial, welches für die Untersuchung der Fragestellung herangezogen und verwendet wurde. Die Zahl der Canini versteht sich

als Summe der männlichen und weiblichen Eckzähne, sowohl im Unterkiefer, als auch im Oberkiefer. Die Abkürzung  $I_{\text{indet}}$  bezeichnet jene Incisivi, die, meist durch eine sehr starke Abkautung bedingt, nicht eindeutig einer Zahnkategorie (z.B.  $I_1$  oder  $I_2$ ) zuzuordnen waren.

Tabelle 3: Stückzahlen der Incisivi und Canini aus den verschiedenen Höhlen

	$C_{\text{ges}}$	$I_{1,2}$	$I_3$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_{\text{indet}}$	$I_{\text{ges}}$
Cu	53	253	105	105	185	148	0	796
DL	41	0	0	0	0	0	0	0
Sr	27	10	5	3	4	2	0	24
RK	309	976	437	342	422	461	0	2638
BB	42	32	19	23	36	38	0	148
BS	53	136	0	85	101	92	1	415
OH	87	104	70	46	74	68	0	362
WK	311	160	221	36	104	137	132	790
GS	72	73	89	35	30	57	0	284
HG	17	35	32	23	25	15	35	165
LL	5	26	13	12	11	10	20	92
Mix	560	0	0	0	0	0	0	0
ARZ	21	0	49	34	40	51	19	193
Vj	19	12	9	4	8	5	6	44
Hj	74	99	93	33	41	45	36	347
Mst	59	87	72	43	43	51	0	296
HH	14	0	0	0	0	0	0	0
Wi	483	138	96	41	93	112	22	502

# 3. Methoden

---

Zur Beantwortung der Fragestellung wurden zunächst jene Höhlen ausgewählt, deren Zahnmaterial untersucht werden sollte. Die Auswahl der Höhlen sollte einen repräsentativen Querschnitt über die verschiedensten Höhenlagen der Höhlen darstellen. Die höchstgelegene Höhle ist die Conturineshöhle mit rund 2800 Metern, während die Windener Bärenhöhle eine Altitude von 190 Meter Seehöhe aufweist. Zwischen diesen beiden liegen nun 16 weitere Höhlen in unterschiedlichen Höhenlagen.

Nach der Auswahl der zu bearbeitenden Höhlen wurde das Material, genauer gesagt die Incisiven und Canini, gesichtet, bewertet und gezählt.

Zuerst wurden die Zähne so sortiert, dass nur aussagekräftiges Material zur Auswertung kam, Zahnkeime und Zähne, die im Bereich möglicher Schliiffmarken abgesplittert waren, wurden aussortiert und nicht für die Zählung verwendet. Zahnkeime wurden aussortiert, weil sie im Laufe der Individualgeschichte eine Schliiffmarke ausprägen hätten können, sie sind daher nicht aussagekräftig.

Anschließend wurden die so ausgewählten Zähne auf Schliiffmarken untersucht.

Die Untersuchung erfolgte bei den Canini mit freiem Auge, bei den kleinen Incisivi wurde ein Stereomikroskop mit 12-facher Vergrößerung zur sicheren Bestimmung herangezogen.

Die Gesamtzahl wurde ermittelt, sowie die jeweilige Anzahl der Zähne mit Kiskevélyer Klingen bzw. keilförmigen Defekten. Die Schliiffmarken wurden weiter in drei Kategorien unterteilt, je nach der Stärke ihrer Deutlichkeit. So entstanden die drei Kategorien ‚schwacher Defekt‘, ‚deutlicher Defekt‘ und ‚tiefe Kerbe‘.

Ein schwacher Defekt lag vor, wenn die Schliiffmarken kaum mit dem freien Auge zu erkennen waren und das Stereomikroskop herangezogen werden musste, während unter einem deutlichen Defekt eine seichte, aber sehr gut sichtbare Furche verstanden wurde. Die tiefe Kerbe war die am stärksten ausgeprägte Schliiffmarke, bei der bereits eine starke Einkerbung zu sehen war und nicht bloß eine seichte Furche.

Bei den Canini wurde diese Dreiteilung nicht vorgenommen, hier wurde in männliche und weibliche Eckzähne unterschieden, wenn dies nicht möglich war, wurden sie in der Tabelle als C<sub>indet</sub> geführt.

Es wurde so eine Excel-Tabelle geführt, in welcher abschließend der Prozentsatz an defekten Zähnen ausgerechnet wurde. Tabelle 4 zeigt exemplarisch ein solches Excel-Datenblatt, genauer für die Conturineshöhle, die höchstgelegene der untersuchten Höhlen.

Auf diese Art und Weise wurde mit allen 18 Höhlenmaterialien verfahren.

Nach diesem Arbeitsschritt wurden, mit den ermittelten Daten, Diagramme erstellt. Zunächst wurde je eines für die Incisiven und die Canini erstellt, welche die Zahl der Defekte in Relation zu der Höhenlage setzen sollte. Dazu wurde ein Punktdiagramm herangezogen, wobei auf der Abszisse die Werte der Zähne mit Schliffmarken in Prozent und auf die Ordinate die Höhenlage (Altitude) der Höhle aufgetragen wurde. In die so erstellten Diagramme wurden anschließend noch die Trendlinien und das Bestimmtheitsmaß  $R^2$  eingefügt. Das Bestimmtheitsmaß ist ein Wert von null bis eins, der angibt, wie nahe die einzelnen Werte des Diagramms an der Trendlinie liegen, wobei ein  $R^2=1$  das Maximum darstellt, bei welchem sämtliche Punkte auf der Trendlinien liegen. Für diese Arbeit wurde ein Wert ab 0,7 als aussagekräftig angenommen.

Tabelle 4: Auswertungsblatt am Beispiel der Conturineshöhle

<b>Incisivi</b>						
Sup	Summe	Defekte	Schwach	Deutlich	Tiefe Kerbe	% Defekt
I1,2	253	1	0	1	0	0,40%
I3	105	0	0	0	0	0,00%
<b>Gesamt sup</b>	<b>358</b>	<b>1</b>		<b>1</b>		<b>0,28%</b>
<b>Inf</b>						
I1	105	1	0	0	1	0,95%
I2	185	0	0	0	0	0,00%
I3	148	0	0	0	0	0,00%
<b>Gesamt inf</b>	<b>438</b>	<b>1</b>			<b>1</b>	<b>0,23%</b>

<b>Gesamt Incisivi</b>	<b>796</b>	<b>2</b>	<b>0,25%</b>
------------------------	------------	----------	--------------

Canini						
	Summe	Defekte	Schwach	Deutlich	Tiefe Kerbe	% Defekt
Männlich	6	0				0,00%
Weiblich	21	2		2		9,52%
Indet. (Excl. Keime)	2	0				0,00%
<b>Gesamt Canini</b>	<b>53</b>	<b>2</b>		<b>2</b>		<b>3,77%</b>

Im Auswertungsblatt wurden die Incisiven in verschiedene Kategorien eingeteilt, es wurde eine Einteilung in die Zähne des Oberkiefers ( $I_{1,2}$  und  $I_3$  sup.) und des Unterkiefers ( $I_1$ ,  $I_2$  und  $I_3$  inf.) vorgenommen.

Im Zuge der grafischen Auswertung wurde die Windener Bärenhöhle gesondert behandelt, da das fossile Bärenmaterial dieser Höhle auch einen nicht bekannten Anteil an Zähnen von *Ursus arctos priscus* enthält. (THENIUS 1956)

Ebenso wurde mit jenen Höhlen oder Zahnkategorien verfahren, welche eine zu geringe Stückzahl aufwiesen, um einen repräsentativen Wert liefern zu können.

Nur bei den Incisiven wurde ein Symbol für ‚zu wenig Kategorien‘ eingeführt, welches verwendet wurde, um jene Datenpunkte zu kennzeichnen, denen nicht aus jeder Zahnkategorie Zahlen zur Berechnung des Prozentsatzes vorlagen.

## 4. Resultate

---

### 4.1 Canini

Die grafische Auswertung der Canini ergibt eine sehr aussagekräftige Kurve, welche die im Vorhinein angenommene Hypothese stützt. Abbildung 4 zeigt dieses Diagramm.

Wie bereits im Kapitel ‚Methoden‘ kurz erwähnt, wurden in diesem Diagramm einige gesonderte Symbole vergeben. Konkret handelt es sich hierbei um die Arzberghöhle, den Hartelsgraben, die Hundsheimer Spalte, das Liegloch und die Važecká jaskyna, da sie eine zu geringe Stückzahl aufwiesen, um einen repräsentativen Wert liefern zu

können. Die Grenze wurde hier bei einer Stückzahl unter 25 Canini angesetzt. Als Symbol für diesen Umstand wurde ein grünes Dreieck gewählt.

Das rote Quadrat symbolisiert jene Höhlen, in denen *Ursus deningeri*- oder *Ursus deningeroides*-Funde ausgewertet wurden, es sind dies die Hundsheimer Spalte und die Herkova jama. Bei HH kommt zusätzlich noch die Tatsache hinzu, dass die Funde in einer zu geringen Stückzahl vorliegen, es konnten nur 14 Canini untersucht werden.

Es ist dem Diagramm daher zu entnehmen, dass die Zähne der *Ursus deningeri* und *Ursus deningeroides*-Gruppe nicht zum Rest des untersuchten Materials passen.

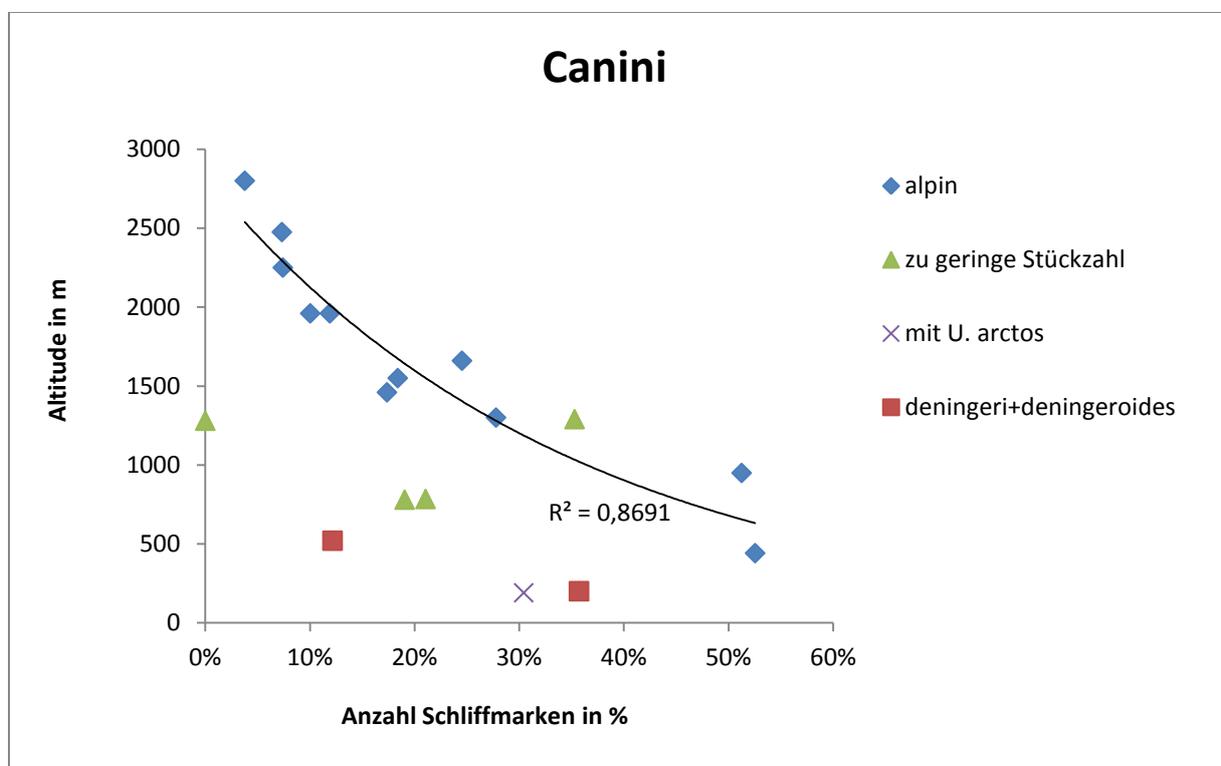


Abbildung 4: Canini - Korrelation der Höhenlage mit der Zahl der Schliffmarken

Betrachtet man die Trendlinie der Punkte, die als ‚alpin‘ geführt werden, so liegen auch zwei Punkte der Kategorie ‚zu geringe Stückzahl‘ sehr nahe an dieser, während drei andere Höhlen mit ihr nicht korrelieren.

Insgesamt sind somit von den 18 untersuchten Höhlen 11 alpin mit einer repräsentativen Stückzahl, während 4 der alpinen Höhlen zu wenige Canini aufweisen, um als repräsentativ zu gelten. Neben diesen 15 Höhlen existieren noch jene zwei, in denen *Ursus deningeri* bzw. *Ursus deningeroides* vorliegt, sie wurden

ebenso aus der Erstellung der Trendlinie genommen, hinzu kommt noch, das in HH zu wenig Zähne vorlagen. Zuletzt wurde Winden, auf Grund des parallelen Vorkommens von Ursus arctos, ebenfalls aus den repräsentativen Werten genommen. Die Gründe für dieses Vorgehen finden sich in Kapitel 5. Aus Tabelle 5 sind die einzelnen Werte mit Höhenlagen zu entnehmen.

Tabelle 5: Auswertung aller Canini

	C <sub>ges</sub>	C <sub>def</sub>	%	altitude
Cu	53	2	3,77%	2800
DL	41	3	7,32%	2475
SR	27	2	7,41%	2250
RK	309	31	10,03%	1960
BB	42	5	11,90%	1960
BS	53	13	24,53%	1660
OH	87	16	18,39%	1550
WK	311	54	17,36%	1460
GS	72	20	27,78%	1300
HG	17	6	35,29%	1290
LL	5	0	0,00%	1280
Mix	560	287	51,25%	949
ARZ	21	4	19,05%	780
Vj	19	4	21,05%	784
Hj	74	9	12,16%	520
Mst	59	6	10,17%	441
HH	14	5	35,71%	200
Wi	483	147	30,43%	190

Grün unterlegt sind jene Werte, die nicht repräsentativ auf Grund einer zu geringen Stückzahl sind. Blau markiert ist die Bärenhöhle in Winden mit Ursus arctos und rot

sind jene Fundstellen, die Fossilien von *Ursus deningeri* und *Ursus deningeroides* aufweisen.

Die höchste Prozentzahl an Defekten weist mit 51,25% die Drachenhöhle von Mixnitz auf, während die höchstgelegene Conturineshöhle mit 3,77% die wenigsten zeigt.

Behält man nun nur jene Werte in der Grafik, auf Grund deren die Trendlinie erstellt wurde, erhält man das Diagramm, das in Abbildung 5 zu sehen ist. Diese Datenpunkte ergeben sich somit aus einer Menge an Zähnen, die als repräsentativ gilt, aus alpinen Höhlen und nicht von *Ursus deningeri* und *U. deningeroides* stammt.

Aus Abbildung 5 ist sehr klar zu entnehmen, dass die Zahl der Zahndefekte bei den Canini mit absteigender Höhe zunimmt. Bei einer Seehöhe von knapp 3000 Metern sind weit unter 10% der untersuchten Zähne defekt, während es bei einer Höhe von unter 500 Meter bereits über 50% sind. Die Trendlinie ist exponentiell, sie flacht daher mit abnehmender Höhe immer mehr ab. Das Bestimmtheitsmaß  $R^2$  hat einen Wert von 0,8691. Bei einem Wert von  $R^2 = 1$  würde zwischen die Trendlinie sämtliche Werte einwandfrei miteinander verbinden. Der Wert von  $R^2 = 0,8691$  ist beim Auswerten fossiler Funde und Daten überraschend hoch.

Somit liegen in Abbildung 5 noch die Werte von 11 verschiedenen, alpinen Höhlen vor, die als repräsentativ gelten und somit das Endergebnis der Untersuchung der Canini darstellen, die Zahndefekte nehmen mit sinkender Seehöhe deutlich zu.

Außer diesen beiden Diagrammen wurde noch Abbildung 6 erstellt, welche verdeutlichen soll, dass die Schliffmarken zwar abhängig von der Höhe sind, aber unabhängig von der Höhlenbärenart. Es wurden die 11 repräsentativen, alpinen Höhlen verwendet und dort die verschiedenen Höhlenbärenarten sichtbar gemacht.

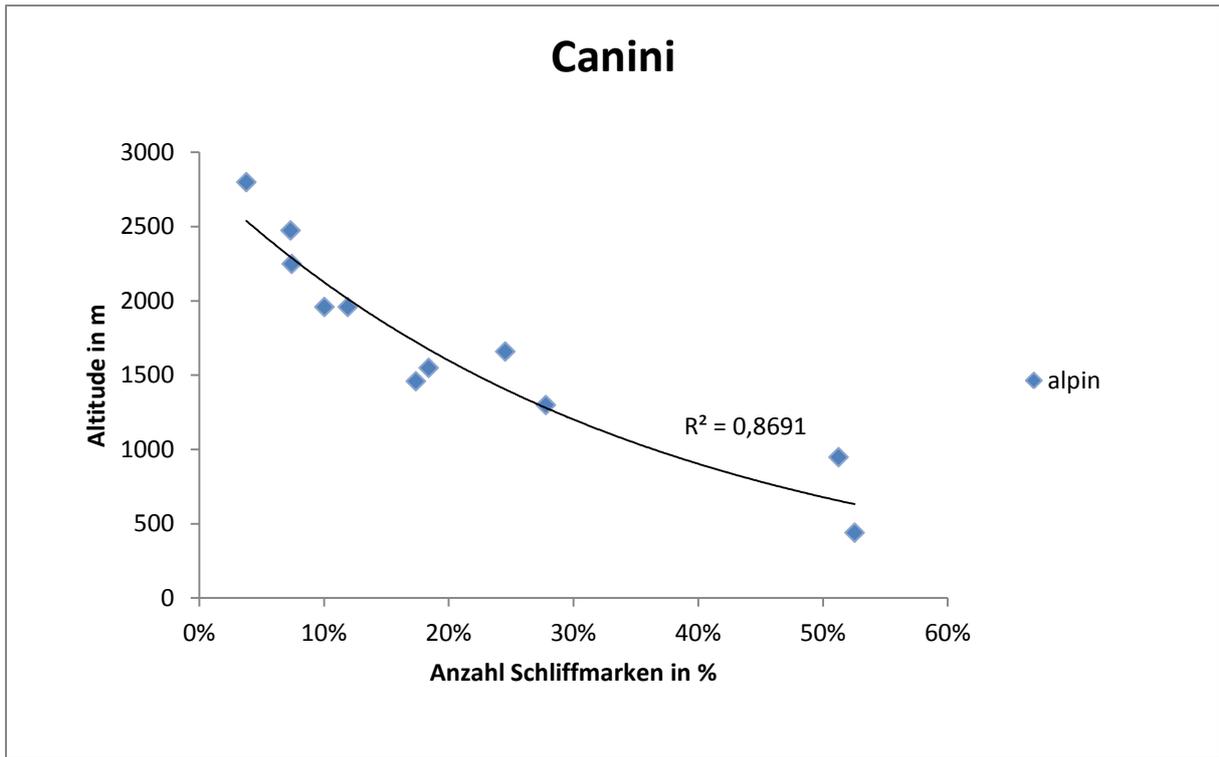


Abbildung 5: Ergebnisse der alpinen, repräsentativen Höhlen – Canini

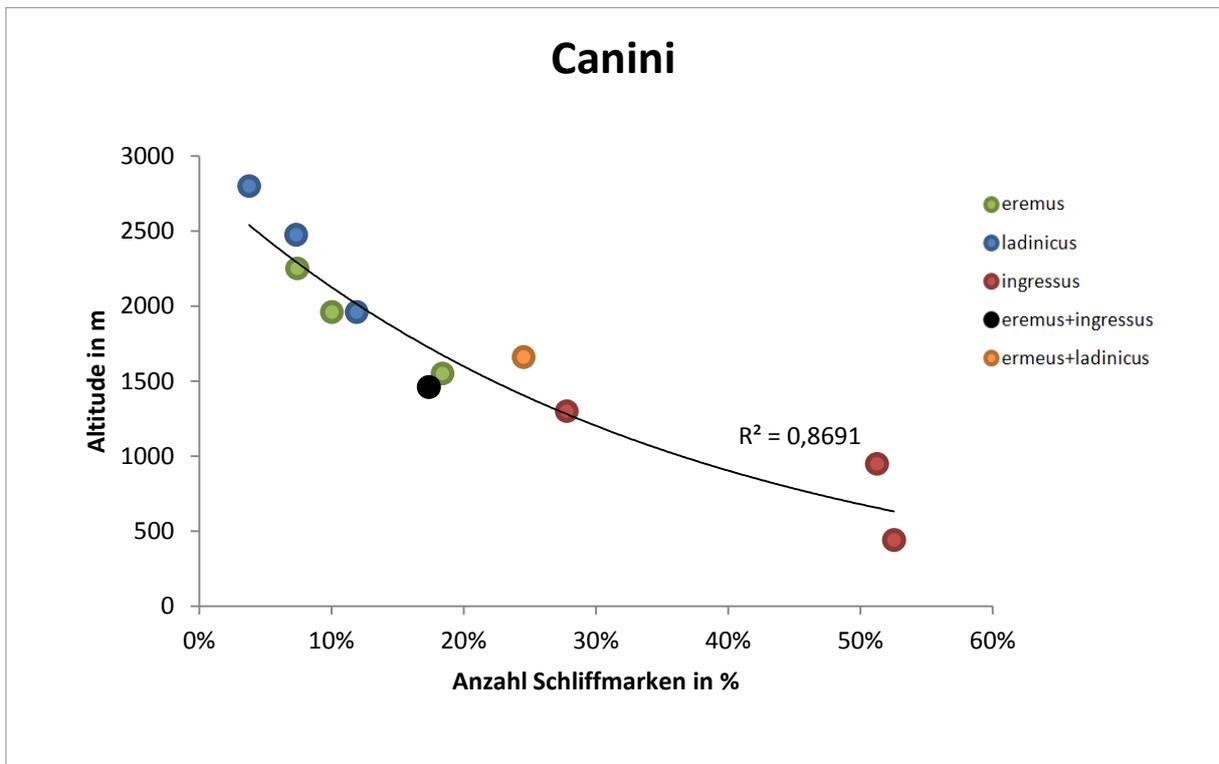


Abbildung 6: Schliffmarken an den Canini der verschiedenen Höhlenbärenarten

## 4.2 Incisivi

Die Incisiven ergaben, ähnlich wie die Canini, eine sehr aussagekräftige Trendlinie, vor allem das Bestimmtheitsmaß  $R^2 = 0,9573$  besticht durch einen ausnehmend hohen Wert. Abbildung 7 zeigt das grafisch ausgewertete Ergebnis der Incisiven.

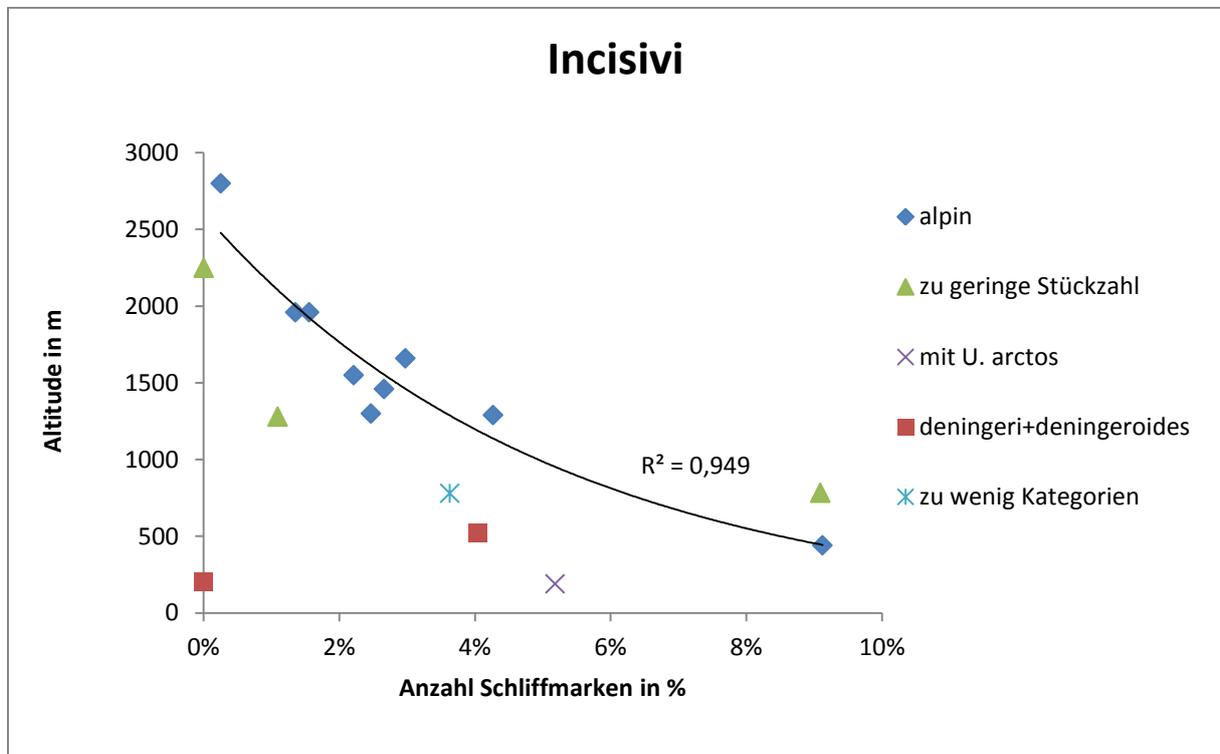


Abbildung 7: Incisivi - Korrelation der Höhenlage mit der Zahl der Schliffmarken

Es wurde jedoch, im Unterschied zu den Canini, ein weiteres Symbol erstellt, nämlich jenes für ‚zu wenig Kategorien‘. Hierzu zählen jene Höhlen, in denen nicht aus jeder Zahnkategorie Exemplare vorhanden waren, es handelt sich hierbei um die Arzberghöhle. Aus dieser Höhle sind keine Zähne der Kategorie  $I_{1,2\text{ sup}}$  vorhanden. Warum dieser Umstand im Diagramm und somit der Auswertung gesondert behandelt wurde, ist in Kapitel 5.1 beschrieben.

Ebenfalls aus der Gesamtwertung fallen, wie bei den Canini, jene Daten, die auf einer zu geringen Stückzahl basieren. Es wurde wieder das grüne Dreieck als Symbol gewählt.

Wie bei der Auswertung der Canini wurde mit den Höhlen verfahren, die Ursus deningeri und Ursus deningeroides-Funde aufweisen. Auch Winden wurde wieder auf Grund des gemeinsamen Auftretens von Ursus ingressus und Ursus arctos gesondert angeführt und nicht zur Erstellung der Trendlinie herangezogen.

Tabelle 6 zeigt die Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchung der Incisiven.  $I_{def}$  bezeichnet die Zahl an Incisiven mit keilförmigen Defekten,  $I_{gesamt}$  ist die Summe der verwertbaren Incisiven.

**Tabelle 6: Auswertung aller Incisiven**

	$I_{gesamt}$	$I_{def}$	$I_{def}$ in%	altitude
Cu	796	2	0,25%	<b>2800</b>
DL	0	0	0,00%	<b>2475</b>
SR	24	0	0,00%	<b>2250</b>
RK	2638	41	1,55%	<b>1960</b>
BB	148	2	1,35%	<b>1960</b>
BS	415	14	3,37%	<b>1660</b>
OH	362	8	2,21%	<b>1550</b>
WK	790	21	2,66%	<b>1460</b>
GS	284	7	2,46%	<b>1300</b>
HG	211	9	4,27%	<b>1290</b>
LL	92	1	1,09%	<b>1280</b>
Mix	0	0	0,00%	<b>949</b>
ARZ	193	7	3,63%	<b>780</b>
Vj	44	4	9,09%	<b>784</b>
Hj	347	14	4,03%	<b>520</b>
Mst	296	27	9,12%	<b>441</b>
HH	0	0	0,00%	<b>200</b>
Wi	502	26	5,18%	<b>190</b>

Die farbliche Kennzeichnung ist wie bei den Canini gehalten, blau ist die Bärenhöhle in Winden, rot jene mit Funden der Ursus deningeri und Ursus deningeroides-Gruppe und grün die Kategorie ‚zu geringe Stückzahl‘. Neu hinzu kommt hier die orange

Unterlegung, hier handelt es sich um jene Daten, die mit ‚zu wenige Kategorien‘ gekennzeichnet sind.

Aus Tabelle 6 ist der geringste Wert an repräsentativen Defekten zu entnehmen, er stammt aus der Conturineshöhle, der höchst gelegenen Fundstelle, mit 0,25%. Der höchste Wert mit 9,12% hingegen stammt aus der Merkensteinhöhle.

Auch die grafische Auswertung der Incisiven stützt die Annahme, dass die Zahndefekte mit sinkender Höhe zunehmen, auch in diesem Fall ergibt sich ein exponentieller Trend.

Behält man nun nur jene Werte im Diagramm, die alpin, repräsentativ und nicht von *Ursus deningeri* und *Ursus deningeroides* stammen und keine Vermischung mit *Ursus priscus* aufweisen, ergibt sich ein Bild, wie es in Abbildung 8 zu sehen ist. Hier verbleiben noch 9 Datenpunkte, auf Grund deren die Trendlinie erstellt wurde und die somit die Auswertung ergeben. Es sind zwar weniger Datenpunkte als bei den Canini, aber dennoch ausreichend viele, um eine aussagekräftige Kurve zu erstellen, die mit einem Bestimmtheitsmaß von  $R^2 = 0,949$  aufwarten kann.

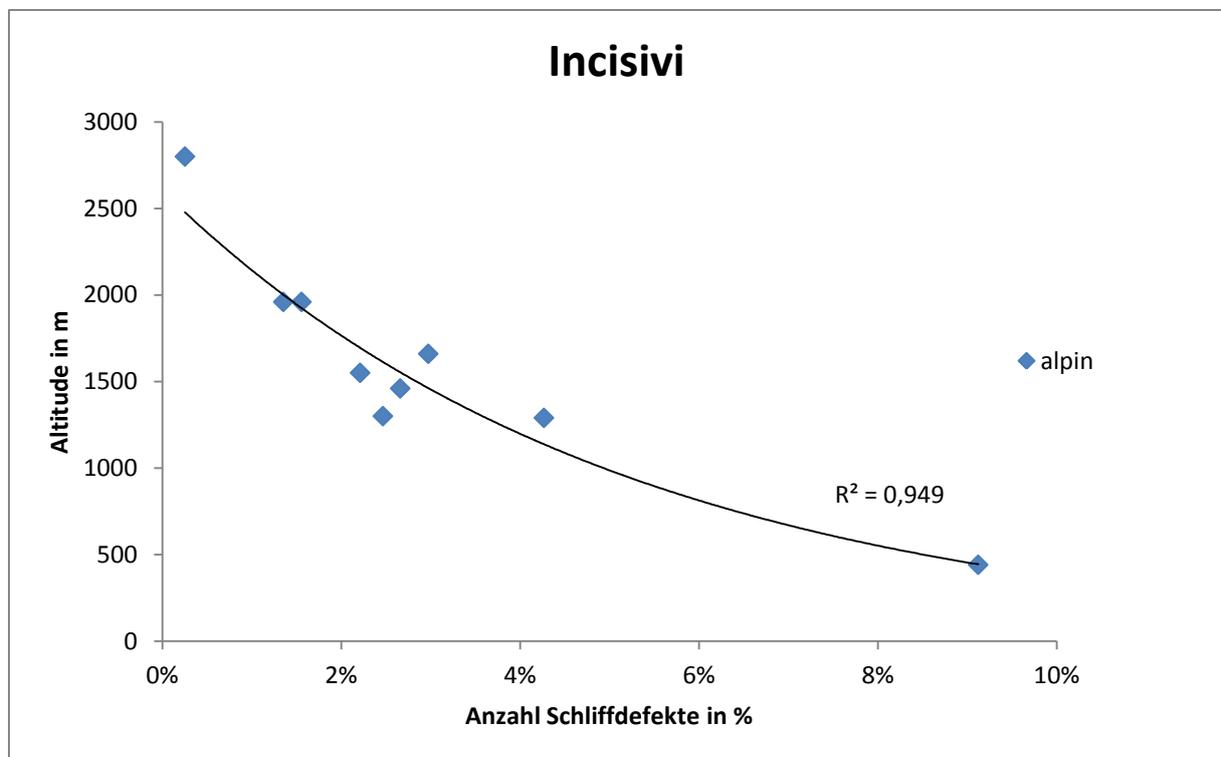


Abbildung 8: Ergebnisse der alpinen, repräsentativen Höhlen - Incisivi

Weiter wurde wieder ein Diagramm erstellt, in welchem die verschiedenen Höhlenbärenarten aus den 9 repräsentativen, alpinen Höhlen sichtbar gemacht wurden, Abbildung 9 stellt dies dar.

Es ist deutlich zu sehen, dass die Schliifmarken zwar abhängig von der Höhe, aber unabhängig von der Höhlenbärenart sind.

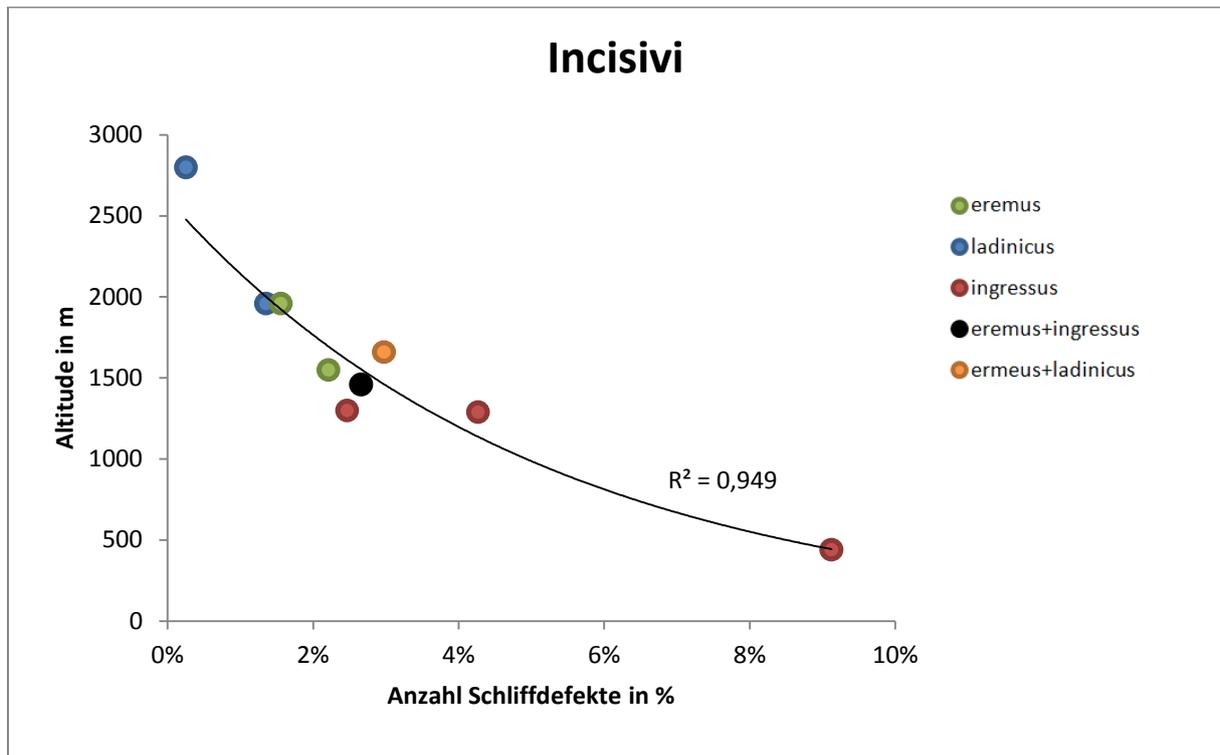


Abbildung 9: Schliifmarken an den Incisiven der verschiedenen Höhlenbärenarten

## 5. Diskussion

### 5.1 Unterschiede zwischen den Canini und den Incisivi bzgl. der Schliifmarken

Zwischen den Ergebnissen von Caninen und Incisiven gibt es einige grobe Unterschiede, die hier diskutiert werden sollen.

Es muss hier bedacht werden, dass bei den Incisiven sechs verschiedene Kategorien, nämlich  $I_{1,2}$  und  $I_3$  im Oberkiefer, sowie  $I_1$ ,  $I_2$ , und  $I_3$  im Unterkiefer und generell nicht zuzordnende Schneidezähne ( $I_{\text{indet}}$ ) vorliegen, während es bei den Caninen keine solche Aufteilung gibt. Die Canini wurden zwar in männliche, weibliche und undefinierbare sortiert, aber es gibt keinen Unterschied zwischen den Canini des

Ober- oder des Unterkiefers, was die Lage und die Entstehung der Schliffmarken betrifft. An den Schädeln aus der Drachenhöhle von Mixnitz treten sie an unterschiedlichen Stellen auf, so können sie mesial, labial, lingual und distal liegen, aber auch ringförmige Schliffmarken sind zu finden. Neben diesen Schliffmarken treten auch keilförmige Defekte an der Kronenbasis und sogar auf der Zahnkrone selbst auf.

Somit sollte, statistisch gesehen, jeder Caninus dieselbe Chance haben, zu einer Kiskevélyer Klinge abgenutzt zu werden.

Bei den Incisiven herrscht jedoch eine andere Situation. Sehr auffällig war, dass die I<sub>3</sub> sup niemals Schliffmarken aufwiesen, während die I<sub>3</sub> inf häufig betroffen waren. Somit hat hier anscheinend nicht jeder Incisivus dieselbe Chance, in Keilform abgenutzt zu werden.

Aus dieser Überlegung heraus resultiert auch die Erklärung, warum die Prozentsätze an defekten Canini und Incisivi so markant auseinanderklaffen.

Dieser Umstand führt dazu, dass die Incisiven anders als die Canini ausgewertet werden mussten. Es war daher notwendig, von jeder Zahnkategorie der Incisiven mindestens 15 Stück untersuchen zu können, andernfalls wurde das Ergebnis mit dem extra Symbol ‚zu geringe Stückzahl‘ gekennzeichnet, da hier nicht davon ausgegangen werden kann, ein aussagekräftiges Ergebnis zu erhalten. Eine genaue Diskussion zu diesem Thema gibt das nächste Kapitel wieder.

Des Weiteren muss bedacht werden, dass die Incisiven viel kleiner, leichter und unauffälliger als die Canini sind. Sie sind, wie bereits erwähnt, bei Raubgrabungen keine Objekte, denen große Aufmerksamkeit gezollt wird, wofür wohl ihre geringe Größe verantwortlich ist. Aber auch bei den ersten wissenschaftlichen Grabungen waren die Methoden nicht so ausgereift wie heute und sie wurden oft nicht ausgehoben.

## *5.2 Zu geringe Stückzahlen*

Jene Höhlen, in denen eine zu geringe Stückzahl an Zähnen vorhanden war, um einen repräsentativen Wert zu erhalten, sind dennoch einer genaueren Darstellung wert.

Es stellt sich vor allem die Problematik, dass eine geringe Anzahl an Untersuchungsmaterial kein repräsentatives Ergebnis liefern kann. Es könnte hier der Fall eintreten, dass von insgesamt 20 Stück keine einzige Schliffmarke auftritt, weil ganz einfach nur diese Zähne gefunden und bei einer Grabung geborgen wurden. Es kann aber, gemäß diesen Falles, gut sein, dass viele Zähne entweder noch in der Höhle verborgen sind oder auch Raubgräbern zum Opfer gefallen sind. Hierfür sind natürlich die großen Canini prädestiniert, sei es mit oder ohne Schliffmarke.

Für diese Hypothese wäre die Drachenhöhle von Mixnitz ein stützendes Beispiel. Wie bereits bei den Fundstellen beschrieben, diente der Lehm der Mixnitzer Höhle als Dünger und wurde in großem Stil abgebaut. Die großen Canini blieben erhalten, ganz im Gegensatz zu den kleinen Incisiven. Hierfür war rein die Aufmerksamkeit der damaligen Arbeiter verantwortlich. Es ist daher auch naheliegend, dass auch Raubgräber am Werk waren, die möglicherweise besonderes Augenmerk auf auffällig geschliffene Canini legten und vor allem diese mitnahmen. So könnte die Abweichung der Menge an Defekte von Mixnitz von der Trendlinie erklärt werden, nachdem an den anormalen Abschliffen großes Interesse geherrscht haben könnte. Im Endeffekt würde so die Statistik verfälscht werden, da mehr Canini mit Kiskevélyer Klingen aufgesammelt wurden.

Aus diesem Grund wurde die Kategorie ‚zu geringe Stückzahl‘ beim Erstellen der Diagramme eingeführt und verwendet.

Bei den Canini wurde dabei eine Stückzahl über 25 als repräsentativ angenommen, bei den Incisiven ist diese Grenzziehung jedoch nicht so leicht, wie bereits in Kapitel 5.1 diskutiert wurde. Schlussendlich wurde aber eine Stückzahl von mindestens 15 pro Kategorie für ein repräsentatives Ergebnis angenommen, wobei aber von jeder Kategorie diese Anzahl realisiert werden musste, ansonsten bekam der Wert die Bezeichnung ‚zu wenig Kategorien‘.

Der Bezeichnung ‚zu wenig Kategorien‘ bedarf es noch einer genaueren Ausführung. Es sei im Folgenden ein Beispiel genannt, welches die Problematik verdeutlichen soll. Es wurde während der Untersuchung der Zähne nicht ein einziger  $I_3$  des Oberkiefers mit Schliffmarke gefunden. Die  $I_3$  sup sind daher durchgehend mit

0% Defekten vertreten. Ihre Stückzahl schwankt, liegt aber dennoch, im Vergleich mit kleineren Incisiven wie den  $I_1$  inf, im höheren Bereich der Stückzahlen. Die  $I_3$  sup erhöhen daher die Gesamtsumme an Incisiven deutlich, senken aber, nachdem sie keine Defekte aufweisen, den Gesamtprozentsatz der Zähne mit Schliffmarken. Sind somit keine  $I_3$  sup vorhanden, ist der Prozentsatz an defekten Zähnen höher, wie wenn diese Zahnkategorie vorhanden wäre. In diesem Fall kann dieses Ergebnis natürlich nicht als repräsentativ gewertet werden und muss daher in der grafischen Darstellung gesondert dargestellt werden, um nicht den Verlauf der Trendlinie zu manipulieren und somit das Ergebnis zu verfälschen.

### *5.3 Ursus deningeri und Ursus deningeroides*

Jene Höhlen, in denen *Ursus deningeri* und *Ursus deningeroides* Funde vorliegen, weichen sehr stark von der Trendlinie ab, was möglicherweise daran liegen kann, dass sich die Deningerbären vielleicht noch omnivor ernährten.

Durch die Mischung aus carnivor und herbivorer Ernährung wird natürlich klar, dass zwar Schliffmarken vorhanden sein können, wenn die Höhle in niederen Höhen liegt, aber die Zahl geringer ist als bei jenen Höhlenbären, die sich rein herbivor ernähren.

Die komplett herbivoren Höhlenbären sind auf die Pflanzenkost angewiesen und können sich nur von dieser ernähren. Die Schliffmarken treten daher öfter und ausgeprägter auf als bei Bären, die auch auf Fleischnahrung umsteigen konnten, da sie mit einer geringeren Häufigkeit Pflanzen abgrasen mussten.

### *5.4 Windener Bärenhöhle*

Zunächst bestand die Vermutung, dass die Windener Bärenhöhle mit einer Seehöhe von 190 Meter jene sein wird, welche die meisten Zahndefekte aufweist.

Die Auswertung ergab dann aber ein ganz anderes Bild, das untersuchte Fundmaterial wies, für die niedrige Höhe, viel zu wenig Defekte auf.

Eine plausible Erklärung dafür liefert die Tatsache, dass in Winden *Ursus ingressus* gemeinsam mit *Ursus arctos priscus* vorkommt, einer großen Braunbärenform, die sowohl nach morphologischen Daten (THENIUS 1956) als auch nach DNA-Daten eindeutig zu einer Braunbärenlinie (HOFREITER et al 2004) gehört, die daher omnivor

lebt. Die Dimensionen von *Ursus arctos priscus* sind nur geringfügig kleiner als von *Ursus ingressus*, weshalb die Incisivi und Canini nicht eindeutig zugeordnet werden können.

### *5.5 Bestimmtheitsmaß*

Das Bestimmtheitsmaß bei den Incisiven zeigt einen sehr hohen Wert, der sehr nahe bei 1 liegt. Aber auch jenes der Canini stellt mit einem Wert von 0,8691 ein durchaus aussagekräftiges Ergebnis dar.

Es muss hier unbedingt bedacht werden, dass mit fossilem Material gearbeitet wurde, welches natürlich nur in begrenztem Umfang vorhanden ist. Es ist daher nicht möglich, wie zum Beispiel in der chemischen Analytik, unendlich viele Proben herzustellen und diese zu messen bzw. zu untersuchen und Bestimmtheitsmaßwerte wie 0,999 zu erreichen.

Die Untersuchung der Zähne ist somit immer auf die vorhandene Stückzahl beschränkt, die wiederum von der Grabungsmethode abhängt.

### *5.6 Ernährung der Höhlenbären*

Die in Kapitel 4 abgebildeten Diagramme zeigen sehr deutlich, dass die Zahl der Zahndefekte mit abnehmender Altitude zunimmt. Es besteht daher ein direkter Zusammenhang zwischen diesen beiden Größen.

Die Bären in niederen Höhenlagen haben somit mehr Schliffmarken an den Zähnen als jene in größeren Höhen. Die Frage, die sich nun stellt, ist jene, worin diese Auffälligkeit bedingt ist.

Der erste Teil der Antwort auf diese Frage scheint zunächst sehr einfach, denn Zähne nutzen sich in der Regel durch die Ernährung ab. Das Diagramm gibt daher Aufschluss darüber, dass die Höhlenbären in den verschiedenen Höhen anscheinend verschiedenes Nahrungsangebot nutzten und so die unterschiedliche Zahl an Schliffmarken zustande kam.

Wie bereits eingangs erwähnt, existiert die Hypothese von BREUER 1933, dass, durch in Gräsern enthaltene Phytolithen, die Schliffmarken verursacht worden wären. Bärenpopulationen mit zahlreichen Schliffmarken im Vordergebiss hätten

hauptsächlich Gräser als Nahrung genutzt. Im Gegensatz dazu hätten sich Bären mit wenigen Schliffmarken vorwiegend von weichen Kräutern ernährt.

### 5.6.1 Phytolithen

Um dieser Hypothese nachzugehen, wurden Pollenanalysen aus den Rameschprofilen (HILLE & RABEDER 1986 ) herangezogen und mit einer Auflistung an Pflanzen verglichen, welche oft Phytolithen ausbilden, welche aus PIPERNO 2006 stammt. Dieser Vergleich ist in Tabelle 7 dargestellt.

Es wurden 3 Kategorien erstellt, wobei in einer Phytolithen häufig, in einer rar und in der dritten variabel sind. Variabel bedeutet, dass der Familie untergeordnete Taxa verschiedene Mengen an Phytolithen produzieren und hier keine allgemein gültige Aussage auf Familienniveau gemacht werden kann.

Tabelle 7: Pflanzenfamilien und Phytolithenproduktion

Selten Phytolithen	Häufig Phytolithen	Variable Produktion
Ericaceae	Asteraceae	Fabaceae
Campanulaceae	Poaceae	
Apiaceae	Selaginellaceae	
Polygonaceae		
Ranunculaceae		
Tiliaceae		

In Tabelle 7 befinden sich nur jene Pflanzenfamilien, von denen Pollenfunde in den Sedimenten der Rameschhöhle gemacht wurden. (HILLE & RABEDER 1986)

Die Rameschhöhle hat eine Altitude von 1960 Metern Seehöhe. Aus Tabelle X ist zu entnehmen, dass mehr Pflanzenfamilien vorkommen, die keine Phytolithen ausbilden, als Familien, die solche Kristalle aufbauen.

### 5.6.2 Übereinstimmung mit den Ergebnissen der DARA- Methode und den Daten der stabilen Isotopen

HOLLAND 2013 untersuchte den Zusammenhang zwischen der Abnutzung der Molaren, dem ontogenetischen Alter der jeweils untersuchten Individuen und der Ernährung der Höhlenbären.

Dazu wurde der sogenannte  $c_{Dar}$  Koeffizient entwickelt, welcher ein Maß für die Abnutzungsrate der Molaren (coefficient of dental abrasion ratio) darstellt. Abbildung

10 zeigt die zusammenfassenden Ergebnisse der Untersuchung von 5 verschiedenen Höhlen, bei denen es sich um Cu, Hj, RK, OH und GS handelt.

Auf der Abszisse ist das ermittelte ontogenetische Alter der Höhlenbären aufgetragen, während auf der Ordinate der hw-Index zu finden ist. Der hw-Index beschreibt die Stärke der Abkautung der untersuchten Molaren, das ontogenetische Alter wurde mittels Molarenquerschnitten ermittelt. Für genauere Angaben zu den Methoden ist Holland 2013 einzusehen.

Es ist Abbildung 10 zu entnehmen, dass  $C_{DAR}$  der Conturineshöhle den geringsten Wert aufweist. Somit ist der hw-Index in dieser Höhle bei, egal bei welchem ontogenetischen Alter, immer geringer, als jener der anderen Höhlen, die Abnutzung der Molaren ist dort also in Relation sehr klein.

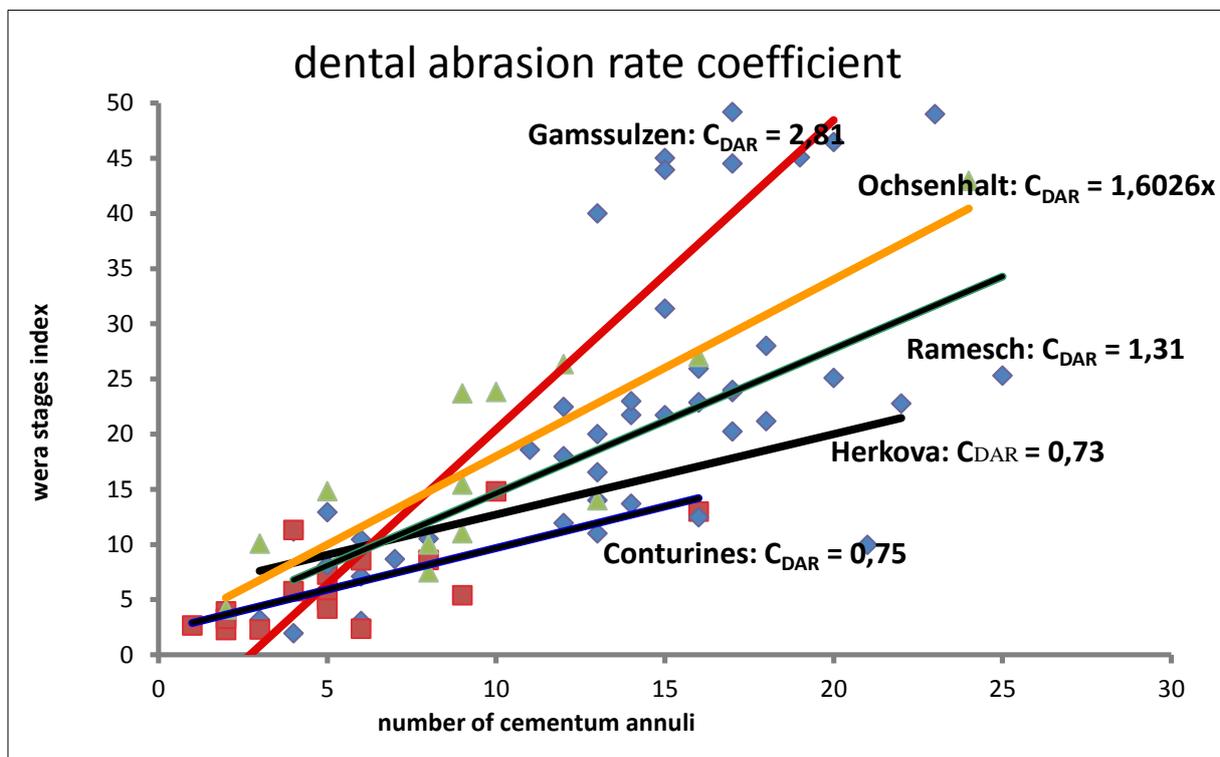


Abbildung 10: Ergebnisse der DARA- Methode (n. HOLLAND 2013)

Diese Ergebnisse stimmen mit jenen aus dieser Arbeit überein, denn auch hier ergab die Auswertung, dass die Schlifffmarken in der Conturineshöhle, im Vergleich mit tiefer gelegenen Höhen, die geringste Häufigkeit aufweisen.

Weiter wurde in Holland 2013 der entwickelte  $c_{\text{Dar}}$  in Korrelation zum  $C_{13}$ - Gehalt der jeweiligen Höhlen gesetzt. Abbildung 11 zeigt dieses Ergebnis, wobei die  $C_{13}$  Werte aus HORACEK et al 2012 und BOCHERENS et al 2011 entnommen wurden.

Abbildung 11 zeigt, dass das Untersuchungsmaterial aus der Conturineshöhle die geringsten  $C_{13}$  Werte aufweist, während jene der Gamssulzenhöhle am höchsten sind. Weitere  $C_{13}$  Werte sind nicht vorhanden, da noch keine Analyseergebnisse vorliegen. Es ist bei drei Werten zwar nicht sehr aussagekräftig, wenn das Bestimmtheitsmaß bei 0,9936 liegt aber ein Trend ist dennoch zu erkennen.

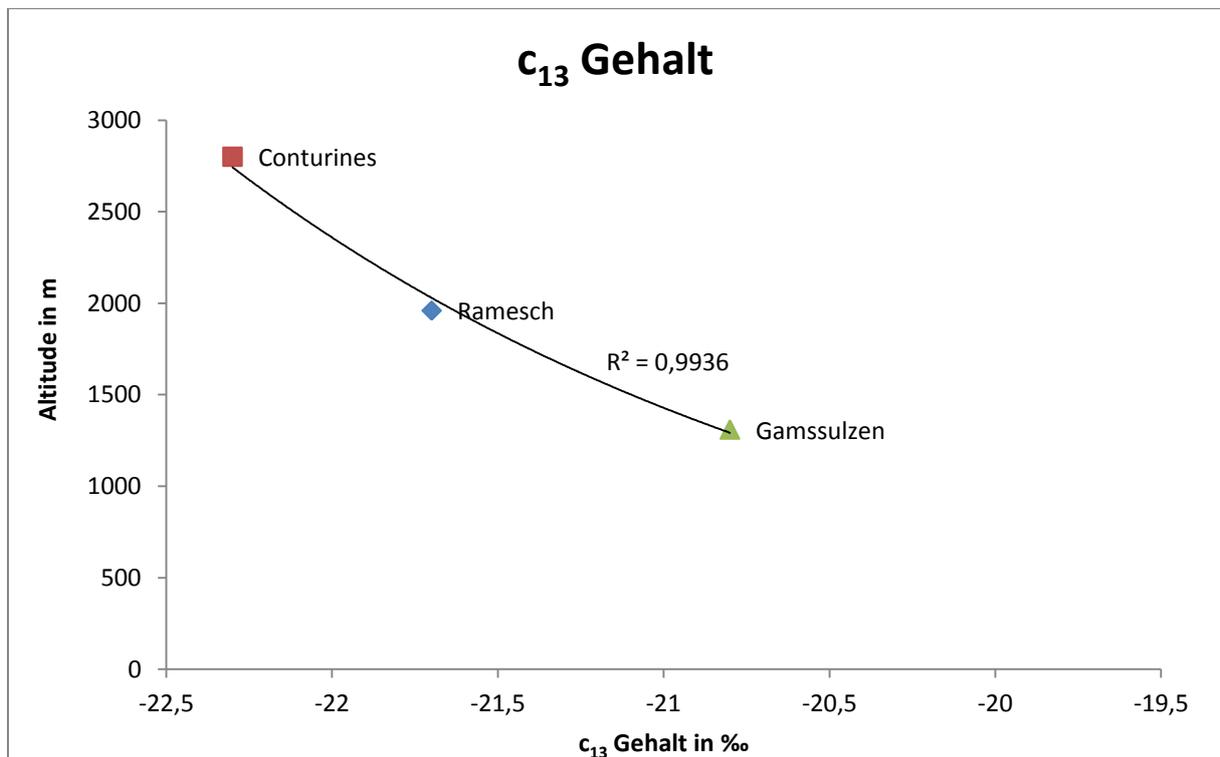


Abbildung 11: Relation zwischen Altitude der Höhlen und des  $C_{13}$ -Gehalts der Höhlenbärenproben (n. HORACEK et al 2009 und BOCHERENS et al 2011)

Die nächste Abbildung 12 setzt nun den  $c_{\text{Dar}}$  mit der Altitude der jeweiligen Höhle in Korrelation. Wenn nun wieder die Herkova jama als Ausnahme gewertet wird, da sie Funde von Ursus deningeroides aufweist, ergibt sich, wie in Abbildung 5 und 8 eine exponentielle Trendlinie, die ein Bestimmtheitsmaß von 0,8854 aufweist.

Die Ergebnisse der DARA- Methode stimmen daher mit jenen dieser Arbeit zusammen.

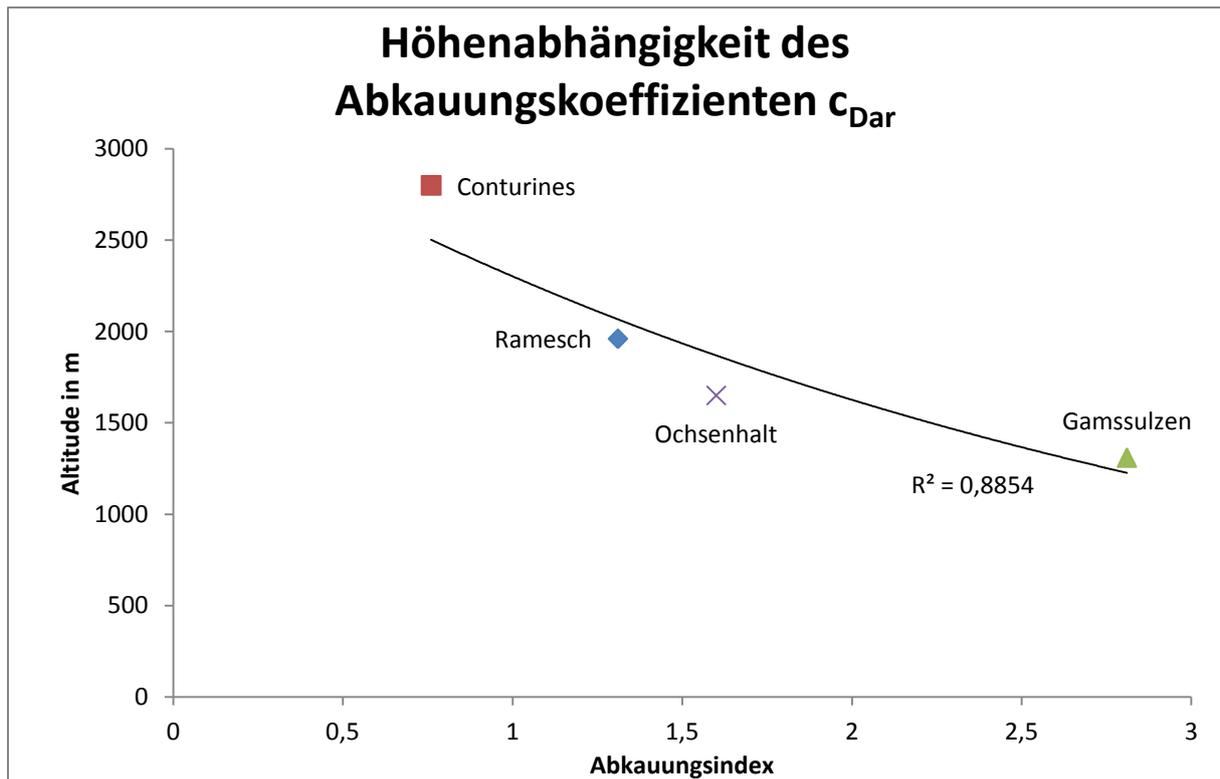


Abbildung 12: Korrelation zwischen der Altitude der Fundstelle und dem Abkautungsindex  $c_{Dar}$  (n. HOLLAND 2013)

Um die Ergebnisse nun alle in einem Diagramm darzustellen, wurden die Werte der DARA-Methode, C13- Analyse und die Schliifmarken auf Canini und Incisivi standardisiert und in einem Punktdiagramm dargestellt. Das Ergebnis ist Abbildung 13 zu entnehmen.

Diese Vorgehensweise erlaubt die Aussage über einen sich eindeutig abzeichnenden Trend. Sowohl die C13 Werte, als auch die Abkautungen und Schliifmarken nehmen mit absteigender Höhe zu, wobei das Bestimmtheitsmaß von keiner der Trendlinien unter 0,8 liegt. Die Trendlinien verlaufen alle auffällig parallel.

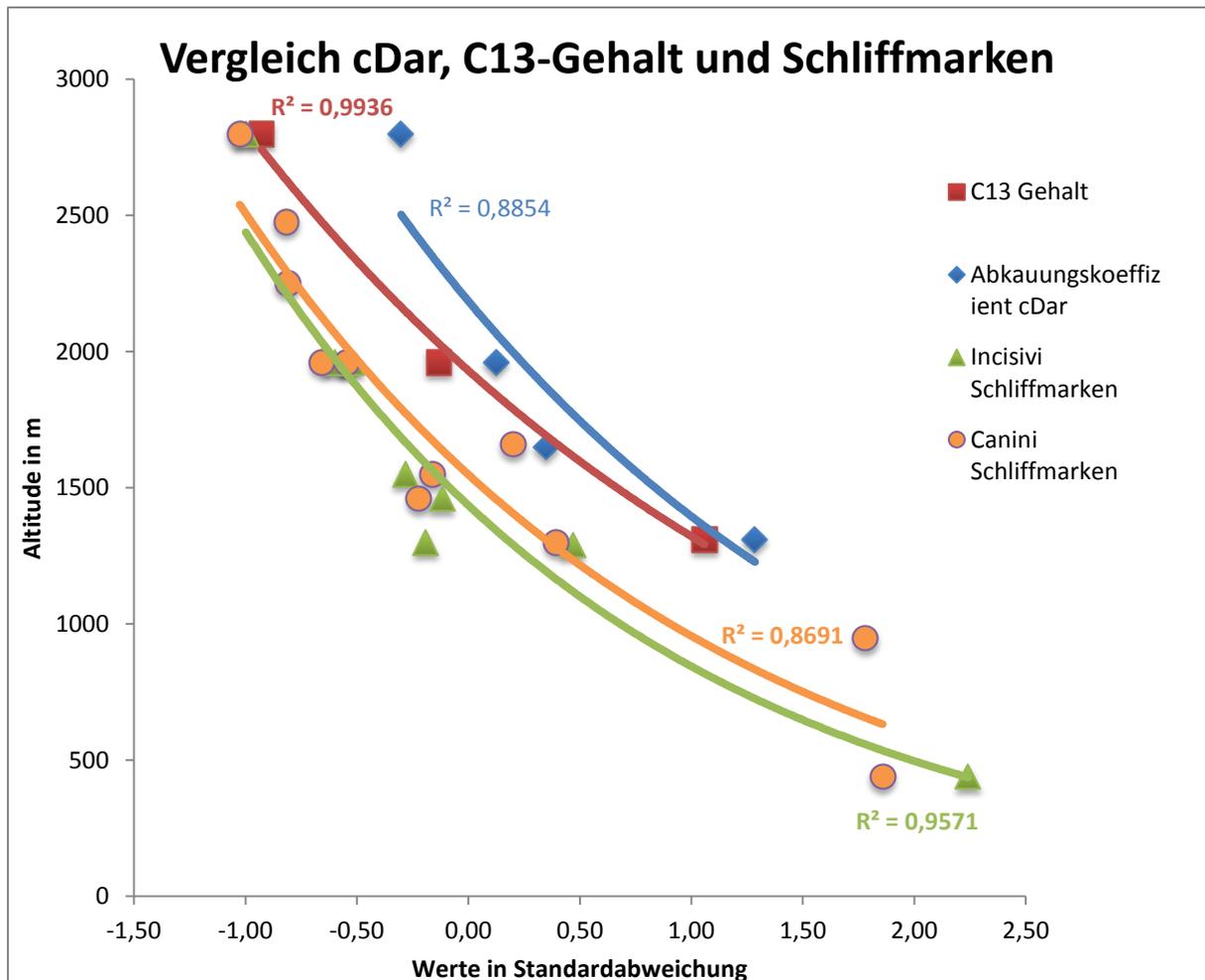


Abbildung 13: : Vergleich der Resultate aus der DARA-Methode, der Analyse der stabilen Kohlenstoffisotope und der Schliffmarkenanalyse (alle Werte wurden standardisiert und zentriert)

## 5.7 Klimaindikation

Auf Grund der ermittelten Ergebnisse können nun Überlegungen zum zur Höhlenbärenzeit herrschenden Klima angestellt werden.

Generell lässt sich sagen, dass das Jungpleistozän von klimatischen Schwankungen geprägt war. Die Baumgrenze muss höher als heute gelegen sein, da in der Altitude der Conturineshöhle heute keinerlei potenzielle Nahrungspflanzen mehr wachsen. Mit 2800 Metern Seehöhe zählt die Conturineshöhle heute zur alpinen Höhenstufe, welche die Grenze der geschlossenen Vegetation darstellt.

Die Ramesch-Knochenhöhle, mit einer Altitude von 1960 Metern, befindet sich nach der Einteilung in verschiedene Höhenstufen am Übergang zwischen subalpiner und alpiner Höhenstufe, was bedeutet, dass auch hier die geschlossene Vegetation bereits am Ende ist. Die Pollenfunde aus der Ramesch-Knochenhöhle sprechen hier

aber für eine Flora, die mit *Alnus*, *Betula* und *Tilia* (HILLE & RABEDER 1986) sogar noch baumführend war, was heute der montanen Höhenstufe entsprechen würde.

Bedenkt man weiter, dass die Höhlenbären, zur Deckung ihres Grundumsatzes, eine Menge Pflanzen fressen mussten, scheint die Überlegung sehr naheliegend, dass das Klima im Mittelwurm in den Alpen wärmer als heute gewesen sein musste, denn mit der heutigen Vegetation aus hohen Altituden hätten die Höhlenbären nie genug Nahrung vorgefunden. (DÖPPES et al 2011)

Des Weiteren stützen die Ergebnisse dieser Arbeit die Hypothese, dass in höheren Altituden weniger Gräser vorhanden waren und so weniger Schliifmarken auftraten. Dies könnte der Fall gewesen sein, weil das Klima im Mittelwurm vermutlich kontinentaler war als heute, was bedeutet, dass die Sommer wärmer, aber die Winter auch kälter waren. (DÖPPES et al 2011)

In niederen Lagen ergibt sich so der Trend hin zur Versteppung und somit zu einem höheren Vorkommen von Gräsern, während in höheren Altituden durch höhere Niederschläge weniger Gräser und Grasartige im Pflanzenspektrum vorhanden waren. Dieses häufigere Auftreten von Gräsern in steppenartigen Arealen in geringeren Altituden würde das häufigere Vorkommen von Schliifmarken erklären.

## 6. Conclusio

---

- 1.) Die Häufigkeit von Schliifmarken an Zähnen des Vordergebisses ist höhenabhängig. In großen Altituden sind wenige, in niederen sehr viele Schliifmarken ausgeprägt.
- 2.) Die Häufigkeit der Schliifmarken ist mit der Höhenlage der Fundstelle relativ eng korreliert. Die Punkte der Datenpaare liegen auf einer Korrelationslinie mit hohen Werten des Bestimmtheitsmaßes  $R^2$ .
- 3.) Die Frequenzen der Schliifmarken sind weder von der taxonomischen Stellung der Bären, noch von der geografischen Lage der Fundstellen abhängig (Ostalpen, Westalpen, Karpaten).
- 4.) Die Höhenabhängigkeiten der Schliifmarkenfrequenzen stimmen mit den Relationen der DAR-Analyse und der Daten der Messung stabiler Isotopen überein.

5.) Daraus ist zu schließen, dass das Nahrungsangebot in den höheren Lagen der Gebirge besser war als in den tieferen Regionen, was den heutigen Lebensbedingungen in den Gebirgen widerspricht.

6.) Es wird daher die Hypothese entwickelt, dass das Gebirgsklima zur ‚Höhlenbärenzeit‘ (Mittelwürm, OIS3) zwar wesentlich wärmer war als heute, aber wahrscheinlich viel trockener, daher insgesamt kontinentaler.

7.) Es wird damit eine Hypothese unterstützt, die den eigentümlichen Verlauf der ‚Aussterbekurve‘ der Höhlenbären in den Alpen zu erklären versucht (RABEDER 2013).

8.) Das kontinentalere Klima im Mittelwürm könnte zu einer Versteppung in niederen Altituden geführt haben, während der Niederschlag in höheren Altituden so hoch war, dass er für eine Flora mit nährstoffreichen, anspruchsvolleren Kräuter ausreichte. Vergleiche mit Gebirgen in kontinentalen Klimaregionen, wie z.B. Zentralasien, könnten hier aufschlussreich sein.

## 9. Literaturverzeichnis

---

BÄCHLER, E. 1940. Das alpine Paläolithikum der Schweiz im Wildkirchli, Drachenloch und Wildenmannisloch. Die ältesten menschlichen Niederlassungen aus der Altsteinzeit des Schweizerlandes. – Verlag Birkhäuser & CIE, Basel.

BOCHERENS, H., STILLER, M., HOBSON, K., PACHER, M., RABEDER, G., BURNS, J., TÜTKEN, T. & HOFREITER, M. 2011. Niche partitioning between two sympatric genetically distinct cave bears (*Ursus spelaeus* and *Ursus ingressus*) and brown bear (*Ursus arctos*) from Austria: isotopic evidence from fossil bones.- *Quaternary International* 245:238-248.

BREUER, R. 1933. Über das Vorkommen sogenannter keilförmiger Defekte an den Zähnen von *Ursus spelaeus* und deren Bedeutung für die Paläobiologie. – *Palaeobiologica* 5, Wien.

DÖPPES, D., PACHER, M., RABEDER, G. 2009. Die paläontologische Probegrabung in der Arzberghöhle bei Wildalpen (Steiermark). – *Die Höhle* 60, 1-4: 28-32, Wien.

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

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

EHRENBERG K. (1929): Die Ergebnisse der Ausgrabungen in der Schreiberwandhöhle am Dachstein. — *Paläont. Z.* 11 (3): 261-268, Wien.

FEUSTEL, R. 1969. Zur Problematik der „protolithischen Knochenkultur“ und der „osteodontokeratic culture“. – *Alt-Thüringen. Jahresschrift des Museums für Ur- und Frühgeschichte Thüringens* 10: 7-67.

FRISCHAUF, C., 2010. Die Ochsenalthöhle im Toten Gebirge (Steiermark, Österreich). – Diplomarbeit Univ. Wien.

HILLE, P., RABEDER, G. (eds.) 1986. Die Ramesch-Knochenhöhle im toten Gebirge. – *Mitt. Komm. Quartärforsch. Österr. Akad. Wiss.* 6, Wien.

HOFREITER, M., SERRE, D., ROHLAND, N., RABEDER, G., NAGEL, D., CONARD, N., MÜNZEL, S. & PÄÄBO, S. 2004. Lack of phylogeography in European mammals before the last glaciation. – Proc. Nat. Acad. Sci (PNAS) 101, 35:12963-12968.

HOLLAND, L. 2013. Correlation between the degree of dental abrasion , ontogenetic age and nutrition of Alpine cave bears (DARA method). – Dipl.-Arbeit, Inst. Paläont. Univ. Wien.

HORACEK, M., BOCHERENS, H., FRISCHAUF, C., PACHER, M., RABEDER, G. 2011. Stable isotopic analyses of cave bear bones from the Conturines Cave (2800m, South Tyrol, Italy). – 17th Int. Cave Bear Symposium, Einhornhöhle. Abstr. :14-15.

KORMOS, T. 1916. Die Felsnische Pilsszántó. Mitt. Jahrb. Kgl. Ungar. Geol. Reichsanstalt XXIII, Budapest.

LAUGHLAN, L., RABEDER, G., SABOL, M. 2011. The Fossils and Taphonomy of the Vazecka Cave (Slovakia) – Preliminary Results. – 17th Int. Cave Bear Symposium, Einhornhöhle. Abstr.: 26.

MOTTL, M. (1964): Bärenphylogenese in Südost-Österreich mit besonderer Berücksichtigung des neuen Grabungsmaterials aus Höhlen des Mittelsteirischen Karstes. - Mitt. Mus. Bergbau Geol. Techn. Landesmus. Joanneum 26: 1-55.

PACHER, M., DÖPPES, D., FRISCHAUF, C., RABEDER, G. 2011. New scientific results from Arzberg Cave (Kat. No. 1741/4) near Wildalpen, Styria, Austria. – 17th Int. Cave Bear Symposium, Einhornhöhle. Abstr. :22.

PACHER, M., DÖPPES, D., FRISCHAUF, C., RABEDER, G. 2014. First Palaeontological Analyses of Bächler's Cave Bear Sites – Drachenloch, Wildkirchli and Wildenmannlisloch in the Eastern Swiss Alps. – 20th Int. Cave Bear Symposium, Corvara. Abstr.:25.

PIPERNO, D. 2006. Phytoliths: A Comprehensive Guide for Archaeologists and Paleoecologists. – AltaMira Press, Lanham.

POHAR, V., 1981. Pleistocenska favna iz Jame pod Herkovii pecmi. (La faune pléistocene de la cavité de Jama pod Herkovimi pecmi). - Geologija 24/2:241-284, Ljubljana.

- POHAR, V., DEBELJAK, I. & RABEDER, G. 2003. Cave bear site Jama pod Herkovina pecmi (N. Slovenia): preliminary study. – 9ème Symposium International Ours des Cavernes, Entremont-le-Vieux (Savoie, France), Abstr.: 70.
- RABEDER, G. 2005. Neue paläontologische Daten von der Bärenhöhle im Hartelsgraben (1714/1), Gesäuseberge, Steiermark. – Die Höhle 56, 1: 44-46, Wien.
- RABEDER, G. 2013. Paläobiologie heute – Themen der Paläobiologie in modernen Forschungsprojekten der Wirbeltierpaläontologie am Institut für Paläontologie der Universität Wien 1970-2013. – Schriften Ver. Verbreitung naturwiss. Kenntnisse 151-152: 39-60, Wien
- RABEDER, G. & HOFREITER, M. 2004. Der neue Stammbaum der Höhlenbären. – Die Höhle 55, 1-4: 58-77, Wien
- RABEDER, G., DÖPPES, D. & FRISCHAUF, C. (noch unveröffentlichtes Manuskript).  
Fossile Bären in Höhlen
- RABEDER, G., FRISCHAUF, C., ALSCHER, M., ARGANT, A. 2013. The problem of *Ursus deningeroides* from Azé 1 and Herkova jama. – 19th International Cave Bear Symposium, Semriach (Styria, Austria), Abstr.: 13
- RABEDER, G., FRISCHAUF, C. & WITHALM, G. 2006. – La grotta delle Conturines e l'orso ladinico. Conturines cave and the ladinic bear. Die Conturineshöhle und der Ladinische Bär. – Consorzio Turistico Alta Badia, 34 S.
- RABEDER, G., NAGEL, D., PACHER, M. 2000. Der Höhlenbär. - Jan Thorbecke Verlag, Stuttgart.
- RABEDER, G. & PACHER, M. 2007. Neue paläontologische Forschungsergebnisse aus dem Lieglloch.- Mitteilungen des Vereines für Höhlenkunde in Obersteier, Jg. 25-26: 158-165.
- RABEDER, G., PACHER, M. & WITHALM G. 2010. Early Pleistocene Remains From Deutsch-Altenburg (Lower Austria). - Mitt. Komm. Quartärforschung Österr. Akad. Wiss. 17: 1-135, Wien
- THENIUS, E. 1956. Zur Kenntnis der fossilen Braunbären (Ursidae, Mammalia). – Anz. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl. 165: 153-172, Wien.

# 10. Abbildungsverzeichnis

---

## **ABBILDUNGEN**

Abbildung 1: Grenznahe und österreichische Höhlen.....	24
Abbildung 2: Lage der Schweizer Höhlen WK und DL .....	24
Abbildung 3: Lage der slowakischen Höhle Vj.....	25
Abbildung 4: Canini - Korrelation der Höhenlage mit der Zahl der Schliffmarken .....	30
Abbildung 5: Ergebnisse der alpinen, repräsentativen Höhlen – Canini .....	33
Abbildung 6: Schliffmarken an den Canini der verschiedenen Höhlenbärenarten ....	33
Abbildung 7: Incisivi - Korrelation der Höhenlage mit der Zahl der Schliffmarken ....	34
Abbildung 8: Ergebnisse der alpinen, repräsentativen Höhlen - Incisivi .....	36
Abbildung 9: Schliffmarken an den Incisiven der verschiedenen Höhlenbärenarten	37
Abbildung 10: Ergebnisse der DARA- Methode.....	43
Abbildung 11: Relation zwischen Altitude der Höhlen und des C13-Gehalts der Höhlenbärenproben (HORACEK et al 2009) .....	44
Abbildung 12: Korrelation zwischen der Altitude der Fundstelle und dem Abkauungsindex cDar.....	45
Abbildung 13: : Vergleich der Resultate aus der DARA-Methode, der Analyse der stabilen Kohlenstoffisotope und der Schliffmarkenzanalyse (alle Werte wurden standardisiert und zentriert) .....	46

## **TABELLEN**

Tabelle 1: Höhlenübersicht.....	21
Tabelle 2: Radiometrische Daten .....	22
Tabelle 3: Stückzahlen der Incisivi und Canini aus den verschiedenen Höhlen .....	26
Tabelle 4: Auswertungsblatt am Beispiel der Conturineshöhle.....	28
Tabelle 5: Auswertung aller Canini .....	31
Tabelle 6: Auswertung aller Incisiven .....	35
Tabelle 7: Pflanzenfamilien und Phytolithenproduktion .....	42

# 11. Curriculum vitae

---

Geboren: 9. Juli 1992  
Geburtsort: Tulln, Niederösterreich  
Staatsbürgerschaft: Österreich

## **Ausbildung**

02/2014 – heute Lehramtsstudium Chemie & Biologie an der Universität Wien  
07/2010 – heute Lehramtsstudium Biologie & Deutsch an der Universität Wien  
2002 – 2010 Realgymnasium ‚Bertha von Suttner‘ in Wien, mit ausgezeichnetem Erfolg maturiert  
1998 – 2002 Volksschule ‚Schillgasse‘ in Wien