

Die Höhlenbären der Sulzfluh-Höhlen

von Gernot Rabeder

Zum Autor

Geboren 1939 in Linz. Besuch Gymnasium in Linz und Studium an der philosophischen Fakultät in Wien. 1966 Abschluss in Biologie und Mathematik. 1970 Abschluss der Doktorarbeit in Paläontologie und Geologie. Habilitation 1976 zum Thema: *The carnivores from Deutsch Altenburg 2 (Early Pleistocene), with contributions to the systematic of mustelides and canides*. Von 1967 – 1988 Assistenzprofessor am paläontologischen Institut an der Universität Wien. Seit-her ordentlicher Professor für Paläontologie und Paläobiologie.

Abstract

The systematic and chronological position of the cave bears from the «Apollo cave» in the Sulzfluh (Rätikon, Switzerland) is been studied by tooth material from the palaeontological excavation 1989–1992.

Key words: cave bear, Sulzfluh, Switzerland

Zusammenfassung

Die systematische und chronologische Stellung der Höhlenbären aus der Apollohöhle in der Sulzfluh im Rätikon (Schweiz) wird an dem bei den paläontologischen Grabungen 1989–1992 geborgenen Zahnmaterial untersucht.

Einleitung

Seit dem Abschluss der paläontologischen Grabungen in den Sulzfluh-Höhlen sind fast 12 Jahre vergangen, in denen die Höhlenbärenforschung beträchtliche Fortschritte verzeichnen kann. Einerseits war es möglich, zahlreiche alpine und außeralpine Höhlenbärenfaunen radiometrisch zu datieren und verschiedenen Zeitabschnitten des Mittel- und Jungpleistozäns zuzuordnen, andererseits konnte durch die Kombination von paläontologischen und genetischen Daten erkannt werden, dass die Alpen in der Zeit vom Früh- bis zum beginnenden Spätwürm von mindestens drei taxonomisch unterschiedlichen Höhlenbären besiedelt waren, die vor kurzem mit neuen Namen belegt worden sind (RABEDER & HOFREITER 2004, HOFREITER & al. 2004):

VORARLBERGER
NATURSCHAU
15
SEITE 103–114
Dornbirn 2004



1. *Ursus ingressus* (Typuslokalität Gamssulzenhöhle im Toten Gebirge), auch «Gamssulzenbär» genannt, hat sich sehr früh (wahrscheinlich schon vor 600.000 Jahren) von der Linie des typischen Höhlenbären *Ursus spelaeus* abgetrennt, der aus vielen Höhlen Frankreichs, Deutschlands, Spaniens und Belgiens bekannt ist und von J. Rosenmüller im Jahre 1794 als eigenständige Art erkannt worden ist (Typuslokalität: Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth in Oberfranken). *U. ingressus* unterscheidet sich von *U. spelaeus* durch im Schnitt größere Dimensionen, höher evolvierte Zähne und vielleicht auch durch plumpere Extremitäten; in den Sequenzen der mitochondrialen DNA wurden so große Differenzen festgestellt, wie sie für verwandte, aber artlich eindeutig getrennte rezente Säugetier-Populationen typisch sind.

2. *Ursus spelaeus ? ladinicus* (Typuslokalität: Conturineshöhle) und

3. *Ursus spelaeus ? eremus* (Typuslokalität: Ramesch-Knochenhöhle).

Die Angehörigen der beiden anderen alpinen Taxa stehen sich sowohl morphologisch als auch genetisch näher; sie wurden wegen der geringen Dimensionen bisher als sog. «hochalpine Kleinformen» betrachtet. Die Unterschiede im Evolutionsniveau zwischen dem südalpinen «Conturinesbären» und dem nordalpinen «Rameschbären» waren bisher mit der räumlichen Distanz leicht zu erklären (s. RABEDER 1991, 1999). Als nun aber die DNA-Sequenzen des Conturinesbären auch in Höhlen des Toten Gebirges gefunden wurden und zwar in der Brieglersberghöhle und in der Brettsteinhöhle, wurden die Möglichkeiten ausgelotet, wie die beiden Formen auch morphologisch zu unterscheiden sind. Das Ergebnis dieser ersten Untersuchungen ist vor kurzem in Druck gegangen (RABEDER & HOFREITER 2004), es lautet zusammengefasst:

- Der Conturinesbär war in der Morphologie einiger Schneidezähne (i1, i2, I1,2) primitiver, in der Gestalt der Unterkiefermahlzähne (Enthyponid-Index des m1 und besonders des m2) aber wesentlich höher entwickelt als die beiden anderen Taxa.
- Die Extremitäten des Rameschbären waren länger und schlanker als beim Conturinesbären
- Die Finger- und Zehenstrahlen (besonders der erste) waren beim Conturinesbären kürzer und wesentlich plumper als beim Rameschbären

Die beiden «hochalpinen» Taxa kamen auch in Höhlen des Mittelgebirges vor z.B. in der Schwabenreith-Höhle und der Herdengelhöhle bei Lunz (*U. s. eremus*) bzw. in der Ajdovska jama in Ostslowenien (*U. s. ladinicus*). Sie werden vorläufig als Unterarten von *Ursus spelaeus*, dem typischen Höhlenbären betrachtet, weil zu dieser Art engere Beziehungen bestehen als zu *U. ingressus*. Es besteht jedoch schon jetzt der Verdacht, dass beide Formen im gleichen Gebiet und zur gleichen Zeit gelebt hätten, ohne sich zu vermischen. Lässt sich diese Vermutung bestätigen, was nur durch zahlreiche zusätzliche radiometrische und genetische Daten möglich wäre, müsste ihnen der Status von Arten zugestanden werden: *U. ladinicus* und *U. eremus*.

Die Zugehörigkeit der beiden neuen Unterarten zur Spezies *U. spelaeus* ist somit unsicher. *Ursus spelaeus spelaeus* selbst kommt in zahlreichen Höhlen



Frankreichs, Spaniens und Deutschlands vor, im Gebirge zum Beispiel in der Balme à Collomb in den Préalpes bei Grenoble, die jedoch geologisch nicht zu den Alpen gehören.

Fragestellung

Zu welcher der drei taxonomischen Einheiten der Höhlenbären sind die Bärenreste der Sulzfluh-Höhlen zu stellen? Welchem Abschnitt des Jungpleistozäns sind diese Höhlenbären zuzuordnen?

Fundstellen

In der felsigen Ostflanke der Sulzfluh öffnen sich zahlreiche Höhlenportale, die in ein verzweigtes System führen, das sich unterirdisch auch auf österreichisches Gebiet erstreckt. Die Höhleneingänge liegen alle auf Schweizer Grund.

Am Verlauf der Gänge ist zu erkennen, dass die einzelnen Höhlen (Obere und Untere Seehöhle, Pfingsthöhle, Apollohöhle, Mondgang) Teile eines einst zusammengehörigen Höhlensystems sind. Verbindungen zwischen den einzelnen Höhlenteilen gibt es heute nur im tagfernen Bereich (z.B. zwischen Mondgang und Apollohöhle sowie zwischen Oberer und Unterer Seehöhle); zur Zeit der Höhlenbären (vor mehr als 50.000 Jahren) gab es höchstwahrscheinlich gemeinsame Eingangsbereiche, die durch die scherende Wirkung des würmzeitlichem Gletschers (vor ca. 20.0000 Jahren) abgetragen worden sind. Fossile Reste von

Abb. 1: In der Ostflanke der Sulzfluh sind zahlreiche Höhleneingänge sichtbar, die einst wahrscheinlich zu einem großen zusammenhängenden System gehört haben. Der Eingang in der Apollohöhle ist mit einem roten Kreis gekennzeichnet.

eiszeitlichen Säugetieren wurden zum ersten Mal in der Oberen Seehöhle gefunden. Im Schutt der sog. «Bärenhalle», am Fuße eines 17 Meter hohen Schachtes lagen die Reste von mehreren Höhlenbären. Es wird vermutet, dass diese Tiere durch den Schacht abgestürzt und hier verendet sind. Die Überwinterungsplätze der Höhlenbären wurden aber nicht hier sondern in der benachbarten Apollohöhle gefunden. In der Halle beim «Tisch» (einem auffälligen quaderförmigen Block) konnten im Jahre 1989 fossilführende Sedimente entdeckt werden, aus denen in den folgenden Grabungsjahren ansehnliche Mengen von Knochen und Zähnen eiszeitlicher Tiere (hauptsächlich Höhlenbär, aber auch Braunbär, Wolf und Vielfraß).

Die hier behandelten Höhlenbärenreste stammen ausschließlich aus der Apollohöhle: von der Grabungsstelle «beim Tisch» z.T. auch von Aufsammlungen aus der Oberfläche des Plutoganges und des Plutodomes (s. RABEDER 1994, 1995, DÖPPES & RABEDER 1997).

Material

Das geborgene Höhlenbärenmaterial besteht hauptsächlich aus Einzelzähnen und isolierten Knochen. Gut erhaltene Schädel sind selten. Für diese kurzfristig angesetzte Untersuchung wurden nur isolierte Molaren und Prämolaren, sowie einige Kieferfragmente ausgewertet, die mir von Herrn Dr. Jürg Müller und Ulrich Schnepf vom Bündner Naturmuseum in Chur dankenswerter zur Verfügung gestellt wurden. Aus Zeitgründen konnten die Elemente des postkranialen Skeletts, vor allem die Metapodien nicht in die Untersuchung einbezogen werden.

Methoden

Die Zähne wurden gemessen (Länge und Breite) und morphologisch analysiert, wobei besonders jene Merkmalskomplexe Beachtung fanden, die nach den jüngsten Untersuchungen (s. RABEDER 1999, RABEDER & HOFREITER 2004) die besten Resultate für unsere Fragestellung liefern können. Es sind dies an erster Stelle der Enthypoconid-Index des ersten und zweiten Unterkiefermahlzahnes (m1 und m2), das Längenverhältnis des 3. und 2. Unterkiefermahlzahnes (m3/m2-Index) und das Evolutionsniveaus der Ober- und Unterkiefer-Prämolaren (P4-, p4- und P4/4-Index). Im Vergleich zu den Referenzfaunen aus der Conturineshöhle und Brieglersberghöhle (mit *U. s. ladinicus*), aus der Gamssulzenhöhle und Potocka zijalka (*U. ingressus*) sowie aus der Ramesch-Knochenhöhle und Schwabenreith-Höhle (mit *U. s. eremus*) wird versucht, die morphologisch größte Ähnlichkeit herauszufinden und eine taxonomische Zuordnung zu versuchen.

Ergebnisse

Metrik der Backenzähne

Die Basisdaten der Backenzähne wie Längen und Breiten der messbaren Zähne sind in nachfolgenden Abbildungen zusammengestellt, weiters einige morphologische Indices der Prämolaren und der M2 (2. Oberkiefermolar), m1 und m2 (1. und 2. Unterkiefermolar). Für den Vergleich von verschiedenen Maßen kombiniert mit morphologischen Indices ist eine Standardisierung notwendig. Als bewährte Standards (=100%) dienen die Mittelwerte und Indices des Gamssulzenbären, *U. ingressus* aus der Gamssulzenhöhle s. RABEDER (1999).

Vergleich der Messwerte

Die Zähne aus der Apollohöhle sind im Durchschnitt um 4 bis 11% kleiner als die entsprechenden Mittelwerte des Gamssulzenbären. Besonders deutlich wird dies im Vergleich der m3-Werte (Abb. 2), geringe Unterschiede bestehen bei den Dimensionen des M2 sup. (Abb. 3). Daraus ist zu schließen, dass die Sulzfluh-Bären nicht zum *U. ingressus* gehören, sondern als hochalpine Kleinform des Höhlenbären anzusprechen sind. Das wird im Vergleich mit den Zahnmaßen des Conturines- und des Rameschbären (RK1–3 bedeutet Rameschhöhle Schichteinheit 1–3) bestätigt. Die Werte des m1 inf. und des M2 sup. des Sulzfluh-Bären liegen in den gleichen Verteilungsarealen wie die der beiden hochalpinen Taxa (Abb. 4 und 6). Bei der Verteilung der M1 sup.-Werte (Abb. 5) ist auffällig, dass die Conturines-Zähne deutlich kleiner sind als die M1 aus den beiden anderen hochalpinen Höhlen.

Abb. 2 (l.): Vergleich der m3-Dimensionen

Abb. 3 (r.): Vergleich der M2 sup.-Dimensionen

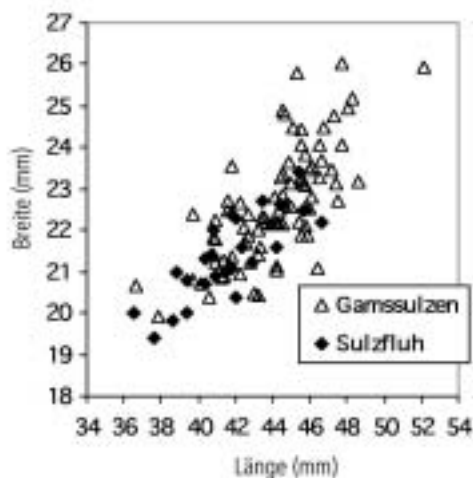
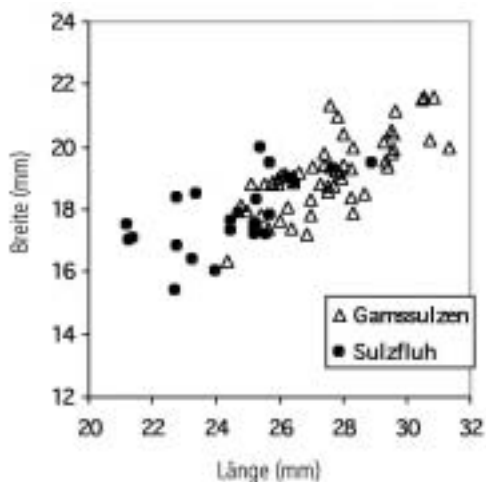


Abb. 4: Vergleich der m1 inf.-Dimensionen

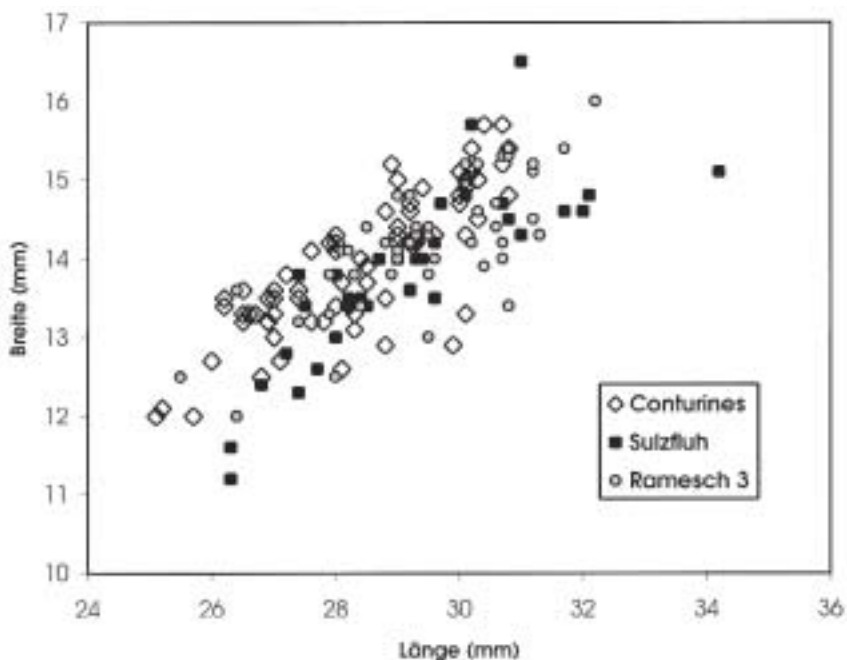
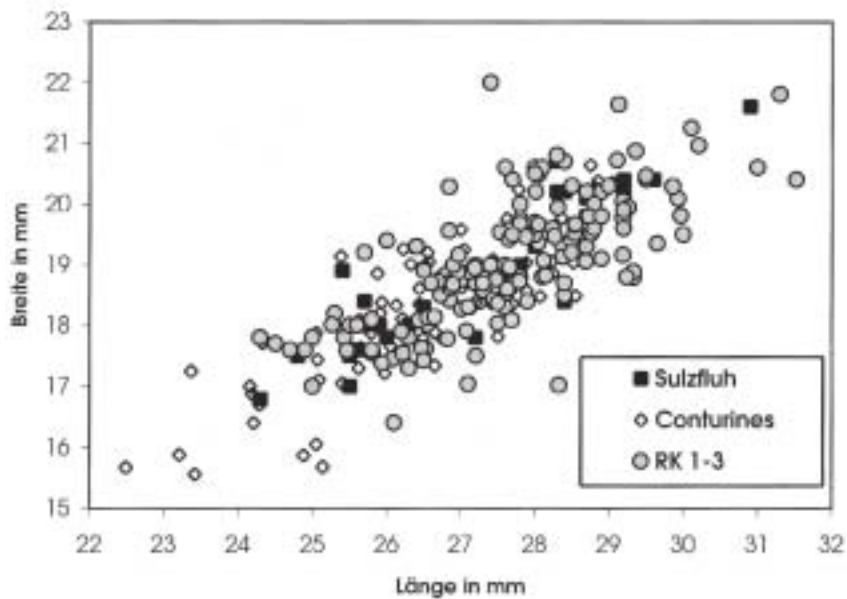


Abb. 5: Vergleich der M1 sup.-Dimensionen



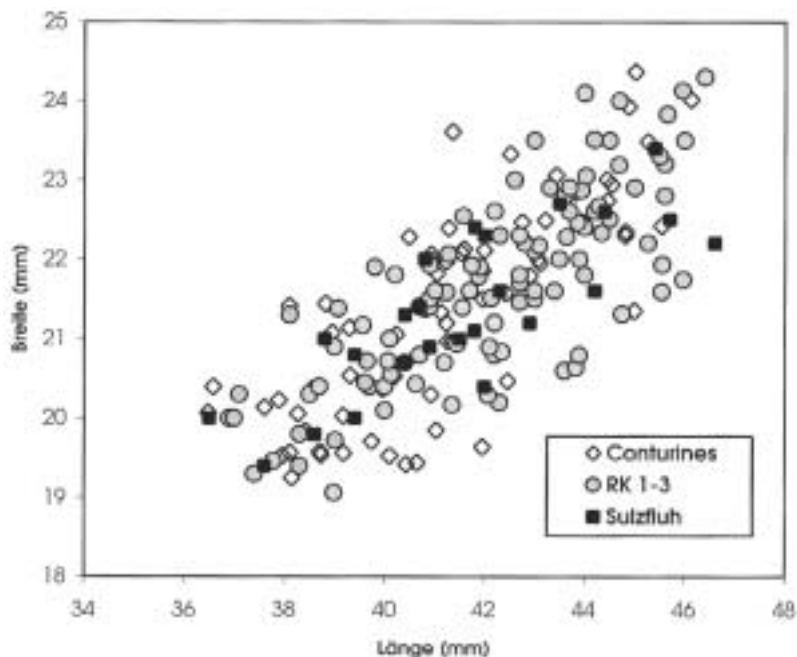


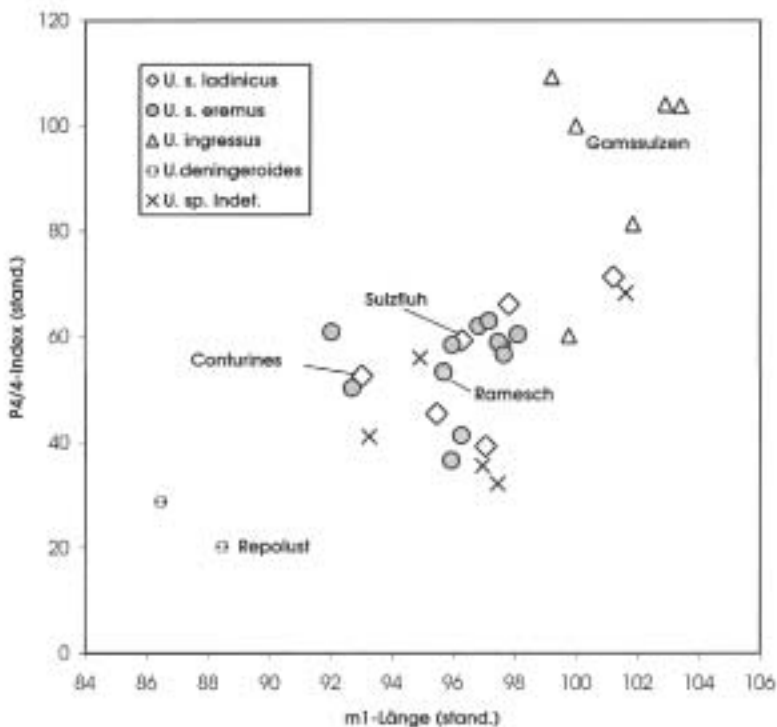
Abb. 6: Vergleich der M2 sup.-Dimensionen

3. Vergleich der Indices

Als bestes Instrument zur Ermittlung des allgemeinen Evolutionsniveaus und somit auch der chronologischen Stellung hat sich der sog. P4/4-Index erwiesen. Er wird aus den Häufigkeiten der verschieden hoch entwickelten Morphotypen ermittelt. Die gegenüber einem Grundtyp zusätzlich entwickelten Höckern und Kauleisten werden mit Faktoren zwischen 0 und 4 bewertet. Der p4-Index bzw. der P4-Index ist nichts anderes als das arithmetische Mittel (mal 100) dieser Faktoren. Der P4/4-Index als das geometrische Mittel der beiden genannten Indices hat sich ab einer Stückzahl von 25 als seriöser Indikator der Evolutionshöhe erwiesen.

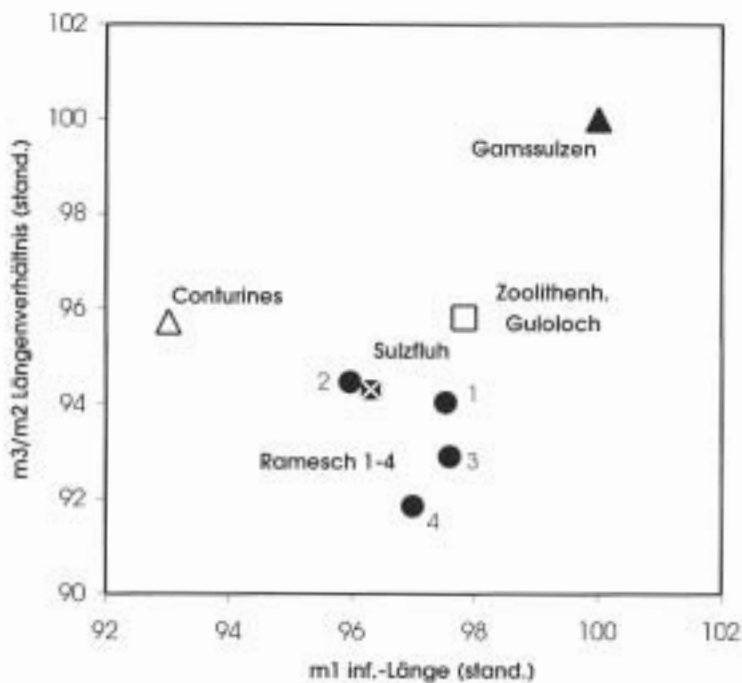
In *Abbildung 7* werden die Werte des Sulzfluh-Bären mit den Typusfaunen der anderen Taxa sowie mit zahlreichen anderen z.T. taxonomisch noch nicht bestimmten Höhlenbären der Alpen verglichen. Die Werte der Sulzfluh-Bären entsprechen einem Niveau, das für die mittelwürmzeitigen Faunen sowohl von *U. s. eremus* als auch von *U. s. ladinicus* typisch ist (s. *Abb. 7*). Eine Unterscheidung dieser beiden Gruppen ist mit dem P4/4-Index nicht möglich. Die gleich alten oder nur wenig jüngeren Faunen des *U. ingressus* haben jedoch wesentlich höhere Index-Werte und sind daher gut abzugrenzen. Noch deutlicher sind die Unterschiede zum kleinen *U. deningeroides* aus der Repolusthöhle, der dem Mittelpleistozän zuzurechnen ist und als Vorläufer der beiden hochalpinen Formen in Frage kommt.

Abb. 7: P4/4-Index und m1 inf.-Länge



Die relative Größenzunahme des m3 (s. Abb. 8) ist in allen Höhlenbärenlinien zu beobachten. Der Gamssulzenbär eilt in diesem Merkmal den anderen weit voraus. Eine Unterscheidung der beiden hochalpinen Formen ist nach diesem Kriterium nicht möglich; auch die Bären der Typusfundstelle von *U. spelaeus* (Zoolithenhöhle in Oberfranken) weichen in der relativen Länge des m3 kaum ab.

Abb. 8: m3/m2-Index und m1-Länge



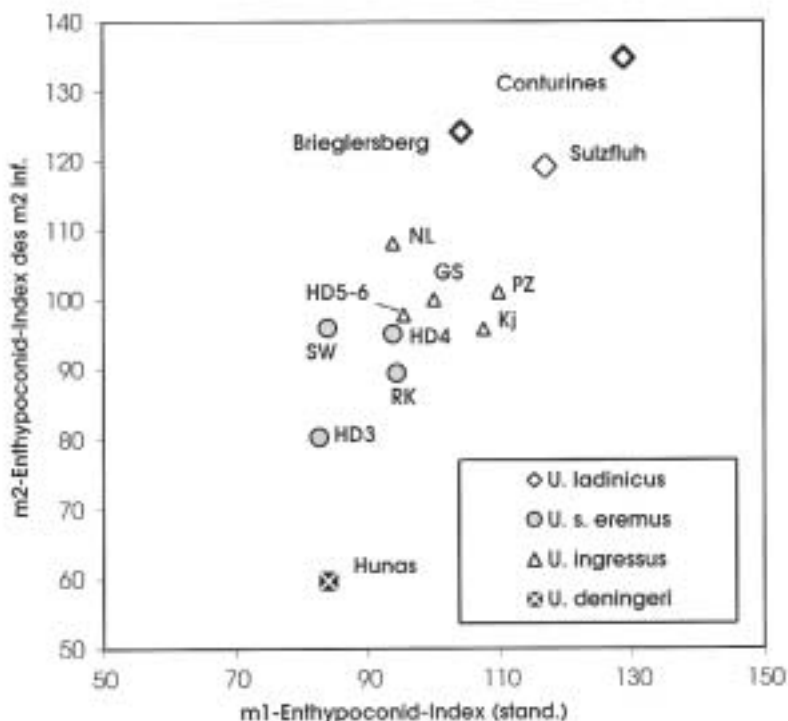


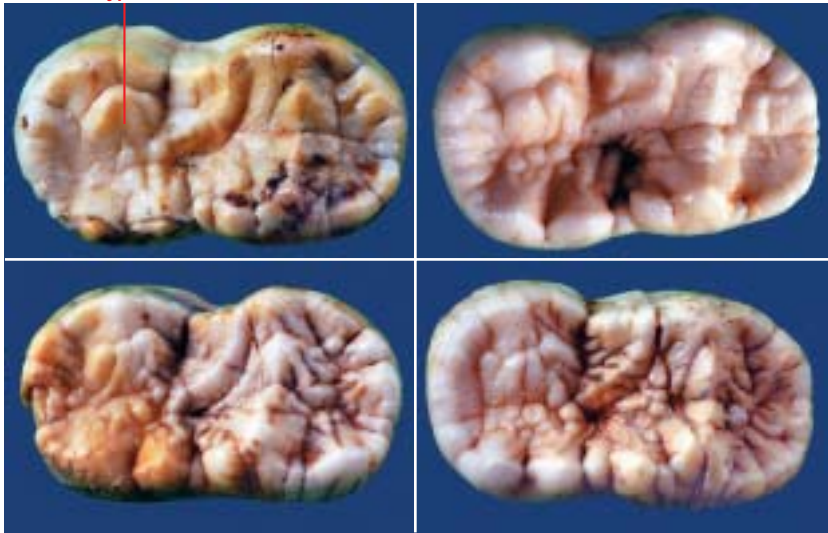
Abb. 9 Enthyponid-Index des m1 und m2 inf.

Das einzige bisher bekannte Mittel zur Trennung der beiden hochalpinen Taxa nach den Gebissmerkmalen liefert der Enthyponid-Index des m2. Nach den Sequenzen der mitochondrialen DNA gehört die Fauna der Brieglersberghöhle im Toten Gebirge genetisch zum Conturinesbären (RABEDER & HOFREITER 2004). Die m2 aus der Conturineshöhle, der Brieglersberghöhle und nun auch der Sulzfluh-Höhlen weichen durch wesentlich höhere Werte des Enthyponid-Index von den Faunen des Rameschbären aber auch des Gamssulzenbären ab.

Als Enthyponid wird die ein- oder mehrteilige Höckerbildung lingual des Hypoconids am m1 und am m2 bezeichnet. Das Enthyponid entstand schrittweise aus der Innenflanke des Hypoconids, indem durch Furchen ein selbstständiger Höcker abgetrennt wird, der sich in zwei oder drei Höcker unterteilen kann. Der Grund für diese Kauflächenkomplizierung ist offensichtlich die Verstärkung der Kaufläche gegen den Kaudruck der M1- bzw. M2-Außenhöcker. Die Morphotypen sind nach der Abb. 10 leicht zu eruieren: die Anzahl der entwickelten Enthyponid-Höcker bestimmt den Werte der Faktoren (0 = ohne Enthyponid), 1 = einhöckeriges, 2 = zweihöckeriges Enthyponid usw.) der Index entspricht dem Mittelwert der zugeordneten Faktoren mal 100. Die Zunahme der Enthyponid-Index-Werte erfolgt zeitabhängig (RABEDER 1999: 28), aber nicht konform mit dem P4/4-Index.

Enthyponid

Abb. 10: Vier zweite Unterkiefermolaren in Occusalansicht. Beachte die verschiedene Ausprägung des Enthyponids: links oben: Morphotyp B mit einhöckerigem Enthyponid, rechts oben: Morphotyp C, links unten: Morphotyp D, rechts unten: Morphotyp E mit vierteiligem Enthyponid.



Schlussfolgerungen

Der Bär der Apollhöhle (und wohl auch der übrigen Fundstellen in den Sulzfluh-Höhlen) gehört höchstwahrscheinlich zu *Ursus spelaeus ladinicus*, dem Conturinesbären.

Nach dem ähnlichen Evolutionsniveau der Prämolaren sowie der m2 und m3 ist mit einer ähnlichen Altersstellung zu rechnen wie für die beiden anderen Höhlen. Die Höhlenbären konnten diese hochgelegenen Höhlen nur unter warmzeitlichen Bedingungen bewohnt haben d.h. die heutige Vegetation in 2700 m Höhe in den Dolomiten bzw. 2000m im Toten Gebirge wäre für einen reinen Pflanzenfresser, wie es der Höhlenbär war, nicht ausreichend. Nur bei Anhebung der Waldgrenze um mehrere hundert Meter gegenüber den heutigen Verhältnissen würde den Vegetationsgürtel der alpinen Hochstaudenfluren in die Nähe der Bärenhöhle bringen; es müssten interglaziale Bedingungen herrschen.

Nach den Radiokarbonaten gab es im Hochgebirge der Alpen eine solche Warmzeit im Mittelwürm zwischen 60.000 und 40.000 Jahren vor heute. Einige AMS-Daten für die Bärenreste der Conturineshöhle (um 45.000 Jahre) und nun auch der Brieglersberghöhle (um 50.000 Jahre, mündl. Mitt. E. Wild, Inst. f. Isotopenforsch. u. Kernphysik, Univ. Wien) bestätigen dies.

Die Höhlenbären haben die Sulzfluh-Höhlen während der Mittelwürm-Warmzeit bewohnt.

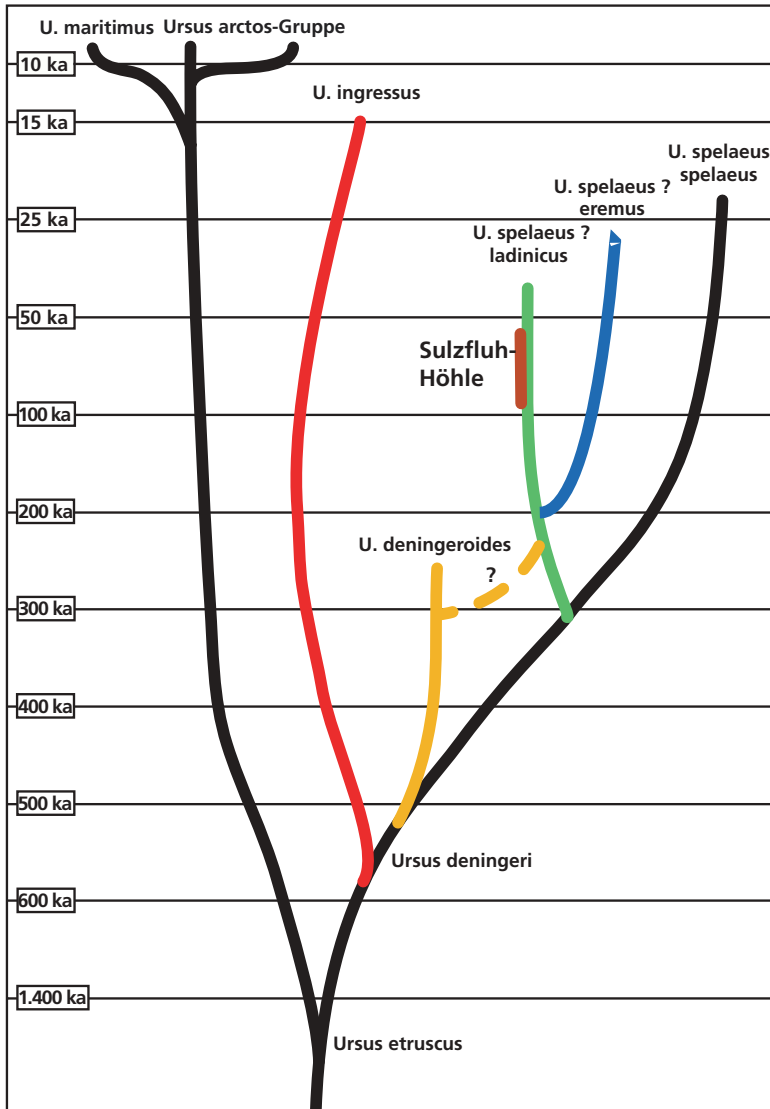
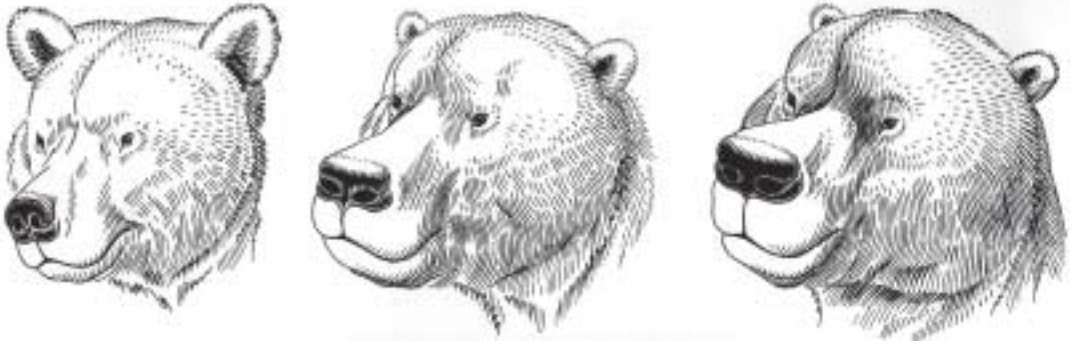


Abb. 11: Rekonstruktion der Physiognomie des Braunbären (links), des mittelpleistozänen Deningerbären (mitte) und des Höhlenbären (rechts)

Abb. 12: Neuer Stammbaum der alpinen Höhlenbären

Literatur

- DÖPPES, D. & RABEDER, G. (Hrsg.) (1997): Pliozäne und pleistozäne Faunen Österreichs. Ein Katalog der wichtigsten Fossilfundstellen und ihrer Faunen. – Mitt. Komm. Quartärforsch. Österr. Akad. Wiss. 10:1–411, Wien
- HOFREITER, M., RABEDER, G., JAENICKE, V., NAGEL, D., PAUNOVIC, WEISS, M.G. & S. PÄÄBO (2004): Reproductive isolation between large and small cave bears. – (im Druck).
- RABEDER, G. (1994): Die Bärenhöhlen in der Sulzfluh, Rhätikon. – Höhlenpost, Organ d. Ostschweiz. Ges. Höhlenforsch. 32:,95, 5–13, Zürich.
- RABEDER, G. (1995): Les grottes à ours dans la région de la Sulzfluh (Rhétie). Die Bärenhöhlen in der Sulzfluh, Rhätikon. – Stalactite 45, 1: 36–43
- RABEDER, G. (1999): Die Evolution des Höhlenbärengebisses. – Mitt. Quartärkomm. Österr. Akad. Wiss. 11: 1–102.
- RABEDER, G., HOFREITER, M. NAGEL, D. & WITHALM G. (2004): New Taxa of Alpine Cave Bears (Ursidae, Carnivora). Cahiers scient. centre conserv. l'étude coll. mus. Lyon (im Druck).
- RABEDER, G. & HOFREITER, M. (2004): Der neue Stammbaum der Höhlenbären. – Die Höhle 55: 1–19, Wien

Anschrift des Autors

Prof. Dr. Gernot Rabeder
Vivenotweg 14–16
A-3400 Weidling