

# Die mittelpleistozäne Höhlenfüllung von Hunas, Fränkische Alb

## Chronologische und paläoklimatologische Ergebnisse

The Middle-Pleistocene cave filling of Hunas, Franconia

Chronological and paleoclimatological results

von

Nicola CARLS\*, Josef Th. GROISS\* und Gernot RABEDER\*\*

CARLS, N., GROISS, J. Th. & RABEDER, G. 1988. Die mittelpleistozäne Höhlenfüllung von Hunas, Fränkische Alb. Chronologische und paläoklimatologische Ergebnisse. – Beitr. Paläont. Österr. 14:239–249, Wien 1988.

**Z u s a m m e n f a s s u n g** Seit der ersten zusammenfassenden Darstellung der Grabungsergebnisse (HELLER, 1983) sind durch neue Funde (v.a. von Primaten) sowie durch Revision zweier Fossilgruppen (Arvicoliden und Ursiden) neue chronologische und paläoklimatologische Daten erarbeitet worden, nach denen die Einwände bzw. die kontroverse Datierung durch ADAM (1986) hinfällig geworden sind: die Höhlensedimente von Hunas stammen aus einer mäßig warmen Phase des jüngeren Mittelpleistozäns.

**S u m m a r y** Since the first summarizing representation of the results of the excavation (HELLER, 1983) new findings (p.e. of primates) and the revision of two groups of fossils (arvicoliden and ursids) worked out new chronological and palaeoclimatological dates, according to which the objections respectively the controversial dating by ADAM (1986) have been decaying: the cave-sediments of Hunas are descending out of a moderately warm phase of the younger Middle-Pleistocene.

Seit mehr als dreißig Jahren werden in der Höhlenruine von Hunas, Gde. Pommelsbrunn (Lkrs. Nürnberger Land) wissenschaftliche Grabungen durchgeführt (HELLER 1963, 1966, 1983). Mit der Vorlage einer ersten zusammenfassenden Darstellung (HELLER et al. 1983) konnte eine Zwischenbilanz gezogen werden. Leider erwiesen sich die vorgelegten Ergebnisse in mancher Beziehung als nicht sehr befriedigend. Die stratigraphische Zuordnung z.B. konnte nicht eindeutig geklärt werden (GROISS 1983). Eine Einstufung des größten Teiles der Sedimente in das ausgehende Riß bzw. der hangenden Partien in den Riß/Würm-Übergang, wurde nach damaligem Kenntnisstand postuliert.

Nach einer mehrjährigen Pause mußten im Jahre 1983 die Grabungen erneut aufgenommen werden, um einer Zerstörung der einmaligen Fundstelle durch drohenden Abbau zuvorkommen. Die zunächst vom Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege unterstützten Grabungen werden seit dem Jahre 1986 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Az Gr 247–11) finanziert.

Die Untersuchungen der Ursiden-Reste werden teilweise im Rahmen eines Forschungsprojektes mit dem Titel „Evolution und Chronologie des Höhlenbären“ vom österreichischen „Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung“ Projekt Nr. 6514, unterstützt.

An dieser Stelle sei für alle bisher gewährten Hilfen sehr herzlich gedankt.

Die bislang erzielten Ergebnisse sind den laufenden Untersuchungen entnommen. Sie können deshalb noch nicht als abgeschlossen betrachtet werden. In einigen Punkten, vor allem was die stratigraphische Stellung der Fundstelle anbelangt, konnten jedoch sehr fundierte, nicht mehr wegzudiskutierende Erkenntnisse gewonnen werden.

Im folgenden sollen an Hand einiger exemplarischer Fossil-Gruppen Fakten zur zeitlichen Gliederung gebracht werden.

### 1. Die Arvicoliden von Hunas

Moderne Bearbeitungsweisen von Kleinfauen (HEINRICH 1982, VON KOENIGSWALD 1973, 1980, NADACHOWSKI 1982, 1984, RABEDER 1981, 1986) machen deutlich, daß morphologisch-dynamische Aspekte, variationsstatistische und schmelzanalytische Arbeitsweisen sinnvoll sind, da sie zum einen Evolutionsniveaus und -trends wiedergeben und andererseits auch stratigraphische sowie ökologische Anhaltspunkte liefern können. Dies war ein Grund, warum detaillierte Neuuntersuchungen der Arvicoliden aus Hunas vorgenommen wurden, um genauere und reproduzierbare Ergebnisse erhalten zu können (CARLS 1986).

#### *Arvicola*

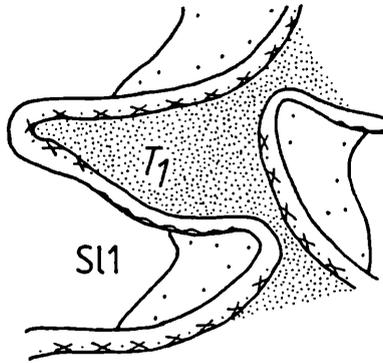
Die Gattung *Arvicola* – zumindest die des mitteleuropäischen Raumes – zeigt in ihrer phylogenetischen Entwicklung eine Änderung ihrer Schmelzbandanlage. Der ursprünglich pachykne Bau, dicker Lee- und dünnerer Luvschmelz, wurde über ein mesoknemes Stadium, mit gleich dicken Schmelzseiten, in ein modernes leptoknemes Schmelzband abgewandelt, bei welchem der Luvschmelz dicker ausgebildet ist als der Leeschmelz. Diese Umorientierung bedeutet eine Funktionssteigerung für den Kauvorgang. Da sich dieser Umbau allmählich und „gerichtet“ vollzog, erlaubt eine Untersuchung des Schmelzmusters bei *Arvicola* eine relative Datierung.

Die *Arvicola*-Molaren aus Hunas repräsentieren den mesoknemen Schmelzmuster-Typ (Abb. 1) und stehen nach der Evolution dieses Merkmalskomplexes etwa in

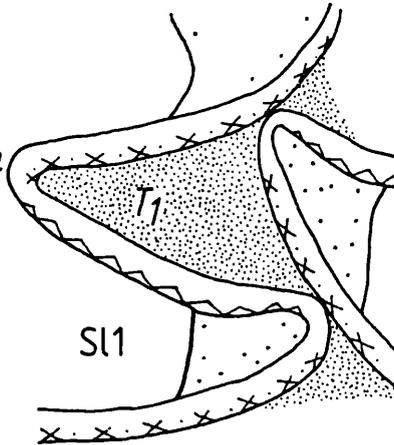
\* Institut für Paläontologie der Universität Erlangen-Nürnberg, D-8520 Erlangen, Loewenichstr. 28.

\*\* Institut für Paläontologie der Universität Wien, A-1010 Wien, Universitätsstraße 7.

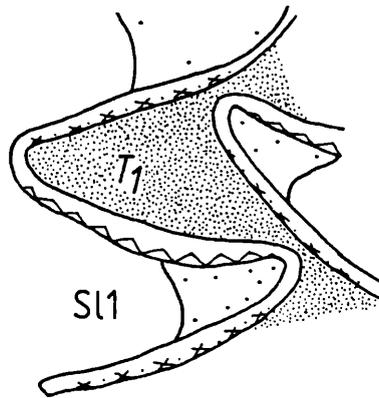
*Arvicola terrestris*  
Weinberghöhle



*Arvicola hunasensis* n.sp.  
Hunas



*Arvicola cantiana*  
Hundsheim



Signatur nach  
v.KOENIGSWALD 1980

- |  |                      |
|--|----------------------|
|  | radialer Schmelz     |
|  | tangentialer Schmelz |
|  | Lamellenschmelz      |
|  | Dentin               |
|  | Zement               |

Abb. 1. Vergleich der Schmelzmuster von *Arvicola* aus Hundsheim (Niederösterreich, älteres Mittelpleistozän), Hunas (jüngeres Mittelpleistozän) und aus der Weinberghöhle (Würm-Kaltzeit). Dargestellt ist das 1. Triangel eines rechten  $M_1$  (nach CARLS 1986, vereinfacht).

der Mitte zwischen den Molaren des tieferen Mittelpleistozäns (*A. cantiana*) und des Jungpleistozäns und Holozäns (*A. terrestris*).

Zu gleichsinnigen Ergebnissen kommen wir durch morphodynamische Untersuchungen der  $M_1$ -Kaufläche. Die qualitative und quantitative Auswertung der Morphotypen-Zusammensetzung (Abb. 2) läßt auf ein Evolutionsniveau schließen, das zwischen dem *cantiana*-Niveau (z.B. von Petersbuch) und dem Niveau des modernen *A. terrestris* (z.B. aus dem Jungpleistozän der Weinberghöhle und der Zoolithenhöhle sowie rezent) liegt: die Häufigkeit altertümlicher Morphotypen „mit Mimomyskante“ und „intermedius“ nimmt – offensichtlich zeitabhängig – relativ rasch ab.

Als übereinstimmende Ergänzung kann noch angeführt werden, daß auch in der Metrik – die Dimensionen vergrößern sich vom älteren Mittel- bis zum obersten Jungpleistozän allmählich – die Hunas-Molaren eine Zwischenstellung einnehmen.

#### *Microtus*

Die Molaren (v.a.  $M_1$  und  $M^3$ ) der Gattung *Microtus* sind in ihrem Kauflächenbild sehr variabel; das trifft sowohl für rezente als auch für fossile Molaren zu. Diese Polymorphie hat sich vom phylogenetischen Ursprung der Gattung im Ältest-Pleistozän bis zum Holozän überaus

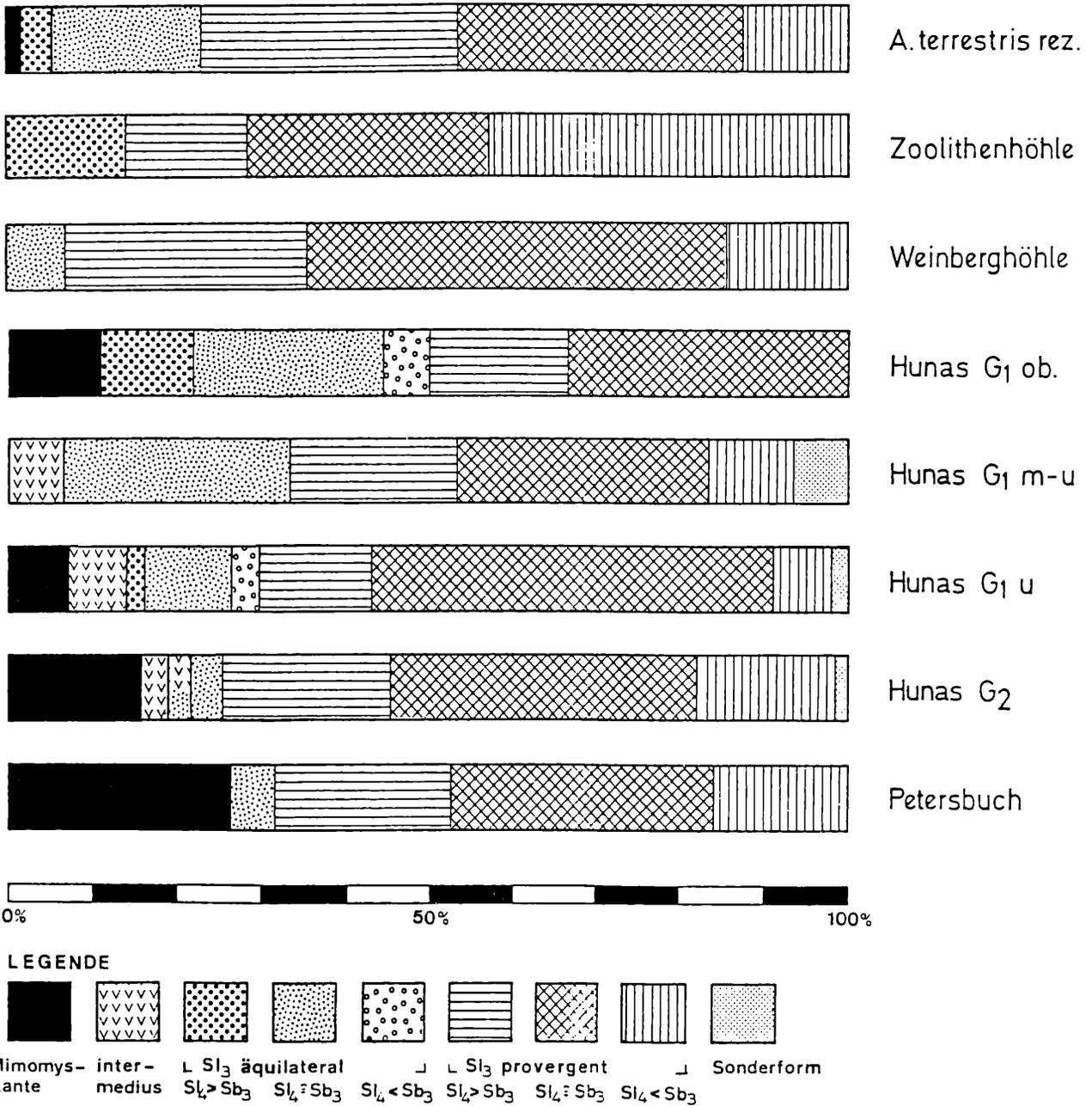


Abb. 2. Morphotypen-Frequenzen des M<sub>1</sub> von *Arvicola* aus verschiedenen alten Faunen (nach CARLS, 1986, vereinfacht).

rasch geändert, woraus wir eine relativ feine relative Chronologie des ganzen Pleistozäns gewinnen können. Zur Entzifferung der z.T. sehr komplexen Evolutionsvorgänge wurden Verfahren entwickelt, die einerseits der hohen Polymorphie, andererseits den für Arvicoliden besonders typischen Parallelentwicklungen gerecht werden (RABEDER, 1981, 1986; CARLS & RABEDER, 1988).

Nach der Morphotypen-Analyse der M<sub>1</sub> steht die Hunaser *Microtus*-Assoziation zwischen den älteren Faunen des Mittelpleistozäns (z.B. Hundsheim) und den jungpleistozänen bzw. rezenten *Microtus*-Vorkommen (vgl. CARLS 1986). Das Morphotypen-Spektrum zeigt, daß der *Microtus*-Stamm von Hunas noch nicht in Arten aufgesplittert war (Abb. 4). Somit liegt ein wesentlich niedrigeres Evolutionsniveau vor als bei typischen Höhlenfaunen des Jungpleistozäns (z.B. Zoolithenhöhle-Guloloch und -Wolffschlucht).

## 2. Die Großsäuger von Hunas

In den früheren Grabungen wurde eine außerordentlich reiche Fauna, insgesamt mehr als 120 verschiedene Arten, geborgen (vgl. HELLER 1983). Bei den neuen Grabungen ist die Ausbeute an Großsäugern geringer. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, daß die momentane Grabungsposition innerhalb der ehemaligen Höhle relativ ungünstig ist: Im flachen Zwickel zwischen Höhlendach und Sediment des Höhlenbodens. Je weiter die Grabungsfläche tiefer gelegt wird, umso größer wird der Abstand zur ehemaligen Höhlendecke und umso besser werden die Chancen, mehr und vor allem auch größere Fossilreste bergen zu können.

Da eine detaillierte Bearbeitung noch nicht erfolgte, sollen hier nur in einem Überblick die meist nur nach ihrer Gattung bestimmten Formen angeführt werden:

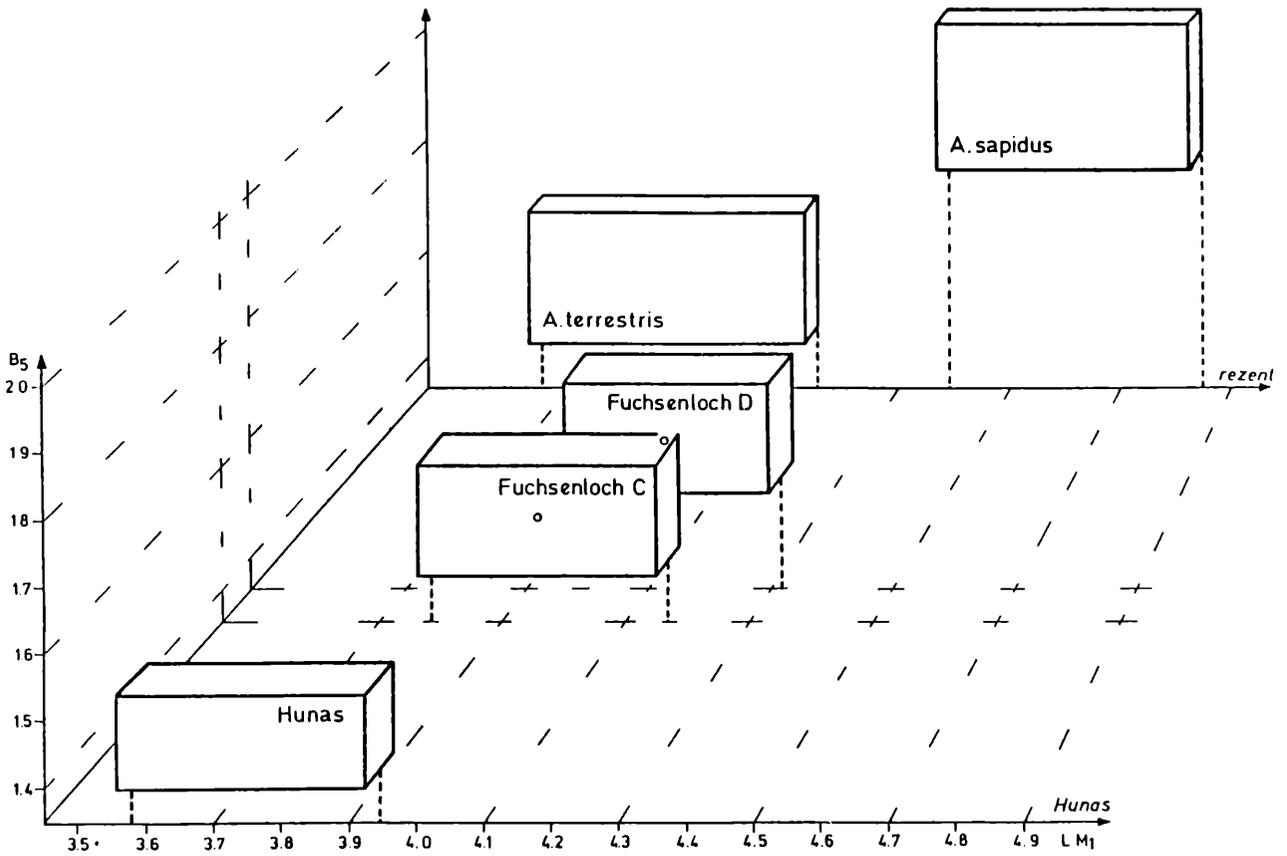


Abb. 3. Vergleich der Längen-Breiten-Diagramme des  $M_1$  von *Arvicola* aus Hunas (Mittelpleistozän) und Fuchsenloch (älteres und jüngeres Würm) und *A. terrestris*, rezent (nach CARLS, 1986).

*Macaca sylvanus pliocena* OWEN  
*Homo* (Umkreis *neanderthalensis* KING)  
*Sciurus* sp.  
*Marmota* sp.  
*Cricetus* sp.  
*Canis lupus* L.  
*Ursus deningeri/spelaeus* – Übergangsform  
*Mustela* sp.  
*Hyaena (Crocuta) spelaea* GOLDFUSS  
*Equus* sp.  
*Alces* sp.  
*Rangifer* sp.  
*Capreolus* sp.  
 Boviden

Von allen diesen Formen interessieren natürlich in erster Linie die Primatenfunde, zumal ja, mit Ausnahme der Hyäne, alle anderen Gattungen bzw. Arten bereits bei den früheren Grabungen nachgewiesen werden konnten.

Nach SZALAY & DELSON (1979) bilden die jungtertiären und quartären Makaken eine Speziesgruppe von *Macaca sylvanus* (L.). Die alt- und mittelpleistozänen Vertreter werden von diesen Autoren zu der Unterart *pliocena* OWEN gestellt. Wenn man die Morphologie und die Maße der aus dieser Zeit beschriebenen Formen vergleicht, kann man dieser Auffassung nur zustimmen. Eine genauere Beschreibung dieses Fundes wird in GROISS (1986) gegeben. Hier sollen nur einige kurze Bemerkungen angeführt werden.

Bei dem Zahn handelt es sich um einen  $M^3$  dext., der

im Kronenbereich gut erhalten ist. Die Wurzeln sind abgebrochen. Die Länge des Zahnes beträgt 9,91 mm, die Breite mesial 8,06 mm und distal 7,1 mm. Die Anlage des Zahnes ist typisch bilophodont. Der etwas verschoben-rechteckige Umriß wird durch die Fossa media (Abb. 5a, b) in zwei ungleiche Abschnitte geteilt: Mesial, im Trigon, eine relativ breite Ausbuchtung mit der Fovea anterior und distal ein breiter, dreieckiger Abschnitt, das Talon mit der Fovea posterior. Der Trigonbereich ist höher als der Talonanhang. Die Querjoche vom Proto- zum Metacon und vom Hypo- zum Entocon sind als deutliche Grate ausgebildet. Das Alter des Individuums dürfte jungadult gewesen sein.

Der Makakenzahn wurde in 7,19 m unter der Grabungs-Nulllinie geborgen, während ein  $M_3$  dext. eines Hominiden bei 5,94 m unter der Nulllinie gefunden wurde. Die Erhaltung dieses „Weisheitszahnes“ ist sehr gut (Abb. 6a, b). Auch hier soll nur eine kurzgefaßte Beschreibung folgen. Ausführlicher ist dies bei GROISS (1986) geschehen. Die Länge der Krone (mesial/distal) beträgt 11,94 mm, die Breite (lingual/buccal) 10,9 mm. Die Krone ist relativ niedrig, der Umriß ist hoch herzförmig, mit der Spitze nach distal weisend. Im Trigonidbereich ist der Zahn breiter als im Talonid. An der mesialen Seite ist eine deutliche, 3,65 mm breite und 2,33 mm hohe schildförmige Einbuchtung zu bemerken: Der Reibespiegel zum dovorsitzenden  $M_2$ . REM-Aufnahmen zeigen einige Kratzspuren auf dieser Reibefläche. Der Zahn ist relativ wenig abgekaut. Das ehemalige Zahnmuster ist noch gut erkennbar. Deutlich ist das „Y“ des Dryopithe-

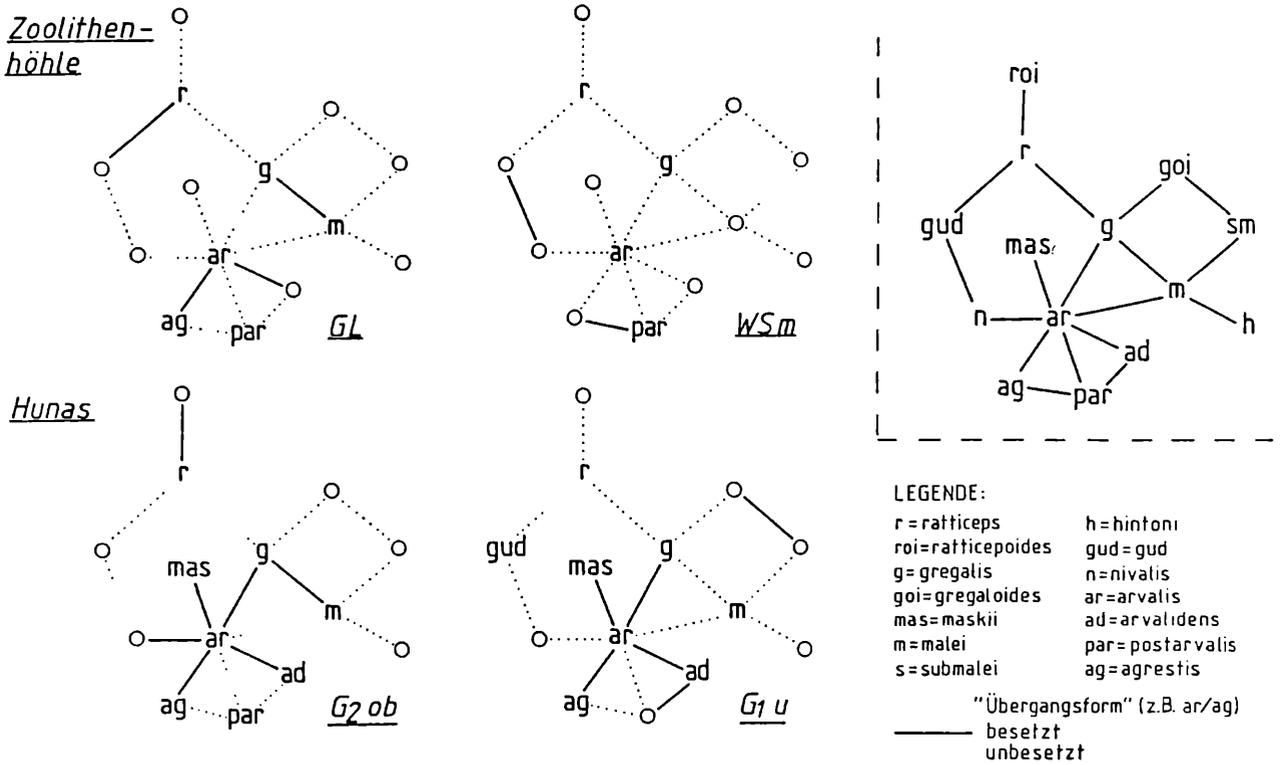


Abb. 4. Vergleich der M<sub>1</sub>-Morphotypen-Verteilung von *Microtus* aus Hunas (Mittelpleistozän, zwei Schichtkomplexe) und der Zoolithenhöhle (Jungpleistozän, GL = Guloloch, WSm = Wolfsschlucht-Mitte (nach CARLS, 1986, vereinfacht).

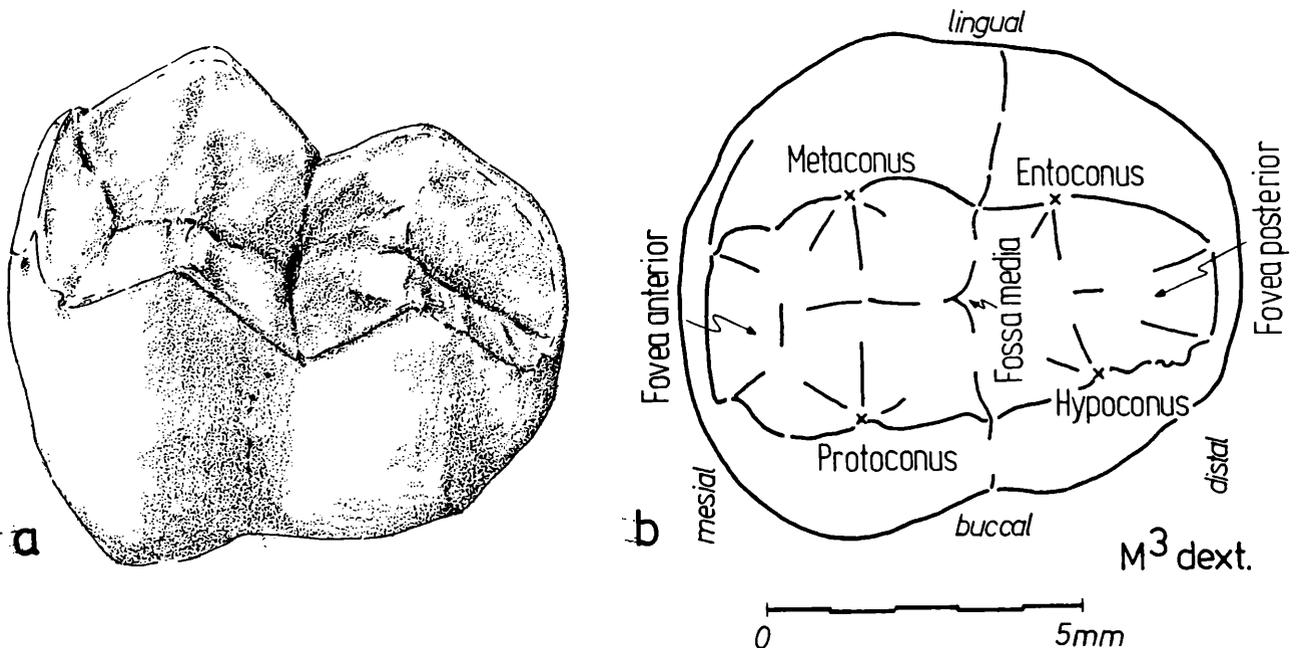


Abb. 5. Molar (M<sup>3</sup> dext.) eines Makaken aus Hunas. a = Ansicht von buccal/occlusal; b = Lage und Bezeichnung der Bauelemente.

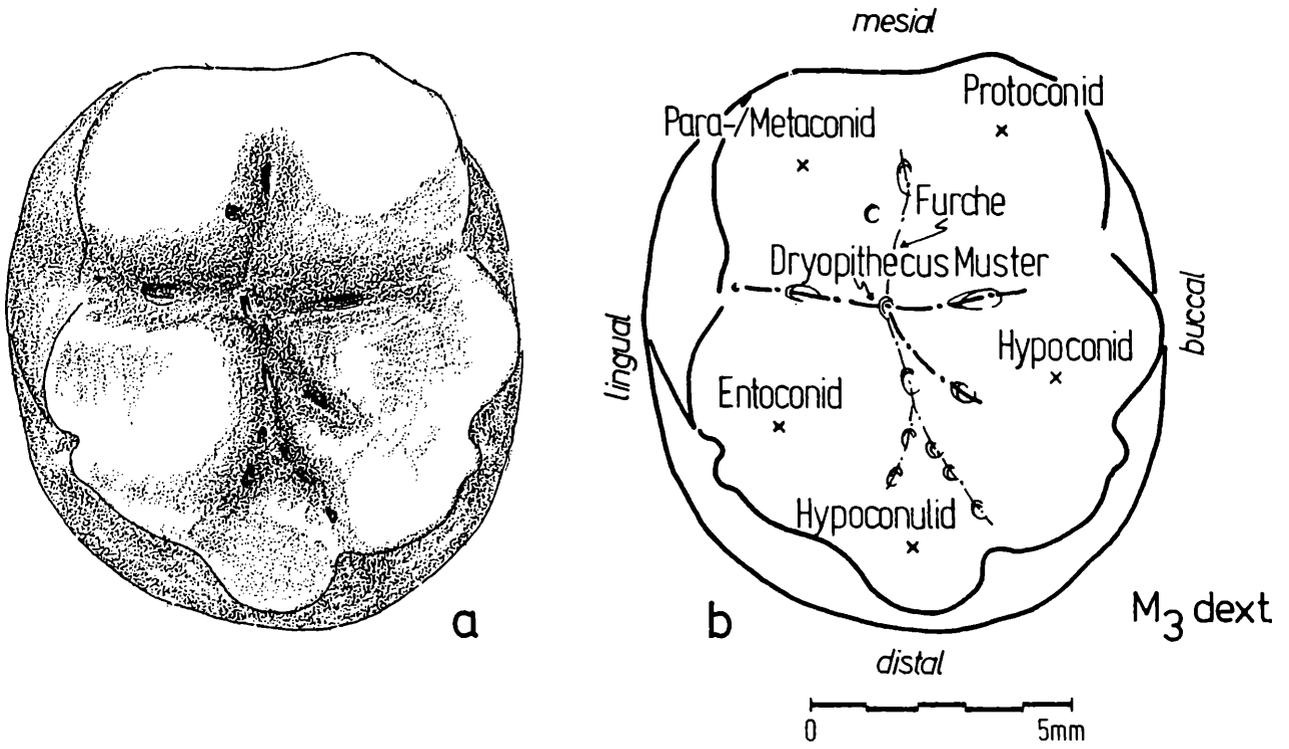


Abb. 6. Molar ( $M_3$  dext.) des Hominiden aus Hunas rechts. a = Occlusal-Fläche; b = Lage und Bezeichnung der Bauelemente.

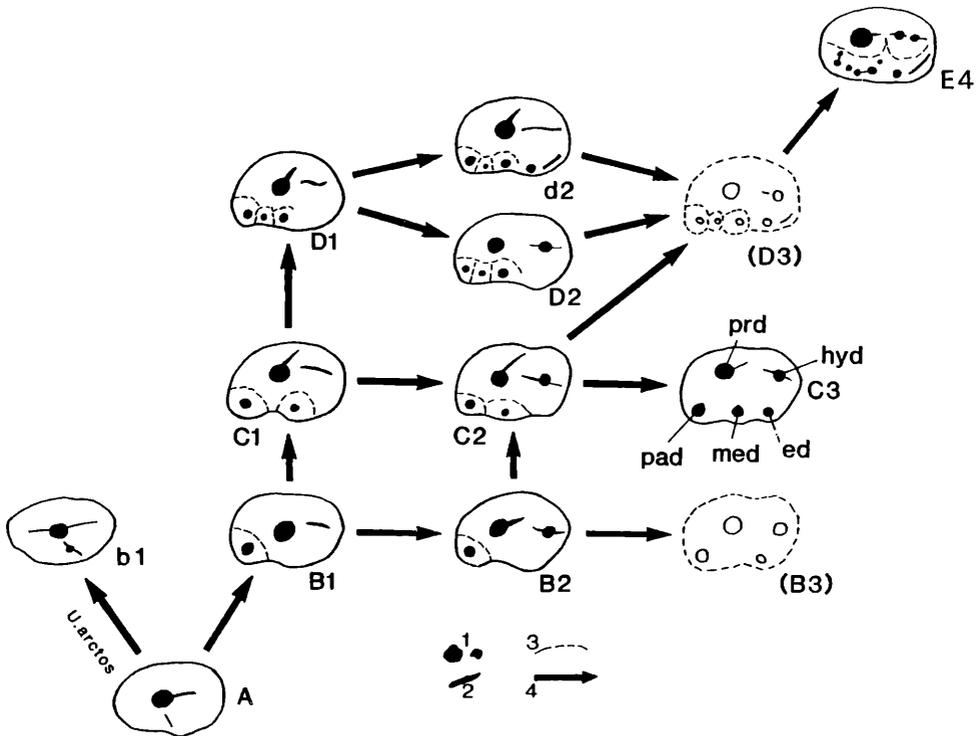


Abb. 7. Morphodynamisches Schema der  $P_4$ -Kaufläche von *Ursus spelaeus*.

Abkürzungen: ed Entoconid, hyd Hypoconid, med Metaconid, pad Paraconid, prd Protoconid.

1 = Höcker, 2 = Grate, 3 = Furchen, 4 = Evolutionsrichtung (nach RABEDER, 1983).

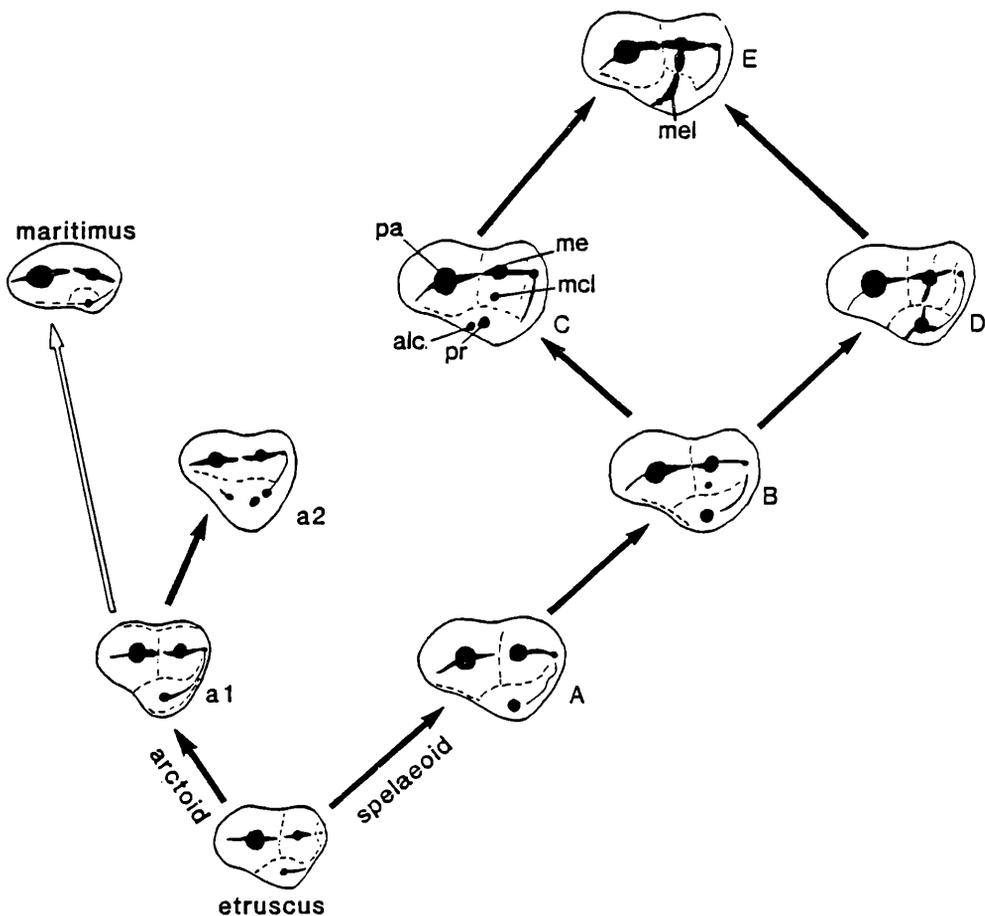


Abb. 8. Morphodynamisches Schema der  $P^4$ -Kaufläche von *Ursus spelaeus*.  
Abkürzungen: alc akzessorischer Lingual-Höcker, mcl Metaconulus, me Metaconus, mel Metaloph (nach RABEDER, 1983).

cus-Musters zu beobachten (Abb. 6). Die Wurzeln sind taurodont, die beiden Spitzen sind nach distal-buccal ausgebogen.

### 3. Die Bären von Hunas

Das reiche Bärenmaterial, das bei den sog. „alten“ Grabungen (1956–1963) zu Tage kam, wurde von HELLER (1983: 176–200) der für das Jungpleistozän charakteristischen Art *Ursus spelaeus* ROSENMUELLER zugeordnet, obwohl HELLER sehr ausführlich darlegt, daß sowohl in den Dimensionen als auch in der Morphologie der Backenzähne „doch sehr starke Anklänge an den erd- und entwicklungsgeschichtlich älteren *Ursus deningeri* bestehen“. Daß HELLER (1983:195) den Hunaser Bären dann doch „einen echten, wenn auch noch etwas primitiven *Ursus spelaeus*“ nennt, ist wohl einer etwas zu starren Systematik zuzuschreiben, wie sie auch heute noch weit verbreitet ist und die theoretisch zu untermauern auch moderne Konzepte (Makroevolution, punctuated equilibrium) versuchen.

Die beobachtbare Evolution der Höhlenbären (vgl. RABEDER 1983, 1985, HILLE & RABEDER 1986) hat uns aber nachdrücklich gelehrt, daß starre Taxonomien hier fehl am Platze sind. Die Evolution des Höhlenbären-Gebisses verläuft überaus rasch und in kleinen Schritten.

Bei Beobachtungen dieser Gegebenheiten wären chro-

nologische Fehleinschätzungen wie z.B. durch ADAM (1986) zu vermeiden gewesen. Man muß allerdings einräumen, daß die große dimensionelle und morphologische Variabilität die evolutiven Vorgänge verdeckt, weshalb diese nur durch statistische Methoden entlarvt werden können. Das gelingt am leichtesten an den Prämolaren ( $P^4$ ), die mit Hilfe des morphodynamischen Konzeptes analysiert werden (RABEDER 1986). Dies erfordert zur Erfassung von Variabilität und Evolution folgende Arbeits-Schritte:

1. Erfassung von Morphotypen
2. Anordnung der Morphotypen in ein morphodynamisches Schema (Abb. 7, 8). (Erkennen der Evolutionsrichtung wesentlich!).
3. Auszählung der Morphotypen-Häufigkeiten (Morphotypenspektren).
4. Frequenzvergleich  
Aus dem Vergleich von Morphotypenspektren läßt sich die Morphodynamik als Verschiebung von Frequenzen erkennen. Das heißt, daß sich aus der Frequenz progressiver Morphotypen auf das Evolutionsniveau schließen läßt.  
Zur Kontrolle können hier relative oder absolute chronologische Werte eingebracht werden (Abb. 9).
5. Erarbeitung von morphodynamischen Indices  
Ausgehend vom ursprünglichen Morphotyp werden alle Evolutions-Schritte gezählt, die zur „Erreichung“ der jeweiligen Morphotypen notwendig sind. Jedem

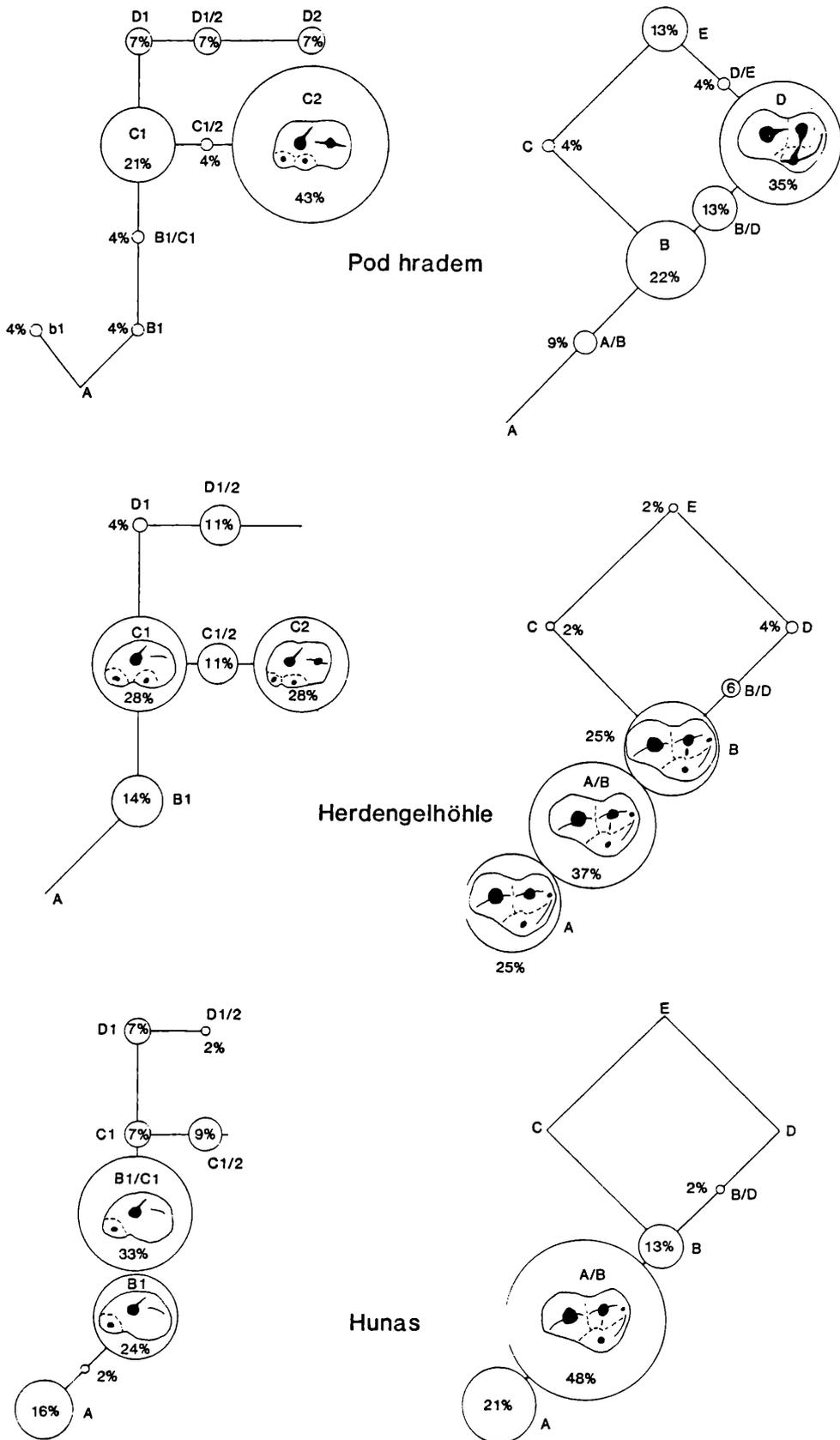


Abb. 9. Vergleich der Morphotypen-Spektren des P<sub>4</sub> (links) und des P<sub>4</sub> (rechts) von drei absolut datierten Höhlenbären-Faunen.

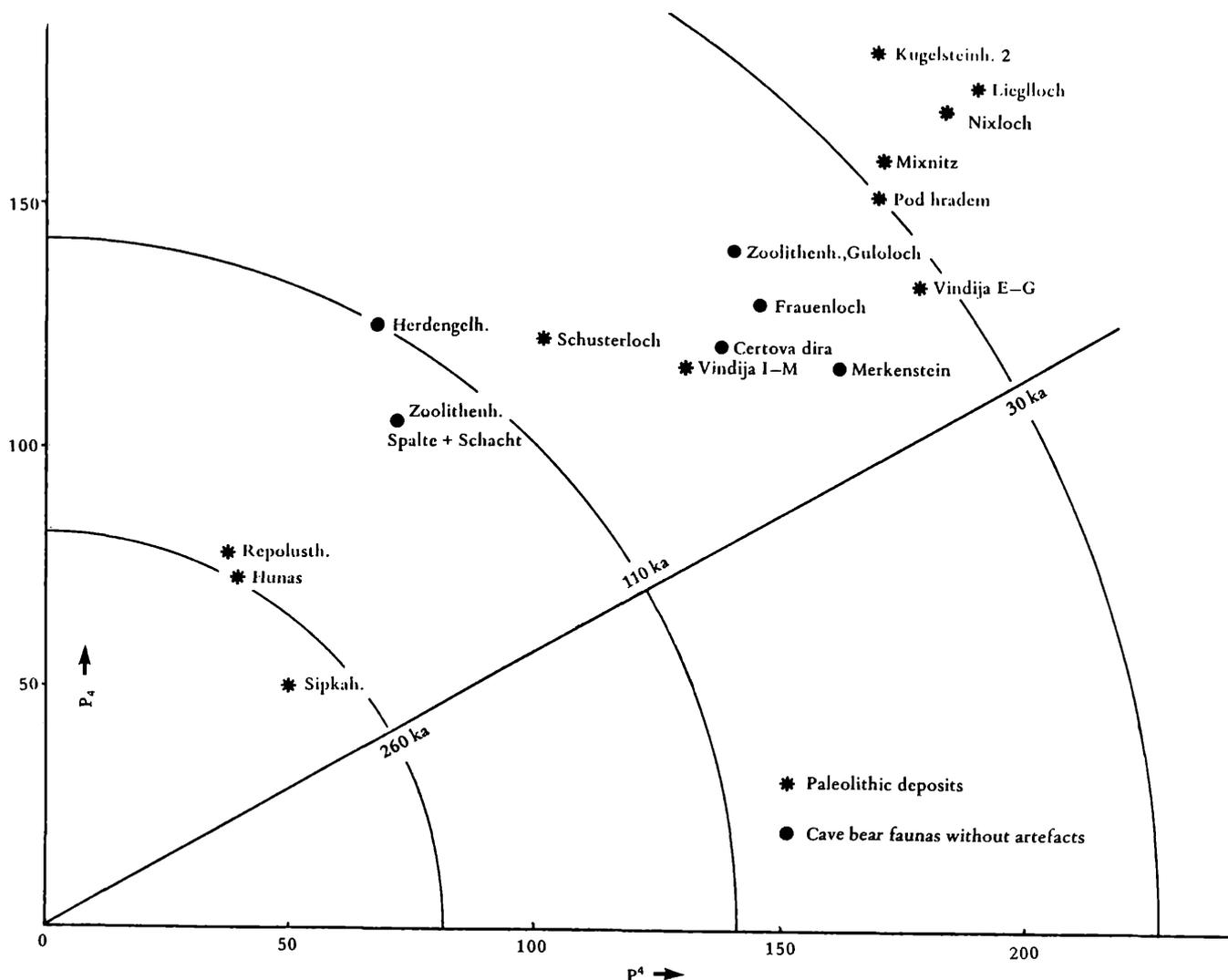


Abb. 10. Morphodynamisches Diagramm von 17 verschiedenen alten Höhlenbären-Faunen. Auf Abszisse und Ordinate sind die morphodynamischen Indices des  $P_4$  bzw. des  $P_4$  gegeneinander aufgetragen. Die Viertelkreise kennzeichnen drei absolute Altersangaben.

Morphotyp wird so ein Faktor (= Zahl der Schritte) zugeordnet. Die Produkte aus Faktor und Frequenz (in Prozent) werden summiert, die Summe nennen wir „morphodynamischen Index“. Er ist ein Maß für das morphodynamische Niveau eines Merkmalskomplexes (z.B. der  $P_4$ -Kaufläche). Mehrere derartige Indices (in unserem Beispiel  $P_4$  und  $P_4$ ) kontrollieren sich gegenseitig und verstärken die Aussagekraft (s. Abb. 10).

**Ergebnis:** Sowohl aus den Morphotypen-Spektren der  $P_4$  und  $P_4$  (vgl. Abb. 7 und 8) als auch nach den morphodynamischen Indices ergibt sich für die Fauna von Hunas ein wesentlich höheres Alter als bisher angenommen worden ist. Aus dem Vergleich mit zwei absolut datierten Höhlenbären-Faunen (Pod hradem und Herdengelhöhle) ist zu schließen, daß das Uran-Thorium-Alter der Schicht P von Hunas mit 260 ka (vgl. BRUNNACKER 1983) sehr wohl repräsentativ für die ganze Faunen-Abfolge ist – zumindest in groben Zügen. Das Evolutionsniveau der  $P_4$  von Hunas ist ähnlich niedrig wie von der Repolust- und der Šipka-Höhle.

Alle drei Faunen sind mit Artefakten des Mousterien assoziiert und in den Zeitraum zwischen ca. 200.000 und ca. 280.000 Jahren einzuordnen.

Sie sind sicher viel älter als die Faunen der Riß-Würm-Warmzeit (um 120.000 Jahre v. Chr.) und auch älter als die vorletzte Kaltzeit (130.000 bis 190.000 Jahre; ? Riß).

#### 4. Paläoklimatologie

Seit der Renaissance der Milankovitsch-Theorie und ihrer Bestätigung durch die Sauerstoff-Isotopen-Methode hat sich die Zusammenarbeit zwischen Paläoklimatologie und absoluter Chronologie sehr wesentlich verstärkt.

Die klimatologische Analyse der Fauna von Hunas durch GROISS (1983) ergab, daß die fossilführenden Schichten in einer Zeit abgelagert worden waren, die von einem kühl gemäßigten Klima geprägt war, das nur mäßig starken Schwankungen unterworfen war. GROISS (1983) spricht von einem mehrfachen Wechsel von Steppe und Parklandschaft in einem kühl-gemäßigten bis gemäßigten

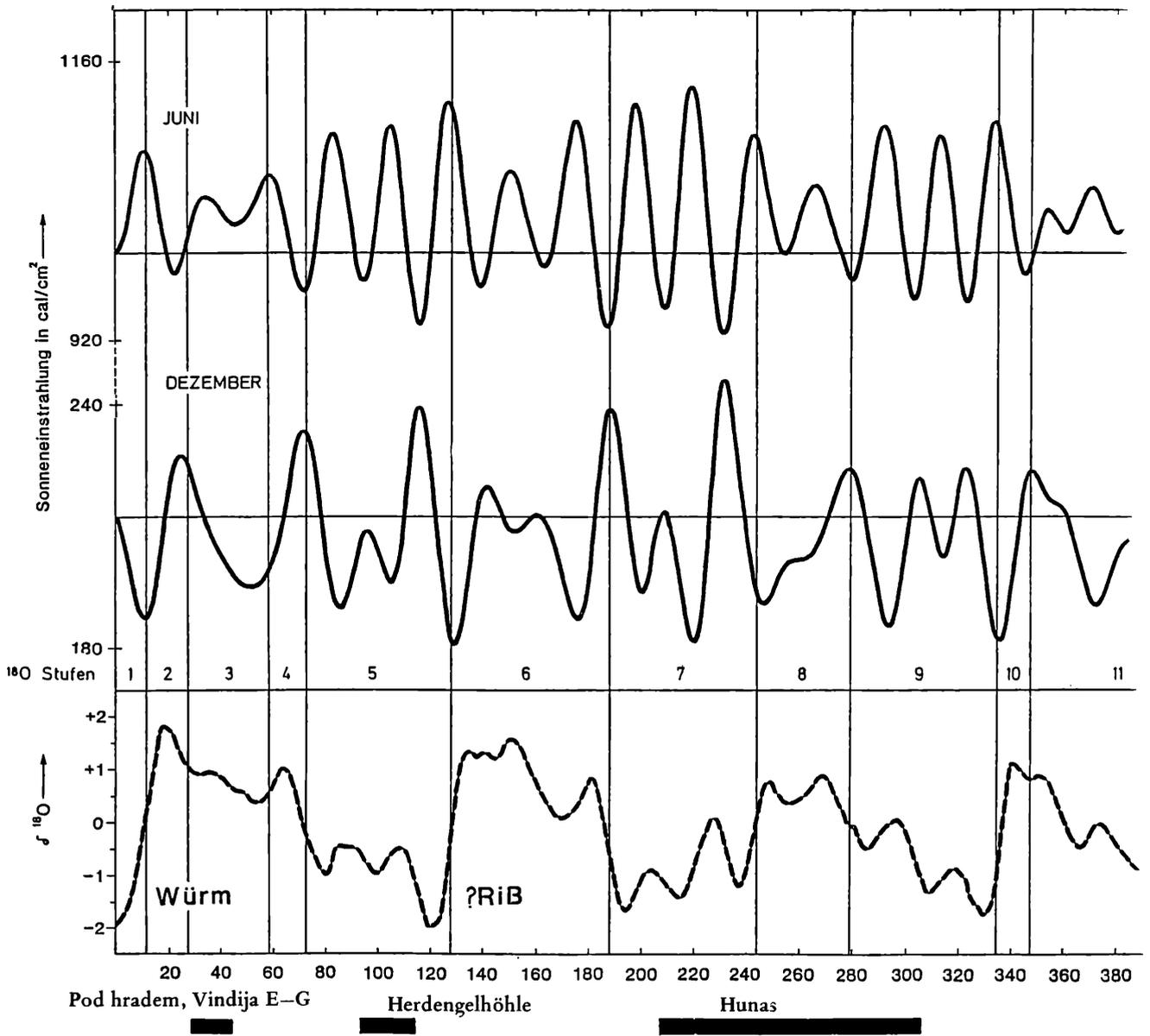


Abb. 11. Die Chronologie von Hunas im Vergleich zu drei anderen absolut datierten Höhlenbären-Fundstellen und die paläoklimatologische Stellung. Die beiden Sonneneinstrahlungskurven (Milankovitsch-Kurven) für Sommer (Juni) und Winter (Dezember) sind für den 47. nördl. Breitengrad berechnet (s. HILLE & RABEDER, 1986). Die Sauerstoff-Isotopenkurve (Daten nach IMBRIE & al., 1984) beschreibt die global angehäuften Eismassen. Die Skala unten gibt die Zeit in ka ( $10^3$  Jahre) an.

Klima. Von keinem fossilführenden Profilabschnitt kann behauptet werden, daß er unter interglazialen Bedingungen (d.h. mindestens so warm wie heute oder wärmer) gebildet worden sei. Weder unter den Gastropoden noch unter den Vertebraten gibt es warmzeitliche Leitformen. So fehlen sowohl die Elemente der interglazialen *Helicogona banatica*-Fauna als auch wärmeliebende Insectivoren (*Crocidura*) und Chiopteren (*Rhinolophus*, *Miniapterus*). Ein typisch interglaziales Klima herrschte zur Bildungszeit der Hunas-Sedimente nie! Auch *Dicero-rhinus kirchbergensis* spricht nicht für warmzeitliche Verhältnisse, da dieser Art eine nur geringe klimatologische Aussagekraft zugeschrieben werden kann (vgl. dazu ADAM, 1986).

Die Faunen aller Schichten bestehen vorwiegend aus Wald- und Steppenelementen der gemäßigten Zone, wie sie auch heute in Mitteleuropa verbreitet sind. In den

meisten Schichten kommen außerdem boreale, subboreale und alpine Elemente vor (*Dicrostonyx*, *Lemmus*, *Marmota*, *Lagopus*, *Eptesicus nillssonii*, *Rangifer*), die auf ein Klima schließen lassen, das trockener und kühler war als das heutige. Selbst die „wärmeren“ Schichten I, H und G2 enthalten kälteangepaßte Formen, die heute in ungünstigeren Regionen leben.

Zusammenfassend sei festgestellt: Das ganze fossilführende Schichtpaket von Hunas wurde in einem kühl-gemäßigten bis gemäßigten Klima abgelagert. Interglaziale Verhältnisse herrschten während dieser Zeit nie! Aber auch hochglaziale Bedingungen (Kaltsteppe) sind auszuschließen.

Mit dieser paläoklimatologischen Aussage einerseits und den biostratigraphischen und absoluten Daten andererseits können wir nun versuchen, das Profil von Hunas in die Klimakurven einzufügen (vgl. Abb. 11).

Aus dem Sinter-Datum der Schicht P und auch durch Interpolierung der morphodynamischen Daten für *Ursus* und *Arvicola* kann für das Profil von Hunas ein Alter zwischen 220 ka und 320 ka angenommen werden, d.h. Hunas ist dem Zeitraum der Isotopenstufen 7 bis 9 zuzuordnen. Die Warmzeiten um 200 ka und 320 ka sind aus klimatischen Gründen ebenso auszuschließen wie die extremen Kaltzeiten der Isotopenstufen 6 und 10. Die dazwischenliegende Zeitspanne – besonders zwischen 240 und 310 ka – ist durch relativ kleine Schwankungen in den Sonneneinstrahlungskurven gekennzeichnet. Da die globale Eiskurve für diesen Abschnitt einen nur mäßigen Vorstoß anzeigt, können wir auf ein kühl gemäßigtes Klima schließen, wie es die Klimaindikatoren der Fauna und Flora aus Hunas andeuten.

### 5. Chronologische Ergebnisse

Die Umwandlung von *Arvicola cantiana* in *Arvicola terrestris* vollzog sich laut HEINRICH (1978) im Zeitraum Holstein bis Eem. Übergangsformen, die als *Arvicola cantiana-terrestris* (= *A. hunasensis* CARLS) bezeichnet werden und aus Hunas nachgewiesen wurden, müssen daher als Repräsentanten dieses Zeitraumes angesehen werden. Für eine Absolutdatierung dient der Vergleich mit Funden aus den Niederlanden (van KOLFSCHOTEN 1986), die ein TL-Alter von  $270 \pm 22$  ka zeigen, wodurch sich auch der Sinter aus Hunas zumindest in der Größenordnung als glaubwürdig erweist.

Die *Microtus*-Molaren stehen in ihrer Entwicklungshöhe weit hinter den typisch jungpleistozänen Vergleichsstücken zurück.

Weiterhin zeigen auch die Hunaser Bären, daß sie dem Mittelpleistozän zuzuordnen sind. Die zahlreichen Bärenreste aus den älteren Grabungen gehören einem Evolutionsniveau an, das zwischen dem typischen *deningeri*-Stadium des frühen Mittelpleistozäns (Mosbachium) und dem typischen *spelaeus*-Niveau der letzten Kaltzeit einzuordnen ist, und zwar wohl etwas näher zu *Ursus deningeri* als zu *Ursus spelaeus*.

Der fossilführende Teil des bisher ergrabenen Profils von Hunas gehört dem jüngeren Mittelpleistozän an. Die Sedimente dürften vor 310 bis 240 ka abgelagert worden sein.

### 6. Literatur

- ADAM, K. D. 1986. Die Höhlenruine von Hunas in der Fränkischen Alb – Reflexionen zum Forschungsstand. – Stuttgarter Beitr. Naturk. Ser. B, Nr. 121, Stuttgart.
- BRUNNACKER, K. 1983. Die Sedimente der Höhlenruine von Hunas. – Quartär-Bibliothek, 4, Bonn.
- CARLS, N. 1986. Arvicoliden (Rodentia, Mammalia) aus dem Mittel- und Jungpleistozän Süddeutschlands. – Diss. Druck, Erlangen.
- CARLS, N. & RABEDER, G. 1988. Die Arvicoliden (Rodentia, Mammalia) aus dem Ältest-Pleistozän von Schernfeld (Bayern). – Beitr. Paläont. Österr. 14, Wien.
- GROISS, J. Th. 1983. Faunenzusammensetzung, Ökologie und Altersdatierung der Fundstelle Hunas. Quartär-Bibliothek, 4, Bonn.
- GROISS, J. Th. 1986. Erste Funde von Primaten in der Höhlenruine von Hunas/Hartmannshof (Lkrs. Nürnberger Land). – Altnürnberger Landschaft, Mitt., 35, Nürnberg.
- HEINRICH, W.-D. 1978. Zur biometrischen Erfassung eines Evolutionstrends bei *Arvicola* (Rodentia, Mammalia) aus dem Pleistozän Thüringens. – Säugetierkd. Inform., 2, Berlin.
- HEINRICH, W.-D. 1982. Zur Evolution und Biostratigraphie von *Arvicola* (Rodentia, Mammalia) im Pleistozän Europas. – Z. geol. Wiss. 10, Berlin.
- HELLER, F. 1963. Ein bedeutsames Quartärprofil in einer Höhlenruine bei Hunas/Hartmannshof (Nördliche Frankenalb). – Eiszeitalter u. Gegenw., 14, Öhringen.
- HELLER, F. 1966. Die Fauna von Hunas (Nördliche Frankenalb) im Rahmen der deutschen Quartärfaunen. – Eiszeitalter und Gegenw., 17, Öhringen.
- HELLER, F. 1983. Die Höhlenruine Hunas bei Hartmannshof (Landkreis Nürnberger Land). – Quartär-Bibliothek, 4 Bonn.
- HILLE, P. & RABEDER, G. 1986. Die Ramesch-Knochenhöhle im Toten Gebirge. – Mitt. Komm. Quartärforsch. Österr. Akad. Wiss., 6, Wien.
- KOENIGSWALD, W. von 1973. Veränderungen in der Kleinsäugerfauna von Mitteleuropa zwischen Cromer und Eem (Pleistozän). – Eiszeitalter und Gegenw., 23/24, Öhringen.
- KOENIGSWALD, W. von 1980. Schmelzstruktur und Morphologie in den Molaren der Arvicolidae (Rodentia). – Abh. Senckenberg. Naturf. Ges., 539, Frankfurt.
- KOLFSCHOTEN, T. van 1985. The Middle Pleistocene (Saalian) and Late Pleistocene (Weichselian) mammal faunas from Maastricht Belvedere (Southern Limburg, The Netherlands). – Analecta Praehist. Leidensia, 18, Leiden.
- NADACHOWSKI, A. 1982. Late Quarternary rodents of Poland with special reference to morphotype dentition analysis of voles – Polsk Akad. Nauk Zaklad Zool. System. Doswiad. Warszawa.
- NADACHOWSKI, A. 1984. Morphometric variability of dentition of the Late Pleistocene voles (Arvicolidae, Rodentia) from Bacho Kiro Cave (Bulgaria). – Acta Zool. Cracov., 27, Krakow.
- RABEDER, G. 1981. Die Arvicoliden (Rodentia, Mammalia) aus dem Pliozän und dem älteren Pleistozän von Niederösterreich. – Beitr. Paläont. Österr., 8, Wien.
- RABEDER, G. 1983. Neues vom Höhlenbären. Zur Morphogenetik der Backenzähne. – Die Höhle, 34, Wien.
- RABEDER, G. 1986 a. Herkunft und frühe Evolution der Gattung *Microtus* (Arvicolidae, Rodentia). – Z. Säugetierkd. 61, Hamburg.
- RABEDER, G. 1986 b. Paläontologische Evolutionsforschung. – Wiss. Nachr., 71, Wien.
- SZALAY, F. S. & DELSON, E. 1979. Evolutionary History of the Primates. – New York.