



# Stabile Isotopenuntersuchungen an spätglazialen und holozänen Braunbärfunden aus Höhlen im Alpenraum

► **Doris Döppes**<sup>1</sup>

doris.doeppes@univie.ac.at

► **Wilfried**

**Rosendahl**<sup>2</sup>

Wilfried.Rosendahl@manheim.de

► **Martina Pacher**<sup>1</sup>

martina.pacher@univie.ac.at

► **Walter Imhof**<sup>3</sup>

hofers\_walter57@hotmail.com

► **Giampaolo**

**Dalmeri**<sup>4</sup>

dalmeri@mts.tn.it

► **Hervé Bocherens**<sup>5</sup>

herve.bocherens@uni-tuebingen.de

<sup>1</sup> Österreichische Akademie der Wissenschaften, Biologische Station Lunz am See und Universität Wien, Institut der Paläontologie, Österreich

<sup>2</sup> Reiss-Engelhorn-Museen, Mannheim, Deutschland

<sup>3</sup> Arbeitsgemeinschaft Höllochforschung AGH, Schweiz

<sup>4</sup> Department of Palaeo-anthropology, Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento, Italien,

<sup>5</sup> Institut für Geowissenschaften, Biogeologie, Universität Tübingen, Deutschland

**Kurzfassung** ► Braunbärenknochen aus Höhlen der alpinen Regionen Deutschlands, Österreichs, Italiens und der Schweiz wurden in den letzten Jahren untersucht und datiert. Die Funde stammen aus dem Übergang Bölling-Alleröd zum Holozän. Total können wir 15 Proben von Knochen und Zähnen von direkt radiokarbondatierten Braunbären der alpinen Region zur Isotopenanalyse heranziehen. Zum ersten Mal kann ein präziseres Bild des Lebensraumes der Braunbären zwischen dem Spätglazial und dem frühen Holozän der Alpen mit der beschriebenen Untersuchung rekonstruiert werden.

## Analyses isotopiques d'ours bruns tardiglaciaires et holocènes de l'Arc alpin

**Résumé** ► Des ossements d'ours bruns provenant de grottes de la région alpine situées en Allemagne, Autriche, Italie et Suisse ont été examinés et datés. Durant ces dernières années, les trouvailles avaient un âge allant de la transition Bölling-Alleröd à l'Holocène. Nous avons disposé au total de 15 échantillons d'os et dents d'ours bruns, datés au radiocarbone, pour les analyses isotopiques. Pour la première fois, une image plus précise de l'habitat des ours bruns de l'époque allant du Tardiglaciaire jusqu'au début de l'Holocène dans la région alpine a pu être reconstituée à l'aide des analyses décrites.

## Stable isotope investigations on Late Glacial and Holocene brown bears from caves in the Alpine range

**Abstract** ► Bones of brown bears from caves in the Alpine region in Germany, Austria, Italy and Switzerland were examined and dated in recent years. The finds originate from the transition from the Bölling-Alleröd to the Holocene. In total we have 15 samples from bones and teeth of direct radiocarbon-dated brown bears from the Alpine region for isotopic analyses. For the first time a more precise picture of the former habitat of the brown bears from the time span Late Glacial to Early Holocene in the Alpine region could be reconstructed with the described investigation.

### Einleitung

Ausgehend von einer ersten Zusammenstellung radiometrisch datierter Braunbärenfunde aus alpinen Höhlen (DÖPPES & PACHER 2005) wurde die Erforschung spätglazialer und holozäner Braunbären fortgesetzt. In Folge der damaligen Publikation wurden von den bereits datierten Funden Proben für Kohlen- und Stickstoff-Isotope (C&N-Isotope) Analysen gesammelt und an Hervé Bocherens (Institut für Geowissenschaften, Universität Tübingen) übergeben.

Insgesamt wurden an 15 datierten Knochen- und Zahnproben stabile Isotopenuntersuchungen durchgeführt (Tabelle 1). Die einzelnen Fundstellen werden in der Tabelle 1 nach Alter aufgelistet. Die Literatur ist mit Nummern versehen, die im Literaturverzeichnis hinten mit

Klammern angeführt sind. Die Nummern der Fundstellen sind in einer Übersichtskarte (Abb. 1) eingetragen. Ziel dieser Arbeit ist es, Höhlenfunde aus den Alpen, die vom Übergang des Pleistozäns zum Holozän bis ins Mittelalter reichen, im klimatischen Kontext darzustellen und unter paläobiologischen Aspekten zu besprechen.

### Kollagen, $\delta^{13}\text{C}$ - und $\delta^{15}\text{N}$ -Werte

Das Kollagen wurde nach dem Verfahren von Bocherens et al. (1997) extrahiert. Die Qualität aller Kollagenproben der Braunbärenknochen und -zähne ähnelt dem Kollagen aus frischen Knochen, auch die Quantität entspricht mit etwa 25 Gewichtsprozenten den Werten aus frischen Knochen. Die C/N-Verhältnisse reichen von 3,1 bis 3,4

### Stichwörter/

### Mots-clés/Keywords:

Brown bear, Alpine region, isotopes, Late Glacial to Holocene

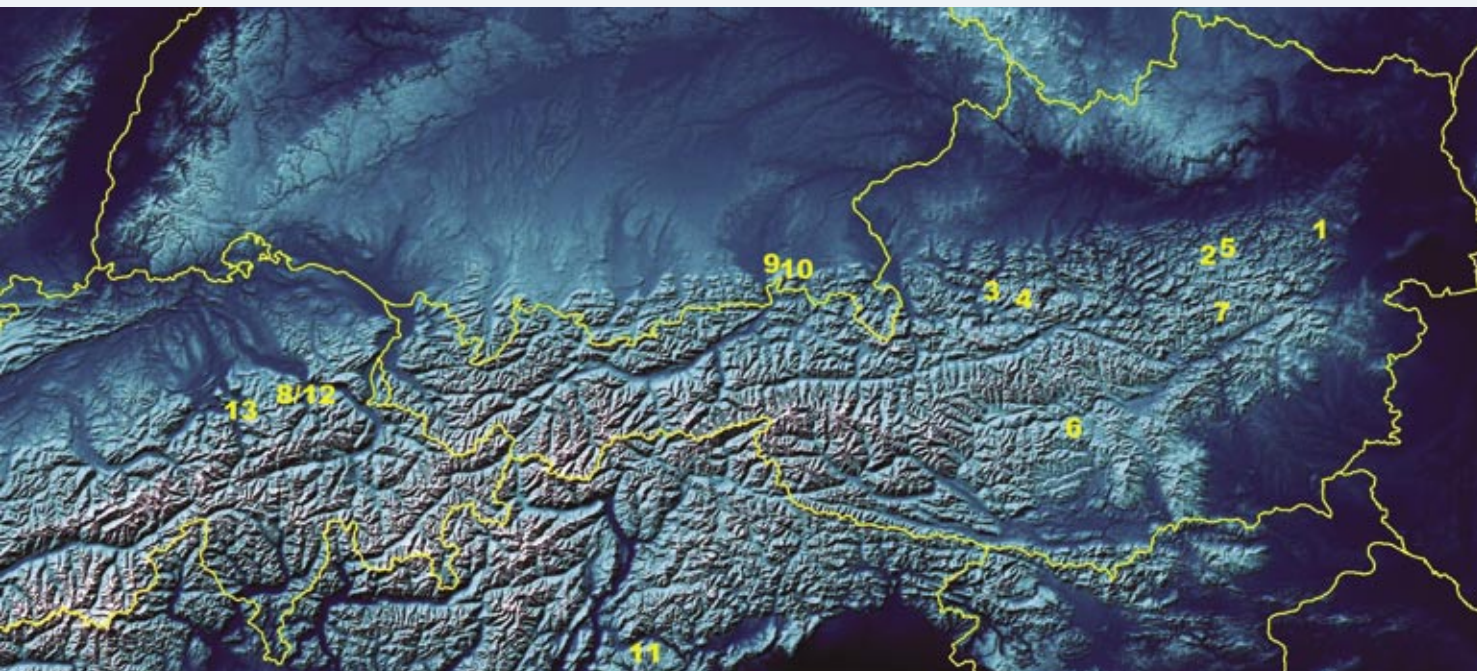


Abb. 1: Übersichtskarte der Braunbären aus alpinen Höhlen in Österreich, Schweiz, Deutschland und Italien.

Fig. 1: Carte de situation des ours bruns des grottes des Alpes autrichiennes, suisses, allemandes et italiennes.

Fig. 1: Overview map of the brown bears from alpine caves in Austria, Switzerland, Germany and Italy.

Nr. no.	Proben Sample	Fundstellen Sites		Sh in m m a.s.l.	a BP a BP	Lit. Refer.	C/N C/N	d13C d13C	d15N d15N	Chronozonen Chronozone
11	UAA-8	Grotta d'Ernesto, Tren to	I	1130	11.900 ± 200	2	3.4	-19.2	1.3	Bölling-Alleröd
9	UAA-15	Neue Laubenstein-Bärenhöhle, Chiemgau	D	1300	11.872 ± 92	4	3.3	-18.5	0	Alleröd
9	UAA-5	Neue Laubenstein-Bärenhöhle, Chiemgau	D	1300	10.140 ± 50	3	3.4	-18.3	5.1	Jüngere Dryas
10	UAA-7	Schlüssellochhöhle, Chiemgau	D	1275	10.055 ± 33	9	3.3	-18.7	5.2	Jüngere Dryas
3	UAA-2	Laufenbergloch, Bad Ischl	A	1445	9.810 ± 70	8	3.2	-20.3	1.3	Präboreal
8	UAA-10	Höhle 92/2, Muotathal	CH	1455	9.700 ± 80	1	3.3	-19	2.7	Präboreal
1	UAA-1	Allander Tropfsteinhöhle, Wienerwald	A	400	8.920 ± 80	5	3.5	-19.6	5.1	Präboreal-Boreal
4	UAA-3	Wolfhöhle, Totes Gebirge	A	1687	6.615 ± 45	11	3.3	-20.3	1.9	Ancient Atlantic
2	UAA-16	Notentalthöhle, Gaming	A	710	5.325 ± 40	7	3.3	-20.1	3.7	Jüngeres Atlantikum
13	UAA-9	Bärenhöhle am Stoos, Muotathal	CH	1165	5.260 ± 65	1	3.2	-19.8	2.2	Jüngeres Atlantikum
12	UAA-12	Bärengaben, Hinter Silberen	CH	1840	4.135 ± 50	10	3.2	-21.2	3.4	Subboreal
12	UAA-11	Bärengaben, Hinter Silberen	CH	1840	3.275 ± 50	10	3.3	-20.9	0.2	Subboreal
5	UAA-25	Gemsenhöhle, Lunz	A	1070	3.130 ± 35	7	3.1	-20.5	3	Subboreal
7	UAA-14	Feistringsteinhöhle, Hochschwab	A	1675	2.935 ± 25	6	3.3	-20.1	1.7	Subboreal
6	UAA-4	Wildes Loch, Grebenzen	A	1796	1.210 ± 30	6	3.3	-20.1	2.6	Subatlantikum

Tabelle 1: Überblick der untersuchten Braunbären aus alpinen Höhlen.

Tableau 1: Aperçu des ours bruns analysés des grottes de la région alpine.

Table 1: Overview of the investigated brown bears from alpine caves.

und sind im akzeptablen Bereich von 2,9 bis 3,6 (DENIRO, 1985). In den Fällen, wo Zähne analysiert wurden, werden die  $\delta^{13}\text{C}$  und  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte mit dem durchschnittlichen Unterschied zwischen Zahn und Knochen von dem gleichen rezenten Bärenindividuum korrigiert (9 Proben von Alberta, Kanada, -0,7‰ für  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte und -1,4‰ für  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte: BOCHERENS, unpubliziert).

Wie Abbildung 2 zeigt, sind die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte bei den spätglazialen Individuen sehr hoch. Ein deutlicher Rückgang ist mit Beginn des Holozäns erkennbar. Diese Beobachtung deckt sich mit der Entwicklung von dichten Wäldern in geringer Höhe und die Verlagerung der Waldgrenze in höhere Lagen. Die gleiche Tendenz ist auch für andere Arten im westlichen Europa belegt (z. B. DRUCKER et al., 2003, 2008). Die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte (Abb. 3)

sind im Zeitraum Bölling-Alleröd relativ niedrig, steigen während der Jüngeren Dryas wieder an, um im Boreal wieder abzusinken.

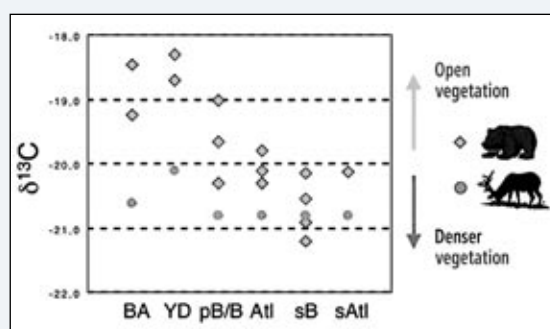


Abb. 2:  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte von Bölling-Alleröd bis Atlantikum.

Fig. 2: Valeurs du  $\delta^{13}\text{C}$  du Bölling-Alleröd jusqu'à l'Atlantique.

Fig. 2:  $\delta^{13}\text{C}$  values from Bölling-Alleröd to the Atlantic.

Abb. 3:  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte von Bölling-Alleröd bis Atlantikum.

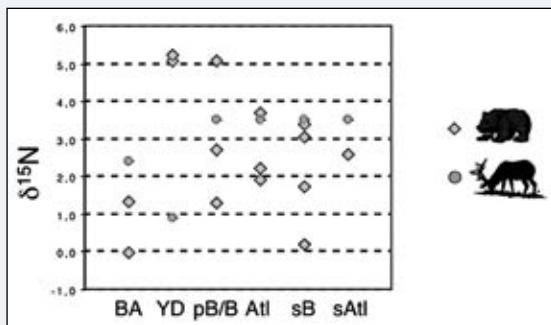


Fig. 3: Valeurs du  $\delta^{15}\text{N}$  du Bölling-Alleröd jusqu'à l'Atlantique.

Fig. 2:  $\delta^{15}\text{N}$  values from Bölling-Alleröd to the Atlantikum.

## Schlussfolgerungen

Wenn man die gewonnenen Daten zusammenfasst und die Werte der Isotopenzusammensetzung von heute lebenden Pflanzenfressern (basierend auf Daten, die von großen Pflanzenfressern in den französischen Alpen aus verschiedenen Zeiten gewonnen wurden: DRUCKER et al., 2003, 2008) vergleicht, ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

- Braunbären aus dem Bölling-Alleröd sind grundsätzlich Pflanzenfresser in offenen Landschaften. Dies steht im Gegensatz zu den Fleisch fressenden Braunbären aus dem Ober-Pleistozän (BOCHERENS & DRUCKER, 2006). Vielleicht war dies die ökologische Nische neben den Pflanzen fressenden Höhlenbären?
- Braunbären aus der Jüngeren Dryas (Abb. 4) sind eindeutig Fleischfresser, deren Hauptnahrung große Pflanzenfresser waren. Dies könnte eine Anpassung auf die damalige kalte Periode sein. Die Funde aus der Neuen-Laubenstein-Bärenhöhle und der Schlüsselochhöhle stammen aus demselben Gebirgsstock und liegen etwa auf derselben Seehöhe (Tabelle 1).
- Braunbären aus dem Präboreal-Boreal zeigen Variabilitäten, von Vegetarier zu Allesfresser mit tierischen Proteinen in offenen Landschaften.
- Braunbären aus dem Atlantikum, Subboreal und Subatlantikum sind eindeutig Vegetarier in offenen oder bewaldeten Landschaften. Die Bären, die jünger als 3000 Jahre BP sind, haben niedrigere  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte. Das kann mit dem dichten Wald beziehungsweise auch mit den zunehmenden menschlichen Tätigkeiten in Verbindung gebracht werden. Ihre  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte sind relativ niedrig im Vergleich mit den Pflanzenfressern. Das heißt, dass diese Bären eine grosse Menge von Pflanzen zu sich nahmen. Diese Ergebnisse sind vergleichbar mit den Untersuchungen der holozänen Braunbären von Mont-Ventoux aus Süd-Frankreich (BOCHERENS et al., 2004).

Abb. 4: Braunbären aus der Jüngeren Dryas.

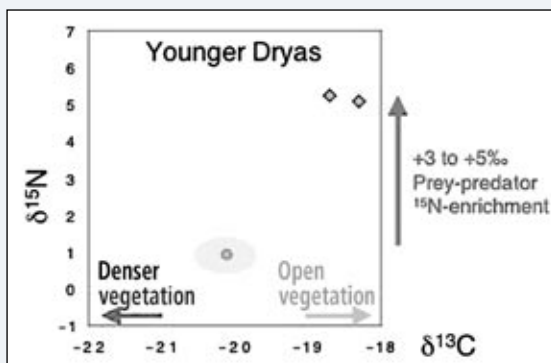


Fig. 4: Ours bruns du Dryas ancien.

Fig. 4: Brown bears from the Younger Dryas.

## Danksagung

Die Autoren danken der Federation Speleologique de l'Union Europeenne (eurospeleo project FSUE 2007-03) und dem Institut für Angewandte Geowissenschaften, TU Darmstadt (AG Kempe) für die finanzielle Unterstützung der C&N-Isotopen Analysen. Der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (Kommission für Quartärforschung) ist für die Kostenübernahme von fünf Datierungspalten zu danken. ■

## Literatur

- AUF DER MAUR sen. F. & MOREL Ph., 1995: Der Braunbär (*Ursus arctos* L.) im Muotatal SZ während der Nacheiszeit: Historisches und Paläontologisches. L'Ours brun (*Ursus arctos* L.) dans le Muotatal SZ pendant l'Holocène: histoire et paleontologie. – Stalactite 45(2): 130-141. (1)
- AWSIUK R., HERCMAN H. & PAZDUR M. F., 1994: Radiocarbon dating of human habitation. – Prehist. Alpina 27 (1991): 151-157. (2)
- BOCHERENS, H., ARGANT, A., ARGANT, J., BILLIOU, D., CRÉGUT-BONNOURE E., DONAT-AYACHE B., PHILIPPE M. & THINON M., 2004: Diet reconstruction of ancient brown bear (*Ursus arctos*) from Mont Ventoux (France) using bone collagen stable isotope biogeochemistry ( $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ). Canadian Journal of Zoology 82: 576-586.
- BOCHERENS H., BILLIOU D., PATOU-MATHIS M., BONJEAN D., OTTE M. & MARIOTTI A., 1997: Paleobiological implications of the isotopic signatures ( $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ) of fossil mammal collagen in Scladina Cave (Sclayn, Belgium). Quaternary Research 48: 370-380.
- BOCHERENS H. & DRUCKER D.G., 2006: Dietary competition between Neanderthals and Modern Humans: insights from stable isotopes. in: (N. Conard, Ed) When Neanderthals and Modern Humans met. – Tübingen Publications in Prehistory, Kerns Verlag, S. 129-143, Tübingen.
- DARGA R. & ROSENDAHL W., 2001: Die Neue-Laubenstein-Bärenhöhle (1341/33)/Chiemgau – Entdeckung und erste Forschungsergebnisse. – Mitt. Verb. dt. Höhlen- und Karstforsch. 47(3): 60-66. (3)
- DARGA R., DÖPPES D., ROSENDAHL G. & ROSENDAHL W., 2005: Ergebnisse der paläontologischen Ausgrabungen 2004 in der «Neuen Laubenstein-Bärenhöhle»(NLB), Chiemgauer Alpen. – Freunde der Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., Jahresber. 2004 u. Mitt. 33: 52-62. (4)
- DENIRO M. J., 1985: Post-mortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction. – Nature 317: 806-809.
- DÖPPES D., 1999: Spätglaziale Braunbärenreste aus dem Laufenbergloch (Kat.Nr.1565/11), Oberösterreich. – Mitteilungen des Landesvereins für Höhlenkunde in Oberösterreich 45/1: 16-23. (8)
- DÖPPES D. & FRANK C., 1997: Spätglaziale und mittelholozäne Faunenliste in der Allander Tropfsteinhöhle (Niederösterreich). – Wiss. Mitt. Niederösterr. Landesmuseum 10: 129-147. (5)
- DÖPPES D. & PACHER M., 2005: Ausgewählte Braunbärenfunde aus Höhlen im Alpenraum. – Die Höhle, 56, 1-4: 29-35; Wien. (6)
- DÖPPES D. & PACHER M., 2008: Frühholozäne Braunbären (*Ursus arctos* L.) aus niederösterreichischen Höhlen. – Speldok 18: 37-42. (7)
- DRIESCH v.d. A. & VAGEDES K., 1994: Funde eines Braunbären, *Ursus arctos* L., aus Frasdorf/Obb. Aus dem Übergang der jüngeren Dryas zum Praeboreal. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. Hist. Geol. 34: 283-290. (9)
- DRUCKER D., BOCHERENS H., BRIDAULT A. & BILLIOU D., 2003: Carbon and nitrogen isotopic composition of Red Deer (*Cervus elaphus*) collagen as a tool for tracking palaeoenvironmental change during Lateglacial and Early Holocene in northern Jura (France). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 195: 375-388.
- DRUCKER D. G., BRIDAULT A., HOBSON K.A., SZUMA E. & BOCHERENS H., 2008: Can carbon-13 abundances in large herbivores track canopy effect in temperate and boreal ecosystems? Evidence from modern and ancient ungulates. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 266: 69-82.
- IMHOF W., 2007: Spätpleistozäne und holozäne Knochen von Bären aus Höhlen des Muotatals liefern überraschende Erkenntnisse. – Stalactite 59,1: 59-71. (10)
- WITHALM G., 1999: Das Braunbärenskelett aus der Wolfshöhle (Kat. Nr. 1623/145) bei Altaussee (Totes Gebirge, NW-Steiermark). – Joannea Geol. Paläont. 1: 123-145, Graz. (11)