

# Fledermausfunde aus dem Gamslöcher-Kolowrat-Salzburgerschacht-System (1339/1) des Untersbergs bei Salzburg

## ZUSAMMENFASSUNG

In den tagfernen Bereichen des Gamslöcher-Kolowrat-Salzburgerschacht-Systems wurden in Sedimentlagen Fledermausknochen gefunden, die mittels Uran-Thorium-Datierung auf ein Alter von mehr als 400.000 Jahren datiert werden konnten. Es handelt sich um Funde von *Myotis bechsteinii* (Bechsteinfledermaus) bzw. an einer vergleichbaren Stelle um *M. bechsteinii*, *M. nattereri* (Fransenfledermaus) und *M. cf. brandti* (Große Bartfledermaus). Letztere zeigen deutliche Hinweise auf Verbiss durch Marder. Zudem wurde die sehr gut erhaltene Mumie einer *M. mystacinus* (Kleine Bartfledermaus) beprobt, die auf dem Höhlenboden lag. Ihr mittels Radiokarbon bestimmtes Alter von 3632–3559 Jahren v. Chr belegt, dass die für die tagfernen Bereiche des Höhlensystems kennzeichnende Trockenheit bzw. die sie verursachende Wetterführung seit mindestens dem mittleren Holozän stabil ist.

## ABSTRACT

### Bat findings from the Gamslöcher-Kolowrat-Salzburgerschacht cave system (1339/1) in the Untersberg near Salzburg

Bat bones preserved in sediment layers of the remote parts of the Gamslöcher-Kolowrat-Salzburgerschacht system (Untersberg, south of the city of Salzburg) yielded an age in excess of 400,000 years based on four uranium-thorium dates obtained on intercalated flowstone. The bones belong to *Myotis bechsteinii* (Bechstein's bat). A second profile which lacks flowstone layers but shows a similar sediment stratigraphy contained remains of *M. bechsteinii*, *M. nattereri* (Natterer's bat) und *M. cf. brandti* (Brandt's bat). The latter bones show evidence of biting and chewing by marten. A well preserved mummy of *M. mystacinus* (Whiskered bat) found on top of sediments in a third locality of this extensive cave system was dated to 3632-3559 years BC using radiocarbon (calibrated age range). This date demonstrates that the aridity that characterises these remote cave passages and the ventilation regime have prevailed since a least the Middle Holocene.

## Christoph Spötl

Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Innsbruck, Innrain 52, 6020 Innsbruck [christoph.spoetl@uibk.ac.at](mailto:christoph.spoetl@uibk.ac.at)

## Georg Zagler

Landesverein für Höhlenkunde Salzburg, Schloss Hellbrunn, Objekt 9, 5020 Salzburg [gzagler@yahoo.de](mailto:gzagler@yahoo.de)

## Kurt Bauer

Naturhistorisches Museum Wien, 1. Zoologische Abteilung, Burgring 7, 1010 Wien

## Augusto Mangini

Forschungsstelle Radiometrie, Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Im Neuenheimer Feld 229, 69120 Heidelberg [augusto.mangini@iup.uni-heidelberg.de](mailto:augusto.mangini@iup.uni-heidelberg.de)

## Anna Bieniok

Fachbereich Geographie & Geologie, Universität Salzburg, Hellbrunnerstr. 34, 5020 Salzburg [anna.bieniok@sbg.ac.at](mailto:anna.bieniok@sbg.ac.at)

Eingelangt: 8.5.2012

Angenommen: 25.5.2012

## EINLEITUNG

Im Vergleich zu den zahlreichen und umfassenden Studien und Publikationen über Vorkommen und Diversität rezenter Fledermäuse in Österreich (z.B. Spitzenberger, 2002) nehmen sich Berichte über fossile bzw. subfossile Vorkommen aus einheimischen Höhlen bescheiden aus, obwohl Fledermausknochen bei vielen paläontologischen Grabungen gefunden wurden (z.B. Döppes & Rabeder, 1997). Aus dem Katerloch bei Weiz wurde von einer subfossilen Fledermausfauna berichtet, die bereits stark eingesintert war (Bauer & Weissensteiner, 1987). Absolute Altersbestim-

mungen lagen keine vor; die Autoren sprachen von einer holozänen, d.h. nacheiszeitlichen Fauna. Bauer & Mayer (1983) berichteten von zahlreichen Fledermaus-Mumien im Salzburgerschacht des Untersbergs, wobei die Gattung *Myotis* überwog. Sie erwähnten zudem „knochendurchsetzte Lehmبانke“, von denen ihnen jedoch kein Untersuchungsmaterial vorlag. Aus einem benachbarten Höhlensystem im Untersberg, das mittlerweile mit dem Salzburgerschacht verbunden werden konnte, liegen nunmehr weitere Fledermausfunde vor, über die hier berichtet wird.

## DAS GAMSLÖCHER-KOLOWRAT-SALZBURGERSCHACHT-SYSTEM

Der Untersberg im Süden von Salzburg beherbergt nach derzeitigem Forschungsstand drei große Höhlensysteme, die in Summe eine Gesamtlänge von rund 65 km aufweisen. Das im nordöstlichen Bereich des Berges liegende Gamslöcher-Kolowrat-Salzburgerschacht-System ist mit einer Länge von rund 38 km und einer Tiefe von 1130 m das derzeit längste und tiefste Höhlensystem des Berges. Es erstreckt sich vom Salzburger Hochthron (1853 m), wo sich auf 1795 m Seehöhe sein oberster Schachtzustieg befindet, bis zu einem weit ausgedehnten hängenden Karstwasserspiegel auf einer Seehöhe von 665 m. Die unter phreatischen Bedingungen entstandenen Gänge weisen einen stark labyrinthischen Charakter auf und machen einen wesentlichen Teil des Höhlensystems aus. Schächte und Canyons sind eher untergeordnet zu finden, jedoch verbinden fossile Schachtzonen häufig die Horizontalniveaus. Es sind bei grober Betrachtung zwei Horizontalniveaus ausgebildet. Das obere auf einer Seehöhe von  $1400 \pm 100$  m, das untere auf einer Seehöhe von  $1100 \pm 100$  m, wobei das erstere, das

klassische Riesenhöhlenniveau, am deutlichsten ausgeprägt ist. Das Quellschichten-Niveau auf rund 700 m Seehöhe ist nur in kurzen Abschnitten befahrbar; dort finden sich über mehr als 1 km Siphonzonen.

Auf einer Seehöhe von rund 1100 m befindet sich im westlichen Teil des Höhlensystems ein ungewöhnlich trockener, ausgedehnter Bereich, die *Wüste*. Es handelt sich hierbei einerseits um großdimensionierte Gänge und Klufthallen, vorwiegend mit trockenharten Lehm Böden, und andererseits um enge Labyrinth. Von wenigen fossilen und aktiven Canyons abgesehen, sind diese Bereiche unter phreatischen Bedingungen entstanden.

Weiters ist die *Wüste* – vor allem in den engen Labyrinth – durch eine für das Höhlensystem starke Wetterführung gekennzeichnet. Die trockenen Bereiche zeichnen sich durch auffallende weiße Speläothem-Vorkommen aus (Bieniok et al., 2011). Detaillierte Beschreibungen des Höhlensystems finden sich in Zehentner et al. (2006), Zehentner (2010) sowie Zagler (2011).

## FLEDERMAUSFUNDE

An drei Stellen im Höhlensystem im Bereich der *Wüste* wurden subfossile Knochen von Fledermäusen gefunden und aufgesammelt (Abb. 1); zudem wurde an einer Stelle eine mumifizierte Fledermaus gefunden. Von der Lokalität *Totenkopf* stammt die Probe W438. Dabei handelt es sich um Fragmente von *Plecotus macrobullaris* (Alpenlangohr; Tabelle 1), die unterhalb einer lokal bis zu wenigen Zentimeter dicken Lage aus

weißem Pulver lagen. Dieses besteht aus Kalzit, wobei die erst im Elektronenmikroskop auflösbaren Kristallaggregate aufgrund ihrer lockeren Struktur zu einer extrem geringen Dichte dieses pulverschneeartigen Materials führen (Bieniok et al., 2011).

Die zweite Lokalität schließt ein interessantes Sedimentprofil auf, welches teilweise wieder erodiert wurde und heute eine Art Zwischendecke in einem

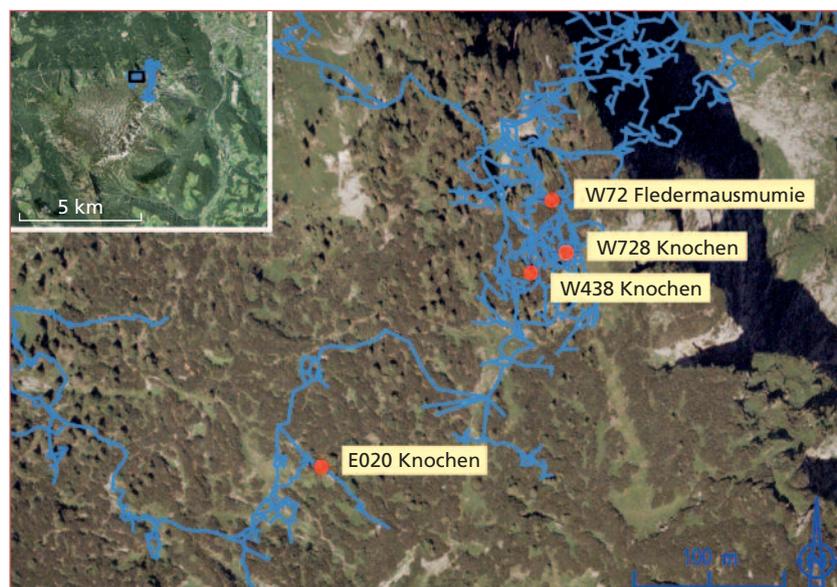


Abb. 1: Lage der Fundpunkte im westlichen Abschnitt des Gamslöcher-Kolowrat-Salzburgerschacht-Systems projiziert auf ein Luftbild. Das Bild links oben zeigt die Lage dieses Höhlensystems (in blau) im Untersberg-Massiv, sowie die Lage des vergrößerten Ausschnittes (Rechteck).

Quelle: Google Earth Pro.

Fig. 1: Sampling sites in the western part of the Gamslöcher-Kolowrat-Salzburgerschacht cave system superimposed on an aerial photograph. The top left picture shows the location of the entire cave system (in blue) in the Untersberg Massif and the enlarged portion (small black rectangle).

Photo credit: Google Earth Pro.

Canyon bildet. Diese Lokalität trägt daher zurecht den Namen *Auf dünnem Eis*. Die Sedimentfüllung ist bis zu 1,5 m mächtig und besteht zuoberst aus einer auffallend hellen feinsandigen Lage. Darunter liegen braune Schluffe und Lehme, in denen mehrere Sinterlagen eingeschaltet sind. Diese keilen lateral z.T. aus und erreichen eine Mächtigkeit von mehreren Zentimetern. Im Liegenden der zweituntersten Sinterlage fanden sich im Lehm eingebettet Fledermausknochen (Probe W728). Diese wurden geborgen und gehören nach ihrer Bestimmung zur Art *Myotis bechsteinii* (Bechsteinfledermaus; Tabelle 1). Auffallend ist das Fehlen von Schädeln in dieser Sedimentlage. In den unteren Teilen des Sedimentprofils nimmt die Mächtigkeit der Sinterlagen zu und die Mächtigkeit der lehmigen Zwischenlagen ab. Vereinzelt finden sich noch Lagen, in denen Knochen in Sinterlagen eingewachsen sind. Das ganze Profil wird von der bis zu 10 cm mächtigen untersten Sinterlage getragen (Abb. 2, 3). Darunter befindet sich in bis zu 20 m Tiefe der aktive Canyon. Die dritte Lokalität, ein Schluf in einem Seitenteil am westlichen Ende der *Wüste* kurz vor dem *Elefanten-*

*schacht*, ergab Fledermausknochen, welche sich ebenfalls im Sediment fanden (Probe E020, Abb. 4), und zwar in einem ähnlich rotbraunen Lehm wie an der oben genannten Lokalität W728. Der Lehm besteht hauptsächlich aus Quarz, Kalzit, Chlorit, Feldspat und Glimmer, wie eine Röntgenbeugungsanalyse gezeigt hat, also hauptsächlich aus allochthonen Komponenten. Da zudem über diesem Lehm die gleiche auffallend helle Feinsandschicht auftritt und die beiden Lokalitäten unweit der großen Gänge der *Wüste* liegen (Entfernung rund 230 m), kann davon ausgegangen werden, dass die knochenführenden braunen Lehme beim *Elefantenschacht* mit denen an der Lokalität *Auf dünnem Eis* grob korreliert werden können. Allerdings fehlen beim *Elefantenschacht* die markanten Sinterlagen. Die helle Feinsandschicht an der Fundstelle E020 zeigt im Mineralbestand einen hohen Anteil an Dolomit, der in der darunterliegenden roten Schicht interessanterweise fast vollkommen fehlt. Die in der Probe E020 enthaltenen Fragmente von Fledermausknochen stammen von mehreren Arten von *Myotis* (Tabelle 1). Der Zustand dieser Skelett-

Probe	Fauna	Bemerkungen
W438	<i>Plecotus macrobullaris</i>	li. Mand., M2 u. M3, li. prox. Humerusfragmente, re. dist. Humerusfragment, re. & li. Radius, prox. Femurfragment, Clavicula (kräftiger als Vergleichsstücke von <i>P. auritus</i> und <i>P. austriacus</i> , Fragmente von Metacarpalia, Phalangen u. Costae
W728	<i>Myotis bechsteinii</i>	li. Mand., li. prox. Humeri
E020	<i>Myotis bechsteinii</i> <i>M. nattereri</i> <i>M. cf. brandti</i> <i>M. sp.</i> <i>M. div. sp.</i>	li. Mand., li. prox. Humerus li. u. re. Mand., li. & re prox. Humerus, li. Radius li. Mand. Loser Prämolare (Mand.) Langknochenfragmente

Tabelle 1: Bestimmung der Fledermausfossilien.



Abb. 2: Übersichtsfoto des reliktschen Sedimentprofils an der Lokalität *Auf dünnem Eis* (W728). Die beiden gelben Pfeile markieren die fossilführende Schicht (Taschenmesser als Maßstab), die weißen Pfeile und Nummern beziehen sich auf Sinterproben für die U-Th Altersbestimmung (siehe Tabelle 2).

Fig. 2: Overview of the sediment succession at the locality *Auf dünnem Eis* (W728). The fossiliferous bed is marked by yellow arrows (pocket knife for scale). The white arrows and the numbers refer to speleothem samples dated by U-Th (see Table 2).

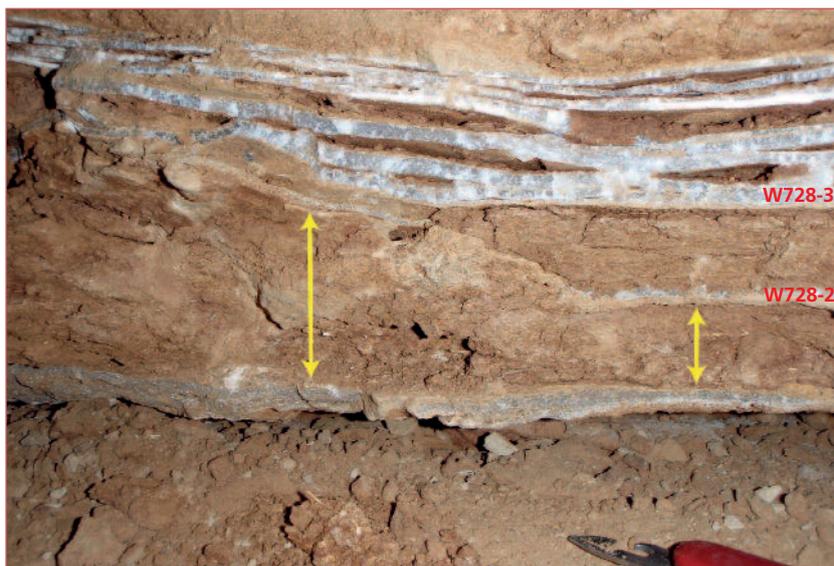


Abb. 3: Detailansicht der Fundsituation des Sedimentprofils an der Lokalität Auf dünnem Eis (Taschenmesser als Maßstab): Die knochenführende Sedimentlage – markiert durch die gelben Doppelpfeile –, aus der die Probe W728 stammt, wird von einer Sinterlage unterlagert und von mehreren hellen Sinterlagen überlagert. Zwei davon korrelieren mit den datierten Sinterlagen (vgl. Abb. 2).  
 Fig. 3: Detailed view of the fossiliferous bed at the locality Auf dünnem Eis marked by the yellow double-arrows (pocket knife for scale). Sample W728 was taken from his layer which is under- and overlain by white flowstone layers. Two of these layers correlate with the U-Th-dated layers (red labels; see Fig. 2).



Abb. 4: Fledermausknochen-führender, brauner Lehmboden aus dem Elefantenschacht (E020). Die Bildbreite entspricht 33 mm.  
 Fig. 4: Brown loam at the Elefantenschacht (E020) containing bat bones. Width of photo 33 mm.



Abb. 5: Rückenansicht der Mumie einer *Myotis mystacinus* (Bartfledermaus). Bildbreite 60 mm, Probe W72.  
 Fig. 5: Back side of a *Myotis mystacinus* mummy, sample W72. Width of photo 60 mm.

elemente und das ebenfalls recht bezeichnende Fehlen anderer Skeletteile deuten darauf hin, dass es sich weitgehend oder ausschließlich um Skelettreste von Marder-Beutetieren handelt. Charakteristisch dafür ist die Fragmentierung der Langknochen, aber auch der Unterkieferhälften.

## ALTERSBESTIMMUNG

An einer Knochenprobe wurde getestet, ob für eine etwaige Radiokarbonbestimmung genügend Kollagen erhalten geblieben ist. Der gemessene Kollagengehalt war jedoch zu gering. In einem zweiten Schritt wurden

An einer vierten Lokalität, beim *Weißten Saal*, wurde schließlich auf dem Sediment liegend eine gut erhaltene Mumie einer Fledermaus gefunden (Probe W72, Abb. 5). Dabei handelte es sich um *Myotis mystacinus* (Bartfledermaus) mit den Skelettmaßen UA<sup>+</sup> Länge 34,3 / 34,1 mm; UA<sup>-</sup> 33,7 / 33,4 mm.

die im Sedimentprofil eingeschalteten, dünnen Bodensinterlagen beprobt und an vier von diesen eine Altersbestimmung mit der U-Th-Methode versucht. Die genaue Position dieser Sinter ist in

Probe	Labor Nr.	$\delta U$ (‰)	$^{238}U$ ( $\mu g/g$ )	$^{232}Th$ (ng/g)	$^{230}Th$ (pg/g)	Alter (Jahre)
W728-1	5533	4,8 $\pm$ 3,4	0,85296 $\pm$ 0,00085	2,390 $\pm$ 0,022	14,170 $\pm$ 0,180	>400.000
W728-2	5534	16,5 $\pm$ 1,7	0,63181 $\pm$ 0,00063	3,588 $\pm$ 0,010	10,529 $\pm$ 0,048	>400.000
W728-3	5535	21,5 $\pm$ 2,8	0,23099 $\pm$ 0,00023	2,578 $\pm$ 0,024	3,800 $\pm$ 0,053	>400.000
W728-4	5536	17,2 $\pm$ 2,9	0,27715 $\pm$ 0,00047	9,690 $\pm$ 0,055	4,592 $\pm$ 0,046	>400.000

Tabelle 2: U-Th Alterswerte

Abb. 3 ersichtlich. Die U-Gehalte betragen 0,23–0,85 ppm und alle vier Proben ergaben Alterswerte größer als 400.000 Jahre (Tabelle 2); dies ist die Obergrenze der U-Th-Methode, wie sie an der Heidelberger Akademie der Wissenschaften angewandt wird. Von der Mumie (*Myotis mystacinus*) wurden Teile der

Flügelhaut für eine AMS Radiokarbondatierung verwendet, die ein  $^{14}C$ -Alter von  $4742 \pm 33$  BP ergab (UBA-19420; Centre for Climate, the Environment & Chronology, Queen's University Belfast). Der  $\delta^{13}C$ -Wert betrug  $-21,8\%$ . Das kalibrierte Alter liegt zwischen 3632 und 3559 Jahren v. Chr. (1 sigma Bereich).

## DISKUSSION

Das Sedimentprofil *Auf dünnem Eis* bietet dank der zwischengeschalteten Sinterlagen die seltene Möglichkeit, das Alter der Fledermausfunde zeitlich einzugrenzen. Die vier intern konsistenten Alter belegen ein eindrucksvolles Mindestalter der Funde von 400.000 Jahren. Das tatsächliche Alter könnte noch deutlich höher sein. Auch wenn die Fauna dieser Probe taxonomisch unauffällig ist, liegen nun erstmalig radiometrische Daten vor, die zeigen, dass in Sedimenten der tagfernen Höhlenbereiche dieses ausgedehnten Höhlensystems ein weit zurückreichendes Archiv verborgen liegt.

Die oberflächlich gefundene Mumie einer Bartfledermaus nimmt sich im Vergleich dazu geradezu jugendlich jung aus. Dennoch ist auch dieses Alter, das fast dem der Gletschermumie Ötzi entspricht, erstaunlich, insbesondere, wenn man den sehr guten Erhaltungszustand der Mumie in Betracht zieht (Abb. 5). Letzterer belegt zum einen, dass an dieser Stelle, beim *Weißten Saal*, seit gut fünfzehn Jahrtausenden keine Veränderung des Höhlenbodens mehr stattgefunden hat. Zum anderen ist dies auch ein stichhaltiger Beleg, dass mindestens seit dem mittleren Holozän die für die *Wüste* so bezeichnende Trockenheit, sprich ein stabiles Ventilationsregime, herrscht (vgl. Bieniok et al., 2011).

Interessant ist der Mumienfund auch hinsichtlich des aus dem Salzburgerschacht seinerzeit berichteten massenhaften Vorkommens von Fledermaus-Mumien (Bauer & Mayer, 1983). Die kürzeste Distanz zwischen beiden Vorkommen beträgt in der Raumdiagonale ca.

600 m (bzw. jeweils ca. 300 m zur Oberfläche), wobei die Funde im Salzburgerschacht rund 250 m höher liegen. Die möglichen Einflugwege der Fledermäuse sind im Falle des Salzburgerschachts deutlich kürzer (von den SE-Wänden des Untersberges) als im Gebiet der *Wüste*. Dort beträgt die Gesteinsüberlagerung ca. 450 m. Auch im Salzburgerschacht gibt es klare Anzeichen für Verdunstung (z.B. Gips); der Trockenheitsgrad dürfte aber von der *Wüste* noch deutlich übertroffen werden, doch fehlen Untersuchungen im Salzburgerschacht.

Bei Untersuchungen von Höhlensedimenten aus dem Riesenhöhlenniveau (1250 bis 1500 m) des Untersberges sind sowohl aus dem Salzburgerschacht (Haseke-Knapczyk, 1989) als auch aus dem Gamslöcher-Kolowrat-System (Müllauer, 2009) rote Lehmproben beschrieben worden, die ebenfalls Fledermausknochen enthielten. Diese wurden jedoch nicht artlich bestimmt. Der Dolomitgehalt dieser Proben ist ebenfalls sehr niedrig: Müllauer (2009) wies Gehalte von 1-9 Gewichts-% Dolomit nach, Haseke-Knapczyk (1989) erwähnte Proben aus der *Riesenkluft* oder der *Weißten Galerie*, die wenig oder überhaupt keinen Dolomitanteil aufwies. Ob hier ein systematischer Zusammenhang besteht kann aber erst durch weitere Beprobungen bestimmt werden.

Die Fledermausknochen beim *Elefantenschacht* wiesen klare Verbissspuren auf, wie sie für Marder charakteristisch sind. Diese Beobachtung ist überraschend, denn der Fundpunkt liegt in gut 380 m Tiefe unterhalb des Plateaus.

## DANK

Doris Döppes, Katharina Bürger und Lukas Plan für die kritische Durchsicht des Artikels.

## LITERATUR

- Bauer, K. & Mayer, A. (1983): Eine holozäne Fledermausfauna aus dem Salzburger Schacht (Kat.-Nr. 1339/69) im Untersberg. – *Die Höhle*, 34: 1–8.
- Bauer, K. & Weissensteiner, V. (1987): Die holozäne Fledermausfauna des Katerloches bei Weiz, Steiermark (Mamm., Chiroptera). – *Mitt. Abt. Zool. Landesmus. Joanneum*, 40: 25–40.
- Bieniok, A., Zagler, G., Brendel, U. & Neubauer, F. (2011): Speleothems in the dry cave parts of the Gamslöcher-Kolowrat Cave, Untersberg near Salzburg (Austria). – *Int. J. Speleol.*, 40: 117–124.
- Döppes, D. & Rabeder, G. (1997): Pliozäne und pleistozäne Faunen Österreichs. – *Mitt. Komm. f. Quartärforsch. Österr. Akad. Wiss.*, 10: 1–411.
- Haseke-Knapczyk, H. (1989): Der Untersberg bei Salzburg. – Die ober- und unterirdische Karstentwicklung und ihre Zusammenhänge. Ein Beitrag zur Trinkwasserforschung. – *Veröff. Österr. MaB-Programmes der Österr. Akad. Wiss.*, 15, 1-223, Innsbruck (Universitätsverlag Wagner).
- Müllauer, W. (2009): Höhlensedimente im Untersberg. – *Atlantis*, 31: 23–49.
- Spitzenberger, F. (2002): Die Säugetierfauna Österreichs. – *Grüne Reihe des Umweltministeriums*, 13, Austria Medien Service, 895 S.
- Zagler, G. (2011): Im Kolowratsystem. – In: Oertel, A., Brendel, U., Hecht, R. (Hrsg.) *Festschrift – 100 Jahre Landesverein für Höhlenkunde in Salzburg*, 169–179, Salzburg (Landesverein für Höhlenkunde Salzburg)
- Zehentner, G. (2010): Das Gamslöcher-Kolowrat-Höhlensystem (1339/1) am Untersberg, Forschungsergebnisse 2006-2010. – *Die Höhle*, 61: 102–108.
- Zehentner, G., Zagler, G. & Klappacher, W. (2006): Das Gamslöcher-Kolowrat-Salzburgerschacht-System (1339/1). – *Die Höhle*, 57: 90–102.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Die Höhle](#)

Jahr/Year: 2012

Band/Volume: [063](#)

Autor(en)/Author(s): Spötl Christoph, Zagler Georg, Bauer Kurt Max, Mangini Augusto, Bieniok Anna

Artikel/Article: [Fledermausfunde aus dem Gamslöcher-Kolowrat-Salzburgerschacht-System \(1339/1\) des Untersbergs bei Salzburg 32-37](#)