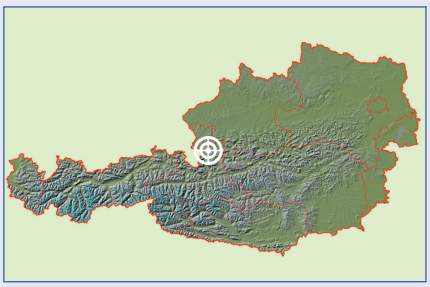
© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Die Windlöcher am Untersberg – moderne Forschungsdokumentation in traditionsreicher Riesenhöhle



ZUSAMMENFASSUNG

Die Windlöcher (1339/31) sind eine der drei Riesenhöhlen im Salzburger Untersberg. Nicht zuletzt beflügelt von der Vision eines Zusammenschlusses wird in allen drei Riesenhöhlen zurzeit aktiv geforscht. In der Mitte der beiden anderen großen Untersberg-Höhlensysteme gelegen (Gamslöcher 1339/1 und Riesending 1339/336) kommt den Windlöchern eine besondere Bedeutung zu. Nach einer langen Phase des Stillstandes, wurde die Windlöcherforschung im Sommer 2011 wieder aktiv aufgenommen. Die vermessene Länge der Windlöcher betrug damals 10,8 km und die Höhle erstreckte sich auf einem Niveau zwischen etwa 1000 m und 1450 müdM. Die Neuaufnahme der Forschung in den traditionsreichen Windlöchern stellte das neue Forschungsteam auch außerhalb der Höhle vor einige Herausforderungen. In diesem Beitrag wird am Beispiel der Windlöcher der Frage nachgegangen, wie der historisch gewachsene Datenbestand einer Riesenhöhle in das digitale Zeitalter der Höhlenvermessung überführt und für die Dokumentation sowie die Unterstützung weiterer Neulandforschung nutzbar gemacht werden kann.

ABSTRACT

"Windlöcher" at Untersberg – documenting a tradition-rich cave in the digital age

The "Windlöcher" are one of the three large cave systems in the Untersberg, near Salzburg. Not least motivated by the long-term vision of a possible connection, today three groups of highly active speleologists advance explorations in each of the caves. The location of the 'Windlöcher' (1339/31) between the two other large caves in Untersberg, "Gamslöcher-Kolowrath System" (1339/1) and "Riesending" (1339/336), is particularly interesting. Nevertheless, the cave witnessed a 15-year long period of inactivity until summer 2011, when a new team has continued the explorations. The total surveyed length of "Windlöcher" at that time summed up to 10.8 km and the cave level ranged between 1,000 m and 1,450 m a.s.l. Taking over the responsibility for such a large sized alpine cave with a longstanding exploration history has posed major challenges to the – at that time – largely inexperienced caving team. This contribution discusses how historic survey data can be transferred to the modern age of digital speleology in order to effectively use existing data and to adequately document new explorations.

Gudrun Wallentin
Interfakultärer Fachbereich
Geoinformatik - Z_GIS, Universität Salzburg
Hellbrunner Straße 34
5020 Salzburg
gudrun.wallentin@sbg.ac.at

Roland Kals
Bittsolweg 16
5023 Salzburg
Roland.kals@arp.co.at

Sabine Zimmerebner
Fürstenallee 18/3
5020 Salzburg
szimmerebner@web.de

EINLEITUNG

Im Landesverein für Höhlenkunde in Salzburg (LVHKS) gibt es seit Sommer 2011 eine weibliche Forschungsgruppe, die sich etwas augenzwinkernd den Namen „Mascara Team"[1] gegeben hat. Ganz im Sinne der Gender-Gerechtigkeit wird das Team heute durch einen männlichen Kollegen ergänzt und besteht im Kern aus den Autoren dieses Beitrags. Das anvisierte Objekt waren die damals forschungsmäßig verwaisten Windlöcher (1339/31) in der Nordabdachung des Untersbergs.

Der südwestlich der Stadt Salzburg gelegene Untersberg ist der nördlichste Eckpfeiler der Salzburger Kalkhochalpen. Charakteristisch sind seine vorgeschobene

[1] Mascara (ital. maschera ‚Maske'), auch Wimperntusche oder Wimpernspirale genannt, ist ein Kosmetikprodukt zum Färben, Verlängern und Betonen der Wimpern (aus WIKIPEDIA).

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Lage und die visuelle Dominanz infolge seiner beträchtlichen Vertikaldistanz gegenüber dem nördlich und östlich vorgelagerten Alpenvorland. Er ist ein Plateauberg, dessen Gipfel, abgesehen vom markanten Eckpfeiler des Geiereck (1806 m), nur undeutlich ausgeprägt sind. Die höchste Erhebung ist der bereits auf bayerischem Gebiet gelegene Berchtesgadener Hochthron (1972 m).

Im Gegensatz zu den Wandabfällen auf der Süd- und Ostseite des Gebirges ist die Nordabdachung weniger schroff ausgebildet. Sie wird allerdings durch mehrere tief eingeschnittene Einsenkungen („Troggassen“) gegliedert, mit markanten, teilweise überhängenden Felswänden als seitliche Begrenzung.

Die vormals von Waldbestand charakterisierte Nordflanke des Untersberges erfuhr durch das Orkanereignis des Jahres 2007 („Kyrill“) eine signifikante Umgestaltung. Nach der flächendeckenden Verwüstung des Bergwaldes und der forstlichen Aufarbeitung präsentieren sich nun große Teile des Areals entweder vegetationsfrei oder als schwierig zu begehende Waldreste mit urwaldähnlicher Anmutung.

Der Untersberg ist für die Landeshauptstadt von eminenter wasserwirtschaftlicher Bedeutung. Er liefert einen großen Teil des von der Stadt Salzburg benötigten Trinkwassers, das der Karstriesenquelle „Fürstenbrunn“ entstammt. Deren Einzugsgebiet ist durch verschiedene karsthydrologische Untersuchungen gut belegt (Völkl, 2008).

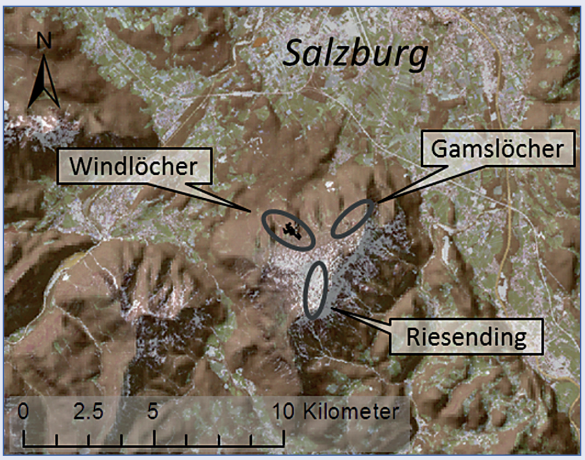


Abb. 1: Lage der drei Riesenhöhlen im Untersberg: Windlöcher, Gamslöcher und Riesending.
Fig. 1: Location of the three large caves in Untersberg: Windlöcher, Gamslöcher und Riesending.

Mittlerweile konnte das „Hinterland“ der Quelle von Höhlenforschern teilweise betreten und dokumentiert werden. Es handelt sich um die Fürstenbrunner-Quellhöhle (1339/10) sowie um die im Zentrum des Gebirges gelegenen tiefen Teile von Riesending (Meyer & Matthalm, 2009) und Gamslöcher-Kolowrat-System (Zehentner, 2010, Zehentner et al., 2006) (Abb. 1).

DER HÖHLENCHARAKTER – KURZ GEFASST

Das Windlöcher-System (Abb. 2) besteht aus den altbekannten Windlöchern, dem Klingertalschacht (1339/61) und der Supernova (1339/212). Der Hauptteil der bekannten Gänge entwickelt sich in einem markanten Rücken, der von der Klingeralm zum ehemaligen Marmorsteinbruch („Veitlbruch“) herunterzieht und auf seiner Ost- und Westseite von glazial übersteilten Felswänden begrenzt wird. Den Eiszeitkräften ist es zu verdanken, dass verschiedene Höhlengänge aufgeschnitten wurden. Derzeit sind insgesamt 17 Eingänge bekannt, die sich in Höhenlagen zwischen 1300 m und 1450 m öffnen.

Geologisch bemerkenswert ist, dass sich das Höhlensystem um die Faziesgrenze von Reiteralmkalk (Obertrias: Nor, Rhät; tiefere, westliche Höhlenteile) und Plassenkalk (Jura/Kreide: Malm, Tithon; höhere, östliche Höhlenteile) anordnet (Haseke-Knapczyk, 1989). Das System lässt sich grob in zwei Gruppen von Raumtypen gliedern: einerseits üppig dimensionierte Hauptgänge, die sich mit ausgedehnten Begleitlabyrinthen ungefähr am Schichtfallen orientieren, anderseits an steil gestellten Störungen angelegte Gangteile mit auffallend gestrecktem Verlauf, die bei verhältnismäßig schmalen Grundrissen erstaunliche Raumhöhen besitzen.

Im Aufriss lassen sich drei Höhlenniveaus in 1300 m, 1200 m und 1000 m Seehöhe unterscheiden. Die beiden höheren Niveaus zeigen reife, im Bereich der Hauptgänge bereits durch intensive Verbruchsprozesse gekennzeichnete Raumprofile (Klappacher, 1996). Nach den eingangsnahen Eisteilen ist Wasser hier nur mehr vereinzelt als Tropfregen aus Schloten oder in kleinen Canyons anzutreffen. Die Konvakuationssohle wird in den geräumigen Gangabschnitten durch grobes und scharfkantiges Blockwerk gebildet, mancherorts finden sich auch mächtige Lehmablagerungen.

Der Übergang vom mittleren zum tiefsten Niveau ist durch die bereits erwähnten großen Kluftgänge gekennzeichnet. Sie schneiden die phreatisch geprägten Hauptgänge bzw. deren Begleitlabyrinthe abrupt ab, auch zeigen sie im Gegensatz zu den Nord-Süd verlaufenden Hauptgängen einen NW-SE gerichteten Verlauf, wobei Abzweigungen zur Gänze fehlen. Im Grunde handelt es sich um eine einzige riesige Störung, deren Vertikaldistanz etwa 150 m beträgt und

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

die durch mehrere aus Versturzmaterial gebildete Zwischenböden unterteilt wird. Bemerkenswert ist der am Grunde der Kluft anzutreffende Bachlauf, der Zuflüsse aus dem Bereich des Klingertalschachtes sammelt und bergeinwärts in südöstlicher Richtung abführt (Haseke-Knapczyk, 1989).

FORSCHUNGSGESCHICHTE

Erste Erkundungen der Windlöcher von Eberhard Fugger gehen auf 1877 zurück (Fugger, 1888). Die Erforschung der eingangsnahen Teile erfolgte 1910 durch Alexander von Mörk und Karl Schoßleitner, sowie 1934 durch Gustave Abel. Abel berichtet von einer „allseits geschlossenen Halle“ (Abel, 1934), woraufhin die Forschung bis 1974 ruhte. Erst die Entdeckung einer stark bewetterten Fortsetzung durch die drei jungen Salzburger Höhlenforscher R. Tillinghast, H. Eitel und M. Bucher verhalf der Windlöcherforschung zum Durchbruch (Abb. 3). Es folgte eine Neuvermessung von 2 km Ganglänge in nur 10 Tagen durch den LVHKS (Knapczyk, 1975), was für den stark labyrinthischen Untersberg einen bemerkenswerten Rekord darstellt. Trotz dieser Erfolge wurden die Forschungen bald wieder eingestellt. Etwa zur selben Zeit forschte jedoch die belgische „Groupe Spéléo Alpin Belge“ (GSAB) im Klingertalschacht und 1982 gelang dem LVHKS schließlich der Zusammenschluss mit den Windlöchern, was die Länge des Systems beinahe verdoppelte. Daran anschließend erwarben sich Immo Holvan und Kollegen vom „Verein für Höhlenkunde München“ große Verdienste durch eine systematische Nach- und Neuvermessung der „Alten Teile“, während die GSAB die Exploration in den großen Schächten des oberen Wasserfalltales weiter vorantrieb. Der krönende Abschluss ihrer Explorationstätigkeiten gelang den belgischen Forschern 1995 mit der Verbindung dieser Schachtsysteme mit dem Klingertalschacht (Meyer, 2012). Im Jahr 1999 wurden bei einer Gesamtganglänge von 10,8 km alle Forschungen eingestellt. Die vorliegende Datenbasis wurde somit federführend von etwa 10 Forschern in drei Vereinen (GSAB, Belgien; VHM, Deutschland; LVHKS, Österreich) erstellt.

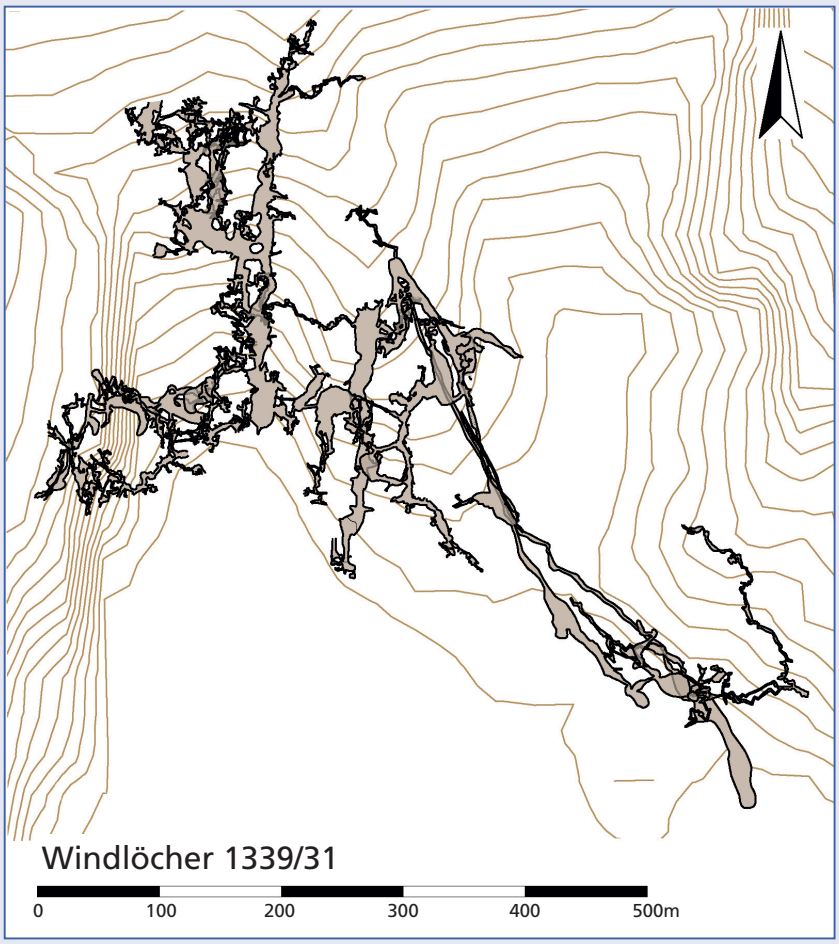


Abb. 2: Die Windlöcher. Grundriss, April 2013. Kartographische Darstellung des Höhlenmodelles mit der Software „Therion“.
Fig. 2: Windlöcher. Plan view, April 2013. Cartographic representation of the cave model with Therion software.
Karte: Landesverein für Höhlenkunde in Salzburg

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 4 gibt einen Überblick über die Windlöcher und die entsprechenden Forschungsgebiete der beteiligten Gruppen. Nach 12-jähriger Pause galt es nun für das Mascara Team diesen heterogenen Datensatz nutzbar zu machen, um an die alten Erfolge anzuschließen.

DATENAUFBEREITUNG

Glücklicherweise waren die Polygonzüge dank Immo Holvan und Kollegen im Format des Höhlenvermessungs-Programm Survex (Betts & Wookey, 1990) praktisch lückenlos digital vorhanden. Da im LVHKS jedoch mit der Compass Software (Fish, 1979) gearbeitet wird und auch die Forschungsdokumentations-Datenbank auf das Compass Format abgestimmt ist, stellte sich die Frage nach der Software. Nach Abwägung der Vor- und Nachteile beider Systeme fiel die Wahl auf das „Salzburger System", also Compass. Neben vereinspolitischen Überlegungen gaben die gute Dokumentation, die intuitive Benutzeroberfläche und der große Funktionsumfang den Ausschlag für die Entscheidung. Die direkte Exportiermöglichkeit in ein Geographisches Informationssystem (GIS) sollte darüber hinaus nachfolgende räumliche Analysen der Höhlendaten ermöglichen.

Die Konvertierung des Dateiformats stellte sich als äußerst zeitaufwändig heraus. Die Survex Daten mussten als Textdatei in Excel importiert werden, um Einheiten umzurechnen, die Spaltenreihenfolge zu ändern und die Metadaten zu extrahieren. Die bearbeiteten Daten wurden schließlich wieder als Textdatei gespeichert, um von Compass geöffnet werden zu

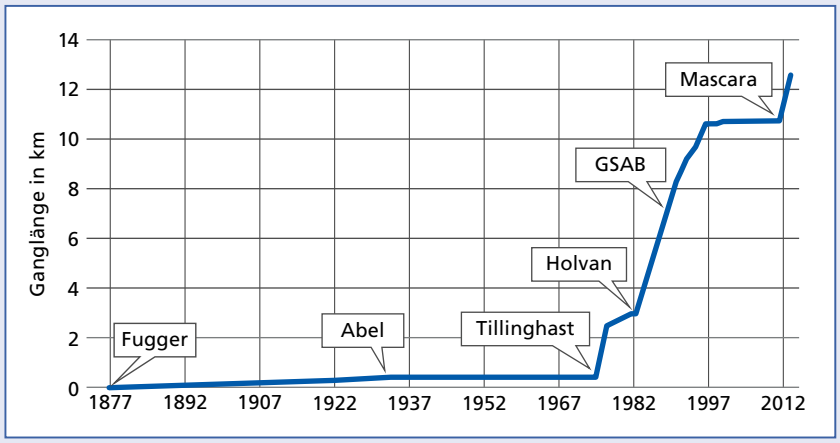


Abb. 3: Historischer Überblick der vermessene Ganglänge in den Windlöchern seit ihrer ersten Beschreibung durch Eberhard Fugger, 1877.
Fig. 3: Historical overview of the surveyed length of Windlöcher since its first description by Eberhard Fugger, 1877.

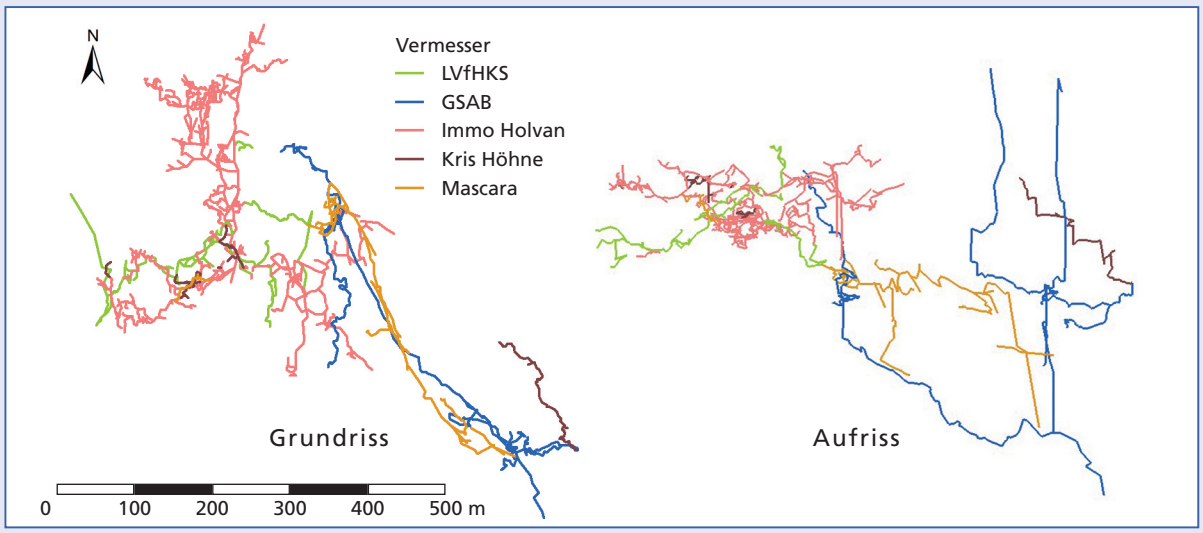


Abb. 4: Grundriss (links) und Aufriss (rechts) der Windlöcher mit Stand Jänner 2013. Die Farbcodierung zeigt die für die Vermessung verantwortlichen Personen, bzw. Gruppen. Die grünen und roten Polygonzüge stellen die „Alten Teile" dar, die blauen und orangen Züge den Klingertalschacht-Teil.
Fig. 4: Plan view (left) and profile view (right) of the Windlöcher as of January 2013. The colour codes refer to the responsible cavers or caving groups. Green and red shots depict the 'old parts', blue and orange shots the Klingertalschacht.

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 5: Hochzamonien, ein altes Gangfragment am oberen Ende der Klingertalkluft.
Fig. 5: Hochzamonien, a fragmentary passage at the upper end of the large 'Klingertal' fissure. Foto: Roland Kals

können. Abschließend wurden beide Datenbestände in ein GIS geladen, um Konvertierungsfehler zu lokalisieren. Insgesamt ergab sich ein Arbeitsaufwand von etwa 80 Stunden. An eine Automatisierung dieses mühevollen Prozesses war aufgrund des sehr heterogenen Datenbestandes leider nicht zu denken.

Die kartographische Erfassung der Höhle lag für die Alten Teile in detailreichen analogen Zeichnungen von Immo Holvan vor (7,7 km, 70% der Höhle). Die restlichen 30% des Systems im Klingerschachtteil waren hingegen nur lückenhaft in einigen Planskizzen festgehalten. Die vorhandenen Planblätter wurden gescannt, die Höhlenzeichnungen extrahiert und mit Hilfe eines GIS an die Lage der Vermessungszüge so gut wie möglich angepasst. Daraus resultierten geo - referenzierte Grundrisse in drei Ebenen in einem Maßstab 1:500. Eine Vektorisierung des Datenbestandes wurde begonnen, aber das Projekt aufgrund des voraussichtlich enormen Zeitaufwandes vorerst verschoben. Um künftiges Neuland zeitgemäß digital zu kartieren, stand auch in puncto Planzeichnung die Frage nach der geeignetsten Software im Raum. Optimalerweise sollten die Pläne nicht nur visuell ansprechend sein und zur Orientierung dienen, sondern vielmehr auch als Datengrundlage für spätere 3D Analysen und Volumsberechnungen dienen. Im Grunde kommen dafür entweder Computer Aided Design (CAD), GIS oder Zeichenprogramme in Frage. Aus pragmatischen Gründen vorhandener Softwarekenntnisse fiel die Entscheidung auf eine Kombination von ArcGIS und Adobe Illustrator. Die von Compass exportierten Vermessungszüge wurden lagerichtig in ArcGIS eingelesen und im Maßstab 1:500 als .svg Vektorgrafik exportiert und in drei Layern (Messzüge, Messpunkte, Labels) in Adobe Illustrator importiert. Die Speleo Vorlage mit den entsprechenden UIS Signaturen in der Bibliothek leistete für die neuen Kartierungen gute Dienste (Weidmann, 2003). Für die Organisation und Operationalisierung der kartographischen Erfassung wurden noch einmal etwa 60 Stunden investiert.

Leider hatte der so erarbeitete Workflow zur Dokumentation des erforschten Neulandes einen großen Nachteil: der digital gezeichnete Höhlenplan stand in

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 6: Ein Felsblock im Leopardenquergang, der mit seinen regelmäßigen Ausblühungen einem Leopardenfell gleicht.
Fig. 6: A boulder in the leopard traverse is covered with regularly distributed efflorescences Foto: Roland Kals

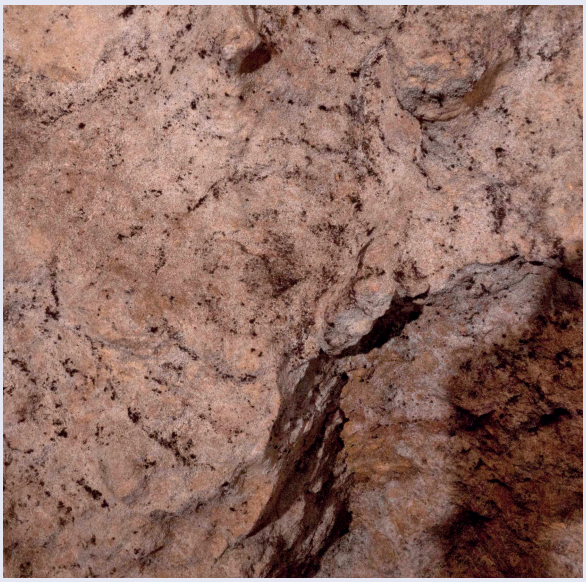


Abb. 7: Die Hexenringe in der Großen Zwergensinterhalle: ein Pilz zaubert kreisrunde Kunstwerke auf die herumliegenden Blöcke.
Fig. 7: The fairy rings in the ‚Huge Hall of Dwarfs' are formed by fungi. Foto: Roland Kals

keinerlei Verbindung mit den Messdaten. Das bedeutete einerseits, dass bei jeder Änderung der Polygonzüge, wie etwa bei einem neuen Rundschluss, die Zeichnung manuell nachgeführt werden musste. Anderseits hatten die sorgfältig gezeichneten Gangdimensionen keinerlei Auswirkungen auf das 3D Modell und die geplante Volumsberechnung der Höhle. Der entscheidende Nachteil stellte sich jedoch erst mit dem Erwerb des automatischen Vermessungsgerätes ‚DistoX' heraus: das auf LROU-Züge beschränkte Datenmodell von Compass unterstützt die Möglichkeiten einer raumerfassenden Vermessung mit dem DistoX nicht. Abhilfe schuf schließlich das Höhlenprogramm Therion (Mudrák & Budaj, 2013), das alle genannten Anforderungen von der Schnittstelle zur automatischen Meßdatenerfassung bis zur Gestaltung ansprechender Planzeichnungen erfüllt und als Open-Source Projekt wohl auch entsprechend zukunftssicher ist. Auch wenn dieses Programm auf den ersten Blick für den ‚gewöhnlichen' Höhlenforscher (zu) komplex erscheinen mag, der Einarbeitungsaufwand lohnt sich aus unserer Sicht auf jeden Fall.

STAND DER NEULANDFORSCHUNG

Die Neulandforschung in den Windlöchern wird von der Vision eines möglichen Zusammenschlusses der drei Riesenhöhlensysteme im Untersberg geleitet. Das Gamslöcher-Kolowrat System ist derzeit noch knapp 1500 m Horizontaldistanz entfernt und könnte über einige kleinere dazwischenliegende Höhlen verbunden werden. Die Entfernung zum Riesending beträgt noch gut 850 m, doch liegt diese Höhle in der direkten Verlängerung des Klingertalschachtes, dessen weiterer Verlauf anhand oberflächig sichtbarer Karstgassen direkt in Richtung Riesending extrapoliert werden kann. Primäres Forschungsziel für das Mascara Team war somit der im Klingertalschacht gelegene südlichste Forschungsendpunkt des Systems, die „Salles Terminales", in die einige Parallelschächte aus der Schachtzone des 400 m darüber liegenden Oberen Wasserfallta-

les münden. Die Klingertalkluft ist entlang einer massiven Störungszone angelegt, die in 145° nach Südosten zieht und deren Verlauf auch oberirdisch verfolgt werden kann. Die derzeit bekannten Teile erstrecken sich über eine Horizontaldistanz von 580 m mit einer vertikalen Ausdehnung von 100 m bis 180 m. Es stellte sich heraus, dass der belgische Weg entlang des Bodens der Kluftspalte aktiv wasserführend und unter normalen Bedingungen nicht gangbar ist. Alternativ arbeitete sich das Forschungsteam 150 Höhenmeter über dem Kluftboden auf einem Niveau von etwa 1200 müdM entlang alter Gangfragmente (Abb. 5) und einiger Hallen durch das obere Ende der Kluft. Zwei höhlenkundliche Highlights am Weg durch die Kluft sind der „Leopardenquergang" mit seinen streng regelmäßigen Ausblühungen (Abb. 6) und die „Hexen-

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

ringe“, welche vermutlich von konzentrisch wachsenden Bakterien geformt werden (Abb. 7). Detaillierte Berichte zu den Forschungstouren wurden in „Atlantis“, der Zeitschrift des LVHKS veröffentlicht (Wallentin, 2012a, b, c, d, e, f, g, Zimmerebner, 2011).
In den letzten eineinhalb Jahren wurden in zehn Forschungsexpeditionen 1735 m neu vermessen und die Gesamtlänge der Höhle beträgt heute 12,6 km. Das Mascara Team steht kurz vor, oder besser gesagt über dem Ziel, den Salles Terminales. Leider war beim letzten Vorstoß das Seil um 10 m zu kurz, um festen Hallenboden zu erreichen. Die Hoffnung auf eine Fortsetzung in dieser Halle ist jedoch gering. Beschreibungen zufolge ist kein Luftzug spürbar und der Bach verschwindet durch Blockwerk. Auch das obere Ende der Kluft endet ohne Fortsetzung in einem Schacht dessen gegenüberliegende Seite überraschend aus festem, gewachsenem Fels besteht. Es kann jedoch angenommen werden, dass die Kluft seitlich etwas versetzt eine Fortsetzung findet. Größte Hoffnung auf eine Fortsetzung bieten die von den belgischen Kollegen des GSAB als „fossil“ beschriebenen phreatischen Horizontalteile der Schachtzone, welche laut Vermessung nur 20 m vom oberen Forschungsendpunkt entfernt liegen (siehe Aufriss in Abb. 4). Die Auflösung dieser Fragezeichen ist der Schlüssel für einen weiteren Vorstoß in Richtung Riesending, bzw. Gamslöcher. Es bleibt also spannend.

LITERATUR

Abel, G. (1934): Höhlenforschungen in Salzburg. – Mitteilungen über Höhlen- und Karstforschung, 3: 74–76.

Betts, O. & Wookey (1990): Survex. – Cambridge: Cambridge University Caving Club.

Fish, L. (1979): Compass Cave Survey Software. – Denver, Colorado.

Fugger, E. (1888): Beobachtungen in den Eishöhlen des Untersbergs bei Salzburg. – Mitteilungen Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, 28: 65–164.

Haseke-Knapczyk, H. (1989): Der Untersberg bei Salzburg. Die ober- und unterirdische Karstentwicklung und ihre Zusammenhänge. Ein Beitrag zur Trinkwasserforschung. – Innsbruck: Universitätsverlag Wagner.

Klappacher, W. (1996): Salzburger Höhlenbuch - Band 6. – Salzburg: Landesverein für Höhlenkunde in Salzburg.

Knapczyk, H. (1975): Gigantomanie - Windlöcher am Untersberg. – Mitteilungen Landesverein für Höhlenkunde Salzburg, 1975 (2).

Meyer, U. & Matthalm, T. (2009): Die Riesending-Schachthöhle im Untersberg. – Die Höhle, 60 (1–4): 33–43.

Meyer, U. (2012): Auf der Suche nach dem Barbarossa-System im Untersberg. In: Akten des 13. Nationalen Kongresses für Höhlenforschung, 2012 – Actes du 13e Congrès national de Spéléologie, 2012.

Mudrák, S. & Budaj M., (2013): Therion – digital cave maps. Available: http://therion.speleo.sk/ [Accessed 2013].

Völkl, G. (2008): Karstwasserressourcen in den Salzburger Kalkalpen. In: Wallentin, G., Kals, R., Augustin, H., Dachs, E. & Steiner, D., eds. KarstWasser08 – Perspek - tiven der strategischen Wasserressourcen im Land Salzburg, 2008 Salzburg. Salzburg: CIPRA Österreich, 24–34.

Wallentin, G. (2012a): Die versprochene Halle. – Atlantis - Mitteilungen des Landesvereins für Höhlenkunde in Salzburg, 2012 (3–4): 42–45.

Wallentin, G. (2012b): Durchstieg Windlöcher - Klingertalschacht. – Atlantis - Mitteilungen des Landesvereins für Höhlenkunde in Salzburg, 2012 (1–2): 4–5.

Wallentin, G. (2012c): Eingangssuche mit GPS und Daunenjacke. – Atlantis - Mitteilungen des Landesvereins für Höhlenkunde in Salzburg, 2012 (1–2): 3.

Wallentin, G. (2012d): Hoch- und Tiefzamonien. – Atlantis - Mitteilungen des Landesvereins für Höhlenkunde in Salzburg, 2012 (3–4): 34–35.

Wallentin, G. (2012e): Schoßwand-Eingänge und Zamonien. – Atlantis - Mitteilungen des Landesvereins für Höhlenkunde in Salzburg, 2012 (3–4): 30–33.

Wallentin, G. (2012f): Tiefenrausch I. – Atlantis - Mitteilungen des Landesvereins für Höhlenkunde in Salzburg, 2012 (1–2): 5–7.

Wallentin, G. (2012g): Vermessung Palästina Hauptgang - Pendelhalle. – Atlantis - Mitteilungen des Landesvereins für Höhlenkunde in Salzburg, 2012 (1–2): 7–9.

Weidmann, Y. (2003): Topographie, Illustrator 10 Bibliotheken. – La Chaux-de-Fonds: Spéléo - Club des Montagnes Neuchâteloises

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.

Zimmerebner, S. (2011): Neustart der Forschungstätigkeit in den Windlöchern 2011. – Atlantis - Mitteilungen des Landesvereins für Höhlenkunde in Salzburg, 2011 (3–4): 23–28.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Die Höhle

Jahr/Year: 2013

Band/Volume: 064

Autor(en)/Author(s): Wallentin Gudrun, Kals Roland, Zimmerebner Sabine

Artikel/Article: Die Windlöcher am Untersberg - moderne Forschungsdokumentation in traditionsreicher Riesenhöhle 112-118