Vier Fallstudien für Fledermausbeobachtungen in Österreich im geologisch-speläologischen Rahmen

SPELDOK 28

SPELDOK - 28

Vier Fallstudien für Fledermausbeobachtungen in Österreich im geologisch-speläologischen Rahmen

(Luftschutzstollen – Weinkeller – Bergbau - Höhle)

Rudolf Pavuza

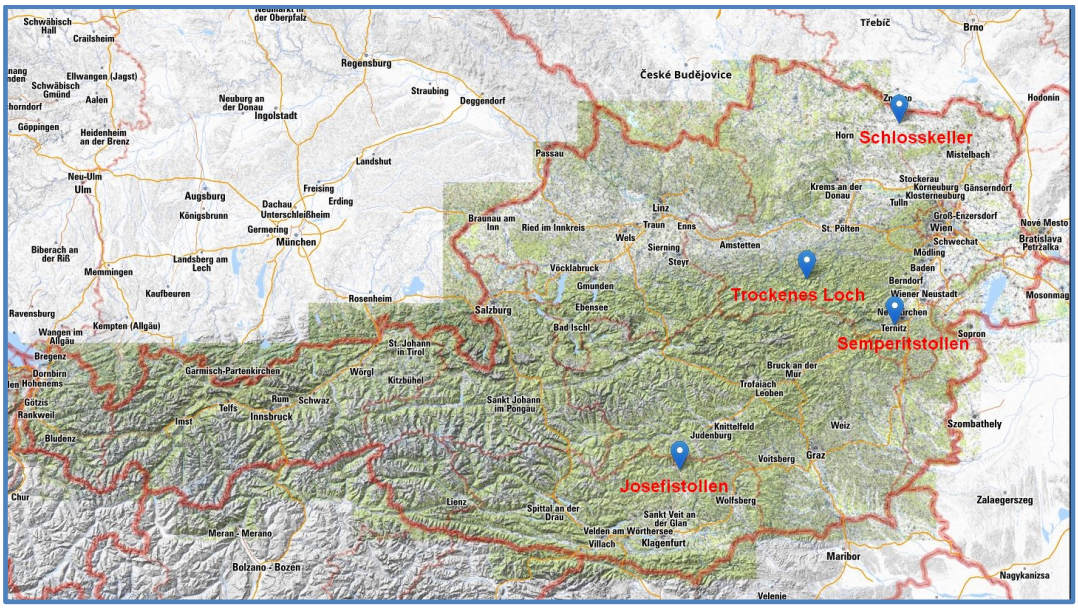
mit Beiträgen von Petra Cech

Herausgeber, Eigentümer und Verleger

Fachsektion Karsthydrogeologie VÖH / KHA-NHM Wien
c/o Obere Donaustraße 97/1/61
A-1020 Wien
Wien, Dezember 2018

Bundesministerium
Nachhaltigkeit und
Tourismus

Die Geländearbeiten sowie die Drucklegung wurden durch das BMNT finanziell unterstützt



Umschlagbilder vorne:

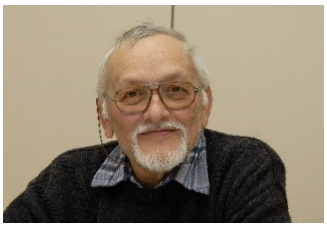
links oben:	*Semperitstollen in Wimpassing (NÖ)*
rechts oben:	*Schlosskeller bei Peigarten im Weinviertel (NÖ)*
links unten:	*Trockenes Loch bei Schwarzenbach (NÖ), „Höllenkluft“*
rechts unten:	*Josefistollen bei Friesach (K), „Mittelbau“*
zentral :	*Graues Langohr (Plecotus austriacus) im Schlosskeller, 3.10.2018*

Umschlagbild hinten:

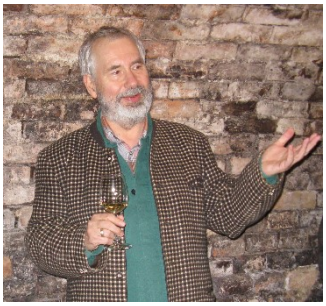
Kleine Hufeisennase (Rhinolophus hipposideros) im Josefistollen

VORWORT

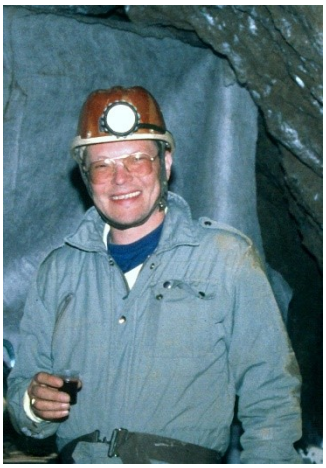
Im Laufe der letzten 20 Jahre kam es im Zuge höchst unterschiedlicher Geländearbeiten des Berichterstatters untertage zu Fledermausbeobachtungen, die allesamt dann ihr „Eigenleben“ entwickelten und in einigen Fällen sogar Hauptzweck weiterer Besuche wurden. Nur wenige der Daten, die in dieser Broschüre vorgestellt werden, wurden bisher publiziert, schon gar nicht in einer symbiotischen Publikation erd- und biowissenschaftlicher Inhalte. Die vier Studienobjekte, die hier besprochen werden, könnten unterschiedlicher gar nicht sein. Vom Luftschutzkeller aus dem 2. Weltkrieg über einen herrschaftlichen Weinkeller der frühen Neuzeit über ein teilweise mittelalterliches Eisen- und Silberbergwerk hin zu einer veritablen Naturhöhle reicht die Palette. Für die Fledermäuse ist allerdings die Geschichte der unterirdischen Objekte weniger wichtig, für sie zählt der günstige, „fledermausfreundliche“ Zustand der Objekte. Die Broschüre kann – vielleicht – mithelfen, die genannten subterranen Lebensräume auch für die Tierwelt in entsprechendem Zustand zu bewahren. Zu guter Letzt sind alle vier Lokalitäten für den Berichterstatter besonders eng mit bestimmten Personen verbunden, denen diese Broschüre hiermit auch gewidmet sein soll:



*Die Fledermauspopulation des Semperitstollen in Wimpassing im Schwarzatal war eines der gemeinsamen Projekte mit **Anton Mayer**, dem Doyen der Fledermausfreunde unter den Höhlenforschern. „Toni“ war ein Mentor des Berichterstatters, konnte allerdings den Abschluss der Arbeiten in diesem Objekt nicht mehr miterleben.*



*Auf den Schlosskeller bei Peigarten wurde ich durch den **„Kölladokta“ Walter Vejchoda** aufmerksam gemacht. Meine persistente Fledermausbegeisterung mag ihn – als eher historisch an Pulkautaler Spezialitäten Interessierten – ein wenig amüsieren, nichtsdestotrotz gab und gibt es immer wieder gemeinsame Fahrten in den Schlosskeller.*



*Der Josefistollen bei Friesach war die Heimat von **Klaus Herzog**, ehemals ein reiner Höhlenforscher, später einer der besten Kenner der reichhaltigen Kärntner Stollenwelt. Unser intensives Forschungsprogramm mündete leider nicht in die beabsichtigte Nutzung des Josefistollens, eine geplante gemeinsame Publikation des reichhaltigen Datenmaterials wird es nicht mehr geben: „Klausi“ trat vor wenigen Monaten seinen letzten Weg in einen anderen Untergrund an...*

*In der kleinen Gruppe jener Höhlenforscher, die alljährlich die Fledermauszählung im Trockenen Loch bei Schwarzenbach/Pielach durchführten, war **Guido Krisai** aus Braunau/Inn zunächst als „Rookie“ und danach regelmäßig mit dabei und half mit Eifer bei der Suche nach den oft recht hoch hängenden und nicht leicht zu sehenden Fledermäusen. Infolge tragischer Umstände werden wir auch ihn bei den zukünftigen Beobachtungen im Trockenen Loch nicht mehr dabei haben.*

Inhaltsverzeichnis

Untertageklima und Fledermauspopulation im Semperitstollen bei Wimpassing, NÖ (2006-2013) 3

Der Schlosskeller bei Peigarten im Weinviertel aus naturwissenschaftlicher Sicht 9

Der Josefistollen bei Friesach (Kärnten) 17

Beobachtungen im Trockenen Loch (1836/34) 29

UNTERTAGEKLIMA UND FLEDERMAUSPOPULATION IM „SEMPERITSTOLLEN“ BEI WIMPASSING, NÖ (2006-2013)

Der Berichterstatter hatte am 8.3.2006 die Möglichkeit, gemeinsam mit Anton Mayer, dem damaligen Fledermausbeauftragten des Landes Niederösterreich, siehe auch Mayer, 2006) und Vertretern der Naturschutzbehörde bzw. der Eigentümervertreter der Republik Österreich, den „Semperitstollen“ in Wimpassing im Schwarzatal zu besuchen und erste orientierende Stollenklimamessungen durchzuführen. Diese sollten die Umweltbedingungen für die Fledermauspopulation des ausgedehnten und verzweigten, insgesamt über 800 Meter langen und im Laufe des 2.Weltkrieges angelegten Stollensystems im unterpliozänen „Rohrbacher Konglomerat“ abklären. Zur Zusammensetzung dieses durchaus verkarstungsfähigen Gesteins siehe Koukal (2009). Bereits am Beobachtungstag zeigte sich, dass der größte Teil des meist rechtwinkelig angelegten Systems mit recht ähnlichen Querschnitten (Abb. 1) bis auf die eingangsnahen Abschnitte ein relativ ausgeglichenes Temperaturprofil mit Werten zwischen 9,7°C und 10,5°C aufwies. Die CO_2-Gehalte waren unauffällig und lagen nur unwesentlich über dem Außenwert. Abgesehen von lokalen Konvektionsbereichen in den spätwinterlich-kühlen Eingangsabschnitten war generell nur eine sehr schwache Wetterführung (zumeist < 0,1 m/s) festzustellen, was die ausgeglichenen Temperaturen der tagfernen Bereiche hinreichend erklärt.

Abb. 1: Typisches Gangprofil im unvermauerten Teil des Semperitstollens, im linken Firstbereich ist eine Kleine Hufeisennase als länglicher schwarzer Punkt zu erkennen, 7.11.2012

Im Verlauf des fledermauskundlichen Monitorings im Auftrag der BH Neunkirchen wurden in der Folge bei insgesamt 17 Befahrungen auch weitere Klimamessungen, unter anderem mit Datenloggern durchgeführt, um allfällige jahreszeitliche Variationen der Temperaturverhältnisse und anderer Parameter abzuklären. Diese Ergebnisse – großteils ident mit diesem Artikel, jedoch ohne die Fledermausdaten – wurden bereits publiziert (Pavuza, 2016).

Drei Datenlogger zur Registrierung der Lufttemperatur wurden über einige Jahre deponiert, ein typischer Jahresgang (Herbst 2011 bis Herbst 2012) illustriert die Stollenklimacharakteristik jedoch ausreichend. Die Meßpunkte waren dabei

- *„Eingang“ : rund 10 m hinter dem derzeitigen (versperrten, jedoch fledermaustauglichen und daher sehr gut luftdurchlässigen) Eingang*
- *„hinter Betonsinter“ : Ende des Ganges in Verlängerung des Eingangstunnels („C“) , 80 m hinter diesem*
- *„links hinten“: 100 m (Luftlinie) östlich des Eingangs beim Gangknick im Gang „H“*

Bei den beiden eingangsfernen Messpunkten beträgt die Überlagerung über 30 Meter. Die langjährige Jahresdurchschnittstemperatur in der Umgebung des Stollens, interpoliert aus den Jahresmitteln von Neunkirchen und Gloggnitz (aus dem Hydrographischen Jahrbuch) beträgt 9°C. Allerdings lag nach

Angabe der ZAMG die Jahresdurchschnittstemperatur 2012 um 1,1°C, 2011 sogar um 1,6°C über dem langjährigen Mittel. Man kann also als Referenztemperatur der Stollenumgebung für den gegebenen Zeitraum einen mittleren Jahreswert von 10 – 10,5°C annehmen. Tatsächlich liegen die Mittelwerte aller drei Zeitserien (2011/2012) im Semperitstollen in diesem Bereich (10,2 – 10,3°C). Die Schwankungen in den tagfernen Bereichen waren dabei gering, im östlichen, distalen Abschnitt sogar nur rund 1°C (Abb. 2). Für die Fledermäuse sind möglichst geringe Temperatur-variationen vor allem im Winter von großer Bedeutung, da nur so ein stabiler und damit energiesparender Energiehaushalt gewährleistet ist.

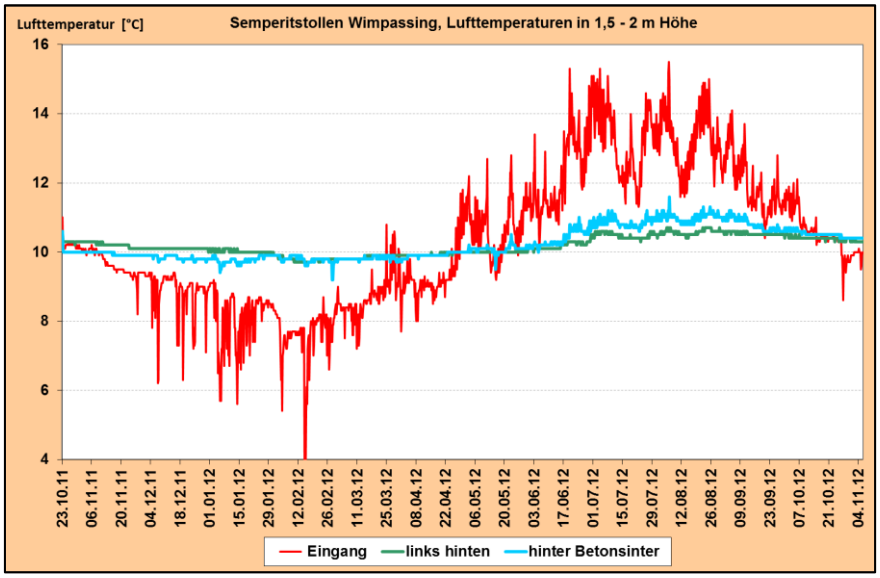


Abb. 2. Temperatur-Jahresgang an drei Stellen im Semperitstollen (2011/2012)

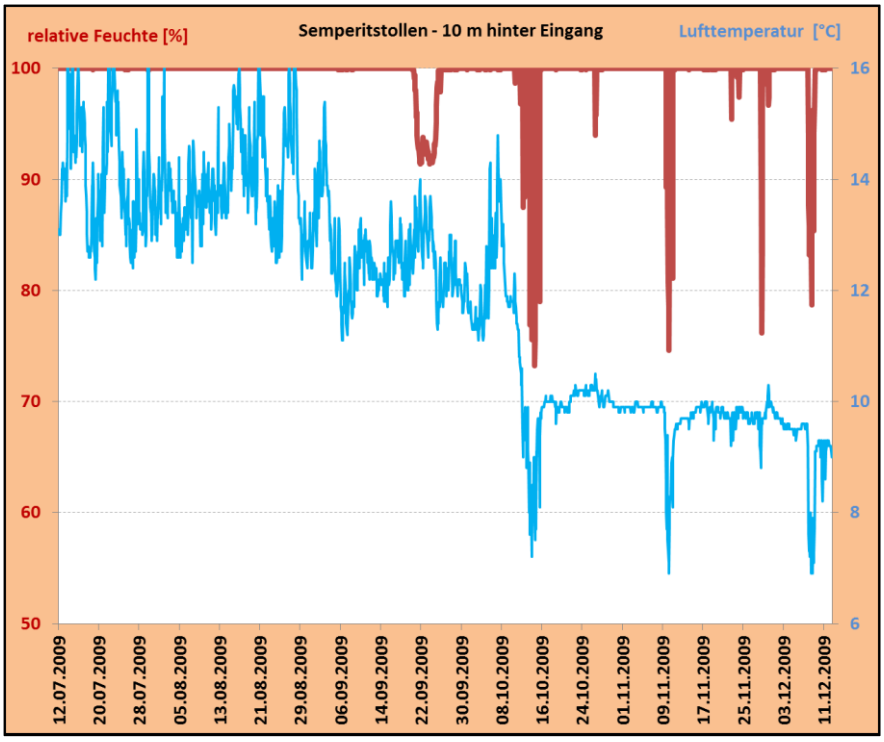


Abb. 3. Relative Luftfeuchte und Temperatur im Eingangsabschnitt des Semperitstollens (Sommer/Herbst 2009)

Interessant im Zusammenhang mit den optimalen Bedingungen für Fledermäuse ist naturgemäß auch die relative Luftfeuchte. Bei der Messung im zweiten Halbjahr 2009 zeigte sich einerseits, dass diese – physikalisch gut verständlich – nur bei starken Kälteeinbrüchen kurzfristig unter die Sättigung absinkt (mit einer Ausnahme im September 2009, die derzeit nicht erklärbar ist, jedoch auf nicht-natürliche Vorgänge hindeutet), andererseits die Luftfeuchte trotz des relativ frischen Spritzbetons durch den Einfluss der feuchtegesättigten inneren Stollenbereiche jedenfalls in der Stollenluft selbst hoch blieb (Abb. 3). Der zunächst offenbar rasch abtrocknende (und der Hand beim Hingreifen merklich Wasser entziehende) Spritzbeton dürfte sich nur langsam der Bergfeuchte angenähert haben: die erste Fledermaus im Frischbetonbereich wurde erst am 22.10.2010 gesichtet. Ein Hangplatz am trockenen Beton würde möglicherweise zur Austrocknung der Gliedmaßen führen.

Die Werte für das radioaktive Edelgas ^{222}Rn, die in allen unterirdischen Räumen (Höhlen, Stollen, Tunnel, Kellern) gegenüber der Außenluft (≈ 10-20 Bq/m^3) naturgemäß erhöht sind, waren am 2.4.2009 mit ≈330 Bq/m^3 und am 19.2.2010 mit ≈240 Bq/m^3 in Relation zur geringen Wetterführung niedrig, doch lagen auch die CO_2-Werte an diesen Tagen (380 bzw. 460 ppm) nur wenig über den Außenwerten (üblicherweise 350 – 400 ppm). Das limnisch-fluviatile Rohrbacher Konglomerat aus dem Pliozän, in dem der Semperitstollen angelegt ist, besteht zum guten Teil aus kalkigen Bestandteilen, deren Urangehalte – die ursprüngliche Quelle des Radon – gering sein dürften.

Auch in Zusammenhang mit (stollen)klimatischen Gegebenheiten, vermutlich aber vor allem mit den Niederschlagsverhältnissen, ist die Entwicklung der Tropfsteine im Altbetonbereich im hinteren

Abb. 5: Harald Pliessnig bei den Betonsinterbildungen im vermauerten Bereich des Semperitstollens, 26.6.2010

Abb. 4. Sinterröhrchen im vermauerten, hinteren Teil des Semperitstollens, 21.1.2009

Stollenabschnitt – in Verlängerung des heutigen Einganges – zu sehen. Diese Tropfsteine, die ihr Ausgangsmaterial fast ausschließlich aus dem im Stollen verwendeten Beton beziehen und sich daher geochemisch fundamental von den klassischen Tropfsteinen unterscheiden, wachsen extrem rasch (Abb. 4 und 5). Neben eher massiven Bodensintern sind dabei dünne Sinterröhrchen von über einem halben Meter Länge im Semperitstollen zu beobachten. Dieses Phänomen ist in vielen gemauerten Stollen und Tunneln weithin bekannt, die Sinterröhrchen erreichen dabei mitunter eine Länge von mehreren Metern.

Ein Schnitt durch einen kleinen, ca. 10 cm hohen Stalagmiten aus dem Semperitstollen (Abb. 6) zeigt einen markant lagigen Aufbau. Es böte sich an, darin den Jahresringen ähnliche Bildungen zu sehen, doch bilden die Lagen vermutlich nur Zeiträume unterschiedlichen Wasserangebotes seit dem Bau dieser Betondecke (1944) ab.

Abb. 6. Schnitt durch einen ca. 10 cm hohen Stalagmiten aus dem Altbetonbereich der inneren Teile des Semperitstollens

Die Messungen des stabilen Sauerstoffisotopes ^{18}O im Calcit an insgesamt 23 Punkten dieses Stalagmiten-Längsschnittes (Messung dankenswerter Weise durch Prof. C. Spötl, Univ.Innsbruck) ergaben keinen eindeutigen Trend, der als Änderung der Umgebungstemperatur gedeutet werden könnte, obgleich z.B. die Jahresdurchschnittstemperatur in Wien (und somit vermutlich vergleichbar auch jene im Umfeld des Stollens) im Zeitraum der Tropfsteinentstehung um 2°C zugenommen hat.

Messungen der Kalkabscheidungen an einer Tropfstelle im Betonsinterbereich zwischen Februar und Oktober 2010 ergaben eine auf das Jahr hochgerechneten Sinterbildung von ≈ 1 cm^3 pro Jahr an diesem Punkt – und dies bei einer Tropfrate von weniger als 1 Tropfen/Minute an beiden Beobachtungstagen. Der Gehalt an gelösten Stoffen (gemessen an der elektrischen Leitfähigkeit der Tropfwässer) war im Betonbereich mit 1200 µS gegenüber 250 µS in den nur geringfügige Sinterbildungen aufweisenden Konglomeratbereichen auf das Fünffache erhöht. Würde man konstante Verhältnisse für die Zeit von 1945 bis 2015 annehmen, so hätte sich an dieser Stelle ein Stalagmit von 5 cm Durchmesser und rund 3 cm Höhe gebildet. Diese Dimensionen liegen durchaus in der Größenordnung der tatsächlich vorhandenen Bodensinter. Wo die Stollenwand durch Rohrbacher Konglomerat gebildet wird, zeigen sich hingegen nur spärliche Ansätze rezenter Sinterbildungen. Allerdings wurde im Semperitstollen bei der Errichtung im Jahre 1944 ein bemerkenswerter und offenbar befahrbarer, 6 m langer Raum – ausgekleidet mit Calcitkristallen - angefahren, der seither unter der Bezeichnung Kristallkeller (2871/12) im österreichischen Höhlenverzeichnis geführt wird. Heute ist von diesem Juwel nichts mehr zu sehen. Allfällige letzte Reste, an die sich A. Mayer noch erinnerte, dürften der Auskleidung mit Spritzbeton zwischen 2006 und 2008 zum Opfer gefallen sein.

War die Erfassung des Untertageklimas und anderer geologischer Besonderheiten quasi nur ein erdwissenschaftliches Nebenprodukt, so stand die Beobachtung der Fledermauspopulation im Zentrum des Auftrages der zuständigen Bezirksverwaltungsbehörde. Hintergrund dieser grundsätzlich erfreulichen Initiative des beamteten Naturschutzes war, nach dem denk- und fragwürdigen Verlust der allergrößten Teile des ursprünglich fast 600 m langen und fledermauskundlich überregional bedeutenden St. Johannstollens bei Ternitz (siehe dazu Keck, 2008), bis auf einen unbedeutenden

Rest von kaum 20 Metern, den Fledermäusen der Region ein gesichertes, großräumiges Quartier zur Verfügung zu stellen. Zwischen dem Besuch gemeinsam mit A. Mayer (März 2006) und dem Beginn der regelmäßigen Beobachtungen im Dezember 2008 wurden allerdings praktisch alle eingangsnahen Bereiche mit frischem Spritzbeton abgesichert und einige durchaus interessante Fortsetzungen mit Hartschaum im Auftrag der BIG verfüllt.

Zum Teil wurden bei den einzelnen Fahrten auch die ca. 500 m nordöstlich des Semperitstollen direkt an der B17 liegenden und ebenfalls ausgedehnten und großräumigen Stollensysteme Blindendorf A und B kontrolliert, die aber an dieser Stelle nicht näher behandelt werden.

Bei den 16 Fahrten zwischen Dezember 2008 und Dezember 2013, die zu allen Jahreszeiten durchgeführt wurden, ergab sich, dass der Semperitstollen fast ausschließlich und hier nur im Winterhalbjahr von *Rhinolophus hipposideros* (Kleine Hufeisennase) aufgesucht wird (Abb. 6). Dies war auch vor 2008 weitgehend der Fall.

Abb. 6: Rhinolophus hipposideros auf Rohrbacher Konglomerat, 13.12.2009

In einer Beobachtungsserie von A. Mayer (Protokoll im Archiv der KHA) 2005/2006 dominiert *Rh.h.*, an zwei Beobachtungstagen im Jänner und Februar 2006 konnte jeweils 1 Exemplar von *Eptesicus serotinus* (Breitflügelfledermaus) beobachtet werden. Diese Art wurde später nie wieder gesichtet. Ein einziges Mal konnte in einem der zahllosen, aufgestellten Hohlziegel ein Exemplar von *Plecotus austriacus* (Graues Langohr) sowie – ganz am Ende des Beobachtungszeitraums – 1 Exemplar von *Rhinolophus ferrumequinum* (Große Hufeisennase) festgestellt werden. Für den Semperitstollen war die letztgenannte Art ein Novum, allerdings konnte A.Mayer im nahen Blindendorfer Stollen A in den 1980er Jahren diese vergleichsweise seltenere Fledermausart öfters beobachten.

Das überaus reichliche Quartierangebot in den zahllosen aufgestellten Hohlziegeln, das sich an spaltenbewohnende Fledermäuse richten sollte – *Rh.h.* hängt praktisch nie in solchen Bereichen – muss als Fehlschlag bezeichnet werden: Der Artenreichtum des ehemaligen St.Johannstollens stellte sich im Semperitstollen nicht ein. Trotzdem ist die Beobachtungsserie erwähnenswert: Der Semperitstollen ist als reines Winterquartier für *Rh.h.* offenbar interessant, die Tiere verlassen den Stollen meist gegen Ende April und finden sich spätestens Anfang November wieder ein (Abb. 7). Die Sanierung mit Spritzbeton nach März 2006 hat zu einem markanten Absinken der Individuenzahl geführt – in einer Gesamtschau kann man indessen danach einen statistisch vermutlich signifikanten Wiederanstieg konstatieren (Abb. 8). Soferne der nachhaltige Bestand des Semperitstollens gesichert ist (dazu liegen uns keine aktuellen Informationen vor) könnte sich im Lauf der Zeit daraus ein auch regional bedeutendes Fledermaus-Winterquartier – jedenfalls für *Rh.h.* – entwickeln.

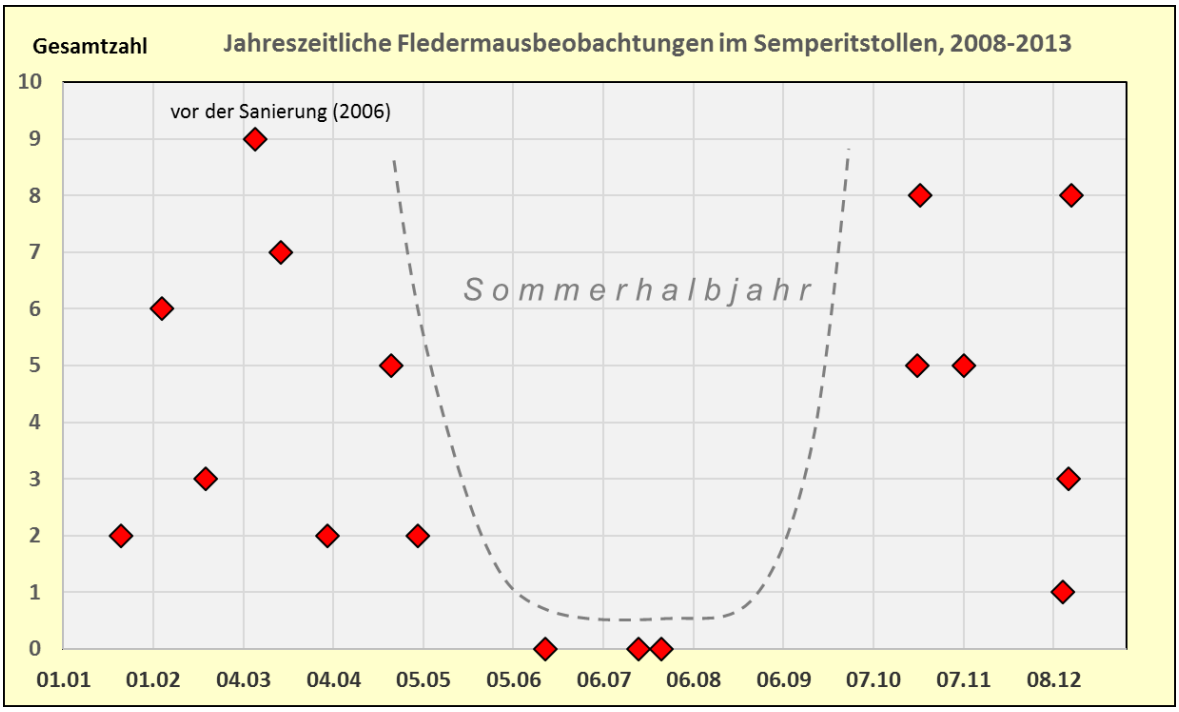


Abb. 7: Fledermäuse im Semperitstollen im Jahresverlauf (2008-2013)

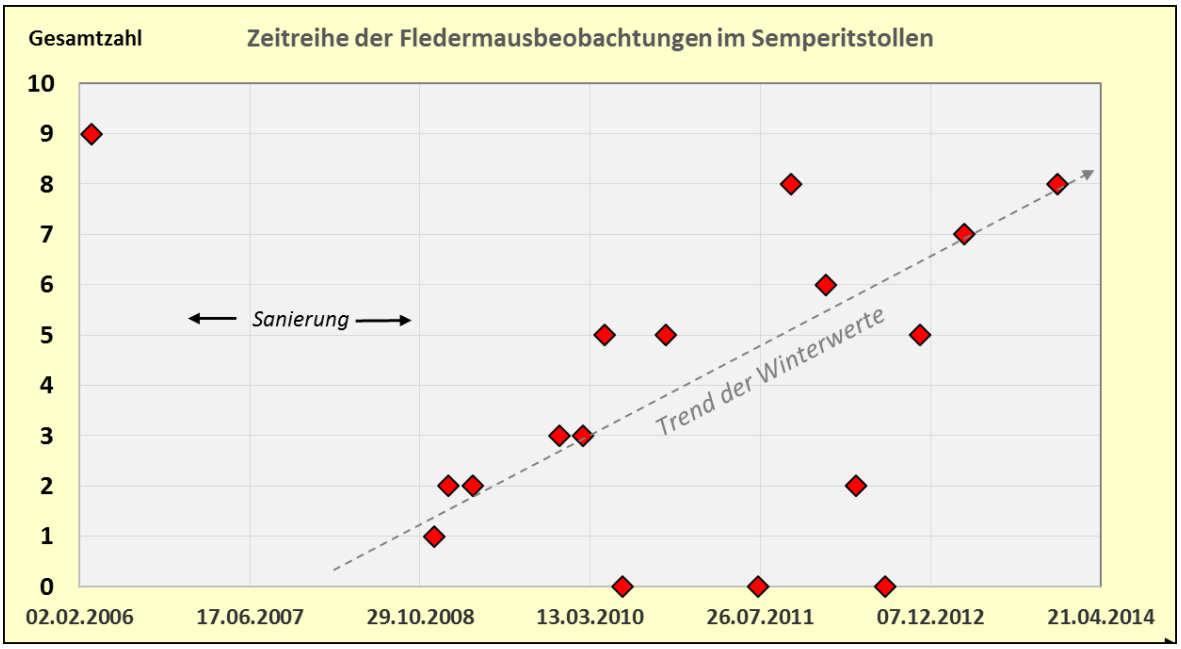


Abb. 8: Fledermaussichtungen im Semperitstollen (2006-2013)

Literatur

Keck, E. (2008): Es war einmal..... .- Hannibal-Nachrichten 1/2008, Seite 5-7.

Koukal, V. (2009): Sedimentologie und Definition der Rohrbach-Formation („Rohrbacher Konglomerat“, Pliozän) im Steinbruch Rohrbach/Ternitz (NÖ), Unveröff. Dipl. Arbeit Univ. Wien, 105 Seiten.

Mayer, A. (2006): Der Kristallkeller (Kristallkammer), Kat.Nr. 2871/12 = Semperitstollen bei Wimpassing im Schwarzatal.- Hannibal-Nachrichten 5/2006; Seite 5-7.

Pavuza, R. (2016): Zum Untertageklima des Semperitstollens in Wimpassing, NÖ (NÖ45).- Hannibal-Nachrichten 1/2016, Seite 4-8

DER SCHLOSSKELLER BEI PEIGARTEN IM WEINVIERTEL AUS NATURWISSENSCHAFTLICHER SICHT

EINLEITUNG

Durch den „Kölladokta“ Dr. Walter Vejchoda, einen profunden Kenner des klassischen Pulkautales im Weinviertel, wurde ich im Frühjahr 2011 auf diesen weitläufigen Keller nordöstlich des Schlossberges rund 2 km SSE von Peigarten im Pulkautal, unweit der B 303 in einer Seehöhe von 250 m, aufmerksam. Dieses eigenartige und auch recht große unterirdische Objekt wurde in der Folge seit Mai 2011 insgesamt 62 mal besucht. In der *OpenStreetMap* findet sich der Keller lagemäßig verortet durch F. Volkmann. Der dort noch eingetragene zweite „Eingang“ – der nördlichere der beiden – existiert jedoch in der Zwischenzeit nicht mehr (s.u.).

HISTORISCHE HINWEISE

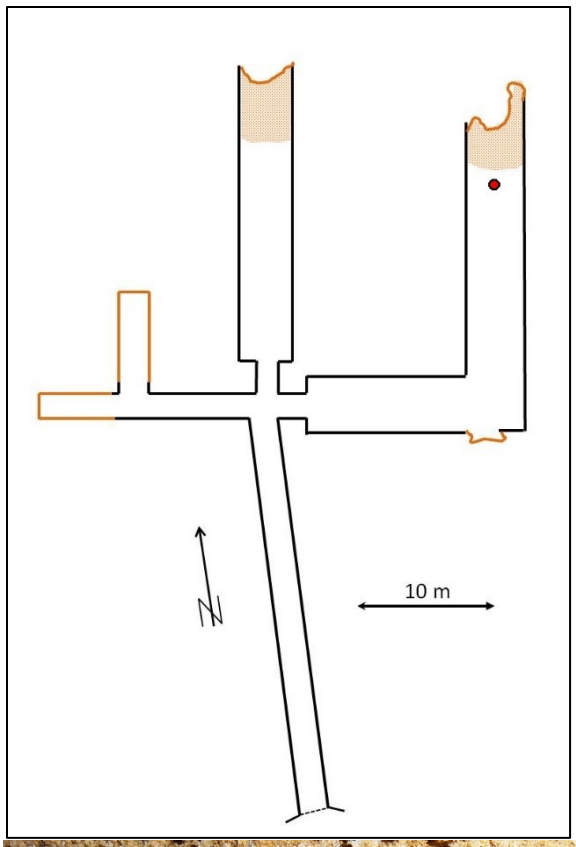
Der Schlosskeller liegt 400 m NE des Schlossberges, die gelegentliche Bezeichnung „Schlossbergkeller“ ist daher irreführend. Ein logistischer Zusammenhang mit den ehemaligen, noch relativ wenig untersuchten Anlagen am Schlossberg (Anonym, 2016) mag gegeben gewesen sein, mit dem Schlossberg unmittelbar jedoch nicht. Vielleicht nicht zuletzt auch getrieben durch Erzählungen, dass sich der Keller ursprünglich sehr viel weiter nach Norden mit einem Ausgang zwischen Peigarten und Jetzelsdorf (immerhin 2 km entfernt vom heutigen Eingang) erstreckt haben soll, war der Schlosskeller Gegenstand ausführlicher Untersuchungen durch den renommierten Erdstallforscher Manfred Macek (siehe dazu und zum Keller generell Vejchoda, 2013). Die im Vergleich zum Eingang erheblich größeren Dimensionen einiger innerer Abschnitte und das abrupte Ende sind in der Tat zunächst auffallend. Außer jenen sagenhaft anmutenden Gerüchten gibt es jedoch keine historisch seriöse Evidenz. Der einzige aktuelle – und sehr vage – Hinweis ist eine merkwürdige, ca. 20 m lange und einige Meter breite, Nord/Süd elongierte Einsenkung ca. 350 m nördlich des Endes der beiden längeren Kellerröhren – ziemlich genau dem extrapolierten Gangverlauf entsprechend, freilich jedoch dem Terrain folgend rund 20 Meter tiefer liegend als der Eingang. Die Errichtung der Kelleranlage könnte im 17.- 18. Jahrhundert erfolgt sein (Vejchoda, 2013). Ob sie, wie in der Literatur vermutet (Anonym, 2016), an der Stelle eines ehemaligen – dann wohl mittelalterlichen - Erdstalles angelegt wurde, läßt sich derzeit nicht beantworten.

DER KELLER UND SEINE VERÄNDERUNGEN

Der Keller liegt in einer Ost-West streichenden Senke, die am Bildstock an der B 303 (Geländebezeichnung „Oberfeld“) ihren Ausgang nimmt und südlich am Schlossbergkeller vorbeizieht. In diesem Bereich überlagert zumeist der einige Meter mächtige Löss grau- und braunfarbene Sande und Silte der Laa-Formation (Karpat, ca. 17 Mill. J.).

Abb. 1 - Eingang des Schlosskellers S Peigarten

Die Wechsellagerung dieser marinen Sedimente mit markanten Gipsausblühungen kann man im westlichen Kellerabschnitt, der nicht ausgeziegelt ist, ausgezeichnet beobachten. Derartig gute Aufschlüsse sind obertage in der Umgebung nirgendwo vorhanden und sind für sich als schützenswert einzustufen.



Der Eingang des in Summe ca. 125 m langen Kellers liegt am Nordrand der Grabensohle der o.e. Senke. Durch einen aus Ziegel gefertigten Rundbogen, der heute nur mehr 1,5 m Höhe aufweist (Abb. 1) betritt man den Keller, dessen Grundriss (Abb. 2) einem asymmetrischen Dreizack ähnelt. Durch einen 2 m hohen, ebenso breiten und 30 m langen und tonnenförmig mit Ziegeln vermauerten Gang, der Richtung Norden zieht, erreicht man eine Kreuzung. Hier führt ein kurzer Ast 15 m westwärts, an dessen Ende man die erwähnten marinen Sedimente des Karpat in markanter Schichtung sowie schöne Gipsausblühungen (Abb. 3) antrifft. Kurz davor gibt es rechts eine weitere, kammerartige Fortsetzung von knapp 10 m Länge, die ebenfalls nicht vermauert wurde und Tierbauten aufweist.

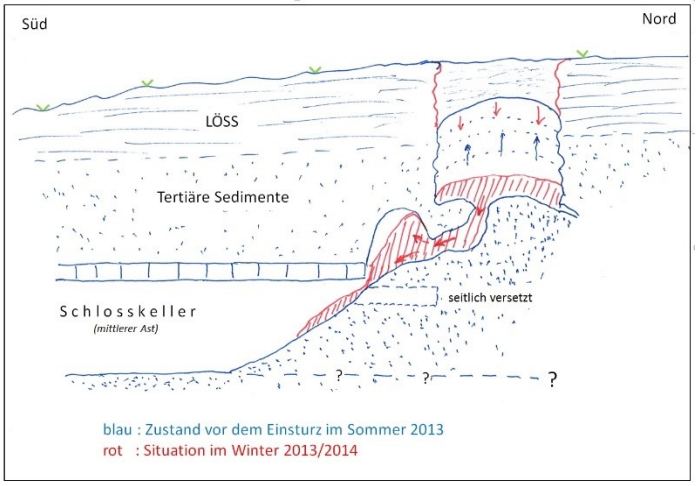
Abb. 2 – Grundriss, nach M. Macek, umgezeichnet, mit Stand vom 29.1.2017 (schwarz: Ziegel, braun: anstehendes Sedimentgestein)

Abb. 3 – Sande und Silte der Laa-Formation (Karpat) mit Gipsnadeln

Wieder zurück an der Kreuzung betritt man nun den mittleren Gang des „Dreizacks“ (s. Abb.2), dessen Raumhöhe unmittelbar nach dem Betreten auf fast 4 Meter zunimmt. Dieser 4 m breite Gang weist (ebenso wie die Gangabschnitte östlich davon) eine tonnenförmige Ziegelvermauerung auf und zieht eben ca. 20 Meter bis zu einer den Raum gänzlich erfüllenden Schluff- und Sandmasse. An dieser Stelle befand sich bis in den Spätfrühling 2013 ein enger, steil ansteigender Durchschlupf in einen kreisrunden, ca. 4 m durchmessenden und ebenso hohen Raum, der vom Erdstallforscher Manfred Macek im Rahmen einer unveröffentlichten Studie 1989 als „Erdstall“ oder Teil eines solchen klassifiziert wurde (s. dazu Vejchoda, 2013). Uns erschienen die angeführten Beweise und der Eindruck vor Ort allerdings nicht gänzlich überzeugend.

Eine grobe Vermessung ergab indessen, dass hier die Überlagerung – der obere Teil des Domes hatte längst die Lössüberdeckung erreicht – nur mehr 1-2 m betrug und ein beständiges, natürliches Nach-oben-Wachsen der Kuppel stattfand. Wie auch immer: im Herbst 2013 war der Durchschlupf verschwunden bzw. verschüttet und auf der Wiese über dem Schlosskeller hatte sich ein – für das Weinviertel – überaus spektakulärer, 3 Meter durchmessender und 5-6 Meter tiefer Erdfall gebildet (Abb. 4 und 5) , der zwar einige Aufregung in der Gemeinde verursachte, jedoch erst im darauffolgenden Sommer verfüllt wurde und auch ein gewisses mediales Interesse in der Regionalpresse erweckte (Bezirksblätter Hollabrunn, 11/12. Dezember 2013, „Alter Schlosskeller eingestürzt“).

Abb. 4 – Situation beim Erdfall am 16.5.2014



AbAbb.5 – Schematischer Schnitt durch das Ende des mittleren Kellerastes

Von der Kreuzung gegen Osten erreicht man einen Gang, der mit gleichen Dimensionen wie der mittlere Gang zunächst 15 Meter gegen Osten und dann, rechtwinkelig abbiegend, 20 m gegen Norden bis an sein Ende zieht, das wie im mittleren Gang (steil ansteigend) von sandig-siltigen Sedimenten gebildet wird.

Hier gab es – wie im ehemaligen „Erdstall“ - massive, jedoch bislang augenscheinlich erfolglose Grabungsversuche. Die Ziegelvermauerung reicht bis hinter die heutige Sedimentoberkante, bricht dann jedoch offenbar ab. Auch bei diesem Gangende hat man den Eindruck eines früheren Einbruches der Decke, analog der nunmehrigen Situation beim mittleren Ast des Schlosskellers.

In allen Gängen finden sich Dampfröhren an der Decke, jeweils 15 – 30 cm im Durchmesser und bis zu 10 m hoch, sie sind oben jedoch allesamt mit Ziegeln, Steinen oder Betonplatten verschlossen, ein Luftzug ist nicht zu detektieren. Im Gelände darüber finden sich keinerlei Anzeichen dieser Einbauten. Der sandige Boden des Stollens ist weitgehend eben und offenbar aus anstehendem Sediment gebildet. Müll findet sich allenthalben (meist Lebensmittel- und Getränkedosen, teilweise älteren Datums, sowie Metallreste).

Im Sommer 2016 haben möglicherweise Münzsucher zahllose kleine, meist 20 – 30 cm durchmessende Löcher im gesamten Keller gegraben (und nicht mehr verfüllt). Über die Fundlage ist uns nichts bekannt.

BEOBACHTUNGEN DER FLEDERMÄUSE

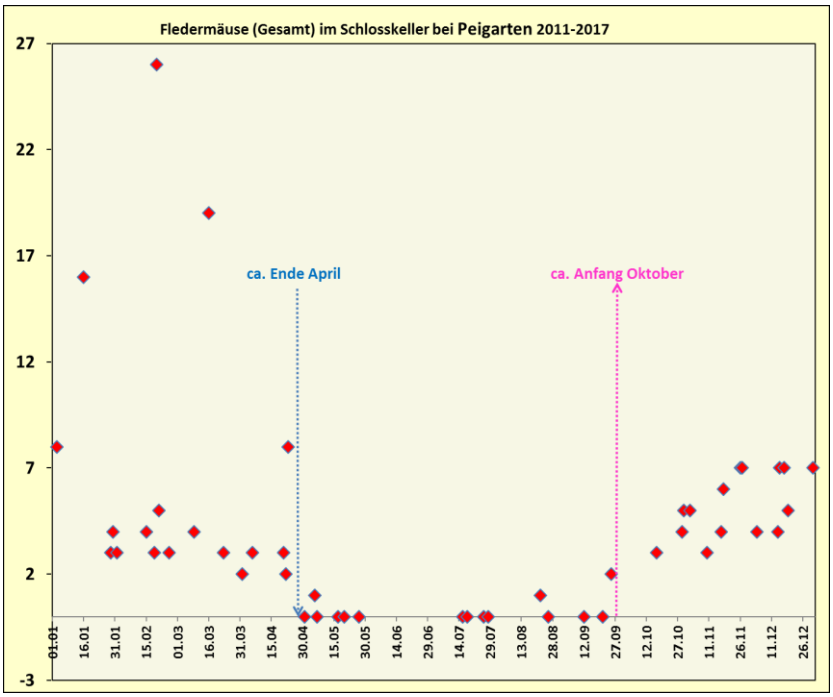


Abb. 6 - Jahreszeitliche Frequentierung des Schlosskellers durch Fledermäuse

Im Zeitraum zwischen Mai 2011 und November 2017 erfolgten an 62 Tagen Fledermauszählungen, wobei sich die Fledermausbeobachtungen – mit ganz wenigen Ausnahmen – auf das Winterhalbjahr (Anfang Oktober bis Ende April) konzentrierten (Abb.6). Im Winter waren jeweils zwischen 3 und 9 Exemplare zu beobachten, nur im relativ warmen Winter 2015/2016 fanden sich bis zu 26 Tiere (Abb. 7).

Diese hohe Zahl war größtenteils einer Kolonie von Wimperfledermäusen (*Myotis emarginatus*, Abb. 9) zu verdanken, die ansonst meist nur einzeln bzw. in kleinerer Zahl beobachtet wurden, doch auch Mausohren waren im Winter 2015/2016 häufiger als in den anderen Wintern anzutreffen.

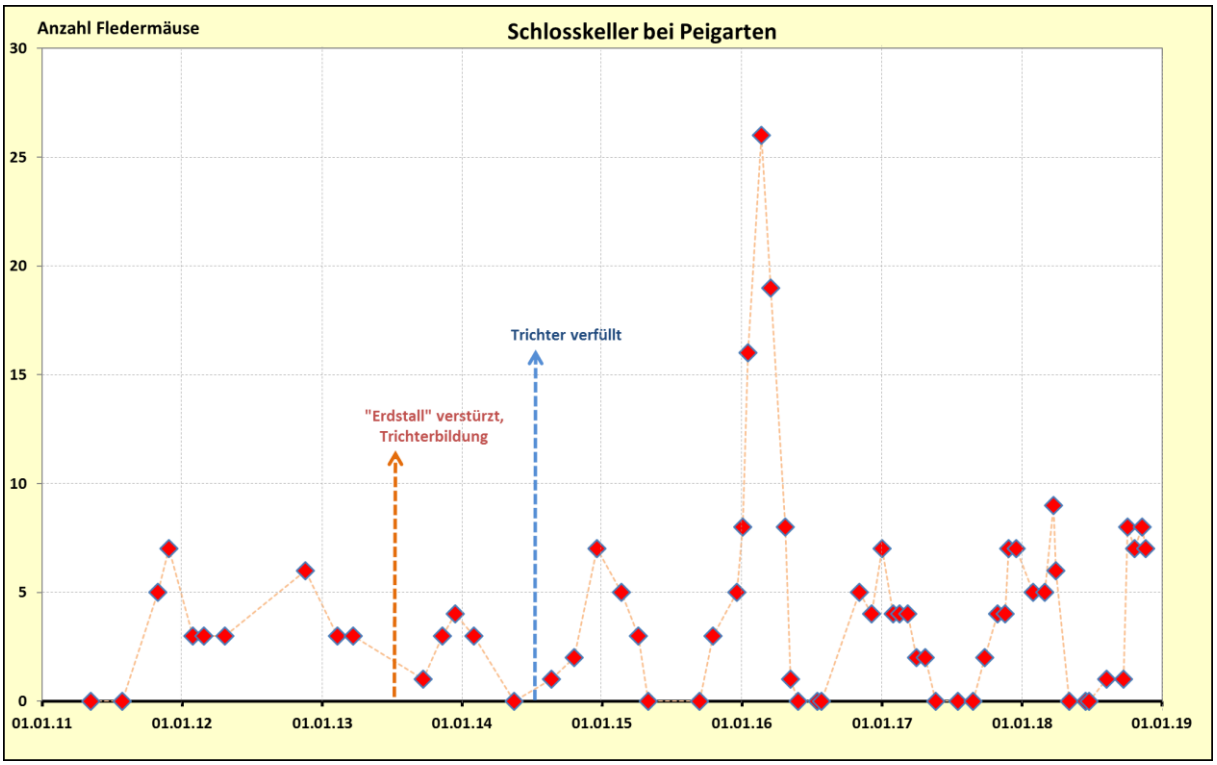
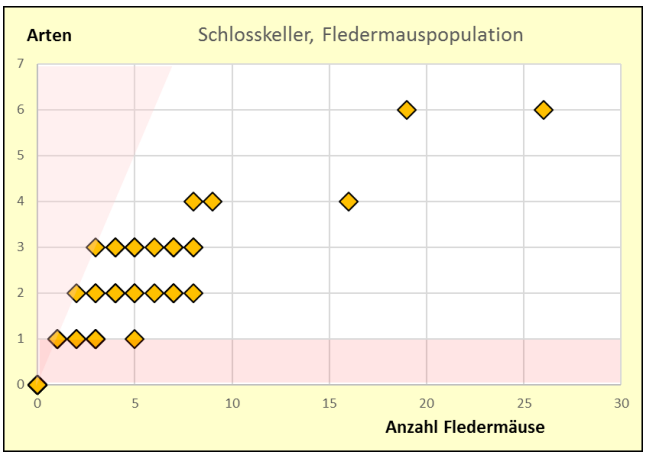


Abb. 7 - Anzahl der Fledermäuse im Zeitraum 2011-2017 im Schlosskeller



Folgende Arten konnten festgestellt werden

Myotis myotis (häufig)
Myotis emarginatus (häufig)
Rhinolophus hipposideros (häufig ↔ selten)
Myotis daubentonii (selten)
Myotis bechsteinii (selten)
Myotis mystacinus (selten)
Plecotus auritus (selten)
Plecotus austriacus (selten)

Abb. 8 - Anzahl und Artenvielfalt der Fledermäuse im Zeitraum 2011-2017 im Schlosskeller

Wenn ein erhöhter Besatz an Fledermäusen feststellbar war, wurde dieser nicht durch eine Art alleine determiniert (Abb. 8). Der Zusammenhang der beiden Parameter Individuenzahl/Artenzahl ist einigermaßen linear, was durchaus nicht in allen unterirdischen Habitaten so sein muß.

Abb. 9 - Gruppe von Wimperfledermäusen an der Decke des rechten Astes des Schlosskellers am 20.2.2016

Die Fledermäuse bevölkerten fast alle Bereiche des Stollens, im Eingangsstollen vornehmlich die Dampfröhren, im linken, kleinen (und etwas kühleren) Ast hängen einzelne Tiere gelegentlich auch direkt am keinesfalls sehr stark verfestigten Sedimentgestein und in Spalten. Im mittleren und rechten Ast finden sich die Fledermäuse sowohl freihängend in mittlerer bis großer Höhe (2,5 bis 4 m), wo auch im Winter die Temperaturen kaum unter 8°C fallen (siehe dazu auch Abb. 10), als auch in den tagfernen, besonders warmen und nach oben zu abgeschlossenen Dampfröhren (hier v.a. *Myotis myotis*), in denen ganzjährig Temperaturen auftreten, die dem Jahresmittel der Außenluft entsprechen (≈ 9°C).

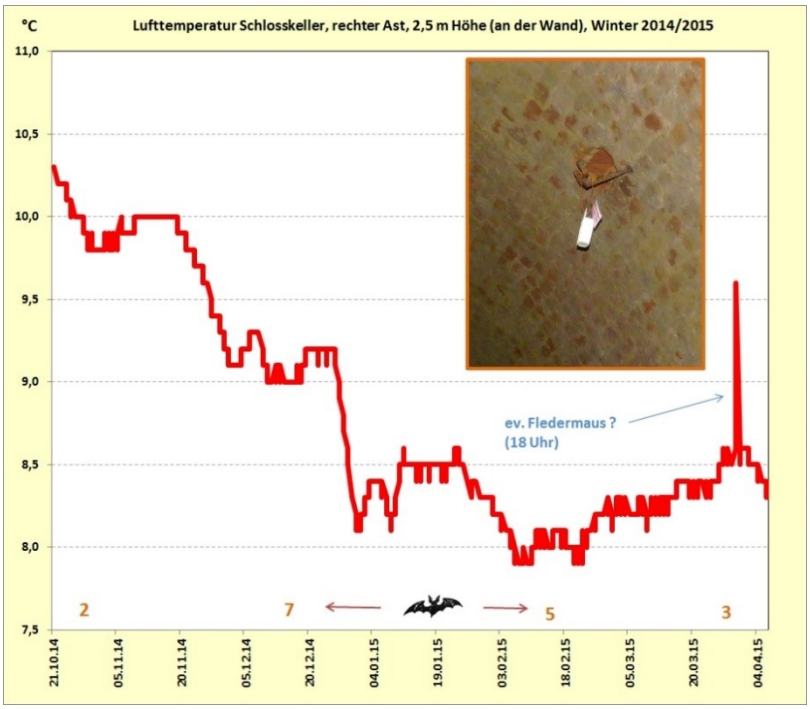
Die anderorts gemachten Beobachtungen des langen Winterschlafes der Wimperfledermaus (siehe Bat News 22, Seite 3, http://www. batlife.at) von September bis April gab es im Schlosskeller bislang nicht. Die große, bereits erwähnte Gruppe im Winter 2015/2016 tauchte erst Anfang Jänner auf, die Zahl reduzierte sich von 12 Exemplaren im Februar auf 8 bis 9 im März und April, im Mai war nur mehr ein Exemplar zu sehen. Auch in den Jahren davor und danach waren die ersten Tiere von M. emarginatus zumeist frühestens im Ende Oktober im Schlosskeller präsent.

Nach dem Einsturz des „Erdstalles“ im Sommer 2013 ging die Gesamtzahl der beobachteten Fledermäuse vorerst geringfügig zurück. Tatsächlich wurde dieser wettermäßig und thermisch völlig isolierte Kellerabschnitt in den Vorwintern vor allem von einigen Kleinen Hufeisennasen bevölkert, diese waren danach jedenfalls merklich seltener zu beobachten. Erst im Jahr 2018 war wieder eine leichte Zunahme zu konstatieren.

Warum im Sommer der Keller – was freilich für die meisten unterirdischen Objekte gilt – nur ganz ausnahmsweise von einzelnen Tieren aufgesucht wird, ist nicht ganz klar – vielleicht ist selbst die relativ hohe Temperatur (> 10°C, s. Abb. 9) einfach zu niedrig und der Energieaufwand während der Tagesruhe daher zu hoch im Vergleich zu exogenen Schlafstätten ? Störungen der Tiere dürften aufgrund der Abgelegenheit des Schlosskellers - in einem hügeligen Wechsel von Weingärten und Waldstreifen - nach unseren Beobachtungen jedenfalls nicht allzu häufig stattfinden.

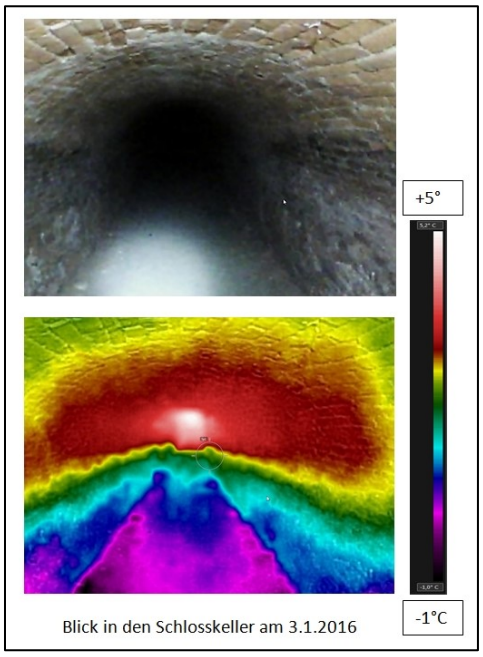
Besonderer Dank an Anna Baar (https://www.waldkatze-fledermaus.at/fledermaus/) sowie an Katharina Bürger (KFFÖ) für die verständnisvolle Hilfe der bei der Fledermaus-Bestimmung. Infolge der Raumhöhe ist diese nicht immer ganz trivial.

TEMPERATURVERHÄLTNISSE IM SCHLOSSKELLER



Im Schlosskeller ist keine merkliche Wetterführung festzustellen. Der Keller zieht nahezu eben vom Eingang bergwärts, bei zunehmender Überlagerung (bis 10 m). In den hinteren Teilen nähert sich die Jahresdurchschnittstemperatur dem Außenmittel (= gleichzeitig mittlere Temperatur des Untergrundes in einigen Metern Tiefe) an. Dieses beträgt im Pulkautal ca. 9°C.

Abb. 9 – Lufttemperatur im rechten Kellerast im Winter 2014/2015



Ein im Winterhalbjahr 2014/2015 im rechten Kellerast deponierter Datenlogger zeigte, dass im Winter in 2,5 m Höhe die Temperatur nicht unter +8°C fällt (Abb. 9). Gleichzeitig ist im Winter aber eine markante Temperaturschichtung festzustellen, die sich in Nebelzonen vor allem im mittleren und rechten Kellerast in ca. 2m Höhe, aber auch in einem markanten vertikalen Temperaturgefälle (ca. 6 Grad) auf einer Infrarotaufnahme (aufgenommen mit FLIR C2, Abb. 10) im Eingangsteil zeigt. Die warme und feuchte Luft an der Decke strömt langsam zum Eingang und saugt gleichzeitig unten kalte Luft in den Keller, die in tagferneren Bereichen erwärmt wird und aufsteigt.

Abb. 10 - Thermographische Aufnahme vom Eingang in den Schlosskeller hinein , Temperaturen nur als Richtwerte

Trotz des horizontalen Einganges und des Fehlens wetterführender Fortsetzungen liegt somit eine lokale, quasistatische Wetterführung vor, die am 29.1.2017 bei einer Außentemperatur von -5°C bereits im unverschlossenen Kellereingang sofort zum Beschlagen der Brille führte. Die höhere Temperatur an den höhergelegenen Wandbereichen wird von zahlreichen Schmetterlingen und anderen Insekten zur Überwinterung genutzt. Die nach oben durchwegs dicht verschlossenen Dampfröhren bieten darüber hinaus einen idealen Überwinterungsplatz für wärmeliebende Fledermäuse, da hier die Temperatur besonders hoch ist (Abb. 11). Im Schlosskeller werden diese Bereiche zumeist von Myotis myotis (Mausohr) frequentiert (Abb.12).

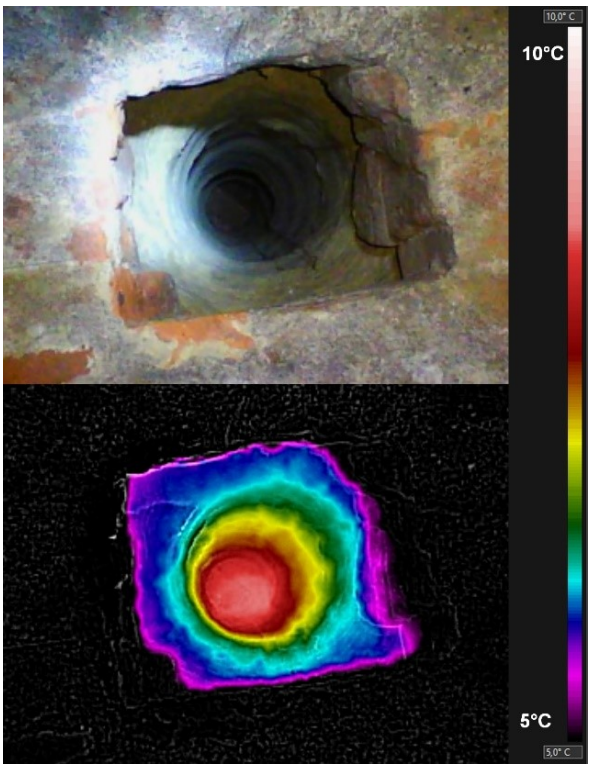


Abb. 11 - Thermographische Aufnahme der Dampfröhre bei Kreuzung (Temperaturen nur als Richtwerte) 12.9.2015

Abb. 12 – 2 Myotis myotis in Dampfröhre (rechter Kellerast, 18.11.2018

SONSTIGE BIOLOGISCHE BEOBACHTUNGEN

Im Winter wird der Schlosskeller und hier vor allem der Eingangsabschnitt in seinen höheren Wandpartien und die hier befindlichen seichten Dampfröhren von zahlreichen Schmetteringen (vor allem Tagpfauenaugen) und anderen Insekten (haupsächlich Gelsen) sowie verschiedenen Spinnen frequentiert. Verschiedene Grabbauten in den unverziegelten Bereichen sowie im östlichen Kellerabschnitt weisen auf Kleinsäuger in, wobei hier noch keine direkte Beobachtung gemacht werden konnte. Am 25.2.2012 wurde im engen, damals noch existierenden Einschlupf zum „Erdstall“ eine Wechselkröte (*Bufotes viridis)* – eigentlich in untypischem Lebensraum - gesichtet, am 2.11.2016 fand sich im Eingangsteil ein Rehkadaver, der die Befahrungen in den nächsten Wochen olfaktorisch unangenehm gestaltete. Am 22.9.2018 konnte im mittleren Gang knapp unter der Decke im Versturzmaterial erstmalig eine ansehnliche Gruppe von Muschelkremplingen beobachtet werden, die gegen Ende Mitte November 2018 aber bereits wieder stark degeneriert war.

AUSBLICK

Der Schlosskeller eignet sich wegen seiner relativ guten Erreichbarkeit für längerfristige Fledermausbeobachtungen im Winterhalbjahr, die Tiere werden dort aufgrund der meist ausreichenden Hanghöhe, Raumgröße und relativen Abgelegenheit wenig und selten gestört. Wie der Winter 2015/2016 gezeigt hat, sind bei den Beobachtungen auch durchaus Überraschungen möglich. Der Autor selbst plant die Weiterführung der gelegentlichen Fledermauszählungen und ist an allfälligen Beobachtungen anderer Besucher natürlich interessiert. Wünschenswert wären andererseits entsprechende Maßnahmen zum Erhalt als Fledermausquartier (der FFH-Richtlinie der EU entsprechend !) sowie damit verbunden die Abklärung der Besitzverhältnisse seitens der Naturschutzbehörden. Eine umfassendere Reinigung (Dosen, Flaschen, Eisenreste) wäre jedenfalls mit relativ geringem Aufwand und Unterstützung der Behörden und der Gemeinde möglich, da bei gutem Wetter eine Zufahrt bis zum Eingang und somit eine wenig aufwändige Entsorgung möglich ist. Schließlich wären geophysikalische Untersuchungen (Bodenradar, Geoelektrik) zur Abklärung einer eventuellen – ehemaligen - Fortsetzung der Gänge in nördlicher Richtung denkbar.

LITERATUR

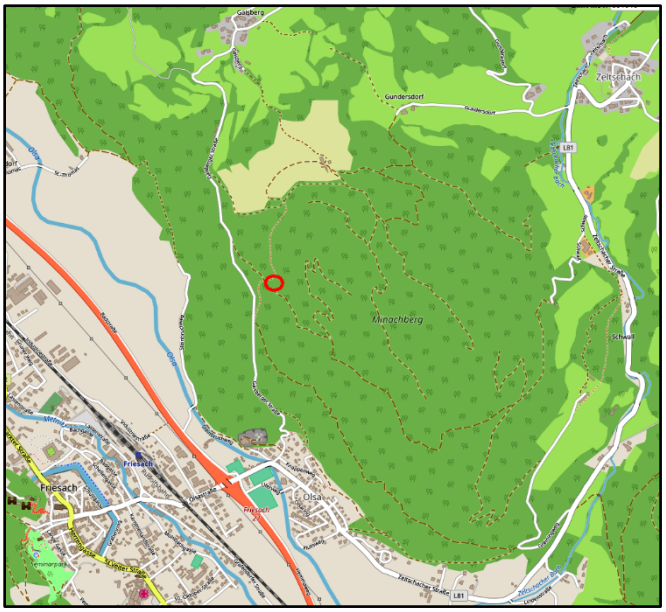
Anonym (2016): Schlossberg.- NÖ-Burgen online (http://www.imareal.sbg.ac.at/noe-burgen-online/result/burgid/951) (mit weiterer Literatur)

Vejchoda, W. (2013): Der Schlossberg und der Schlosskeller von Peigarten.- Manuskript im Archiv der KHA/NHM, 40 Seiten.

DER JOSEFISTOLLEN BEI FRIESACH (Kärnten)

Einleitung

Zwischen 2000 und 2005 (mit einzelnen Besuchen auch danach) wurde ein intensives geowissenschaftliches Untersuchungsprogramm im „Josefistollen“ im Minachberg bei Friesach in Kärnten im Zuge von 36 Befahrungen durchgeführt.



Der Josefistollen ist einer von vielen Stollen eines ausgedehnten Reviers im Bereich Minachberg-Gaisberg-Zeltschach, das seinen Ursprung im Mittelalter hat und bis in die Neuzeit in Betrieb war. Abgebaut wurden früher Silber, später vor allem aber Eisenminerale. Geschichten über einen mittelalterlichen Goldbergbau konnten bislang nicht verifiziert werden. Genauere historische Angaben über den Josefistollen finden sich bei Hennings (2001), eine Zusammenschau über die Bergbaue und deren Mineralogie im östlichen Minachberg bei Blass, Pichler & Vorreiter (2002).

Abb. 1: Lage des Josefistollens bei Friesach (Kreis)

Die Untersuchungen betrafen das Stollenklima, die Stollenwässer, die ausgedehnten Versinterungen in einigen Bereichen sowie – als Nebenprodukt – auch die Fledermäuse.
Ziel der Arbeiten war damals zunächst, wissenschaftliche Grundlagen und Empfehlungen für eine mögliche Nutzung des Stollens als Speläotherapie-Stätte zu erarbeiten. Diese Nutzung scheiterte aber letztlich an lokalen Widerständen sowie an bergbaurechtlichen Problemen, die im Zuge der Katastrophen von Lassing und Kaprun besonders kritisch und durchaus ängstlich seitens der zuständigen Behörden gesehen wurden. Mögliche Investoren verloren dann rasch das Interesse an der Sache. Trotzdem wurden die Untersuchungen noch eine Zeitlang fortgesetzt.
Die hier nun vorgelegten Ergebnisse stellen nur einen kleinen Ausschnitt des umfangreichen Datenmaterials dar, das bisher nur bruchstückhaft (z.B. Pavuza, 2004) publiziert werden konnte. Das etwas über 900 m lange Stollensystem (einige interessante, jedoch stark verbruchgefährdete Fortsetzungen wurden aus Sicherheitsgründen nicht befahren) ist in 4 Etagen mit einem Höhenunterschied von ≈70 Metern in mittelostalpinen Marmoren angelegt.

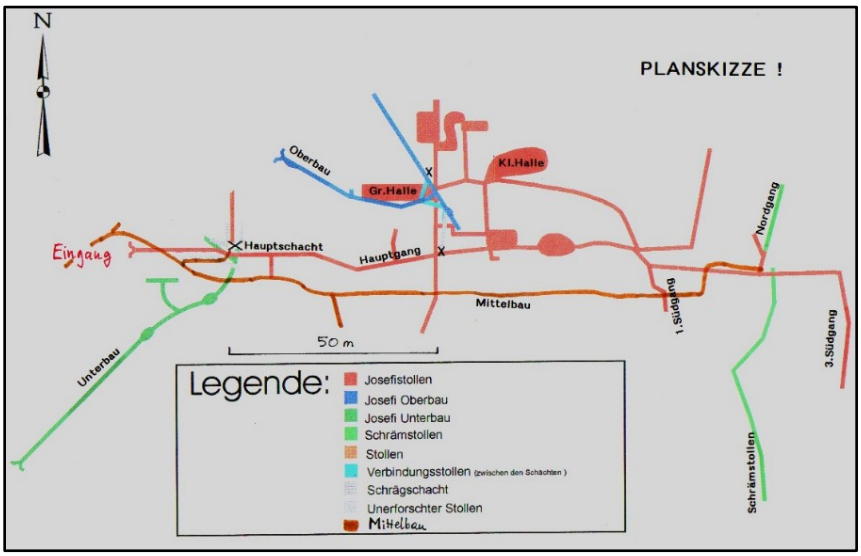
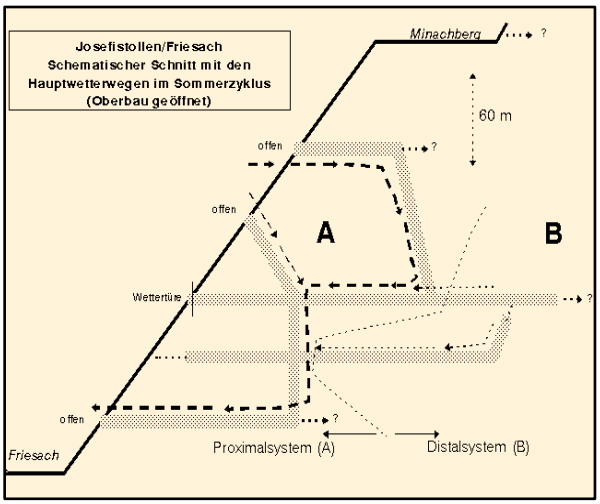


Abb. 2: Planskizze des Josefistollens bei Friesach (Grundriss)

In der Umgebung sind darin auch bereichsweise kabonatreiche Glimmerschiefer eingeschaltet. Eine Vermessung und Planerstellung durch den damaligen Stollenbetreiber Klaus Herzog erfolgte nur in der Hauptetage, die über- und unterlagernden Abschnitte wurden von uns provisorisch vermessen, eine Gesamtplanerstellung erfolgte jedoch nicht. Die Skizze (Abb. 2) dokumentiert den Verlauf jedoch hinreichend.

Gesamtcharakteristik der Wetterführung



Das Stollensystem des Josefistollens läßt sich grob in zwei differenzierte Wetterbereiche unterteilen, von denen der eine als "proximal" (**A**), der zweite als "distal" (**B**) im Bezug auf die bekannten Eingänge bezeichnet werden kann. Der proximale Bereich erstreckt sich auf die Abschnitte zwischen den 3 Haupteingängen und umfasst auch alle Teile, die für die Speläotherapie geeignet erscheinen (also den Hauptgang sowie die Große und die Kleine Halle).

Abb. 3 Vereinfachter Schnitt durch den Josefistollen bei Friesach mit dem Bewetterungsschema im Sommerzyklus

Entsprechend der unterschiedlichen Höhenlage der Eingänge ergibt sich im Hauptwetterweg eine im Gesamten gesehen 2x jährlich wechselnde Wetterführung, wobei im Sommer (Abb. 3) eine überwiegend abwärtige Wetterführung, im Winter hingegen eine überwiegend aufwärtige Wetterführung durch den Kamineffekt gegeben ist. In der Übergangszeit sowie bei extremen Wetterlagen kann die Wetterführung auch kurzfristig atypisch werden. Der proximale Teil weist einige parallele Wetterwege auf, die je nach Stärke der jeweiligen Abschottung wirksam werden. Es ist dies einerseits der Wetterweg vom Unterbau über den Hauptschacht direkt in den kurzen Abgasstollen des Aggregat-Raumes, andererseits der wesentlich längere vom unteren Eingang über den Hauptschacht, den Hauptgang und die beiden Schächte (Schrägschacht und vertikaler Sinterschacht) zum Oberbau.
Zu diesem proximalen Wetterschema kommt jenes des distalen Bereiches hinzu, das - quantitativ wesentlich schwächer - im Sommer eine auswärtige, im Winter eine einwärtige Wetterführung zeigt, was auf höhergelegene, jedoch sehr weit entfernte und derzeit nicht bekannte Eingänge hinweist. In diesem Bereich ist der Temperaturgang weit stärker gedämpft und die Radongehalte liegen bereichsweise um mindestens eine Zehnerpotenz höher als im proximalen Bereich. Die wichtigste Radonquelle selbst dürfte weiter im Bergesinneren in derzeit nicht zugänglichen Bereichen liegen.

Wichtige Klimaparameter für eine potentielle Speläotherapie-Applikation

Die für die Speläotherapie wesentlichsten Parameter sind neben Lufttemperatur und Luftbewegung, Luftfeuchte und Mineralisationen des Aerosols, Kohlendioxid, Radon- und Gammastrahlung, niedrige Keim- und Staubgehalte der Höhlenluft und niedere elektromagnetische Stahlung auch subjektive Parameter wie Licht und Schall.
Der Haupteffekt bei Höhlen und Stollen im alpinen Bereich liegt im Bereich der Erkrankungen des Atmungstraktes, wobei durch die kühle, gesättigte und keimarme Stollenluft infolge der Erwärmung im Atmungstrakt (= und gleichzeitig drastischer Erniedrigung der relativen Feuchte) eine gute Aufnahmsfähigkeit für Wasser aus dem Bereich der Atemwege vorliegt. Dieses Potential - ca. 20 ml Wasser bei einem einstündigen Stollenaufenthalt - reicht offenbar aus, um den Luftdurchsatz in der Luftröhre bzw. den Bronchien zu verbessern. Die nicht zu geringen Temperaturen (> 5°C), die hohe initiale relative Feuchte mit einem hohen Mineralsalzanteil im Aerosol sowie die geringen Keimgehalte halten die Belastungen des Atmungstraktes dabei gering. Leicht erhöhte Kohlendioxidgehalte vertiefen die Atmung, ohne zu belasten. Kontroversiell diskutiert werden die - im Hauptniveau des Josefistollens

immer noch als gering zu bezeichnenden - Radongehalte im Zusammenhang mit Erkrankungen des Atmungstraktes (durch Immunstimulation) - gesichert erscheint jedenfalls, dass die radonbedingte negative Ionisation der Höhlenluft die Depositionstendenz von Bakterien und Schmutzpartikeln an den positiv geladenen Boden- und Wandbereichen fördert. Die hohen Radongehalte des distalen Stollenbereiches des Josefistollens wären unmittelbar für die Therapie aus räumlichen und befahrungstechnischen Gründen nicht zugänglich, Tests zeigten jedoch, dass die eine zeitlich begrenzte Heranführung durch moderates Pumpen von Luft aus den distalen Bereichen in potentielle Therapiebereiche möglich ist und ferner auch durch Steuerung der Bewetterung (mittels Wettertüren und Ventilatoren) eine gewisse Anreicherung sowie auch - falls nötig - eine Lufterneuerung erfolgen kann. Durch die erhöhten Radongehalte ergäbe sich möglicherweise auch ein gewisses Behandlungspotential für weitere Krankheitsbilder, namentlich des rheumatischen Formenkreises - zumindest in jenen Fällen, wo nicht eine zusätzliche Warmluftbehandlung (analog Böckstein) unbedingt erforderlich erscheint. Darüber hinaus könnte die Immunstimulation mittels kurzer Aufenthalte bei erhöhtem Radongehalt auch im Hinblick auf aktuelle psychneuroimmunologische Ergebnisse (bei Post-Stress-Immundefiziten) für die Speläotherapie im Josefistollen eine gewisse Bedeutung erlangen.
Wie eingangs erwähnt, haben diese Ausführungen aktuell keine Relevanz, trotzdem hält es der Berichterstatter in diesem kurzen Aufsatz über den Josefistollen für sinnvoll, diese Aspekte für eventuelle Interessenten in der Zukunft festzuhalten.

Messungen der Höhlenluftparameter „Temperatur – CO_2 – ^{222}Rn“

Die Messungen erfolgten ausschließlich mit kalibrierten Geräten (elektronische Thermometer, kalibriert an geeichtem Glasthermometer, IR-CO_2-Meßgerät, kalibriert mit Prüfgas, Halbleiter Radonmeßgerät RADIM, kalibriert vom staatl. meteorologischen Dienst Cz) und stellen - zeitlich gesehen – jeweils die Extremwerte aller Einzelmessungen dar (Abb. 4).

Lokalität	t_L (min) [°C]	t_L (max) [°C]	CO_2 (min) [ppmv]	CO_2 (max) [ppmv]	^{222}Rn (min) [Bq/m3]	^{222}Rn (max) [Bq/m3]
Unterbau	2,3	10,4	250	475	15	692
Mittelbau	7,1	8,4	400	950	383	4166
Hauptgang	6,0	10,4	250	400	56	1481
Gr. Halle	8,1	9,1	300	600	175	2029
Kl. Halle	8,4	9,2	300	700	347	2492
1.Südgang	8,5	9,0	400	800	768	2278
Nordgang	8,7	9,8	350	950	646	3283
3.Südgang	8,9	9,4	350	850	800	3440
Schrämstollen	8,9	9,7	450	3500	1207	46530

Abb. 4: Übersicht der Meßergebnisse (April 2000 bis August 2002)

Weitere Radonmessungen mittels Track-Etch-Folien (halbjährliche Messung) wurden vom Dept. of Ecology, Toxicology and Radiation Protection/Inst. of Occ. Safety, Ljubljana (Slo) sowie mittels Aktivkohlemessungen (72 Stunden) von der Gamma-Meßstelle des Österreichischen Ökologieinstitutes durchgeführt.

Lokalität	**Zeitraum**	**gemessen von**	**Methode**	**^{222}Rn [Bq/m3]**
Gr. Halle	10/00-04/01	Dept. Ecol.	Track-Etch	394
Kl. Halle	10/00-04/01	Dept. Ecol.	Track-Etch	891
beim See	10/00-04/01	Dept. Ecol.	Track-Etch	341
Schrämstollen	10/00-04/01	Dept. Ecol.	Track-Etch	>7000
1.Südgang	1.-4.4.2000	Gamma-Meßst.	Aktivkohle	1940
Schrämstollen	17.-20.8.2001	Gamma-Meßst.	Aktivkohle	107500
Schrämstollen	2.-5.6.2002	Gamma-Meßst.	Aktivkohle	88300
Schrämstollen/See	2.-5.6.2002	Gamma-Meßst.	Aktivkohle	119000

Abb. 5: Weitere Radon-Meßergebnisse mit Hilfe externer Institutionen im Josefstollen

Die „Track-Etch“ - Ergebnisse harmonieren mit den eigenen Messungen ausgezeichnet, die 72-Stunden-Messungen mit der Aktivkohle liegen - wie auch in anderen Fällen bei Höhlenmessungen - über den mittels Halbleiterdetektoren ermittelten Werten. Dies kann zum Teil auf Tag-/Nachtschwankungen der Radonwerte zurückgeführt werden (die auch über die indirekte Messung mittels Geigerzähler - Datenloggern festgestellt werden konnten), liegt aber vorwiegend in der hohen Luftfeuchte begründet, die bei der Aktivkohlemessung sehr störend wirkt. Diese höheren Werte sollten daher nur als Richtwerte betrachtet werden.

Temperatur-Serienmessungen

Die typische Dämpfung der Außenluft-Amplituden im Stollen – in Abhängigkeit von der Stärke und Richtung der Bewetterung und der Entfernung von den jeweiligen Eingängen – wird an einigen Beispielen exemparisch gezeigt. Im ersten Beispiel vom Sommer 2001 weist der Hauptschacht (siehe dazu Abb.2 und 3) - im Hauptwetterweg gelegen - gegenüber der Außenluft-Tagesamplitude von ca. 8°C nur mehr eine solche von knapp über 1°C auf, in der Großen Halle liegt die tageszeitliche Änderung bereits unter 1°C.
Im Winter 2001 war die Tagesaußenamplitude geringer (ca. 2°C), der Hauptschacht (in diesem Falle durch die umgekehrten Wetterwege wetterwegig relativ näher zum Eingang liegend) weist 1°C, die Große Halle 0,1°C und der Schrämstollen (im distalen Stollenbereich rund 200 m vom Eingang entfernt) eine mit den eingesetzten Datenloggern nicht messbare Amplitude von < 0,1°C auf.
Die ausgeglichenen Temperaturen im Stolleninneren, die durch Besucher nur sehr kurzzeitig und generell nicht in stärkerem Ausmaße beeinflusst werden, stellen einen wichtigen Faktor für eine allfällige Speläotherapie, derzeit aber vor allem für die überwinternde Fledermauspopulation dar.
Zu vermerken ist weiters, dass die derzeitige Jahresdurchschnittstemperatur im Bereich Friesach nach den langjährigen Messungen des Hydrographischen Dienstes knapp *unter* 7°C liegt, d.h. die Stollenluft generell um mindestens 2°C “zu warm” ist. Die Gründe dafür sind zur Zeit noch nicht bekannt.

Luftfeuchte

Die relative Luftfeuchte beträgt im Josefistollen nahezu in allen Bereichen nach den verschiedenen Instrumentenanzeigen ganzjährig um die 100 %, wobei allerdings die Meßungenauigkeit in diesem Meßbereich verhältnismäßig hoch ist.
Die hohe Luftfeuchte ist – zusammen mit dem Radongehalt – der Grund, warum die Keimzahlen der Luft (s.u.) im Bereich des Stollens trotz des noch vorhandenen schimmelbildenden Altholzes sowie wohl auch der Staubgehalt sehr gering sind.
Der Stollen erweist im Winter alleine aufgrund der Verringerung der Tropfwassermenge und des Einströmens kalter, relativ trockener Luft auch als subjektiv trockener. Hier ist ein temporäres, meßtechnisch aber eher schwierig zu erfassendes Absinken der tatsächlichen relativen Feuchte (um einige %) in manchen Stollenbereichen zu erwarten.
Diesem Effekt, der für die Speläotherapie im Winter ungünstig erscheint, kann durch Maßnahmen wie ein temporäres Einpumpen von wärmerer, wassergesättigter Luft aus dem distalen Bereich sowie auch durch temporäre Unterbrechung der Wetterwege (z.B. in den Nachtstunden) begegnet werden. Das folgende Beispiel soll dies illustrieren: Die kältere Luft der “Kleinen Halle” könnte durch jene aus dem Schrämstollen (=um ca. 0,75°C wärmer) durch Einpumpen ersetzt werden, wodurch ca. +5 % relativer Feuchte gewonnen würde und ein winterlicher Abfall in der “Kleinen Halle” auf beispielsweise 95 % kompensiert werden könnte.

Radongehalte

Die Radon-222-Gehalte der Stollenluft haben ihren Ursprung in den Urangehalten des umgebenden Gesteines und sind daher untertage in allen Fällen (Höhlen, Stollen, Keller...) höher als an der Oberfläche. Durch wechselnde Wetterführung können die Radongehalte in gewissem Rahmen

variieren. Unter speziellen Bedingungen (Störungen, U-reiche Gesteine, große innere Oberfläche...) können auch extreme Radongehalte auftreten (Böckstein, Umhausen/Tirol, böhmisches Kristallin).
Im vorliegenden Fall des Josefistollens und hier vornehmlich im Bereich des Schrämstollens treten jahreszeitlich variierende und vor allem im Sommer sehr hohe Radongehalte auf. Aus derzeitiger Sicht ist dies auf eine Kombination von der nur sehr schwachen Wetterführung mit lokal stark erhöhten Urangehalten im Gestein zurückzuführen. Als weitere Ursache nicht auszuschließen, jedoch geologisch weniger wahrscheinlich sind tieferreichende Störungen.
Die gemessenen Gehalte an Radon-222 (s. Tabelle oben) liegen im hypothetischen Therapiebereich des Josefistollens im Maximum um den Faktor 20 über dem (sehr strengen) Limit der EPA (USA) für Wohnräume, also einem Bereich mit einem möglichen Aufenthalt von 365 Tagen im Jahr. Daraus ergibt sich umgerechnet eine Aufenthaltsdauer von ≈18 Tagen im Stollen, um dieselbe Dosis zu erreichen. Nicht berücksichtigt ist dabei die unterschiedliche Wirkung von Dauer- und Kurzzeitbelastung durch Radon (letztere ist nach gängiger Ansicht weniger schädlich). Zu bedenken ist dabei auch die geringe Verweilzeit von Radon im Organismus (ca 30 Minuten), die bei der relativ kurzen Applikation der Speläotherapie pro Applikation (max. 1 - 2 Stunden) die Akkumulation der besonders schädlichen Radon-Zerfallsprodukte im Körper gering hält.
Die Schwankungen des Radon mit der Tages- und Jahreszeit sowie zum Teil mit den Gezeiten zeigen u.a. geringste Luftbewegungen im Stollen an, die mit den herkömmlichen Methoden (Lufttemperatur und - bewegung) nicht mehr registrierbar sind.

Gammastrahlung

Neben der Alphastrahlung des Radon gibt es untertage (wie auch obertage) einen variablen Gamma-Background. Es fällt in den meisten Höhlen im alpinen Bereich auf, dass die Gammastrahlung untertage deutlich geringer ist als an der Oberfläche. Dies ist darauf zurückzuführen, dass dort ein großer Anteil von der kosmischen Strahlung stammt, die durch das Gestein absorbiert wird.
Dies gilt auch für den Josefistollen. Bei einem Durchgang mit einem Gamma-Datenlogger, der durch Abdichtung für Alphastrahlung unempfindlich war, konnte festgestellt werden, dass in einigen Bereichen die Gammastrahlung geringer war als im Freien (Hauptgang, Große und Kleine Halle), in einigen Bereichen (Schrämstollen, Nordgang, Südgänge) ungefähr gleich und nur in einem Fall (Mittelbau) höher war als vor dem Stollen. Jedoch liegen auch die Werte in diesem etwas schwierig zugänglichen Teil mit ca. 250 nSv/h noch keinesfalls im strahlenmedizinisch kritischen Bereich.

Kohlendioxid

Die gemessenen Gehalte an Kohlendioxid liegen im ausgebauten Bereich des Stollens und in den beiden Hallen um den Faktor 1,5 - 3 über den Gehalten der Außenluft (=ca. 350 - 400 ppm) und stellen keinerlei Belastung dar. Jene Bereiche, wo zumindest im Sommer deutlich höhere CO_2-Gehalte auftreten, sind nur schwierig erreichbar.
Die Kohlendioxidgehalte korrelieren merklich mit den Radongehalten, was vor allem bei höheren $^{222}Rn/CO_2$-Gehalten deutlich erkennbar wird (siehe Abb. 6), wobei die Radonvarianz über 4 Zehnerpotenzen deutlich größer ist als jene des CO_2 mit nur einer Zehnerpotenz. In diesem Diagramm deuten sich verschiedene Typen von Höhlen - und unterirdischen Räumen an sich - an, die durch diese beiden genetisch voneinander völlig unabhängigen Parameter speläoklimatisch gut charakterisiert und klassifiziert werden könn(t)en.
Beim Einpumpen von Luft aus dem distalen Bereich (z.B. Schrämstollen) in die größeren Räume der Hauptetage wären die höheren CO_2-Gehalte - neben der Temperaturerhöhung und der Erhöhung der relativen Feuchte (im Winter) sowie der Anreicherung von Radon von speläotherapeutischer Relevanz. Diesbezügliche umfangreiche Pumpversuche aus dem Schrämstollen in die „Kleine Halle“ inklusive einer temporären Abdämmung des „Mittelbaues“ (die Ergebnisse können hier nicht ausführlich behandelt werden) zeigten die Machbarkeit dieser Option.

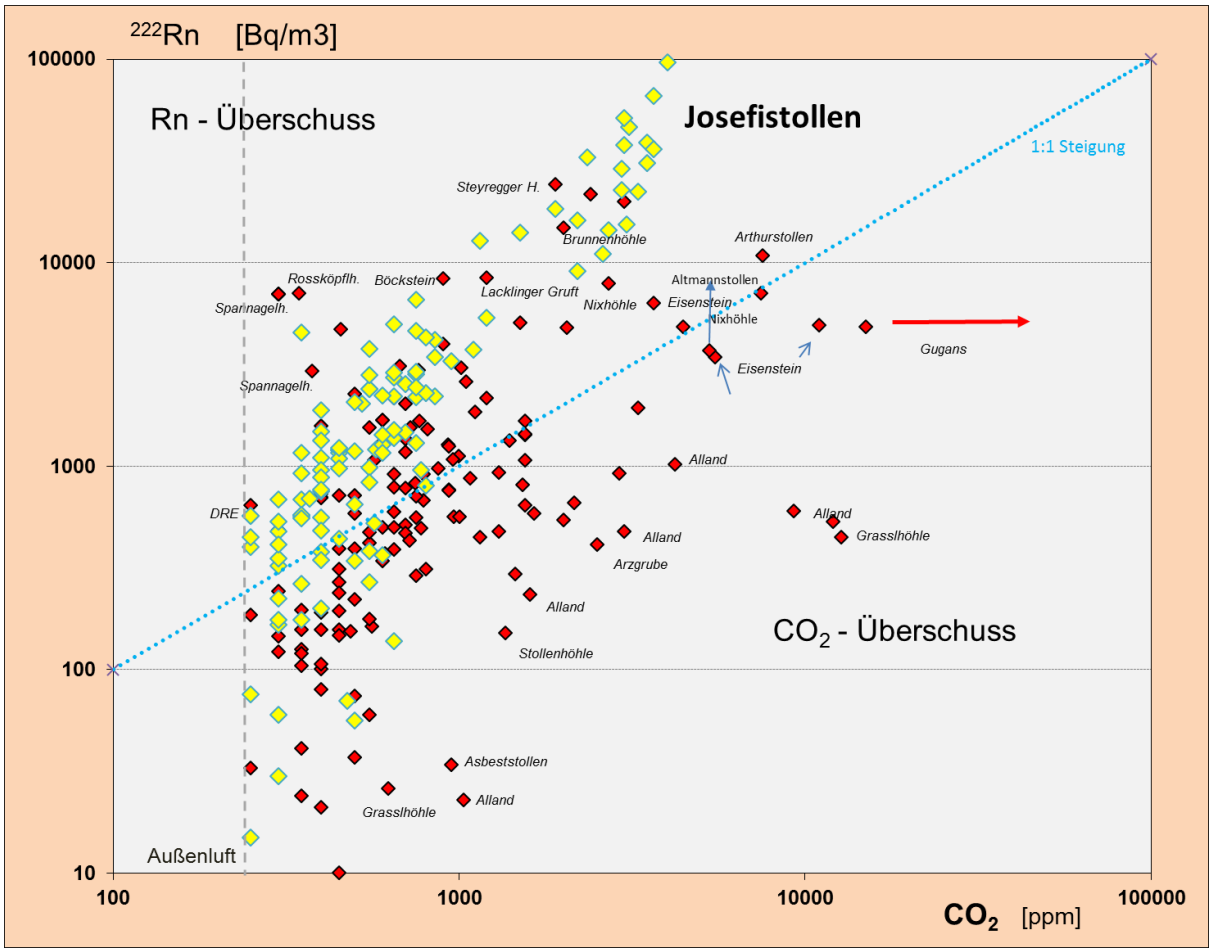


Abb. 6: Zusammenhang von Radon und CO_2 im Josefistollen (gelbe Punkte), im Vergleich mit anderen vom Verfasser untersuchten alpinen Höhlen und Stollen

Keimgehalte der Stollenluft *(P. Cech)*

Die Keimgehalte der Stollenluft wurden zu verschiedenen Zeitpunkten mit 2 verschiedenen Methoden untersucht. Zum einen wurde mit einem Keimsammler ein definiertes Volumen Luft auf Petrischalen mit verschiedenen Nähragarvarianten geblasen (Einsaugverfahren), zum anderen Petrischalen mit Nähragar eine definierte Zeit offen stehen gelassen (Absetzverfahren), die Schalen bei 22°C bebrütet und nach mindestens 100 Stunden ausgezählt. Tests bei einer Bebrütung von 37°C ergaben stets äußerst geringere Keimgehalte, was jedenfalls aus Sicht der Speläotherapie als positiv zu bewerten ist. Die aktuellsten Ergebnisse - vom Juni 2002 - sind wie folgt

22°C/138 Stunden	Pilze (außen)	Pilze (Kl.Halle)	Bakterien (außen)	Bakterien (Kl.Halle)
Absetzverfahren	1,6 - 2,6 /cm2/h	0,82 - 1,5 /cm2/h	0,17 - 0,43 /cm2/h	0 - 0,56 /cm2/h
Einsaugverfahren	3 - 11 /m3	7 - 9 /m3	1 - 5 /m3	0 - 0,75 /m3

Abb. 7 : Pilzsporen- und Bakterien im Josefistollen im Vergleich zur Außenluft (Juni 2002)

Die Werte von der Außenluft vor dem Stollen und jene im Bereich der "Kleinen Halle" unterschieden sich zum Beobachtungszeitpunkt nicht übermäßig voneinander. Obgleich im Gesamten sowohl Bakterien- als auch Pilzgehalte geringer sind, so ist doch darauf hinzuweisen, dass gerade die Gehalte an Pilzsporen durch Entfernung von gefährdeten Holzresten aus dem Stollen einfach und effizient gesenkt werden können. Dies konnte in der Kleinen Halle bereits nach der Entfernung von (Holz)tischen beobachtet werden. Weitere Messungen ergaben im Gesamten, dass bei höherer Feuchte (rH ≈ 100 %) die Keimgehalte geringer sind.

Sämtliche beobachteten Werte liegen signifikant unter jenen, die beispielsweise aus Wohnräumen berichtet werden (auch eigene Messungen ergaben dies) und auch deutlich unter jenen aus verschiedenen Ländern und Lebensbereichen. Als Beispiel sei exemplarisch die Therapiehöhle "Sloupsko-Sosuvska" in der Tschechischen Republik angeführt, wo im ungestörten Zustand (vor dem Besuch der Patienten) bereits 21 Bakterien/m3 gemessen wurden , was nach Angaben der Autoren einer dortigen Studie "weit unter der Grenze der tschechischen Norm für Operationssäle" liegt.

Elektromagnetische Felder

Obgleich es vorab klar war, dass die hochfrequenten künstlichen elektromagnetischen Felder untertage eine bedeutende Abschwächung erfahren [kein Mobiltelefon-Empfang], wurde am 24.2.2002 eine HF-Messung mittels eines semiquantitativen Meßgerätes (Fa. Wetekom) durchgeführt. Im Freien, vor dem Stollen, lagen die Werte bei immerhin 60 uW/cm2 (die Messung deckt den gesamten Radio- und Mobilfunkbereich ab), im Stollen lagen sie bereits wenige Meter hinter dem Eingang unter der Nachweisgrenze von 2 uW/cm2. Die laufende Diskussion über die Schädlichkeit intensiver gepulster HF-Strahlung erlaubt keine absolute Beurteilung dieser Daten, doch steht jedenfalls fest, dass man untertage praktisch keiner nennenwerten gepulsten oder ungepulsten HF-Strahlung ausgesetzt ist. Niederfrequente analoge Radiosignale, die in der Lage sind, Gestein bis zu einem gewissen Grad zu durchdringen, weisen vergleichsweise eher geringe Feldstärken auf.
Im extrem niederfrequenten Bereich ist im elektrisch beleuteteten Teil des Stollens - wie in jeder Wohnung - im Bereich unter oder neben elektrischen Leitungen z.B. der Hallen ein schwaches 50-Hz-Feld vorhanden, das z.B. im Bereich unmittelbar unter der Lichtleitung Werte von 20 V/m aufweist, am Rande der Räume aber rasch gegen 0,5 V/m abfällt.

Partikelmessungen der Stollenluft

Obgleich bei einer Höhlenluft mit 100 % relativer Feuchte die Staubgehalte ohnedies sehr niedrig sein sollten, wurde dennoch versucht, trotz meßtechnischer Schwierigkeiten (s.u.) eine Messung der Partikelverteilung durchzuführen und - davon abgeleitet - eine Angabe über den Staubgehalt der Stollenluft zu erhalten.
Die Probleme bei transportablen Messgeräten liegen vor allem in den Betriebsparametern, deren obere Grenze bei einer relativen Luftfeuchte von 80 % liegt, da ansonst Kondensationsvorgänge möglich sind, die zum Ausfall des Gerätes führen können und auch zu hohe „Staubwerte" durch die Aerosoltröpfchen ergeben könnten. Es wurde daher versucht, durch räumlich begrenzte Erwärmung mittels eines Heizstrahlers möglichst strömungsfrei ein Lokalklima mit rH < 80 % zu erzeugen.
Die Messung mit einem Leihgerät der Fa. Czech, Brunn/Gebirge (Partikel-Monitor CLS31C) erfolgte am 7.6.2004 in der „Kleinen Halle", einem der beiden größeren Räume des Stollens. Drei Messungen zu je 1 Minute ergaben konsistente Ergebnisse der Partikelverteilung. Die Partikelgehalte im Größenbereich von 0.3 bis 10 Mikrometer liegen um 1 Mill./m3, das ist rund 1 Partikel pro ccm. Dies ist wahrscheinlich ein meßtechnisch bedingter Maximalwert, da die Bildung von (Wasser)Aerosoltröpfchen im Ansaugschlauch trotz der getroffenen Maßnahmen unter den gegebenen Bedingungen nicht ausgeschlossen werden kann. Das Maximum der Partikelzahl liegt dabei bei einer Größe von 0.5 µm, ein weiteres, allerdings um mehr als eine Zehnerpotenz kleineres, deutet sich jenseits der Partikelgröße von >10 µm an, ein drittes Maximum bei 6 µm ist nur schwach ausgeprägt. Die Partikelzahl der Außenluft liegt nach Angaben im Internet indessen zwischen 100 und 1000 000 pro ccm *(www.propulmone.ch/staubpartikel.htm)* und damit erheblich höher als im Stollen. Unter Gewichtung nach Partikelzahl und -verteilung sowie einer angenommenen Partikeldichte von 2,7 (dies entspricht der Dichte des Gesteines, was zweifellos ein Maximalwert ist) ergibt sich somit ein Gehalt an nicht-gasförmigen Partikeln der Stollenluft von maximal 5 µg/m3. Dieser liegt deutlich unter jenen der Außenluft (meist > 20 µg/m3) - aktuelle Werte siehe:

http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/luft/luftguete_aktuell/tgl_bericht/

Pollengehalte der Stollenluft *(P.Cech)*

Die Pollengehalte der Stollenluft wurden – im Vergleich zur Außenluft – passiv mittels der Sedimentationsmethode auf Vaseline und optischer Auszählung ermittelt.
Die Untersuchungen wurden zu verschiedenen Zeitpunkten bzw. auch als Langzeitversuch (in der Tabelle in Kursiv), durchgeführt. Die Messungen wurden während der Zeiten erhöhter Pollenbelastung im Freien durchgeführt.

[Pollen/cm2/h]	14.06.03	*14.6.-26.7.03*	26.07.03	18.04.04	*18.4.-15.5.04*
Außen	1.04		0.63	1.1	*0.8*
hinter Eingang	0.06				
beim Hauptschacht	0.03	*0.0005*	0.1	0.04	
1.Seitengang	0.02	*0.0001*			
beim See	0	*0.0003*			
Gr. Halle	0	*0*		0	*0.0005*
Kl. Halle				≤0.02	*0.0005*
Schrämstollen-Süd		*0*			

Abb. 8: (relative) Pollengehalte im Josefistollen sowie in der Außenluft

Es zeigt sich bereits in den eingangsnahen Bereichen (Hauptschacht), die in einem relativ kurzen Wetterwegsbereich zwischen des proximalen Wetterführungssystems liegen, signifikant geringere Pollengehalte der Stollenluft als in der Außenluft, in den einwärtigeren Bereichen (beide Hallen) tendieren die Werte gegen Null. Im Schrämstollen (distales Wetterführungssystem) sind keine Pollen nachweisbar. Die merklich geringeren Werte bei den Langzeittests könnten unter anderem auch auf die ungestörte Sedimentation zwischen den beiden Zeitpunkten zurückgeführt werden, wogegen bei den Kurzzeitversuchen zweifellos eine erhöhte Polleneinbringung durch Personen und durch erhöhte Bewetterung (teilweise offene Stollentüre) erfolgen konnte. Die geringen Pollengehalte sind ein Phänomen, das in fast allen unterirdischen Habitaten aufgrund der meist hohen Luftfeuchtigkeit zu erwarten ist. Dieses Faktum stellt einen der medizinischen Grundpfeiler der Speläotherapie bei der Behandlung u.a. von Pollenallergikern dar.

Stollenwässer

Im Josefistollen sind einerseits Stollengerinne bzw. Seen, andererseits Tropf- und Kondenswässer zu beobachten. Beide sind mittelbar für die chemische Zusammensetzung des Aerosols und damit speläotherapeutisch bedeutsam. Die Stollengerinne könnten überdies auch für Trinkzwecke genutzt werden. Die Basisparameter der beiden wichtigsten Stollengerinne sind in Abb. 9 zusammenfassend (Analysen 1997 - 2002) dargestellt. Die Radongehalte der Wässer liegen mit 3,2 Bq/l (See) bzw. 32,5 Bq/l (Schrämstollen) deutlich unter den bekannten “Radonwässern” Österreichs (z.B. Bad Zell), der zweitgenannte Wert kann aber im Vergleich zum Durchschnitt der Quellwässer in Österreich jedenfalls als “erhöht” bezeichnet werden.

[mg/l]	**“See”**	**Schrämstollen**
Calcium	59 - 140	58 - 111
Magnesium	9 -23	7 - 31
Natrium	1 - 11	3 - 4
Kalium	2	3
Ammonium	0,05	0,008
Hydrogencarbonat	175 - 244	236 - 264
Sulfat	96 - 122	87 - 105
Chlorid	4 - 9	2 - 6
Nitrat	<1 - 5	<1 - 3
Nitrit	0,02	0,002
Kieselsäure (als SiO2)	9 - 11	12 - 15

Abb. 9: Hydrochemie zweier Wässer des Josefistollens

Die Kondens- und Tropfwässer zeigen eine gewisse Zonierung der gemessenen elektrischen Leitfähigkeit innerhalb des Stollens, wobei die höchsten Werte im Bereich nördlich der “Großen Halle”

(bis 5000 µS/cm) auftraten. Generell liegen die Leitfähigkeiten im Bereich von 500 - 2000 µS/cm, wobei die höheren Werte überwiegend auf erhöhte Sulfatgehalte zurückzuführen sind. In der "Großen Halle" selbst liegen die Werte zwischen 1000 und 2000 µS/cm, sodass im Kubikmeter Stollenluft in diesem Bereich ca. 6 - 12 mg Mineralstoffe - kein Feinstaub ! - (hauptsächlich Ca-Mg-HCO3-SO4) im Aerosol enthalten sind.
Orientierende bakteriologische Untersuchungen (mittels Petrifilm, Fa. 3M) ergaben erstens keinen Hinweis auf Coli-Bakterien, zweitens Gesamtkeimzahlen, die bei allen Terminen < 10 Keime/ml bei 22°C/72h im Stollengerinne des Schrämstollen-Süd betrugen.
Die Mineralisation der Wässer führt in manchen Stollenabschnitten zur Ausbildung beachtlicher Sinterformen, in einigen Bereichen bilden sich durch die hohen Sulfatgehalte Gipsnadeln aus.

Sinterbildungen

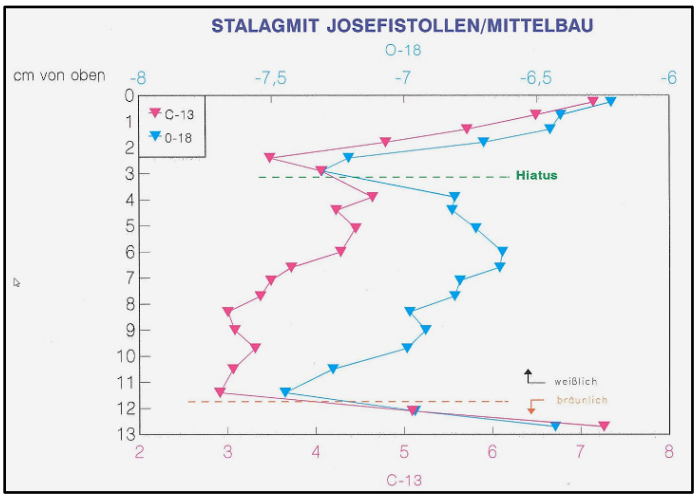
Im Josefistollen finden sich an vielen Stellen Sinterbildungen, die naturgemäß relativ jung sind, da große Teile des Stollen erst in der Neuzeit angelegt wurden. Interessanter sind freilich jene Bildungen, die in den mittelalterlichen Stollenteilen zu finden sind. Insbesondere der Mittelbau, der nur über den Hauptschacht erreicht werden kann (Abb.10) ist reich an Sinterbildungen aller Art, die den Vergleich mit alpinen Tropfsteinhöhlen nicht zu scheuen brauchen (siehe Abb. 11 + 12).

Abb. 10: Gangabschnitt im (mittelalterlichen) „Mittelbau" des Josefistollens mit Versinterungen

Abb. 11 + 12: Kleinsinterformen aus dem Mittelbau des Josefistollens

Ein 15 cm hohen Stalagmit (Abb. 13) vom Boden des Ganges – der erst nach Stilllegung dieses ohnehin engräumigen Abschnittes mit dem Wachstum begonnen haben kann – wurde geborgen, geschnitten und die stabilen Isotope ^{18}O und ^{13}C gemessen sowie das U/Th-Alter der basalen Partien bestimmt (dafür Dank an Christoph Spötl, Univ. Innsbruck). Die Datierung ergab, dass der Stalagmit im 14. Jahrhundert – also im Spätmittelalter – zu wachsen begonnen hat. Dies erscheint montanhistorisch plausibel und setzt so einen historischen Marker für eine Zeit, aus der es kaum montanistische Aufzeichnungen über den Stollen gibt.

Abb. 13: Schnitt durch einen Stalagmiten aus dem Mittelbau des Josefistollens



Die Kurven der stabilen Isotope (Abb. 14) zeigten eine merkliche Variabilität mit hohen delta ^{13}C und delta ^{18}O - Werten am Beginn und am Ende der Sequenz, deutlich negativere Werten dazwischen sowie einen merklichen Sprung im oberen Bereich, der sich auch in Form eines eindeutigen Hiatus im Tropfstein selbst abzeichnet (siehe Abb. 13, oberstes Viertel)

Abb. 14: Variation der stabilen O- und C-Isotope im Stalagmiten aus dem Josefistollen

Die weniger negativen Werte für ^{18}O weisen noch auf die mittelalterliche Warmzeit hin, die im 15. Jahrhundert von der „Kleinen Eiszeit“ abgelöst wurde, etwa bis 1850 reichte und in den rasanten Anstieg der Temperaturen des 20. Jahrhunderts mündete. Dieses Geschehen reflektiert sich offenbar im Tropfstein recht gut, wobei die zeitliche Einordnung und Dauer des Hiatus noch nicht untersucht werden konnte.

In der parallel verlaufenden Kurve von ^{13}C dürften sich hauptsächlich Veränderungen in der überlagernden Vegetation – die naturgemäß mit der Temperatur verknüpft sind - bzw. im Boden widerspiegeln.

Interessant war der Versuch einer Modellrechnung, bei der als Basis die gemessenen aktuellen Ablagerungsraten an diesem Tropfstein für die lineare Extrapolation in die Vergangenheit verwendet wurden. Freilich läßt sich dabei die Dauer des Hiatus nicht berücksichtigen. Hierbei ergäbe sich ein Modellalter von > 300 - 400 Jahren, das geringer ist als das radiometrische Alter, aber unter Berücksichtigung des Hiatus doch immerhin in diesen Zeitbereich fällt.

Aus methodischen Gründen wurden schließlich die braunen, basalen Zonen dieses Tropfsteins – unter der Annahme, dass die Braunfärbung durch eingelagerte Huminsubstanzen gebildet wurde – mittels Radiokohlenstoff altersdatiert. Das anachronistische ^{14}C-Alter von ≈ 32 ka erstaunt zunächst, doch ist aus der Literatur bekannt, dass Huminsubstanzen beträchtliche Verweilzeiten im Boden aufweisen können. Delta ^{13}C betrug – 10,32 ‰ bei einem Gehalt von 1,22 % an organischem Kohlenstoff, was möglicherweise auf die Dominanz von C_4-Pflanzen – v.a. Gräser – hindeuten könnte und für diesem Zeitraum der Würm-Kaltzeit auch plausibel erschiene. Heute herrscht in der Umgebung des Josefistollens jedenfalls dichter Wald vor.

Fledermäuse im Josefistollen

Im Zuge der Untersuchungen des Stollenklimas wurden auch Fledermauszählungen vorgenommen. Wie in vielen unterirdischen Habitaten waren auch hier die Tiere vornehmlich im Winter anwesend, im verlängerten „Sommerhalbjahr“ (März bis Dezember) zeigten sich immer nur einzelne Tiere, meist im Fluge (Abb. 15). Anders als etwa im Schlosskeller und im Semperitstollen fanden sich die meisten Tiere erst nach Jahreswechsel gegen Ende Jänner ein. Es waren dies vor allem Barbastella barbastellus (Mopsfledermaus), vielfach im „Unterbau“, wenige Meter vom Eingang in der einziehenden eisigen Winterluft hängend, sowie Rhinolophus hipposideros (Kleine Hufeisennase). Es konnte auch festgestellt werden, dass nach Abschluss der verschiedenen Aktivitäten im Josefistollen und der faktischen Nichtbenutzung die Anzahl vor allem der Kleinen Hufeisennasen in den inneren Bereichen des Stollens deutlich anstieg.

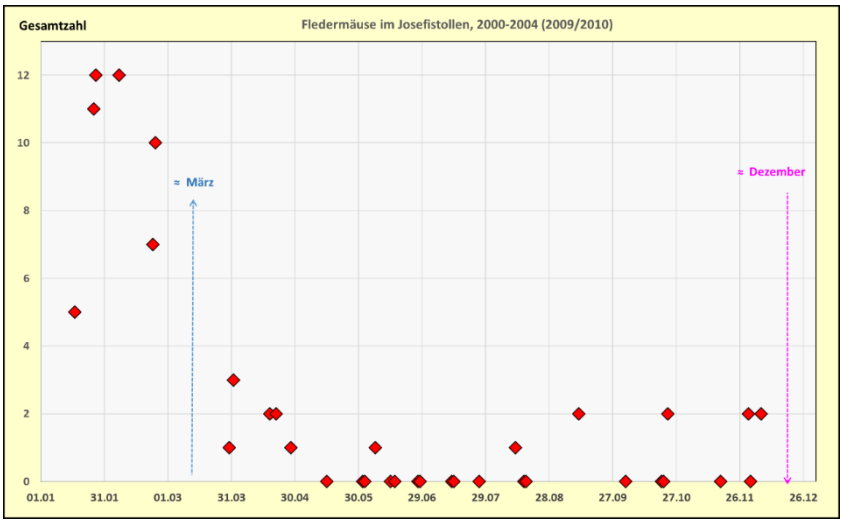


Abb. 15: Jahreszeitliche Verteilung des Fledermausbesatzes des Josefistollens (2000-2010)

Im Josefistollen konnten im Zeitraum 2000-2010 insgesamt 6 Fledermausarten beobachtet werden, darüber hinaus konnten einzelne nicht bestimmt werden, meist tiefere Spalten bewohnende Fledermäuse sowie einzelne fliegende Tiere, vor allem in den Sommermonaten.

Rhinolophus hipposideros (Kl. Hufeisennase)	häufig
Barbastella barbastellus (Mopsfledermaus)	häufig
Rhinolophus ferrumequinum (Gr. Hufeisennase)	selten
Myotis emarginatus (Wimperfledermaus)	1 x
Eptesicus nilssonii (Nordfledermaus)	1 x
Plecotus auritus (Braunes Langohr)	1 x

Klaus Herzog, der Betreiber des Stollens konnte im Jahr 1996 einen Totfund von *Pipistrellus nathusi* (Rauhautfledermaus) tätigen.

Bei den Mopsfledermäusen, die – wie erwähnt – nur einen knappen Monat im Josefistollen überwinterten, fiel häufig ein nicht unbeträchtlicher Milbenbefall an den Ohrrändern auf (Abb. 16).

Plecotus auritus zeigte sich nur ein Mal im Februar 2004, demonstrierte aber bei dieser Gelegenheit die einzigartige Fähigkeit, die sehr großen Ohren vor der Kälte zu schützen, auf anschauliche Art und Weise (Abb.17).

Abb. 16: Mopsfledermaus (Barbastella barbastellus) mit Milbenbefall an den Ohrrändern, Hauptgang, 28.1.2010.

Abb. 17: Plecotus auritus (Braunes Langohr) im Josefistollen, 7.2.2004

Literatur

Blass, G. Pichler,A & Vorreiter, G. (2002): Die Silbergruben von Zeltschach bei Friesach.- Carinthia II, 192/112: 245-254. https://www.zobodat.at/pdf/CAR_192_112_0245-0254.pdf

Hennings, K. (2001): Der Bergbau am Gaisberg. - Montanhistorischer Verein für Kärnten, 145 S., Klagenfurt (im Archiv der KHA).

Pavuza, R. (2004): Speleothems in mines – Pseudokarst features ?.- Proc. 8th Int, Symp. Pseudokarst (Teplý Vrch, 2004), 22-23.

BEOBACHTUNGEN IM TROCKENEN LOCH (1836/34)

EINLEITUNG

Das Trockene Loch bei Schwarzenbach an der Pielach in Niederösterreich (1836/34) gelangte erst vergleichsweise spät in den Fokus der Höhlenforschung: bei Pirker & Trimmel (1954) war die Höhle lediglich ohne Katasternummer und ohne nähere Angaben angeführt. Wenige Jahre danach gehörte die Höhle aber bereits für einige Zeit zu den längsten Objekten des Bundeslandes. Aktuell beträgt die vermessene Ganglänge ca. 4500 m. Von biospeläologischer Seite her wurden im Trockenen Loch bis in die 1970er Jahre 10 Fledermausarten nachgewiesen (Strouhal & Vornatscher, 1975).

Der Berichterstatter nahm ab 1978 an verschiedenen Exkursionen ins Trockene Loch teil, wobei einige kleinere hydrogeologische Messungen und solche des Höhlenklimas durchgeführt, sowie zunächst nur einzelne Fledermausbeobachtungen vermerkt wurden. Seit 2004 wurden, von einigen Ausfällen abgesehen, jährlich (meist Mitte Dezember, mitunter auch im Jänner) eine umfassende Winterzählung der Fledermäuse in den Höhlenteilen bis zum Siphon im Wintergang durchgeführt. Ausgenommen davon war nur das „Weiße Labyrinth“, um die dortigen Beeinträchtigungen des Höhleninhaltes durch die Befahrung nicht weiter zu verschlimmern.

HÖHLENMETEOROLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE BEOBACHTUNGEN

Beim Siphon im Wintergang wurde im Jahr 2005 ein Datenlogger (Typ ELPRO) deponiert, um die jahreszeitliche Schwankung der Lufttemperatur – möglicherweise beeinflußt durch temporär dem Siphon zutretendes Karstwasser – zu untersuchen (Abb. 1).

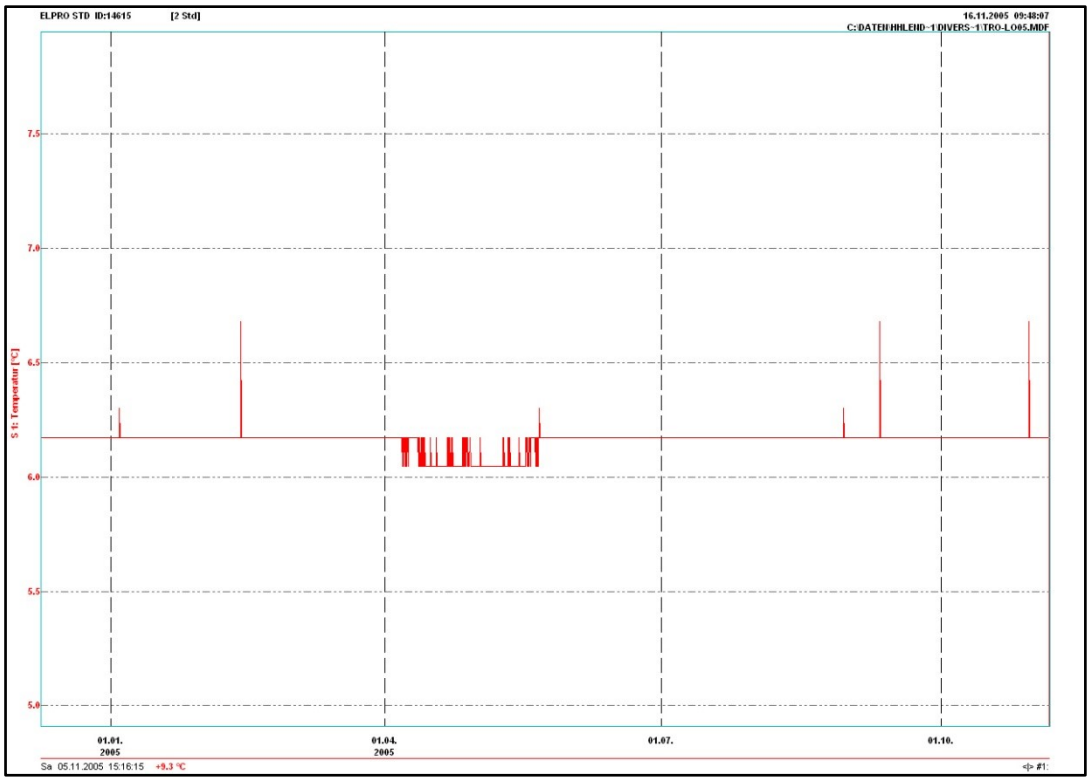


Abb. 1 : Jahresgang 2005 der Höhlenlufttemperatur beim Wintergang-Siphon

Es zeigte sich eine jahreszeitlich nahezu konstante Temperatur von 6,2°C, die einigermaßen dem langjährigen Jahresmittel dieser Seehöhe (Seehöhe Eingang: 764 m) entsprechen dürfte.

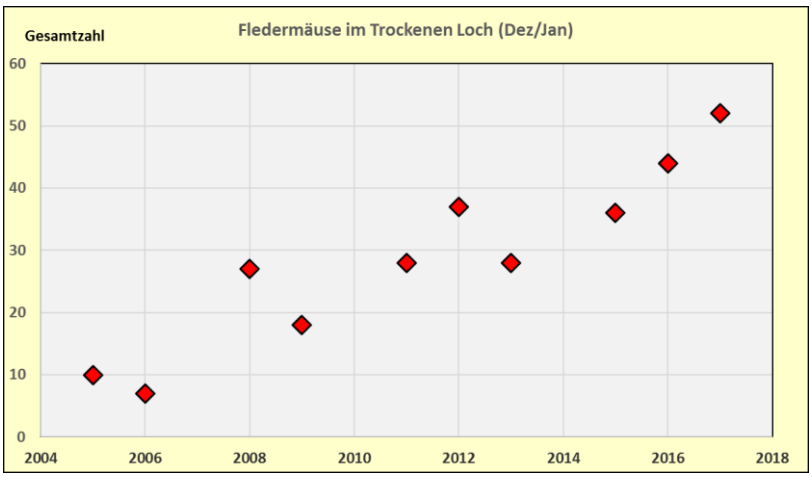
(nächstgelegener Bezugswert: Normalzahl von Frankenfels, 465 m Seehöhe: 7,3°C ; Höhengradient in den Alpen ≈ 0,5°C/100 m). Die Temperaturkonstanz weist auf lange bis stagnierende Wetterwege nach außen hin. Einzelne Peaks (vor allem am 12.2.2005, 10.9.2005 und 29.10.2005) sind mit einiger Wahrscheinlichkeit Höhlenbesuchern zuzuordnen. Der geringfügige Temperaturrückgang im April und Mai (allerdings nur um 0,1°C) könnte eine Folge der Schneeschmelze darstellen.

Einzelne Messungen der Lufttemperatur und weiterer Höhlenklimaparameter erbrachten in der relativ eingangsnahen Osterhalle herbstliche Radon- und CO_2-Gehalte von 1360 Bq/m^3 respektive ≈600 ppm bei 6,8°C Lufttemperatur (Außenluft am 12.10.2003 ca. +15°C). Im Winter (8.12.2005 bei +3° Außentemperatur) wirkt sich die einsickernde Außenluft in diesem Höhlenteil merklich aus, die hinsichtlich Außenlufteinfluß sehr sensitiven Radonwerte liegen merklich tiefer (≈250 Bq/m^3), die Temperatur reagiert auf die winterlichen Verhältnisse wesentlich gedämpfter (6,0°C).

Überlagerung	*Gesamtgehalt*
10 m	265 mg/l
110 m	262 mg/l
150 m	256 mg/l
205 m	265 mg/l

Wasseranalysen der Tropf- und Gerinnewässer der Höhle am 23.3.1985 erbrachten erstaunlich gleichartige Mineralisationen, weitgehend unabhängig von der Überlagerung. Dies spricht für eine rasche Annäherung der Sickerwässer an die Sättigung innerhalb der ersten Zehnermeter des Karstkörpers und auch für eine frühe Aufprägung weiterer hydrochemischer Charakteristiken, z.B. des Ca/Mg-Verhältnisses (s.a. Pavuza, 1994). Die Wässer enthielten darüber hinaus allesamt merkliche Gehalte an Magnesium, was auf eine gewisse Dolomitisierung des hier anstehenden Wettersteinkalkes hindeutet. Die relativ kräftige Quelle unterhalb der Höhle war am Beobachtungstag etwas geringer mineralisiert als die Wässer der Höhle. Sie mag ihr Einzugsgebiet teilweise auch in höher gelegenen Bereichen als die Höhle haben (die in Relation zu den Höhlengerinnen höhere Schüttung spricht dafür), für genauere Aussagen wären freilich häufigere Wasseranalysen erforderlich.

FLEDERMAUSBEOBACHTUNGEN



Die Beobachtungen im Winteraspekt zeigen im Zeitraum 2004 bis 2017 im Trend eine deutliche Zunahme. Doch ist Vorsicht angebracht: in diesen Zeitraum fällt die Umstellung auf leistungsfähigere Lichtquellen, ein Teil der Zunahme mag dieser Tatsache geschuldet sein. Doch ist der Trend der letzten Jahre relativ eindeutig.

Abb. 2: Gesamtzahl der beobachteten Fledermäuse im Trockenen Loch (2004-2017)

Die Abbildungen 3 und 4 dokumentieren die gelegentlichen Schwierigkeiten bei der Ansprache der Fledermäuse im Trockenen Loch: einerseits kann die Raumhöhe beträchtliche Ausmaße annehmen - manche Individuen sind dann selbst fotografisch nicht mit Sicherheit zu identifizieren. Andererseits

erkennt man wichtige Details bei manchen Spaltenbewohnern nur schlecht, jede weitere Aktivität (z.B. extreme Nahaufnahmen) würde die Tiere nur stören.

Abb. 3: in hohen Bereichen, wie hier im Wassergang sind sehr hoch hängende Fledermäuse mitunter recht schwierig zu identifizieren

Abb. 4: in Spalten sind Fledermäuse wie dieses Braune (?) Langohr (Plecotus cf. auritus) nicht leicht von verwandten Arten zu unterscheiden

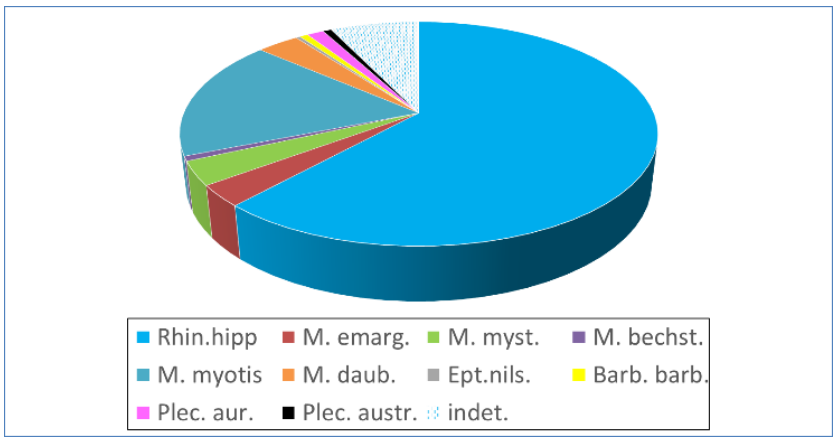


Abb. 5: Fledermausbeobachtungen im Trockenen Loch (2004-2017, Dez./Jan.)

Insgesamt wurden durch den Berichterstatter und die anderen Teilnehmer in diesem Zeitraum 10 Fledermausarten beobachtet, wobei 7 % der beobachteten Tiere aufgrund ihrer großen Hanghöhe nicht mit Sicherheit eindeutig identifiziert werden konnten (Abb. 5).

Bei weitem die größte Anzahl an Tieren waren im relativ eingangsnahen Bereich der Osterhalle und ihrerer unmittelbaren Umgebung – hier hauptsächlich *Rhinolophus hipposideros* – zu sehen. Gegen den Siphon inm Wintergang zuwerden die Beobachtungen immer seltener – auch ein Mosaiksteinchen für die These, dass jedenfalls diesseits des Siphons keinerlei unbekannte Ausgänge auch kleiner Dimensionen vorhanden sein dürften (siehe dazu auch Abb. 1).

In der großräumigen Eingangshalle waren ebenfalls immer wieder Tiere anzutreffen, durchaus auch in der Nähe der alten Feuerstelle (meist *Barbastella barbastellus*), was den Ärger (nicht nur des

Berichterstatters, sondern auch des Grundbesitzers) über diese Verwendung des ansonsten für die Tiere unkritischen Jausenplatzes als Grillstätte erregte.

Interessant erscheint ein Vergleich der beobachteten Arten im Laufe der Zeit, wobei natürlich das relativ schmale Beobachtungszeitfenster im Jahreslauf für den Zeitraum 2004-2017 ins Kalkül gezogen werden muss:

Art	**bis 1975** *(Strouhal & Vornatscher)*	**bis 2000** *(A.Mayer, unpubl.)*	**2004-2017** *(diese Arbeit)*
Rhinolophus hipposideros (Kl. Hufeisennase)	x	x	x
Rhinolophus ferrumequinum (Gr. Hufeisennase)		x	
Myotis myotis (Mausohr)	x	x	x
Myotis blythi [+oxygnathus] (Kl. Mausohr)	x	x	
Myotis emarginatus (Wimperfledermaus)	x	x	x
Myotis bechsteinii (Bechsteinfledermaus)	x	x	x
Myotis mystacinus (Kl. Bartfledermaus)	x	x	x
Myotis brandti (Gr. Bartfledermaus)		x	
Myotis daubentonii (Wasserfledermaus)	x	x	x
Myotis nattereri (Fransenfledermaus)		x	
Myotis dasycneme (Teichfledermaus)	x		
Eptesicus nilssonii (Nordfledermaus)		x	x
Eptesicus serotinus (Breitflügelfledermaus)	x	x	
Plecotus auritus (Braunes Langohr)		x	x
Plecotus austriacus (Graues Langohr)			x
Barbastella barbastellus (Mopsfledermaus)	x	x	x

Abb. 6: Fledermausbeobachtungen im Trockenen Loch im langjährigen Vergleich

Wenngleich im Ganzen die Charakteristik der Population weitgehend gleich geblieben ist, so sind doch einzelne Arten verschwunden bzw. neu aufgetaucht. So wurden in den letzten Jahren in unserem Beobachtungszeitraum keine Exemplare der meist ziemlich eindeutig zu erkennenden Breitflügelfledermaus sowie der Großen Hufeisennase gesichtet, andererseits fand sich mit dem – allerdings nur einmaligen – Auftreten des Grauen Langohrs eine vor dem Jahr 2000 noch nicht beobachtete Art. Es ist geplant, in Kooperation mit dem KFFÖ die Zählungen weiter fortzuführen.

Literatur

Pavuza, R. (1994): Das Karstwasser – Einfluss, Parameter und Bedeutung der Karsthydrogeologie bei Speläologischen Fragestellungen.- in: Stummer, G. (Red.): Merkblätter zur Karst- und Höhlenkunde, 4.Lieferung, 39-49.

Pirker, R. & Trimmel, H.(1954, Red.): Karst und Höhlen in Niederösterreich und Wien.- Verlag f. Jugend und Volk, 182 Seiten.

Strouhal, H. & Vornatscher, J. (1975): Katalog der rezenten Höhlentiere Österreichs.- Wiss. Beih.z. Zeitschrift „Die Höhle“, 24: 141 Seiten.

SPELDOK

Freie Reihe

der

Karst- und höhlenkundlichen Arbeitsgruppe
Naturhistorisches Museum Wien

und der

Fachsektion Karsthydrogeologie
Verband österreichischer Höhlenforscher

seit 2008 erschienene Hefte

SPELDOK-19: **ALCADI 2008. 9th Int. Symposion on Speleo-History of the Alpine, Carpathian and Dinaric Regions.** K. Mais (Red.), 35 Seiten, (Wien, 2008), vergr.

SPELDOK-20: **Karst- und höhlenkundliche Exkursionen im UNESCO-Welterbegebiet Dachstein**. G. Stummer & W. Greger (Red.), 64 Seiten, (Obertraun, 2010).

SPELDOK-21: **100 Jahre Dachsteinhöhlen 1910-2010**.
S. Gamsjäger (Hrsg.), 31 Seiten, (Gosau, 2010).

SPELDOK-22: **Skriptum für Schauhöhlenführer**.
L. Plan und E. Herrmann (Red.), 104 Seiten, (Wien, 2010).

SPELDOK-23: **50 Jahre Österreichische Höhlenrettung**.
Chr. Breidt und K. Dennstedt (Red.), 103 Seiten (Wien, 2015). Preis € 16.--

SPELDOK-24: **Der Rudolfstollen in Linz-Urfahr (Österreich) -** eine naturwissenschaftlich-historische Bestandsaufnahme.
R. Fritsch, W. Greger, R. Pavuza, H. Thaler & P. Cech, 99 Seiten, erscheint gleichzeitig als Denisia 38, (Linz, 2016). Preis € 25.—(inkl.Versand, bei Abholung in der KHA/NHM-Wien,1070 Museumsplatz 1/10 erheblicher Rabatt)

SPELDOK-25: **Von Mammut bis Murmeltier** – ein Querschnitt durch die niederösterreichischen Höhlenfunde mit volkskundlichen Informationen gewürzt.
M. Marinelli & D. Döppes, 63 Seiten, (Wien, 2016). Preis € 14.--

SPELDOK-26: **Tagebuch Hans Wawřička 1924 – 1934, Höhlenforschung um Mariazell.**
Mit Beiträgen von Hermann Bock und Johannes Mattes, Landesverein f. Höhlenkunde i.d.Steiermark, 61 Seiten, (Graz 2017). Preis € 12.-

SPELDOK-27 **Burgenland unterirdisch - Nachträge (2008-2018) zu den Burgenland-Höhlenbüchern.**
R. Pavuza, F.Volkmann & E. Keck, XX Seiten, (Wien 2018), Preis € 8.--,
Download : hoehle.org/speldok

Die meisten SPELDOK-Hefte werden ab 2019 via www.zobodat.at als texthinterlegtes PDF zum Download bereitstehen