

Karsthydrogeologisch-speläologische Untersuchungen in der Hallstätter Zone von Ischl – Aussee (Oberösterreich, Steiermark)

ZUSAMMENFASSUNG

Der Beitrag behandelt den Karst der Hallstätter Zone von Ischl – Aussee und ihrer nördlichen und westlichen Randbereiche. Die karstmorphologischen und speläologischen Ergebnisse einer hydrogeologischen Dissertation über das österreichische Karstvulnerabilitätskonzept werden dargestellt.

In der Hallstätter Zone unterlagern permotriassische Mergel und Evaporite geringmächtige Trias- und Malmkalk-Schollen. Diese Lagerungsverhältnisse bedingen die Bildung eines seichten Karsts ohne nennenswerte Wasserspeicherung in den Aquiferen. Die Karstmorphologie wird von Formen des voralpinen Karsttypus dominiert, wobei der ständige lithologische Wechsel zur Ausbildung von Kontaktkarst führt. Im seichten Karst erlangen Ponordolinen und aktive Wasserhöhlen mit linearem Grundriss die größte karsthydrologische Bedeutung. Die Höhlen der Hallstätter Zone entwässern kleine, gut abgrenzbare Einzugsgebiete und weisen eine mehrphasige Speläogenese auf. Höhlenniveaus konnten nicht identifiziert werden.

ABSTRACT

The paper deals with the karst of the Hallstatt unit, stretching from Bad Ischl to Bad Aussee and northern and western boundaries, respectively. As such, it is meant as both a survey of karstgeomorphology and an analysis of karsthydrology. Data were collected during the field work for a PhD thesis about karst water vulnerability mapping on the basis of a specific method developed in Austria.

Triassic and Malm formations of limestone blocks in the Hallstatt unit are underpinned by layers of marl and evaporites. The hydrogeological situation leads to conditions of shallow karst with poor storage capacity in the aquifers. The karst morphology is governed by a type of karst that is predominant in alpine foothills and, as it is subject to constant lithological change, leads to the formation of contact karst. In shallow karst, ponor dolines and active water caves, which are linear oriented, assume major karsthydrological importance. In the Hallstatt unit most water caves drain small autochthonous recharge systems. The cave-systems show multi phase genesis without large cave levels.

Hans Jörg Laimer

Schrattstraße 2, A-4820 Bad Ischl
joerg.laimer@gmx.at

Eingelangt: 22.12.2004

Angenommen: 23.05.2005

EINFÜHRUNG

Im Rahmen einer hydrogeologischen Dissertation (Laimer, 2004) wurde ein neues österreichisches Karstvulnerabilitätskonzept (Chichocki, 2003) in der Hallstätter Zone von Ischl-Aussee erprobt. Zu dessen Anwendung waren umfangreiche karstmorphologische und karsthydrogeologische Untersuchungen notwendig. Die karstkundlichen Ergebnisse sollen hier mit speläologischem Schwerpunkt zusammengefasst werden. Obwohl Höhlen nicht die einzigen

unterirdischen Abflusswege bilden, hat ihre Verbreitung entscheidenden Einfluss auf die Dynamik des umgebenden Karstwassers. Die untersuchten Wasserhöhlen stellen zudem oft bedeutende Quellaustritte dar. Im voralpinen Grünkarst geben Höhlen Aufschlüsse über die Genese von Karsterscheinungen, die infolge der Boden- und Vegetationsbedeckung sonst nur schwer beobachtbar sind.

UNTERSUCHUNGSGEBIET

Geographischer Überblicks

Das 81,3 km² große Untersuchungsgebiet liegt im zentralen Salzkammergut und teilt sich auf die Gemeindegebiete von Bad Ischl, Bad Goisern (Oberösterreich) und Altaussee (Steiermark) auf. Es wird im N von der Hohen Schrott, im E vom Toten Gebirge, im S vom Dachstein und im W vom Katergebirge begrenzt. Die Kulminationspunkte sind Sandling (1717 m) und Hoher Raschberg (1487 m), welche gemeinsam mit der Hohen Schrott (1839 m) die westlichen Ausläufer des Toten Gebirges bilden. Die Abgrenzung des Gebiets (Abb. 1) folgt ausschließlich jenen hydrographischen Tiefenlinien, die auch die Katastergruppen 1612 (Predigstuhl – Raschberg), 1613 (Sandling), 1614 (Ischler Salzberg) und 1615 (Hoherstein) des Österreichischen Höhlenkatasters (1610 Östliche Trauntaler Alpen) begrenzen.

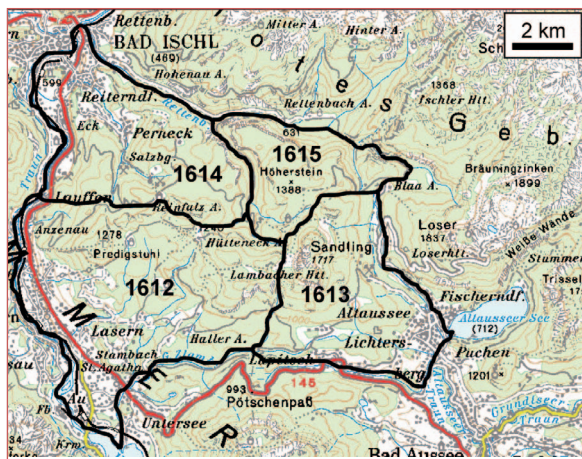


Abb. 1: Überblickskarte des Projektgebietes mit den bearbeiteten Teilgruppen des Öst. Höhlenverzeichnis (Kartengrundlage: Öst. Karte 1:200.000 des BEV).

Geologie und Hydrogeologie

Karsthydrogeologisch kann das Arbeitsgebiet in Abschnitte mit seichtem als auch in solche mit tiefem Karst gegliedert werden. Fast für die gesamte Ischler-Ausseer Hallstätter Zone ergibt sich eine Lagerung von verkarstungsfähigen jurassischen und triassischen Kalken auf wasserstauenden Mergel- und Tongesteinen (Abb. 2). Letztere streichen weit über der Vorflut aus und schaffen somit in weiten Bereichen Bedingungen des seichten Karstes. Da in den über der Höhe der Quellaustritte liegenden Aquiferen keine großen Wassermengen gespeichert werden können, dominiert eine aktive Speicherung,

wie sie Zojer (1978) auch für das Tote Gebirge beschreibt. Im Gegensatz zu langen Verweilzeiten in phreatischen Reservoirs ist der Großteil des vadosen Karstwassers dabei meist in Bewegung. Nur im Westen, im Bereich des Höllenlochs (1612/1), tauchen die Malmkalke der Ewigen Wand unter das Vorflutniveau der Traun ab.

Im Zentral- und S-Teil des Arbeitsgebiets stellen die Zlambachschichten, im N, W und E die Allgäuschichten den wichtigsten Stauer dar. Am Ischler Salzberg wirkt das Haselgebirge als bedeutende Aquitarde. Im Gebiet Hoher Rosenkogel – Tauern und am Hoherstein sind Oberalmer Schichten in Übergangsfazies, Barmstein- und Tressensteinkalk die wichtigsten Speicher- bzw. Karstgesteine. Die den Sandling randlich unterlagernden und umgebenden Hallstätter Kalke haben durch intensive bruchtektonische Zerlegung über die wasserstauenden Radiolarite hinweg Kontakt mit den Malmkalken, sodass die zunächst vermutete Ausbildung zweier getrennter Karstwasserstockwerke ausgeschlossen werden kann. Im Rettenbachtal fällt der lagunäre Dachsteinkalk unter die Vorflut ein und bildet im Brunnkogel einen kleineren isolierten Aquifer. An den Steilhängen wurden kaum Verkarstungserscheinungen und auch keine nennenswerten Wasseraustritte vorgefunden. Die großen Kalk- und Dolomitkomplexe lagern den stauenden Mergel- und Tongesteinen auf und sind gegen diese meist durch Wände und Steilhänge abgegrenzt. Da die aus Gebieten mit Oberflächenentwässerung kommenden Wasserläufe somit nicht in die Karstaquifere infiltrieren können, sind diese mit einer einzigen Ausnahme als „autochthonous recharge systems“ (Ford & Williams, 1989) zu bezeichnen. Nur für den NW-Teil des Tauern (Mehlsackgraben) müssen Wasserzutritte aus der Schrambach-Fm. in Betracht gezogen werden.

Neben kleineren Gebieten, in denen Kalke und Dolomite im ursprünglichen sedimentären Verband vorliegen, finden sich im Untersuchungsgebiet unzählige isolierte Kalkschollen. Diese sind durch komplizierte tektonische Vorgänge und Massenbewegungen entstanden und meist vollständig aus dem ursprünglichen Umfeld gelöst. Die vorwiegend triassischen Kalkschollen stecken in den unterlagernden Zlambach- und Allgäuschichten, sind bis zu mehrere Hektar groß und unterschiedlich stark verkarstet. Das Wasser dringt an den bergseitig gebildeten Dolinen und Schwinden in die Schollen ein, um nach kurzem unterirdischen Verlauf talseitig als Schichtquelle an der Mergelgrenze wieder auszutreten.

Sämtliche Quellen der Hallstätter Zone sind in Abflussdynamik, Isotopengehalt und Wasserchemismus durch die abwechslungsreiche Lithologie des jeweiligen lokalen Einzugsgebiets geprägt. Die Dynamik der beprobten Karst- und Höhlenquellen lässt sich nur in Einzelfällen mit dem

Piston-flow-Modell charakterisieren: Meistens verdeutlichen sehr hohe Schwankungsziffern der Schüttung und rasche hydrochemische Reaktion (starker Abfall der Leitfähigkeit bei Hochwasser) das ausgeprägte Reagieren auf Witterungseinflüsse (Abb. 3).

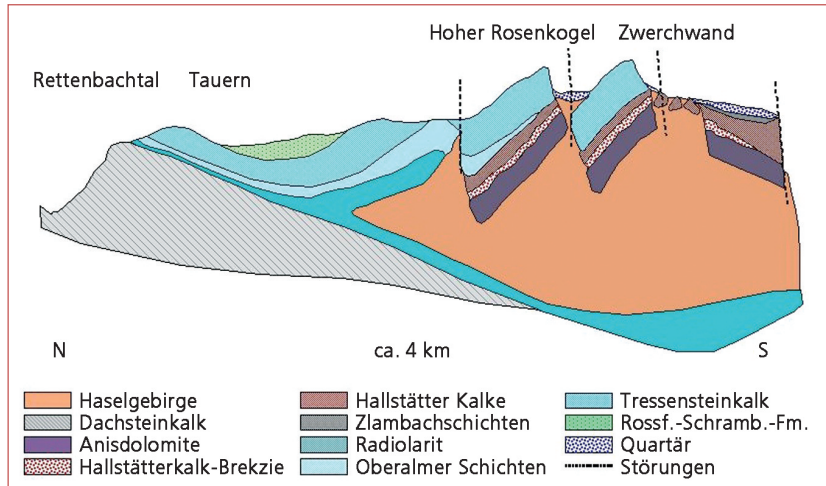


Abb. 2: Geologisches Profil durch den N-Teil der Ischl – Ausseer Hallstätter Zone; modifiziert nach Mandl (1984).

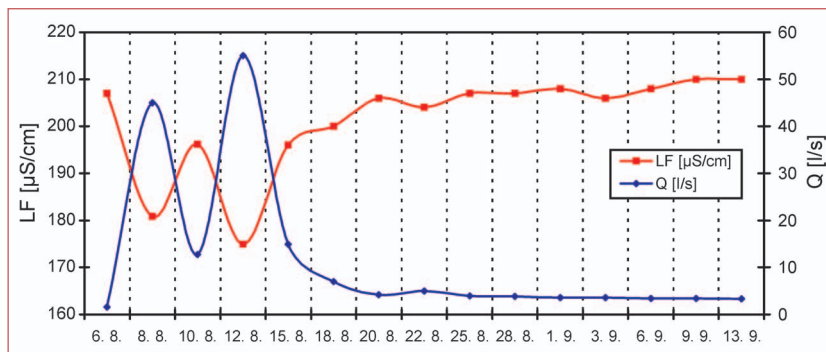


Abb. 3: Hochwasser Ereignisse an der Quelle der Junihöhle (1615/4) im Spätsommer 2002.

KARSTMORPHOLOGIE

Allgemeine Karstentwicklung

Die absoluten Höhen sind in der Hallstätter Zone von Ischl - Aussee noch zu gering, um die Entstehung weiter Kahlkarstflächen wie in den umgebenden Gebirgsgruppen zu ermöglichen. Das Gebiet gehört zum überwiegenden Teil dem voralpinen Karsttypus an. Dieser ist auf Plateaus und Flachhängen entwickelt, die etwa zwischen 800 und 1500 m SH liegen und eine geschlossene Boden- und Vegetationsdecke aufweisen. Unter den Rendzina-, Felsbraunerde- und Kalklehm-Böden kommt es zu intensiver, fortschreitender Verkarstung. Mit Fink (1976) kann allgemein von „Grünkarst“ und im Arbeitsgebiet speziell von „silvinem Karst“ (bewaldetem Karst) gesprochen werden. Lediglich das Sandlingplateau (Teil einer

Dachstein-Altfläche) liegt in der Übergangszone vom bedeckten Karst zum Kahlkarst.

Abgesehen von den größeren Resten der Altlandschaften, wie z. B. Sandling-, Höherstein- oder Tauernplateau, ist ein aktives Talnetz und mit ihm die oberirdische Entwässerung vorherrschend. Das Untersuchungsgebiet ist stark fluviatil geprägt und kann als Fluviokarst (Definition nach White, 1988) bezeichnet werden. Große Teile mancher Einzugsgebiete werden von wasserundurchlässigen Gesteinen aufgebaut, in denen Oberflächenabfluss überwiegt, doch innerhalb des Fluviokarstsystems werden größere Kalkschollen zur Gänze unterirdisch entwässert. Diese Bereiche sind durch eine intensive Oberflächenverkarstung gekennzeichnet und können mit Ausnahme der triassischen Raschbergmasse der einst

zusammenhängenden Malmkalk-Platte Anzenberg – Rosenkogel – Zwerchwand – Tauern – Höherstein – Sandling zugezählt werden. Die großen Malmkalk-Schollen sind an tektonisch vorgezeichneten Linien zerlegt und durch teils tief eingeschnittene Täler voneinander getrennt. Sie stellen zum Teil durch Verkarstung erhaltene Altflächen dar. Die unterirdische Entwässerung macht eine weitere Zerschneidung durch Oberflächengerinne unmöglich.

Wo kleinere Kalkschollen in nicht-verkarstungsfähige Gesteine eingebettet sind, führt der mehrfache Wechsel von verkarstungsfähigen und nicht-verkarstungsfähigen Gesteinen zur Ausprägung eines Kontaktkarstes (Gams, 2001). Diese Lagerungsverhältnisse haben das häufige Auftreten von Dolinen und Ponoren an den Schichtgrenzen Kalk – Haselgebirge und Kalk – Mergel zur Folge, so dass man auch in der Ischl-Ausseeer Hallstätter Zone die Ponordolinen mit ihren Zuflussgräben als Leitformen des Voralpinen Karstes (Fink, 1969) bezeichnen kann. Der Exokarst-Formenschatz umfasst weiters Karren, Dolinen, Karstmulden, Karstgassen und Schachtdolinen, die aber von geringerer Ausdehnung als im Hochalpinen Karst sind. Karstgroßhohlformen wie Poljen oder Uvalas fehlen im Arbeitsgebiet. Im Grünkarst bilden sich sämtliche Formen unter anderen pedologischen bzw. klimatischen Bedingungen weiter als in den Kalkhochalpen und unterliegen daher auch anderen Entwicklungstendenzen. Die Niederschlagszunahme mit der Höhe hat auf die Karstgenese vermutlich den größten Einfluss. Wie die Karstgenese auf postglazialen Felssturzböcken verdeutlicht, ist das Alter der Verkarstung zumindest bei den Karstkleinformen mit Quartär anzusetzen.

Höhlencharakteristik

Die aus den Angaben des Höhlenkatasters erstellte Tab. 1 gibt einen Überblick über Typ und Anzahl der Höhlen im Arbeitsgebiet, welches speläologisch als gut erforscht zu betrachten ist. Es gilt als höhlenreich, wobei jedoch Mittel- und Kleinhöhlen überwiegen. Die größten Höhlensysteme (Tab. 2) finden sich in den sehr höhlenreichen Katastergruppen 1614 – Ischler Salzberg und 1615 – Höherstein. Die große Zahl der Halbhöhlen am Ischler Salzberg und in der Gruppe 1612 – Predigstuhl – Raschberg wird durch die zahlreichen Bergstürze dieser Gebiete verursacht. Sie sind als Nischen in den Abrissflächen zu werten und stehen mit der Verkarstung kaum in Zusammenhang. Die Anlage der Höhlen des Untersuchungsgebiets erfolgte vorwiegend im Oberalmer Kalk der Übergangsfazies und im Tressensteinkalk. Nur in der

Tab. 1: Typ und Anzahl der Höhlen in den einzelnen Teilgruppen

Typ	1612	1613	1614	1615	Gesamt
Trockenhöhle (T)	6	8	16	16	46
Wasserhöhle (W)	5	0	4	4	13
Halbhöhle (H)	6	1	7	2	16
Schachthöhle (S)	5	1	2	8	16
Schacht-Trockenhöhle (ST)	1	3	2	5	11
	23	13	31	35	102

Tab. 2: Die größten Höhlen (aktive Wasserhöhlen) im Projektgebiet

Name	Kat.-Nr.	SH [m]	Länge [m]	ΔH [m]	Gestein
Junihöhle	1615/4	960	5056	?	Oberjurakalke
Hütterschacht	1614/6	1050	2926	-187	Oberjurakalke
Wasserloch	1614/5	810	1847	+ 78	Oberjurakalke
Großes Knerzenloch	1615/7	1165	1458	+104	Oberjurakalke
Höherstein Wasserhöhle	1615/1	841	665	+ 88	Oberjurakalke

Katastergruppe 1612 liegen einige Höhlen in triassischen Hallstätter Kalken. Eine Charakterisierung der an die Oberjurakalke gebundenen Höhlen weicht von der Beschreibung der Höhlen der Osterhorngruppe im Salzburger Höhlenbuch (Klappacher, 1992) kaum ab. Da der Tressensteinkalk eine maximale Mächtigkeit von nur 110 m besitzt und die Oberalmer Schichten (Normalfazies) in seinem Liegenden lokal als relativer Stauer fungieren, sind die Höhlen in einem Flachkarst-System ohne größere Schachtzonen angelegt. Im seichten Karst ist kein tiefliegender, einheitlicher Karstwasserspiegel ausgebildet, und die vertikale Ausdehnung der vadosen Zone reicht nur am Sandling über eine Tiefe von 200 m hinaus. Die Überdeckung der Höhlen bleibt meist unter 150 m Mächtigkeit.

Die Höhlen der Katastergruppen Ischler Salzberg und Höherstein sind in ihrer Gesamtanlage sehr stark linear, durch eine bevorzugte Klufrichtung bestimmt. Bei offenen Klüften – wie sie in den genannten Bereichen durch tiefgehende Blockgleitungen entstanden sind – wird jene bevorzugt, die den direktesten Weg zur Quelle bietet. Dadurch entstehen geradlinige Höhlensysteme. Vor allem in den Jura-höhlen am Tauern und Höherstein kann ein gekreuztes Kluftsystem beobachtet werden, welches SW – NE und NW – SE orientiert ist. Die NE-gerichteten Strukturen überwiegen bei weitem und bilden meist die Hauptgänge (Abb. 4). Hier ergibt sich ein Unterschied zum Jurakarst der Osterhorngruppe: In

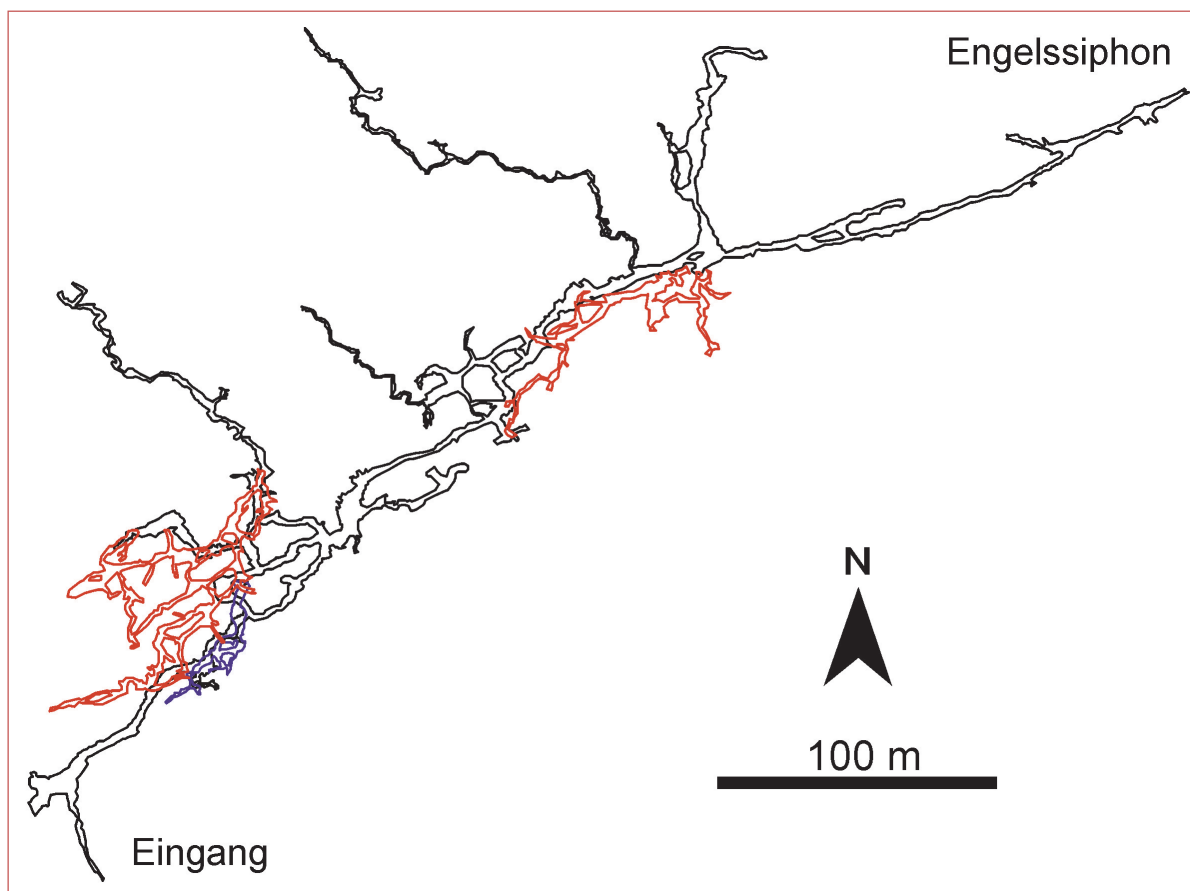


Abb. 4: Übersichtsplan der Junihöhle (1615/4) mit 3740 m dargestellter Ganglänge. Die roten Bereiche markieren die obere Etage (Labyrinth des Verlorenen Schuhs und Schlafgang), die blau gefärbten Gänge bilden den Teil um den tief gelegenen Hauptsiphon; modifiziert nach Hubmayr (1995).

den aktiven Wasserhöhlen der Tauogl werden nach Haseke-Knapczyk (1987) die NW-SE-Klüfte zu vadosen Höhlenklammstrecken erweitert. Die normal darauf stehenden Karströhren sind siphon- und lehmerfüllt.

Die Orientierung der speläogenetisch bedeutsamen Störungen und Klüfte stimmt gut mit dem Verlauf von Störungen und nichttektonischen Gräben überein. Die ENE bis NE streichenden tektonischen Flächen wurden in der jüngsten Hebungphase stärker beansprucht als anders orientierte Klüfte, was ihre hydraulische Wegsamkeit begünstigte. An senkrecht und winkelig zueinander stehenden Klüften angelegte Höhlengänge erscheinen als typisch für die Jurahöhlen des Arbeitsgebiets.

Wo die Oberalmer Schichten gut verkarstungsfähig sind, z. B. die Oberalmer Kalke in der dünnbankigen Übergangsfazies im Großen Knerzenloch (1615/7), im Wasserloch (1614/5) oder im Hütterschacht (1614/6) generieren sie, ähnlich dem Tressensteinkalk, lineare, klammartige Wasserhöhlen (Abb. 5). Ihre sedimentarmen Hauptgänge werden vom Höhlen-

bach durchflossen, wobei rezent intensive Röhrenbildung beobachtet werden kann. Lateraler Karstwasser-Austausch zwischen den einzelnen Hauptwasserwegen konnte nicht nachgewiesen werden. An die Stelle großer Karstquellen treten mehrere Einzelquellen. Ein sicherer Zusammenhang zwischen benachbarten Wasserhöhlen besteht nur im Hütterschacht-Wasserloch-System (Laimer, in Vorb.).

Im Vier-Stadien-Modell der Speläogenese von Ford & Williams (1989) können die Wasserhöhlen des Tauern- und Höhersteinplateaus schlecht eingeordnet werden. Am nächsten kommen sie den Stadien 3 oder 4; jedoch immer in Kombination mit einem vadosen Schachtabschnitt. Extrem hohe Kluftdichte, sukzessive gereichte Infiltrationspunkte und geringer hydraulischer Widerstand lassen sehr direkte Verbindungen zu den Quellen entstehen. Durch Erweiterung der geradlinigen Protoröhren absorbieren diese den gesamten Abfluss des Aquifers, sodass der Großteil der vadosen Karstwässer durch die Höhlen abgeleitet wird. Da aber im seichten Karst kein besonders ausgeprägter Karstwasserspiegel ausgebil-

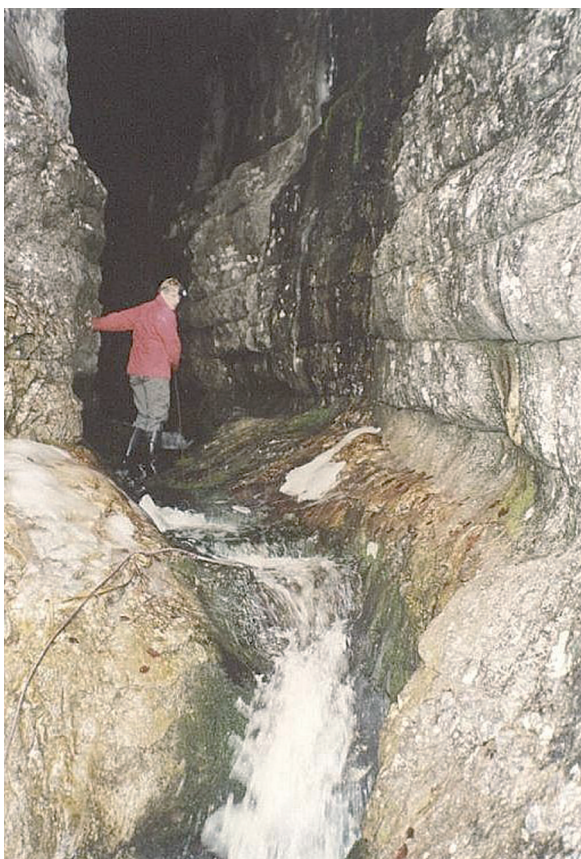


Abb. 5: Höhlenbach beim Portal des Großen Knerzenloches (1615/7). Foto: Laimer, 2003

det ist, kann nicht von „ideal water table caves“ gesprochen werden. Lediglich die im Höllenloch am Anzenberg ansatzweise ausgebildeten auf und abpendelnden Gangstrecken lassen auf eine Bildung unter semiphreatischen Bedingungen schließen.

Höhlenniveaus und Höhlenetagen

Während in den Kalkhochalpen die Karsthydrogeologie durch die Landschaftsgenese stark geprägt ist, wird sie in den Kalkvoralpen hauptsächlich durch die Tektonik bestimmt.

Der Terminus Höhlenniveau ist nur auf markante Horizontalstrecken im tiefen Karst anzuwenden, welche die vertikale Karstentwässerung unterbrechen. Kalkhochalpine Evolutionsniveaus können in den mächtigen Dachsteinkalk-Plattformen mehrere 100 m Vertikalausdehnung erreichen. Da sich die Ischler-Ausseer Hallstätter Zone durch einen viel diverseren Decken- und Gesteinsaufbau charakterisiert, sind hier oft Schichtgrenzen höhlen- und somit hydrologiebestimmend, nicht vererbte Höhlenniveaus. Für „lokale, strukturelle Gliederungen innerhalb eines abgegrenzten Höhlennetzes“ (Haseke-Knapczyk,

1989) sollen die synonymen Begriffe Höhlenetage oder Höhlenstockwerk verwendet werden.

In allen großen Wasserhöhlen des Untersuchungsgebiets (Junihöhle, Großes Knerzenloch, Wasserloch, Hütterschacht) finden sich trocken gelegte Höhlenetagen über den aktiven Gängen, die ihrerseits von den oft ungangbaren rezenten Ausfluss-Drainagen unterlagert werden. Ausgedehnte inaktive „alte Etagen“, sind zwar in Ansätzen vorhanden (z. B. das Labyrinth des Verlorenen Schuhs in der Junihöhle oder der Czoernig-Teil im Großen Knerzenloch), doch haben diese nie die Prägnanz wie im Riesenhöhlenniveau der Kalkhochalpen erreicht.

Im westlichen Toten Gebirge nördlich des Rettenbachs ist der Karstwasserspiegel – wie in anderen Plateaugebirgen auch – teilweise noch 100 – 200 m über den heutigen Talboden erhöht. Das präpleistozäne Talbodenniveau scheint auch im Ischler Becken für die rezente Karstentwässerung relevanter zu sein als die aktuelle Talbodenentwicklung. So treten im Dachsteinkalk des Katergebirges die Wildensteinquellen in 560 m SH aus. 100 m über der Vorflut des Rettenbachs liegen die beiden Schießerbachhöhlen (1616/6 und 1616/7), welche das Karstplateau der Hohen Schrott entwässern. In der Höhe der Siphone dieser aktiven Wasserhöhlen vermutet Kuffner (1998) die Lage des rezenten Karstwasserspiegels im westlichen Toten Gebirge. Im Vorflutniveau liegen hier nur vereinzelt Quellschichten. So mündet z. B. bei der Grabenbachbrücke die T-Höhle (1616/8) lediglich 2 m über der Talsohle in den Rettenbach ein.

Im südlich des Rettenbachs aufgeschlossenen Teil der Staufen-Höllengebirgsdecke sind die lithologischen Verhältnisse durch Jura- und Unterkreidebedeckung deutlich anders. Eine höhenmäßige Zuordnung von Quellen und Höhlen zu einem bestimmten Niveau ist nicht möglich, da sie sich in sehr unterschiedlichen Höhenlagen finden. Die überwiegende Zahl der Wasseraustritte und Höhlengänge ist nicht an spezielle Vorflutniveaus gebunden, sondern an lokale Gegebenheiten wie Schichtgrenzen, wasserstauende Zwischenlagen oder tektonische Besonderheiten.

Die Höhenverteilung der Eingänge von Trocken- und Wasserhöhlen zeigt ein deutliches Maximum zwischen 800 und 900 m Sh, welches ausschließlich durch die hohe Höhlendichte in den Jurakalken im Bereich Mehlsackgraben – Grabenbachtal bedingt ist. Bei der überwiegenden Anzahl von Kleinhöhlen ohne nennenswerte Horizontaldistanz kann aber auch hier nicht von einem Höhlenniveau ausgegangen werden. Doch sowohl in der Tauernwand als auch in der Höherstein-SW-Wand sind im Tressensteinkalk einige

inaktive Horizontalhöhlen aufgeschlossen, die durch eine Erhöhung des Potentialgradienten aus dem phreatischen Bereich gelangten. Zweitorhöhle (1614/23a-c), Breitmaulhöhle (1615/19) oder Venusfalle (1615/23a-c) sind die wichtigsten Höhlen, welche vom karsthydrologischen System abgekoppelt wurden und heute inaktive Systeme bilden. Morphologische Merkmale weisen darauf hin, dass es sich bei den Gängen meist um Reste größerer Höhlen handelt, die das wahrscheinlich noch zusammenhängende Tauern-Höhersteinplateau (Altflächen) entwässert haben. Die phreatischen Raumformen in der Zweitorhöhle oder in Teilen der Junihöhle können nicht von kleinen authigenen Gerinnen gebildet worden sein. Die Vermutung liegt daher nahe, dass der „Paläograbenbach“ nicht am sehr gut verkarstungsfähigen Tressensteinkalk-Plateau, sondern in einem Höhlensystem abfloss, dessen Reste heute 150 – 300 m über der Talsohle liegen. Das Alter der großen Jurahöhlen

wäre somit mit dem von Frisch et al. (2002) angegebenen pliozänen Alter für das Quellhöhlenniveau der Kalkhochalpen durchaus vergleichbar. Ein im Bereich der Schichtgrenze Oberalmer Kalk - Tressensteinkalk liegender Karstwasserspiegel würde zudem die für das Untersuchungsgebiet extrem große Ganglänge der Junihöhle (L: 5056 m) erklären.

Auf Grund der Tieferlegung der Vorflut zeigen auch die rezent aktiven Höhlen Merkmale einer mehrphasigen Entwicklung („multi phase cave-systems“ nach Ford & Williams, 1989). Manche Gangquerschnitte sind aus phreatischen und vadosen Formen zusammengesetzt. In vielen Fällen sind die phreatischen Elemente bereits durch Verbrauch zerstört. Aus den oft anzutreffenden Schlüssellochprofilen wird geschlossen, dass die jeweiligen Höhlenbäche immer den gleichen Gang benützt haben. Bei der Erweiterung der Passagen änderten sich lediglich die Bedingungen von phreatisch auf vados.

LITERATUR

- Cichocki, G. (2003): Wassertransport als Grundlage für eine Vulnerabilitätsbewertung und Risikoanalyse in Karbonatgesteinen. Testgebiet Nassfeld, Karnische Alpen. – Unveröff. Diss. Techn. Univ. Graz.
- Fink, M. H. (1969): Beiträge zur Geomorphologie der Voralpen zwischen Erlauf und Traisen. – Geograph. Jahrb. aus Österr., 32: 130 – 159.
- Fink, M. H. (1976): Zum Stand der phänomenologischen und typologischen Karstforschung. – Mitt. Österr. Geograph. Ges., 118: 211 – 236.
- Ford, D. C. & Williams, P. W. (1989): Karst Geomorphology and Hydrology. – London (Kluwer Academic Pub).
- Frisch, W., Kuhlemann, J., Dunkl, I., Székely, B., Vennemann, T. & Rettenbacher, A. (2002): Dachstein-Altfläche, Augenstein-Fm. und Höhlenentwicklung – die Geschichte der letzten 35 Millionen Jahre in den zentralen Nördlichen Kalkalpen. – Die Höhle, 53 (1): 1 – 37.
- Gams, I. (2001): Notion and forms of contact karst. – Acta Carsolog., 30 (2): 33 – 43.
- Haseke-Knapczyk, H. (1987): Karst und Höhlen im Land Salzburg: Forschungsobjekt und Naturraumpotential. – Atlantis, 4/1987: 36 – 64.
- Haseke-Knapczyk, H. (1989): Der Untersberg bei Salzburg: die ober- und unterirdische Karstentwicklung und ihre Zusammenhänge; ein Beitrag zur Trinkwasserforschung. – Veröff. d. Österr. MaB-Programms, 15.
- Hubmayr, G. (1995): Junihöhle (1615/4 a, b, c) Fragmentarischer Übersichtsplan, LVH/OÖ (unveröff.).
- Klappacher, W. (1992): Salzburger Höhlenbuch, Bd. 5. Salzburger Mittelgebirge und Zentralalpen. – Salzburg (LVH Salzburg).
- Kuffner, D. (1998): Höhlenniveaus und Altflächen im westlichen Toten Gebirge. – Wiss. Beih. z. Zeitschr. „Die Höhle“, 53.
- Laimer, H. J. (2004): Karstwasserdynamik des Ischler und Ausseer Salzbergs. Karstmorphologie, Karsthydrogeologie und Karstvulnerabilität der Hallstätter Zone von Ischl – Aussee. – Unveröff. Diss. Univ. Salzburg.
- Mandl, G. W. (1984): Zur Tektonik der westlichen Dachsteindecke und ihres Hallstätter Rahmens (Nördliche Kalkalpen, Österreich). – Mitt. Österr. Geol. Ges., 77: 1 – 31.
- White, W. B. (1988): Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains. – Oxford und New York (Oxford University Press).
- Zojer, H. (1978): Vergleiche von Ergebnissen der Anwendung von Isotopenmethoden in alpinen Karstgebieten. – Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, 30: 127 – 138.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Die Höhle](#)

Jahr/Year: 2005

Band/Volume: [056](#)

Autor(en)/Author(s): Laimer Hans Jörg

Artikel/Article: [Karsthydrogeologisch-speläologische Untersuchungen in der Hallstätter Zone von Ischl - Aussee \(Oberösterreich, Steiermark\) 13-19](#)