

Kurze Mitteilung über eine „Thermalquelle“ im Dolomitkarst bei Wildalpen (Steiermark)

Von Rudolf Pavuza (Wien)
und Dachang Zhang (Scarborough, Canada)

Zusammenfassung

Die Quellgruppe „Casari“ bei Wildalpen (Steiermark) stellt einen der seltenen höher temperierten Karstwasseraustritte im östlichen Teil der Nördlichen Kalkalpen dar. Aus den hydrochemischen, isopenphysikalischen und geologischen Daten läßt sich eine primäre Genese der Wässer in Teufen von 2000 - 3000 Metern ableiten, wo gipsführendes permotriassisches Haselgebirge ansteht. Beim Aufsteigen findet eine massive Verdünnung durch seichte Dolomitkarstwasser im Verhältnis von etwa 1:9 statt.

Summary

The „Casari Springs“ near Wildalpen (Styria, Austria) represent a rare example of a low temperature thermal karst water in this section of the Northern Calcareous Alps. The origin of the thermal water in 2000 - 3000 meters depth - bound to permotriassic evaporites - can be concluded from hydrochemical, isotopical and geological data. During its ascent this water is diluted by cold dolomitic waters in a relation of 1:9.

Einleitung

Rund 4 km nordöstlich von Wildalpen (Steiermark) entspringt am Beginn eines Seitengrabs des „Holzäpfeltales“ eine Quellgruppe, die für die Wasserversorgung des Gehöftes „Casari“ genutzt wird. Die Wasseraustritte sind nur wenige Meter voneinander entfernt, fallen jedoch bereits im Gelände durch deutlich unterschiedliche Wassertemperaturen und elektrische Leitfähigkeiten auf. Die Temperatur der wärmsten dieser kleinen Quellen, die, wie auch ihre Schüttung (rund ein Sekundärliter) ganzjährig kaum variiert, liegt knapp unter 20°C. Möglicherweise war dies der Grund, warum diese Quelle keine Aufnahme in die Darstellung österreichischer Mineral- und Heilwässer (ZÖTL & GOLDBRUNNER, 1993) bzw. der steirischen Mineral- und Thermalquellen (ZETINIGG, 1992/93) fand. Freilich ist die 20°-Grenze, wie auch ZETINIGG (1992/93, S. 95) betont, stark subjektiv und - ähnlich wie die 1000 mg/l-Grenze für den Begriff „Mineralwasser“ - im EU-Raum kaum mehr lange zu halten.

Die Quellgruppe „Casari“ ist - abgesehen von der „Schwefelquelle“ in Gams rund 20 km westlich - der einzige höher temperierte Wasseraustritt im Hochschwabgebiet und dessen nördlicher Vorberge.

Im Zuge eines Karstprojektes im Gebiet der Kräuterin (östlich der Casari-Quellen) wurde die Quellgruppe in den Jahren 1991 bis 1994 verschiedentlich besucht und insgesamt rund 90 Proben wurden hydrochemisch bearbeitet.

Eine Kurzdarstellung von Zwischenergebnissen erfolgte im angloamerikanischen Raum (ZHANG, PAVUZA, FISCHER & MAIS, 1996).

Geologisch-tektonischer Rahmen

Die Quellen liegen im Bereich der tirolischen „Göllerdecke“, jedoch nur 3 Kilometer nördlich der „SEMP-Linie“, einer überregional bedeutsamen Lateralverschiebung der mittleren und östlichen Kalkalpen, die vom Salzachtal über das Ennstal und über Mariazell nach Puchberg/Schneeberg zieht. Im Bereich von

Wildalpen deckt sich diese Linie mit der Grenze zwischen Göller- und Mürzalpen-Decke, wobei der nördliche Abschnitt (Göllerdecke) linksseitig („sinistral“), also relativ gegen Westen verschoben wurde. Zugehörige sekundäre Störungen betrafen auch das Holzäpfeltal und dessen Seitentäler.

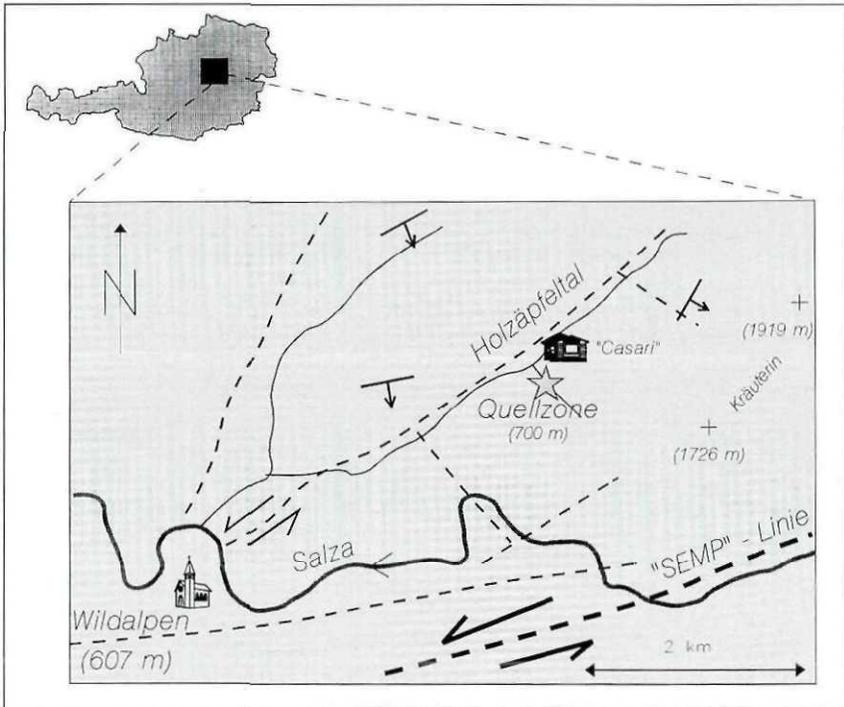


Abb.1: Lage der Casariquellen bei Wildalpen (Steiermark) mit einigen wichtigen tektonischen Lineamenten und Fallzeichen

Die Quellen entspringen dem Hauptdolomit, der hier mittelsteil gegen SE einfällt. Entsprechend der erwähnten tektonischen Beanspruchung des Gebietes treten die unterlagernden karnischen Schiefer und Sandsteine nur sehr lückenhaft im Bereich des Holzäpfeltales auf und liegen im Bereich der Quellen bereits deutlich unter dem Talniveau.

An der „SEMP“-Linie kam es zur tektonischen Auspressung mobiler Werfener Schichten und Haselgebirge, die im Bereich des Salzates verschiedentlich anstehen.

Eine geologisch fundierte, spezielle Begründung für das Auftreten der Quellen gerade an dieser Stelle ist nach gegenwärtigem Wissensstand aber nicht möglich.

Hydrochemie

Die Casari-Quellgruppe zeigt eine deutlich differenzierte hydrochemische Charakteristik, obgleich die einzelnen Quellen nur wenige Meter voneinander zuta-

getreten. Zum Vergleich sind in Tabelle 1 die Durchschnittswerte der Probenserien zwischen Juli 1991 und Juli 1993 angegeben.

	T(°C)	Ca	Mg	HCO ₃	SO ₄
Quelle 1	17.4	78	33	195	161
Quelle 2	13.0	63	27	195	104
Quelle 3	11.3	55	25	192	77
Quelle 4	12.9	73	30	208	128

Tab. 1: Hydrochemie der wichtigsten Casari-Quellen (Durchschnittswerte Juli '91 bis Juli '93)

Es zeigt sich vor allem beim Gehalt an Calcium und Sulfat eine deutliche Zunahme mit der Temperatur. Dieser Effekt ist auch bei den Einzelbeprobungen zu erkennen. Am 14.8.1995 konnten insgesamt 6 Einzelquellen hydrochemisch untersucht werden, besonders bei den Gehalten an Sulfat und Silikat (als SiO₂ angegeben), die geochemisch nicht zur Oberflächengeologie passen, ist der Zusammenhang evident und interessant, da dadurch bereits erste Hinweise auf unterschiedliche Mischungsarten erhalten werden (Abbildung 2).

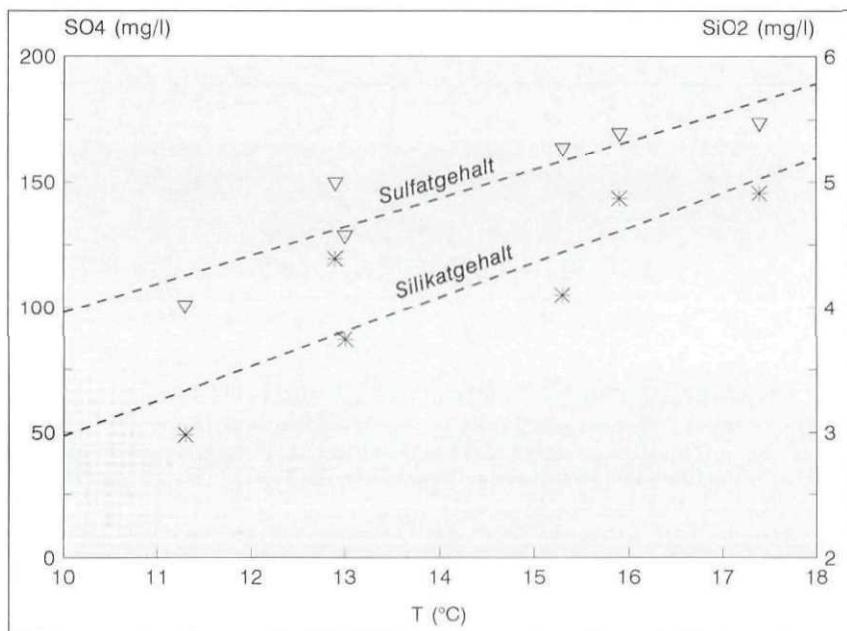


Abbildung 2.: Sulfat- und Silikatgehalt der Casari-Quellgruppe am 14.9.1995

Mittels der vorliegenden Wassertypen im Kräuterengebiet - dem mutmaßlichen Einzugsgebiet der Quelle - wurde versucht, durch modellmäßige Mischungs-

rechnungen das wahrscheinlichste (mit dem geringsten Fehler behaftete) Mischungsverhältnis zu ermitteln. Als Ausgangsdaten dienten mehrjährige Mittelwerte jeweils mehrerer Quellwässer sowie die Mittelwerte der bedeutendsten Casari-Quellen (Tabelle 1).

TYP	(mg/l)			
	Ca	Mg	HCO ₃	SO ₄
Kalkwässer	39	7	151	5
Dolomitwässer	41	20	206	14
Gipswässer	420	50	136	1097
	Quelle			
(%)	1	2	3	4
Kalkwasseranteil	0	0	0	0
Dolomitwasseranteil	87	92	95	90
Gipswasseranteil	13	8	5	10

Tab. 2: Ausgangsdaten zur Berechnung der Zusammensetzung der Casari-Quellen und Ergebnisse (in %), Gipswässer vom Typus „Dürradmer“ (ca. 15 km ENE)

Es dürfte bei den Casariquellen demnach ein Mischungsverhältnis von 1:9 (Thermalwasser zu seichtem jungen Dolomitkarstwasser) vorliegen, wobei der effektive Thermalwasseranteil deutlich unter einem Sekundeliter liegt.

Die graphische Extrapolation der „Tiefenwasseranzeiger“, Na, SiO₂ und Temperatur, die bei der Mischungsrechnung nicht verwendet wurden, jedoch mit den Ergebnissen durchaus harmonisieren (Abbildung 3), ergeben einen Natriumgehalt des Gipswasseranteils (=Thermalwasser) von rund 80 mg/l, einen SiO₂-Gehalt von 26 mg/l, und eine Temperatur von 79°C (siehe auch Kapitel über die Reservoirtemperatur).

Der HCO₃-Gehalt des zusetzenden seichten Karstwassers liegt um 200 mg/l und entspricht somit den großen, teilweise dolomitischen Quellen des östlichen Hochschwabgebietes (Pfannbauern- und Brunngrabenquellen), die für die Wasserversorgung von Wien genutzt werden und ihre Einzugsgebiete zu einem guten Teil in den Zeller Staritzen mit Seehöhen von 1000 - 1500 Metern haben. Etwa in dieser Höhenlage ist demnach das Einzugsgebiet jenes Wassers im westlichen - dolomitischen - Kräuterinbereich zu erwarten.

Isotopenuntersuchungen

Im Zuge der Untersuchungen wurden verschiedentlich die Gehalte an ³H (Tritium) und ¹⁴C, sowie die stabilen Isotope ¹⁸O und ²H bestimmt. Letztere lassen mit Werten von

¹⁸O : - 11,29 ²H : - 81,2 (1.10.1992, Trockenwetter)
 - 11,56 - 80,8 (4.04.1995, Schneeschmelze)

zum einen nur geringe Varianzen erkennen, zum anderen auch keine markante Abweichung von der Niederschlagsgeraden (RANK, 1989). Der große Anteil an seichtem Dolomitkarstwasser dürfte daher im Aquifer eine gute Durchmischung (=längere Verweilzeit) erfahren haben, der Thermalwasseranteil einem lediglich nieder- bis mitteltemperierten Hydrothermalsystem ohne Bindung an magmati-

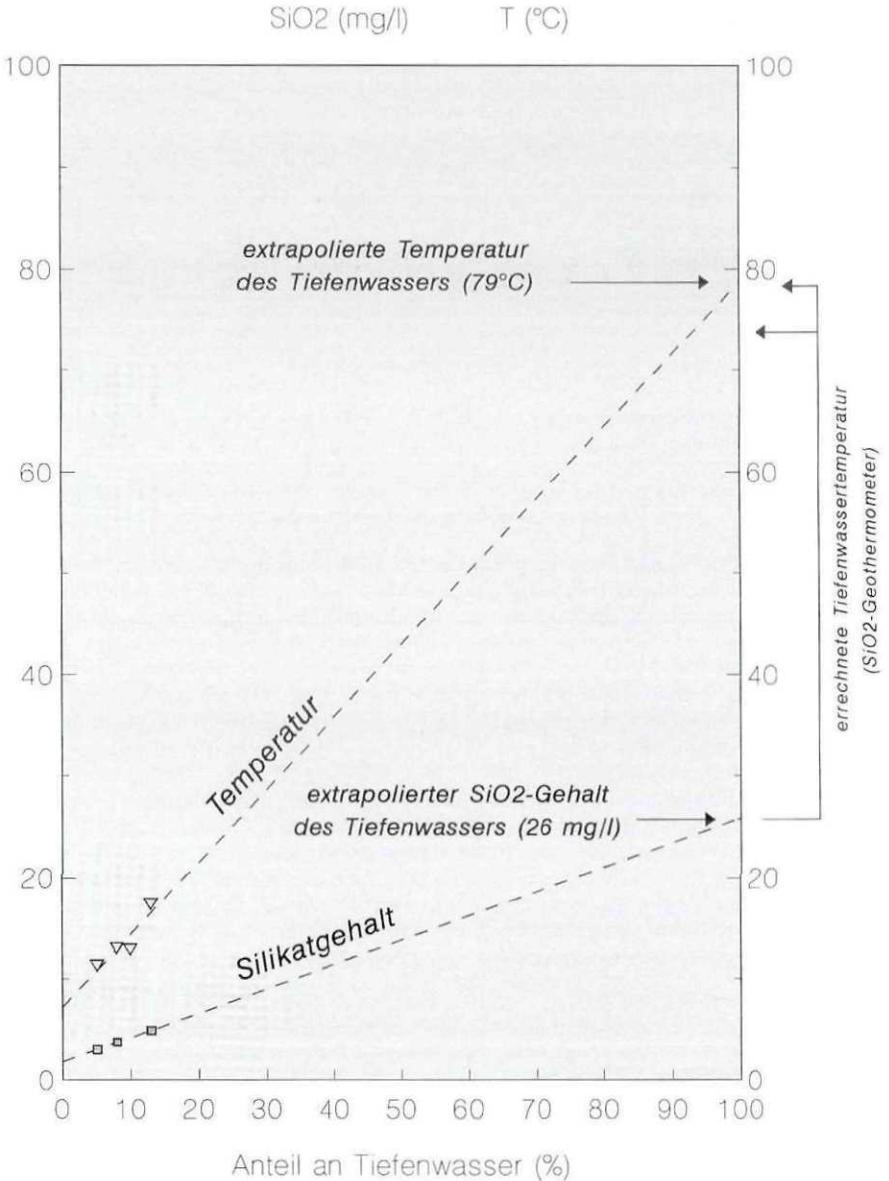


Abbildung 3: Extrapolation von Temperatur und Silikatgehalt mittels der rechnerischen Mischwasseranteile in den Casari-Quellen auf den Tiefenwasseranteil

sche Prozesse ($<150^\circ$) entspringen, da ansonst Veränderungen im ^{18}O -Gehalt („Oxygen-Shift“) durch Wechselwirkungen mit dem Gestein zu erwarten wären (BOWEN, 1989).

Die Tritiumgehalte (3.4 ± 0.24 am 1.10.92 sowie 4.7 ± 0.3 am 4.4.1995) ergeben bei einer Zumischung von seichtem Dolomitkarstwasser im Verhältnis 1:9 Werte von maximal 4.6 für den Seichtwasseranteil. Jener stammt also aus dem Zeitraum 1989-1994 (ZHANG et al. 1996). Für eine gewisse Mindestverweilzeit auch dieses Karstwasseranteils spricht letztlich auch die ganzjährig nur wenig variierende Temperatur.

Das scheinbare ^{14}C -Alter des Wassers beträgt rund 11 500 Jahre. Zur Ermittlung des wahren Wasseralters des Thermalwasseranteils müssen aber zumindest 3 Korrekturen vorgenommen werden, die den Anteil an gelöstem ^{14}C aus dem Karbonat (bereits bei der Auflösung gleich Null), Isotopenfraktionierungen sowie die Zumischung seichten Karstwassers berücksichtigen. Dies ergibt einen recht großen Unsicherheitsbereich (dazu GEYH, 1990), sodaß hier nur von einem Alter des Thermalwasseranteils von „einigen Tausend Jahren“ gesprochen werden kann. Darüber hinaus ist eine teilweise bakterielle Reduktion des Sulfates in tieferen Aquiferbereichen und damit verbunden eine weitere Änderung der Isotopenverhältnisse nicht auszuschließen (ZHANG et al., 1996).

Abschätzungen der Reservoirtemperatur

Die Wassertemperatur der wärmsten Quelle der Quellgruppe schwankt im Jahreslauf nur wenig. Zwischen Juli 1991 und Juli 1993 ergab sich ein Mittelwert von 17.4°C . Die Jahresdurchschnittstemperatur der lokalen Quellen liegt bei rund 8°C .

Bei Annahme des aus den hydrochemischen Ergebnissen abgeschätzten Mischungsverhältnisses von 1:9 (Thermalwasser zu seichtem Karstwasser) ergibt sich somit rechnerisch eine Reservoirtemperatur von 102°C . Daneben bieten sich verschiedene „Geothermometer“ an, die hydrochemische Parameter (Si, K/Na etc.) und deren temperaturabhängiges Lösungsverhalten für die Berechnung der Reservoirtemperatur heranziehen. Für niedertemperierte Thermalwässer bietet sich nach Literaturangaben am ehesten das „Quarzthermometer“ an, das auch im gegenständlichen Fall applikabel erscheint, da der SiO_2 -Gehalt eindeutig mit dem Anteil an Warmwasser in den verschiedenen Quellen der Quellgruppe zunimmt (Abbildung 2).

Das Quarz-Geothermometer nach TRUESDELL (1975) ergibt bei einem SiO_2 Gehalt des Thermalwasseranteiles von 40 mg/l (aus dem analytisch ermittelten Gehalt des Quellwassers von 4.9 mg/l und des seichten Karstwassers von 1 mg/l) aus den Formeln für

$$\text{adiabatische Abkühlung} \quad T = \frac{1533}{5.768 - \log(\text{SiO}_2)} - 273$$

$$\text{konduktive Abkühlung} \quad T = \frac{1315}{5.205 - \log(\text{SiO}_2)} - 273$$

(T in $^\circ\text{C}$, \log = dekadischer Logarithmus)

Werte von 94°C bzw. 92°C als Reservoirtemperatur des Thermalwasseranteiles.

Der bei der hydrochemischen Mischungsrechnung erhaltene - geringere - Gehalt an SiO_2 von 26 mg/l (Abb. 3) ergibt Reservoirtemperaturen von 79 bzw. 74°C .

Zusammen mit dem extrapolierten Wert aus den Quelltemperaturen erhält man somit einen zu erwartenden Temperaturbereich von 70 - 105°C für das Thermalwasserreservoir im Bereich gipsführender Schichten. Dies entspricht bei Annahme des mittleren geothermalen Gradienten von 3°/100 m einer Teufenlage von 2000 - 3000 Metern unter dem lokalen Niveau.

Vergleich mit der Therme von Gams

Im Vergleich zur Casari-Quelle ist die „temperierte Schwefelquelle“ (ZETINIGG, 1992/93) von Gams bei Hieflau, die rund 20 Kilometer entfernt am westlichen Ende des Hochschwabgebietes entspringt, weit bekannter. Dies hängt wohl einerseits mit der deutlich höheren Schüttung zusammen, die nach Literaturangaben (in ZETINIGG, 1992/93) - stark schwankend - immerhin im Bereich einiger Zehnerliter liegt, andererseits mit dem Gehalt an zweiwertigem Schwefel, der aufgrund seines markanten Geruches auch bei sehr starker Verdünnung die Aufmerksamkeit der Bevölkerung wohl schon frühzeitig auf sich gezogen hat. Abgesehen von diesen beiden Unterschieden weisen die Quellen aber eine ähnliche hydrochemische Charakteristik auf:

	Zeitraum	T(°C)	Ca	Mg	HCO ₃	SO ₄
Casari	7/91-7/93	17.4	78	33	195	161
Gams	15.1.1985	19.7	93	23	174	108

Tab. 3: Vergleich der temperierten Wässer von Gams und der wärmsten Casari-Quelle (hydrochemische Angaben in mg/l)

Die Genese der beiden Wässer ist aber vermutlich in einem Punkt eine etwas unterschiedliche. Bei der Therme von Gams wird die Schwefelwasserstoffbildung (und in weiterer Folge die Gipsgenese in der nahen Kraushöhle, Kat.Nr. 1741/1) auf bakterielle Umsetzung von Sulfat (vermutlich aus dem Haselgebirge) und organischer Substanz des Dachsteinkalkes zurückgeführt. In weiterer Folge kommt es zu einer nachhaltigen Vermischung mit seichterem, eher kalkigem Karstwasser, dessen Zusatz sich in zum Teil hohen Tritiumgehalten manifestiert. Bei der Casari-Quelle kann nach den derzeitigen geologischen Vorstellungen mit einer Herkunft des Sulfates ebenfalls aus dem Haselgebirge der Göllederckenbasis oder der Umgebung der SEMP-Linie gerechnet werden, zweiwertiger Schwefel findet sich jedoch nicht. Die Vermischung mit seichem Karstwasser - hier eindeutig von dolomitischer Hydrochemie - ist vergleichbar, wengleich auch die Mischungsrate erwartungsgemäß deutlich weniger schwankt.

Hier wie dort ist aber die Grundfrage, warum das temperierte Wasser gerade am gegenwärtigen Quellort zutage tritt, wenigstens zu einem guten Teil noch eher gefühlsmäßig als wissenschaftlich fundiert zu beantworten - ein Problem, das für etliche der anderen Thermen gerade im geologisch komplizierten Alpenraum gleichermaßen zutrifft.

Literaturhinweise

Bowen, R. (1989): Geothermal Resources (2nd ed.). - Elsevier Applied Science.

- Geyh, M.A. (1990): Absolute Age Determination. - Berlin, Heidelberg... (Springer).
- Rank, D. (1989): Isotopenverhältnisse - die Fingerabdrücke des Wassers. - Schr. d. Ver. z. Verbreitung naturwiss. Kenntn. in Wien, 127:147-176.
- Truesdell, A.H. (1975): Geochemical techniques in exploration. - Proc. 2nd UN - Symp. on the development and use of geothermal resources, San Francisco.
- Zetinig, H. (1992/93): Die Mineral- und Thermalquellen der Steiermark. - Mitt. Abt. Geol. u. Paläontol. Landesmuseum Joanneum (Graz), 50/51, 362 Seiten, 17 Tafeln.
- Zhang, D., Pavuza, R., Fischer, H., Mais, K. (1996): Preliminary Studies of a Karst Warm Spring in Mt. Kräuterin, Austria.- North American Water and Environmental Congr. (CD-ROM), Am. Soc. Civ. Eng.
- Zötl, J., Goldbrunner, J.E. (1993): Die Mineral- und Heilwässer Österreichs. Geologische Grundlagen und Spurenelemente.- Wien - New York (Springer), 324 Seiten.

Gesamtganglänge und bezogene Gangdichte - ein Vorschlag zur Verbesserung tabellarischer Längenangaben von Höhlen

Von Fritz Reinboth (Braunschweig)

Über den Wert der Gesamtganglänge

Die Aussage der „Gesamtganglänge“ (GGL) einer Höhle über ihre wissenschaftliche Bedeutung ist trotz einer eigens zur Aufstellung von vergleichenden Listen gebildeten UIS-Kommission seit jeher umstritten. Berühmte archäologische Höhlenfunde entstammen oft Kleinhöhlen oder Abris; eine 10 m lange Quellungshöhle im Anhydrit am Südharz gehört schon zu den größten ihrer Art und ist trotzdem eine geologische Rarität ersten Ranges. Sicher erwartet niemand in einer nach Längen geordneten Höhlenliste eine Aussage über morphologische, archäologische und geologische Besonderheiten. Trotzdem finden diese Listen der längsten Höhlen keineswegs nur das Interesse touristisch orientierter Höhlenfreunde. Krasser gelten solche Angaben als sportliches Wertekriterium bei sogenanntem „Tiefenrekord“.

Was sagen nun diese Zahlen? Es gibt seit langem Regeln, nach denen die jeweiligen Gesamtganglängen zu ermitteln sind (TRIMMEL 1968: 239), sodaß die Korrelierbarkeit der Daten gewährleistet zu sein scheint; daß es oft durchaus im Ermessen des Auswertenden liegt, welche Ausbuchtungen eines Höhlenganges er berücksichtigt, sei hier vernachlässigt.

Auch ohne diese Einschränkung lassen sich Zweifel am Aussagewert der sogenannten Gesamtganglänge über die wirkliche Größe einer Höhle schnell verdeutlichen. Ein Vergleich der Grundrisse der mit 1040 m Gesamtlänge zu den Grobhöhlen zählenden „Höllern“ im fränkischen Grundgips (GÖTZ 1979) und der Himmelreichhöhle bei Walkenried am Harz, die mit 580 m geführt wird (REINBOTH 1970), verdeutlicht beispielhaft die Unsinnigkeit dieser Zahlenspiele (Abb. 1). Die ganze Höllern paßt etwa zweimal in den Grundriß der Haupthalle der Himmelreichhöhle, die zur Gesamtlänge ganze 170 Meter beisteuert! Ein Vergleich der Volumina würde die Kriechgänge der Höllern gegen die weiträumige Himmelreichhöhle gänzlich in Bedeutungslosigkeit untergehen lassen. Man täte der morphologisch so bemerkenswerten Höllern bitter Unrecht, wenn man ihre Bedeutung durch ihr Volumen ausdrücken wollte; jedoch ist die Länge dafür ebensowenig signifikant.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Die Höhle](#)

Jahr/Year: 1997

Band/Volume: [048](#)

Autor(en)/Author(s): Pavuza Rudolf, Zhang Dachang

Artikel/Article: [Kurze Mitteilung über eine "Thermalquelle" im Dolomitkarst bei Wildalpen \(Steiermark\) 14-21](#)