

- 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.

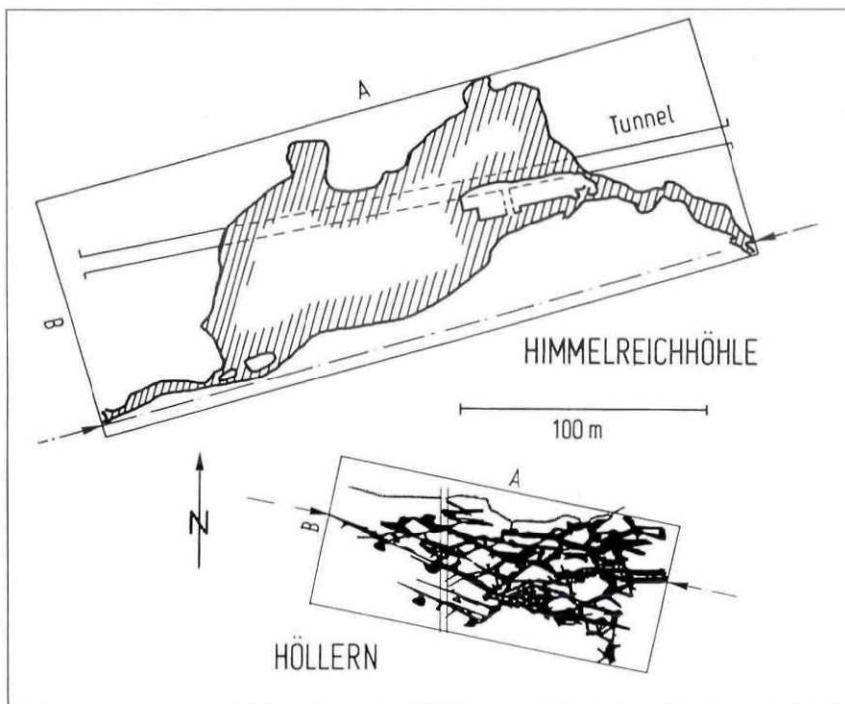


Abb. 1 Größenvergleich der Himmelreichhöhle (GGL 410m; einige durch Stollen zugängliche Nebenhöhlen sind hier nicht berücksichtigt) und der Höllern (GGL 1040m) mit Darstellung der größten Ausdehnung (Pfeile) und des Bezugsrechtecks A x B. Die Maßstäbe beider Grundrisse sind gleich. Himmelreichhöhle nach eigener Vermessung 1961, Höllern nach GÖTZ (1979)

Die Kluterhöhle, früher als „größte“ (korrekter wäre „längste“) deutsche Höhle geführt (GRIEPENBURG 1931: 56), hatte mit über 5 km Länge die Heimkehle bei Ufrungen als Schauhöhlenkonkurrenz mit eben 1780 m Länge glatt aus dem Feld geschlagen. Die Heimkehle konterte mit der Feststellung, sie sei zwar nicht die längste, aber doch die voluminmäßig größte Höhle Deutschlands. Wie man aus diesem Beispiel ersieht, können solche „Rekordlängen“ auch kommerzielle Hintergründe haben. Damit wird wohl hinreichend deutlich, daß die Größe derart unterschiedlicher Höhlentypen sich eben nicht auf eine auch nur für bescheidenste Ansprüche aussagekräftige „Gesamtganglänge“ reduzieren läßt.

Die wirkliche Größe einer Höhle wäre wohl am eindeutigsten durch ihr Hohlräumvolumen charakterisiert. In der Praxis stößt eine auch nur einigermaßen zuverlässige Angabe trotz des Computerzeitalters auf unüberwindliche Schwierigkeiten. Einfacher zu ermitteln und fast ebenso aussagekräftig ist die Grundfläche. Mit einem Planimeter ist sie auf einem Grundriß meistens schneller bestimmt als die Gesamtlänge. Da heute sehr viele Pläne auf dem Computer erstellt werden, ließe sich auch damit die Grundfläche einer Höhle errechnen. Ein einfaches, jedoch sehr mühseliges Verfahren wäre das Auszählen eines übergelegten maßstäblichen Rasters bzw. transparenten Millimeterpapiers. Bei Labyrinthhöhlen wie der ukrainischen Optimistickajka wird die Flächenbestimmung immer äußerst mühsam bleiben.

Es muß also nach einer einfacheren Lösung gesucht werden, aus möglichst wenigen Zahlen eine repräsentative Aussage zu gewinnen. Dafür gibt es mehrere Möglichkeiten.

Längenbezogene Gangdichte

Neben der Gesamtlänge bietet sich als weitere Kenngröße einer Höhle der Abstand ihrer am weitesten voneinander entfernten Punkte an, den ich hier als ihre größte Ausdehnung A_{\max} definiere (Beispiele in Abb. 1). Der Quotient dieser Längen ist die „längenbezogene Gangdichte“ $G_L = GGL/A_{\max}$

Anschaulich sagt diese Kenngröße, wieviel Meter der Gesamtganglänge auf jeden Meter des Höhlenareals, in der Richtung seiner größten Ausdehnung gemessen, entfallen. Sie wird umso größer, je labyrinthischer oder mäandrierender ein Höhlensystem wird und liefert somit eine einfach zu gewinnende zahlenmäßige Aussage über den Grundrißtyp einer Höhle.

Die Aussage ist leider unabhängig von der lateralen Ausdehnung des Höhlensystems. Infolgedessen hat z. B. ein langgestreckter enger Gang und ein großer Einzelhohlraum die gleiche, gegen 12 gehende längenbezogene Gangdichte.

Flächen- und volumenbezogene Gangdichte als weitere Möglichkeiten der Kennzeichnung des Grundrißtyps einer Höhle

Günstiger ist es, die Gesamtganglänge auf die Fläche eines Rechtecks oder das Volumen eines Quaders zu beziehen, innerhalb dessen sich die Höhle ausdehnt und das mit zur Achse der größten Längenausdehnung parallelen bzw. orthogonalen Seiten oder Kanten eindeutig definiert ist (Beispiele in Abb. 1). Hier sei nur die flächenbezogene Gangdichte näher betrachtet. Bei der Quotientenbildung aus Länge und Fläche erhält man bei geometrisch ähnlichen Grundrissen verschiedener Größe unterschiedliche Zahlenwerte (noch krasser bei der Relation Länge/Volumen). Ein einfaches Beispiel mag das verdeutlichen: eine rechteckige Halle mit gleichem Seitenverhältnis sollte unabhängig von ihrer Größe natürlich den gleichen Kennwert haben. Für einen 10 m x 100 m großen Raum mit der GGL 100 m würde sich beispielsweise ergeben:

$$G = 100 \text{ m} / (10 \text{ m} \times 100 \text{ m}) = 0,1 \text{ m/m}^2;$$

für einen Raum mit gleichem Seitenverhältnis, aber nur 1 m x 10 m Größe dagegen nur

$$G = 10 \text{ m} / (1 \text{ m} \times 10 \text{ m}) = 1 \text{ m/m}^2.$$

Diese Vorgehensweise ist also für eine Kennzeichnung unbrauchbar.

Die mißliche Quotientenbildung aus einer Länge und einer Fläche (oder eines Volumens) läßt sich vermeiden, indem alle Längen normiert, d. h. hier als Bruchteile der Gesamtganglänge GGL ausgedrückt und somit dimensionslos gemacht werden. Allgemein gilt für diese Rechnung mit normierten Größen:

$$G_F = \frac{GGL}{GGL} / \left(\frac{A_{\max}}{GGL} \times \frac{B_{\max}}{GGL} \right) = GGL^2 / F.$$

Darin ist A_{\max} die größte Ausdehnung, B_{\max} die Breite der rechteckigen Bezugsfläche und $F = A_{\max} \times B_{\max}$ deren Flächeninhalt.

Die Kenngröße G_F sagt also, wie oft die Fläche des Rechtecks $A_{\max} \times B_{\max}$, in das eine Höhle eingeschrieben ist, in einem Quadrat mit der Seitenlänge GGL enthalten ist. Nach dieser Normierung ergibt sich jetzt für den ersten Fall (Normierung mit $GGL = 100 \text{ m}$):

$$G_F = 1 / (0,1 \times 1) = 10;$$

für den zweiten Fall (Normierung mit $GGL = 10 \text{ m}$) ergibt sich das Gleiche. Nur eine Halle mit gleicher Länge und Breite hat die flächenbezogene Gangdichte $G_F = 1$. Die flächenbezogene Gangdichte spiegelt also auch die Gangbreite bzw. die laterale Ausdehnung eines Systems wider.

Beispiele:

Exemplarisch seien für einige bekannte Höhlen die längenbezogene Gangdichte G_L und die flächenbezogene Gangdichte G_F gegenübergestellt, die sich nach dem beschriebenen Verfahren ergeben¹. Die Werte sind gerundet.

Himmelreichhöhle (nach REINBOTH 1970), große Halle mit zwei Gerinnefortsätzen (Abb. 1): GGL = 410 m, Ausdehnung 275 m x 100 m (ohne die Nebenhöhlen); $G_L = 410/275 = 1,5$; $G_F = 410/(275 \times 100) = 6$

Barbarossahöhle (nach VÖLKER), Folge großer Hallen, keine nennenswerten Nebengänge): GGL = 670 m, Ausdehnung 380 x 145 m, $G_L = 670/380 = 1,8$; $G_F = 670/(380 \times 145) = 8$

Heimkehle (nach STOLBERG 1926), Folge großer Hallen mit Parallelstrecken und kleineren Seitengängen: GGL = 1780 m, Ausdehnung 700 m x 250 m, $G_L = 2,5$; $G_F = 18$

Hermannshöhle im Harz (nach VÖLKER), verwickeltes Höhlensystem in mehreren Etagen: GGL = 1500 m, Ausdehnung 550 m x 140 m, $G_L = 2,7$; $G_F = 29$

Segeberger Höhle (nach FRICKE 1989 und GRIPP 1913), labyrinthartige Höhle mit längerem Ostgang: GGL = 1985 m, Ausdehnung 280 m x 125 m, $G_L = 7,1$; $G_F = 113$

Höllern (nach GÖTZ 1979 und briefl. Mitt. S. KEMPE 1996), Netz enger Gänge (Abb. 1): GGL = 1040 m, Ausdehnung 140 m x 60 m; $G_L = 7,4$; $G_F = 129$

Kluterhöhle (nach GRIEPENBURG 1931), netzartiges Gangsystem: GGL = 5200 m, Ausdehnung 390 m x 190 m; $G_L = 13$; $G_F = 365$

Dachstein-Mammuthöhle (nach HARTMANN 1996), alpine Großhöhle: GGL = 50,1 km; Ausdehnung 2,3 x 1,3 km; $G_L = 22$; $G_F = 839$

Höllloch (nach BÖGLI 1970): sehr verzweigte Großhöhle: GGL = 109 km, Ausdehnung 5 km x 1,7 km; $G_L = 20$; $G_F = 1398$

Optimisticeskaja, Ukraine (Stand 1973; pers. Mitt. R. VÖLKER), engmaschiges Labyrinth: GGL = 101,3 km, Ausdehnung 1,8 km x 1,1 km; $G_L = 56$; $G_F = 5183$

Als Extrembeispiele von Grundrißtypen mögen noch folgen:

Kammerbacher Höhle (nach STOLBERG 1930): unverzweigter Einzelraum; GGL = 42 m, Ausdehnung 42 m x 25 m; $G_L = 1$; $G_F = 1,7$

Kuxloch an der Helbeburg (nach STOLBERG 1935): unverzweigte, enge Klufthöhle: GGL = 25 m; Ausdehnung 25 m x 1 m; $G_L = 1$; $G_D = 25$

Schlußfolgerungen

Längenvergleiche sind nur für Höhlen mit ähnlicher Gangdichte sinnvoll. Die Werte für die großräumigen Gipshöhlen im Südhaz sind deutlich niedriger als die der labyrinthischen Systeme mit den imponierenden Gesamtganglängen, die sich dadurch allerdings zum Teil relativieren! Die Labyrinth der Optimisticeskaja sind in fünf Gruppen zusammengeballt; die Umschreibung des Höhlenareals durch ein Rechteck wird zudem durch einen einzelnen Gang von 400 m Länge verfälscht. Bei anteilmäßiger Berechnung für die einzelnen Teile und ohne Berücksichtigung des Südganges für das Bezugsrechteck würde sich sogar eine flächenbezogene Gangdichte $G_F > 7000$ ergeben.

Die Beispiele Kammerbacher Höhle und Kuxloch zeigen die mangelhafte Signifikanz des nur längenbezogenen Wertes für solche Sonderfälle. Aber auch die Barbarossahöhle und die dem gegenüber wesentlich komplizierter angelegte Hermannshöhle unterscheiden sich wesentlich nur im flächenbezogenen Wert, der sich mithin als besser und aussagekräftiger

¹) Für das Prinzip ist unerheblich, daß die der Literatur entnommenen Werte nicht unbedingt aktuell sind.

erweist. Trotz seiner etwas aufwendigeren Bestimmung wäre also die flächenbezogene Gangdichte G_f zur Charakterisierung zu bevorzugen.

Letztlich ersetzt auch dieser Kennwert natürlich nicht die Information, die ein noch so primitiver Höhlenplan bietet. Die Festlegung auf eine rechteckige Bezugsfläche ist natürlich ein Notbehelf und kann bei Höhlengrundrissen, welche dieses Rechteck nur zum kleineren Teil wirklich füllen, zu weniger repräsentativen Ergebnissen führen. Eine präzisere Festlegung der umschließenden Fläche wäre denkbar, aber u. U. nicht mehr eindeutig reproduzierbar. Darüber läßt sich diskutieren, ohne das Prinzip der flächenbezogenen Länge grundsätzlich in Frage zu stellen.

Die hier nicht weiter diskutierte volumenbezogene Gangdichte

$$G_V = GGL^3 / (A \times B \times H) \text{ mit } H = \text{Höhe des Bezugsquaders}$$

ergibt sehr unhandliche Zahlenwerte und wäre ohnehin nur bei Höhlen mit Höhendifferenzen in der Größenordnung der horizontalen Ausdehnung sinnvoll. Bei solchen Höhlen taucht aber erfahrungsgemäß der Gesamthöhenunterschied ohnehin als zusätzliche Information in den Listen auf.

Literatur

- Bögli, A.: Das Hölloch und sein Karst.- Neuchâtel 1970
- Fricke, U.: Ein neuer Plan der Segeberger Kalkberghöhle.- Mitt. Verb. dt. Höhlen- und Karstforscher 35 (1989), 1/2: 77-85
- Götz, J.: Der Gipskarst bei Markt Nordheim.- Natur und Mensch (Jahresmitt. der NHG Nürnberg), 1979, S. 27-31
- Griepenburg, W.: Die Kluterthöhle, Deutschlands größte Höhle.- Mitt. über Höhlen- u. Karstforschung, 1931.
- Gripp, K.: Über den Gipsberg in Segeberg und die in ihm vorhandene Höhle.- 6. Beiheft zum Jb. Hamburgische Wiss. Anst. XXX (1912), Hamburg 1913: 35-51
- Hartmann, W.: Dachstein-Mammuthöhle: 50 km Länge erreicht. - Die Höhle, 47 (1996): 1-7
- Reinboth, E.: Die Himmelreichhöhle bei Walkenried und ihre Geschichte.- Mitt. Verb. dt. Höhlen- und Karstforscher, 16 (1970), 3/4: 29-44
- Stolberg, F.: Die Höhlen des Harzes.- Magdeburg 1926
- Stolberg, F.: Höhlen in der Triasstufe vorm Sudharz II.: Die Höhlen im Muschelkalk.- Mitt. über Höhlen- und Karstforschung, 1935: 19-27
- Stolberg, F.: Höhlen und Karsterscheinungen im Zechsteinmantel des Soodener Grauwackengebirges.- Mitt. über Höhlen- u. Karstforschung, 1930: 89-95
- Trimmel, H.: Höhlenkunde.- Braunschweig 1968.
- Völker, C. und Völker, R.: Schauhöhlen - Höhlenführer - Touristen.- Mitt. Karstmuseum H. 20, Ufrungen o. J.

In memoriam Bernard Gèze

Am 8. Dezember 1996 starb Bernard Gèze im 84. Lebensjahr. Die Trauerfeier und die Bestattung in der Familiengruft in Terssac (Tarn) fanden am 12. Dezember 1996 im engsten Familienkreis statt.

Mit Bernard Gèze hat die internationale Speläologie wieder eine jener Persönlichkeiten verloren, die die Entwicklung der Karst- und Höhlenkunde nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges entscheidend geprägt haben. Als Professor für Geologie am Institut National Agronomique in Paris und Vizepräsident des Französischen Nationalkomitees für Speläologie war er 1953 zum Generalsekretär des

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): Reinboth Fritz

Artikel/Article: [Gesamtganglänge und bezogene Gangdichte - ein Vorschlag zur Verbesserung tabellarischer Längenangaben von Höhlen 21-25](#)