

# Auswertungsmöglichkeiten von Höhlenvermessungen.

Von Dr. Ing. Robert Oedl (Salzburg).

In diesem Aufsatz will ich nur durch kurze Erläuterung einzelner Beispiele die zahlreichen Anwendungsarten der Höhlenvermessung betonen. Die einzelnen Fälle kann ich leider wegen Raummangels nicht vollständig erschöpfen und sie würden auch eingehender behandelt den Rahmen dieses Aufsatzes überschreiten.

## 1. Längenausdehnung und Größendimension von Höhlen und ihr Vergleich.

Gerade bei der Systematisierung von Höhlen ist eine einheitliche Vermessungsweise sehr wichtig, um mit den Höhlen aus den verschiedensten Gebieten Vergleiche mit anderen bekannten Höhlen anzustellen.

Dieser Vergleich ermöglicht sich am kürzesten durch entsprechende Zahlenangaben über die Längenausdehnung und die Raumdimensionen der ganzen Höhlengänge und des größten Hohraumes der Höhle.

Die bisherigen Angaben über Höhlenausdehnungen waren fast niemals untereinander vergleichbar, da sie nach den verschiedensten Gesichtspunkten erfolgten. Wie oft hört man die Frage „Diese oder jene Höhle geht nur 100 *m* tief in den Berg hinein und hat doch 600 *m* Ganglänge. Wieso ist das möglich?“ oder „Die größten Höhlen der Erde seien die Mammoth Caves in Nordamerika, sie seien zirka 300 *km* lang. Worauf beruhen diese Zahlenangaben?“

Ich möchte nun einheitlich für den Vergleich von Höhlenausdehnungen folgende Zahlenangaben vorschlagen, die ich für die fünf größten Höhlen Europas bestimmte und in beiliegender Tabelle zusammenstellte. Selbstverständlich beruhen diese auf die bis jetzt vorhandenen Pläne und ihre Genauigkeit nähert sich mehr oder minder den tatsächlichen Werten. Ich habe mich aber bemüht, sämtliche Zahlenangaben von ein- und denselben Grundsätzen für alle Höhlen gleichmäßig zu ermitteln, so daß sie zu einem Vergleich untereinander genügend genau sind.

Die Grundsätze wären folgende:

- a) Die Höhlenlänge wird nur von tatsächlich erforschten Gängen angegeben und umfaßt nur eine Höhle; benachbarte Höhlen sind gesondert anzugeben. Unter Höhle verstehe ich hier Gangsysteme, die einen unterirdischen und begehbaren Zusammenhang aufweisen. Natürlich kann diese Höhle auch mehrere Eingänge besitzen. Wahrscheinliche und mutmaßliche Fortsetzungen sind nicht mit einzurechnen.
- b) Für die Bestimmung des größten Hohlraumes ist zuerst der Begriff eines einzelnen festzulegen. Eine Reihe von Hallen kann hier ebensowenig als Einzelraum aufgefaßt werden als wie ein Doppelraum, der in der Mitte durch einen Verstoß oder breite Felsenpfeiler getrennt ist. Ein einzelner Hohlraum ist daher dann als solcher anzusehen, wenn ihr Raummittelpunkt von allen Seiten eingesehen werden kann. Manchmal wird in einzelnen Fällen eine besondere Entscheidung über die Abgrenzung eines Raumes notwendig sein.

Die gemessene Gesamtlänge wird nach den Meßbandlinien angegeben, die durch die Längsachsen der Höhlengänge gelegt sein müssen. Hier wird also nicht die projizierte Länge angegeben. Doppelte Messungen in einem Raume sind nicht miteingerechnet, ebenso auch Distanzen, die man nicht befahren kann (z. B. tiefe Abgründe oder hohe Schlote, die man nicht erstiegen hat). Diese Längenmessung ist deshalb berechtigt, weil sie begangene Strecken mißt und vom touristischen Standpunkte aus den richtigen Einblick über die überwundenen Schwierigkeiten gibt, da ja beispielsweise ein Abstieg von 40 m Tiefe, der sich eigentlich nur auf 15 m Horizontalentfernung erstreckt, nur durch erstere Zahlenangabe ermessen werden kann. Die gemessenen Distanzen sind aus dem Messungsbuch bekannt.

Für den Geographen ist diese Länge oft weniger von Interesse und dieser wird die Gesamtlänge der Horizontalprojektion benötigen. Bei diesen beiden ersten Längenangaben sind alle Haupt- und Nebengänge mit einbezogen.

Der größte Hohlraum wird durch die größte Länge, Breite und Höhe bestimmt. Hierzu tritt noch die Flächenangabe über die in den Horizont projizierte Grundebene und das natürlich nur annähernd bestimmbare Raumvolumen.

Die größte horizontale Ganglänge wird aus dem Längszug durch die größeren Hauptgänge errechnet und darf nicht durch einzelne Seitenlabyrinth gewunden hindurchführen oder gar sich in ein und demselben Raum kreuzen oder in ihm selbst zurücklaufen.

Die Ermittlung der größten direkten Entfernung vom Eingang zeigt uns die Luftlinie des entferntesten Punktes des Höhlensystems vom Eingange an (in der Horizontalprojektion). Die Differenz des höchsten und tiefsten Punktes der Höhle gibt uns den größten vertikalen Höhenunterschied und erlaubt uns zusammen mit der Fläche des Höhlensystems eine Vorstellung über ihre räumliche Ausdehnung. Die Fläche ermittelt sich ungefähr aus der Länge und Breite der

Höhlenkarte selbst, also nicht die Summe der Flächenausdehnungen der einzelnen Räume. Unter erschlossene Weglängen habe ich die Länge des für Besucher zugänglich gemachten Höhlenteiles hinzugefügt.

Auf Grund dieser Daten, die man sich selbst schnell aus anderen Höhlenplänen ermitteln kann, wird die oft aufgeworfene Frage über Höhlenausdehnung schnell und ausreichend beantwortet.

| Name                                    | der Höhle              |                  | Adelsberger Höhle | Reka-Höhle | Dachstein-Riesen-Eis-Höhle | Dachstein-Mammuth-Höhle | Eisriesenwelt         |
|---|------------------------|------------------|-------------------|------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|
|   | des größten Hohlraumes |                  | Großer Dom        | Martel-Dom | König Artus-Dom            | Großer Dom              | Alexander v. Mörk-Dom |
| Gemessene Gesamtlänge                   |                        | km               | 10·0              | 4·5        | 3·5                        | 15·0                    | 30·0                  |
| Gesamtlänge in der Horizontalprojektion |                        | km               | 8·7               | 4·2        | 3·0                        | 13·0                    | 27·0                  |
| Größter Hohlraum                        | Länge                  | m                | 130               | 250        | 100                        | 128                     | 95                    |
|   | Breite                 | m                | 40                | 80         | 60                         | 30                      | 40                    |
|   | Höhe                   | m                | 35                | 70         | 20                         | 20                      | 45                    |
|   | Raumvolumen            | c <sup>3</sup> m | 109.000           | 200.000    | 60.000                     | 70.000                  | 60.000                |
| Größte horizontale Ganglänge            |                        | m                | 3.500             | 1.800      | 800                        | 2.000                   | 3.500                 |
| Größte direkte Entfernung vom Eingang   |                        | m                | 2.250             | 1.450      | 430                        | 1.100                   | 2.000                 |
| Größter Höhenunterschied                |                        | m                | 90                | 100        | 100                        | 300                     | 200                   |
| Fläche des Höhlensystems                |                        | km <sup>2</sup>  | 2·60              | 1·20       | 0·18                       | 1·65                    | 2·00                  |
| Erschlossene Ganglänge                  |                        | m                | 3.300             | 700        | 600                        | 1.350                   | 700                   |

Anmerkung zu dieser Tabelle:

Ermittlung der Zahlenangaben der Adelsberger Höhle: G. And. Perko; Die Adelsberger Grotte in Wort und Bild, 1910, Adelsberg: Plan.

„ „ „ „ Reka-Höhle: Plan der Kanzianer Grotten, aufgenommen von Hanke, Marinitsch und gezeichnet von Meeraus, herausgegeben von der Sektion Küstenland des D. u. Ö. A. V. in Triest, 1913; außerdem ergänzt durch eigene Beobachtungen.

„ „ „ „ Dachstein-Riesenhöhle: Dr. Rudolf Saar; Die Dachstein-Rieseneishöhle, Österreichische Höhlenführer, Band I, Wien, 1921; Staatliche Höhlenkommission: Pläne.

„ „ „ „ Dachstein-Mammuthöhle: Auf Grund der Neuvermessung des Verfassers im Jahre 1923.

„ „ „ „ Eisriesenwelt: Auf Grund unserer Forschungsergebnisse bis Ende 1924. (Trotzdem im rückwärtigen Teil der Eisriesenwelt noch bedeutend größere Hohlräume vorhanden sind, wurden hier die Daten des Mörk-Domes verzeichnet, da er dem allgemeinen Besuch zugänglich ist.)

Aus vorstehender Tabelle ersieht man sofort, daß die Eisriesenwelt die längste und größte Höhle Europas ist, während die größten Hohl- und Einzelräume die Sankt Kanzianer Höhlen bei Divača besitzen. Der Martel-Dom daselbst übertrifft an Volumengröße noch um beträchtliches die Riesenhöhle bei Triest, die bis jetzt allgemein als der größte Hohlraum der Erde angesprochen wurde.

Ebenso möchte ich hier noch die verschiedenen Zahlenangaben über die Ausdehnungen der Mammoth Caves in Nordamerika erläutern. Angeblich sollen sie zirka 300 km Ganglänge besitzen, zweifellos wird hier bei dieser Längenangabe ein riesiges Höhlengebiet mit Dutzenden von Einzelhöhlen zusammengerechnet. Nach Knebel (Höhlenkunde 1906, Braunschweig, „Die Wissenschaft“, Heft 15, S. 170) soll ihre Länge nicht mehr als 50 km betragen. Diese widersprechenden Zahlenangaben sind wohl darauf zurückzuführen, daß die jetzigen Besitzer der Höhle eine genaue Vermessung derselben nicht vornehmen lassen, damit die Lage der einzelnen Gänge unter der Erde nicht bekannt wird, die sonst eventuell von einem Konkurrenzunternehmen angebohrt werden könnte. Daher beruhen die Zahlenangaben auf Schätzungen und nach Aussagen der Führer; diese sind aber leicht um das Zehnfache übertrieben.

## 2. Die Höhlen als Beweis für Doubrée's Versuche.

In der Nähe des Walchensees, einer der prachtvoll gelegenen bayrischen Gebirgsseen, befinden sich die beiden Eingänge zum Angerloch. Schon seit uralter Zeit ist diese Höhle bekannt, führt doch an ihr die von Kochel über den Kesselberg kommende Römerstraße vorbei.

Erst vor wenigen Jahren haben die „Naturfreunde“, München, dieses Labyrinth von Gängen zugänglich gemacht. Die Befahrung der Höhle ist aber trotzdem noch mit gewissen Schwierigkeiten verbunden, obwohl die Erschließung in hervorragender Weise durchgeführt ist, ohne das Höhlenbild zu verändern.

Jeder Besucher wird von diesem Durcheinander von Gängen gefesselt und erblickt mit einer gewissen Genugtuung an den vielen Abzweigungen die Tafeln mit der Ausgangsrichtung. Ohne ihnen würde man tatsächlich nicht so leicht herausfinden. Als ich die Vermessung dieses Irrgartens in Angriff nahm, wußte ich noch nicht, daß dieses bei der Aus-

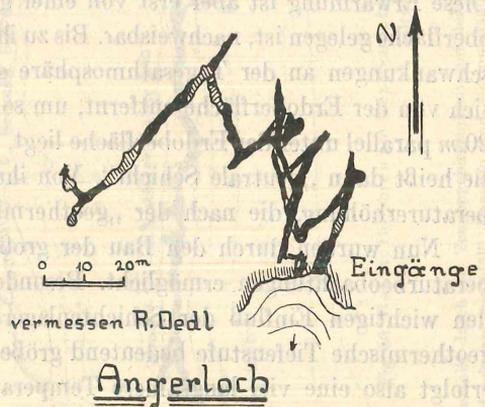


Fig. 49. Grundriß des Angerloches. Diejenigen Stellen der Höhlenspalten, die mit Wasser ausgefüllt sind, wurden hier schraffiert wiedergegeben. Deutlich ist die Parallelität der beiden Spalttrichtungen wahrzunehmen.

arbeitung im ersten Anblick unentwirrbare Labyrinth einen einfachen geometrischen Zusammenhang aufweist. Die engen und langen Spalten zeigten ja an Ort und Stelle, daß die Höhle nur tektonischen Kräften ihre Entstehung verdankt. Nur im untersten Teil dieser schmalen, aber sehr hohen Querschnitte beobachtete ich deutliche Spuren von ellipsenförmigen Erosionsauswaschungen des Wassers. Der Grundriß (Fig. 49) zeigt zwei vorherrschende Spaltensysteme, die sich unter einem Winkel von  $60^\circ$  kreuzen, das eine streicht NO bis SW, während das zweite NNW- bis SSO-Richtung hat.

Es ist abermals ein prachtvoller Beweis für die Versuche von Doubrée.<sup>1)</sup> Die Versuche, die er an Steinwürfeln ausgeführt hatte, sind hier direkt in die Natur umgesetzt, ohne daß weitere Erosion oder Korrosion die Deutlichkeit gestört hätten. Diese merkwürdigen Abhängigkeiten der Spaltsysteme beruhen auf gewaltige Pressungen, die beim Gebirgsbau stattgefunden haben. Beinahe jede Höhle wird in gewissen Grenzen den Zusammenhang der Spaltrichtungen nachweisen lassen. Auch hier wird nur durch die Vermessung allein ein Einblick in die Kräfte der Natur eröffnet.

### 3. Die Geothermen der Eisriesenwelt.

Bekanntlich nimmt die Temperatur, je weiter man in das Erdinnere eindringt, zu. Aus vielen Beobachtungen in Bergwerken, Tunnels und Bohrlöchern ermittelte man eine Temperaturzunahme von  $1^\circ$ , wenn man sich durchschnittlich 33 m gegen das Berginnere vorwärts bewegt. Diese Strecke heißt „Geothermische Tiefenstufe“. Diese Erwärmung ist aber erst von einer gewissen Schichte ab, die unter der Erdoberfläche gelegen ist, nachweisbar. Bis zu ihr macht sich der Einfluß der Temperaturschwankungen an der Tagesatmosphäre geltend. Letztere werden, je weiter man sich von der Erdoberfläche entfernt, um so geringer. Eine Schichte, die zirka 15 bis 20 m parallel unter der Erdoberfläche liegt, weist nun keine Schwankungen mehr auf, sie heißt dann „neutrale Schicht“. Von ihr ab verzeichnen wir jederzeit eine Temperaturerhöhung, die nach der „geothermischen Tiefenstufe“ erfolgen sollte.

Nun wurden durch den Bau der großen Alpentunnels sehr interessante Temperaturbeobachtungen ermöglicht. Besonders beim Simplontunnel<sup>2)</sup> erkannte man den wichtigen Einfluß der Schichtenlagerung. Bei senkrechter Lagerung war die geothermische Tiefenstufe bedeutend größer als bei horizontaler. Im ersteren Falle erfolgt also eine viel langsamere Temperaturzunahme gegen den Erdmittelpunkt, da wahrscheinlich durch die vertikalen Schichtfugen eine allgemeine Abkühlung des Gebirgsstockes durch das eindringende atmosphärische Wasser leicht ermöglicht ist. Bei anderen Tunnelbauten wurde ein entscheidender Einfluß des Kalkgebirges, wegen seiner hohen Klüftigkeit, auf die geothermische Tiefenstufe erkannt.

<sup>1)</sup> A. Doubrée, Synthetische Studien zur Experimentalgeologie. 1879, Braunschweig.

<sup>2)</sup> Dr. F. X. Schaffer, Grundzüge der allgemeinen Geologie. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1916, S. 15 und 16.

Prof. Crammer<sup>1)</sup> war nun der erste, der diese Untersuchungen schon im Jahre 1894 auch auf eine Höhle ausdehnte. (Tablerloch, ein sackförmiger Kältespeicher.)

Prof. Grund<sup>2)</sup> erweiterte diese Beobachtungen an Hand vieler Beispiele und kam zur Auffassung, daß die geothermische Tiefenstufe im Karstgebiete bis zum Grundwasser hinab gestört sei. Diese Störungen werden durch das Eindringen kalter Spaltwasser verursacht. Abseits der Karstwasseradern bestehe aber im Gestein die Geothermie.

Alle diese Beobachtungen beruhen aber nur auf Temperaturuntersuchungen in der engsten Umgebung der Tunnels oder der Höhle, ja sogar oft nur auf die Wittertemperaturen im Erdinnern. Die Einzeichnung der Geoisothermen erfolgte dann für die unzugänglichen Stellen nur auf Grund dieser Beobachtungen. Selbstverständlich konstruierte ich das Geoisothermennetz im Tennengebirge auch nur auf Grund

1) Prof. H. Crammer, Eishöhlen- und Windröhren-Studien. Wien, 1899; Abhandl. der k. k. geogr. Gesellschaft, S. 51.

2) Dr. Alfred Grund, Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges. Geographische Abhandlungen, herausgegeben von Prof. Dr. A. Penck; Bd. IX, Heft 3, S. 157.

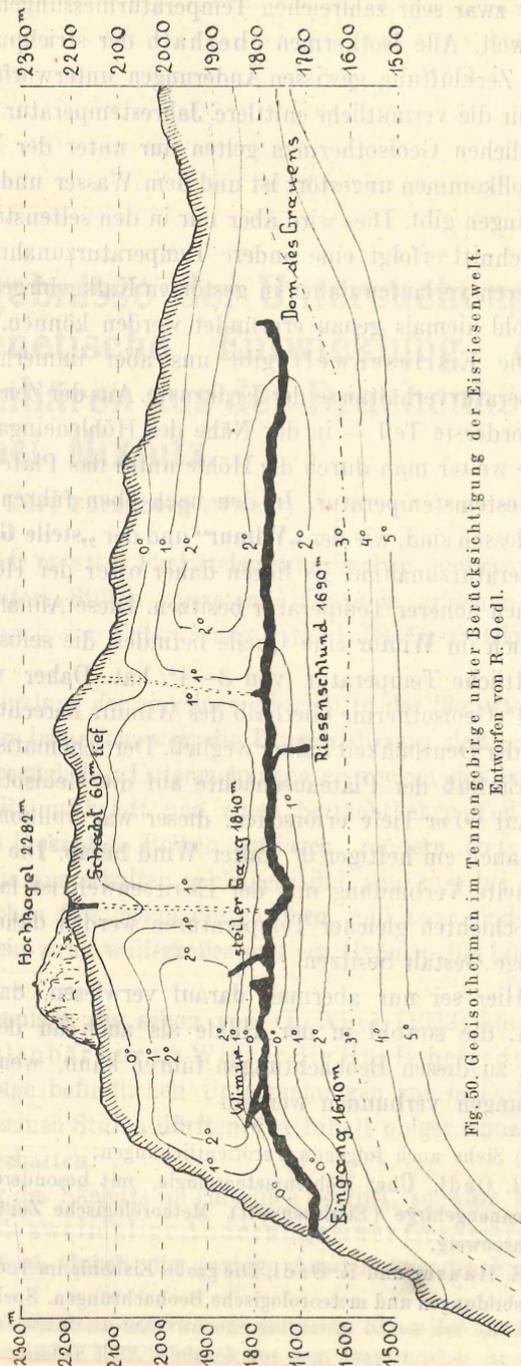


Fig. 50. Geoisothermen im Tennengebirge unter Berücksichtigung der Eisriesenwelt. Entworfen von R. Oedl.

Die Figur zeigt einen Längsschnitt durch das Tennengebirgsmassiv mit der Eisriesenwelt längs des „Midgards“ bis zum „Dom des Grauens“. Die erforschten Höhlenstrecken sind schwarz ausgefüllt. Dagegen sind die mutmaßlichen Verbindungen mit der Plateau-Oberfläche gestrichelt wiedergegeben.

meiner zwar sehr zahlreichen Temperaturmessungen des Höhlenwetters in der Eisriesenwelt. Alle Isothermen oberhalb der strichpunktierten Linie sind wegen der hohen Zerklüftung gewissen Änderungen unterworfen. Die Temperaturangabe zeigt hier nur die vermutliche mittlere Jahrestemperatur an. Die unter der Eisriesenwelt befindlichen Geoisothermen gelten nur unter der Voraussetzung, daß das Gestein hier vollkommen ungestört ist und dem Wasser und der Luft keine Möglichkeit zum Eindringen gibt. Dies wird aber nur in den seltensten Fällen zutreffen, fast in jedem Querschnitt erfolgt eine andere Temperaturzunahme. Die Schichten gleicher Temperaturen verlaufen daher in gestörten Kalkgebirgen als komplizierte Raumflächen, die wohl niemals genau ergründet werden können.

Die Eisriesenwelt gibt uns aber immerhin einen neuen Einblick in die Temperaturverhältnisse der Erdkruste. Aus der Zeichnung (Fig. 50) ersehen wir, daß der vorderste Teil — in der Nähe des Höhleneinganges — am stärksten abgekühlt ist; je weiter man durch die Höhle unter das Plateau eindringt, desto wärmer wird die Gesteinstemperatur. In den nach oben führenden Gängen, die aber dann abgeschlossen sind, wie der „Wimur“ und der „steile Gang“, verzeichnen wir eine starke Temperaturzunahme. Es liegen daher ober der Höhle Gesteinspartien, die Geoisothermen höherer Temperatur besitzen. Diese Annahme wird noch dadurch bestärkt, daß sich im Wimur eine Quelle befindet, die selbst in der Winterszeit eine durchschnittliche Temperatur von 3—4° hat. Daher wäre die Einzeichnung einer 3° und 4° Geoisotherme oberhalb des Wimurs berechtigt, die ich aber in meiner Zeichnung der Deutlichkeit halber wegließ. Der schematische Gebirgsschnitt zeigt uns auch den Einfluß der Plateauschächte auf die Geoisothermen. Einen Schacht konnten wir auf 60 m Tiefe erforschen, dieser war vollkommen mit Eis angefüllt. Damals blies auch ein heftiger 0° kalter Wind herab. Die in der Zeichnung angegebene gestrichelte Verbindung mit der Eisriesenwelt ist fast mit Sicherheit anzunehmen.<sup>1)</sup> Die Schichten gleicher Temperaturen werden daher um diese Schlote eine röhrenförmige Gestalt besitzen.

Hier sei nur abermals darauf verwiesen, daß die Vermessung einzig und allein, die sowohl in der Höhle als auch an der Oberfläche ausgeführt werden muß, zu diesen Beobachtungen führen kann, wenn sie mit genauen Temperaturmessungen verbunden werden.

<sup>1)</sup> Siehe auch folgende Veröffentlichungen:

R. Oedl, Über Höhlenmeteorologie, mit besonderer Rücksicht auf die große Eishöhle im Tennengebirge (Eisriesenwelt). Meteorologische Zeitschrift, Heft 2, S. 33 bis 37, 1923, Braunschweig.

E. Hauser und R. Oedl, Die große Eishöhle im Tennengebirge (Salzburg) (Eisriesenwelt). V. Eisbildungen und meteorologische Beobachtungen. Speläologisches Jahrbuch 1923, S. 17 bis 48.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Speläologisches Jahrbuch](#)

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [4\\_1923](#)

Autor(en)/Author(s): Oedl Robert

Artikel/Article: [Auswertungsmöglichkeiten von Höhlenvermessungen 138-144](#)