© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

DIE HÖHLE

ZEITSCHRIFT FÜR KARST- UND HÖHLENKUNDE

Jahresbezugspreis: Österreich S 40,—

Bundesrepublik Deutschland DM 7,—

Schweiz sfr. 7,50

Übriges Ausland öS 50,—

Organ des Verbandes österreichischer Höhlenforscher / Organ des Verbandes der Deutschen Höhlen- und Karstforscher e. V.

AU ISSN 0018-3091

AUS DEM INHALT:

Höhlenvermessungen mit Computerauswertung (Buschbeck/Pethers) / Die „Bohnerze" des Mittagskogels (Seemann) / Fotolumineszenz im Mährischen Karst (Slacik) / Hamster und Steinrötel in niederösterreichischen Höhlen (Ressl) / Bemerkungen zu speläologischen Fragen in Oberitalien (Ehrenberg) / Myotis capaccinii in Serbien (Miric) / Fresken und Höhlen in Ceylon (Kusch) / Wohnhöhlen in Nordwestaustralien (Bednarik) / Sicherheit durch Seilsicherung (Kirchmayr) / Kurzberichte / Schriftenschau

24. JAHRGANG **SEPTEMBER 1973** **HEFT 3**

Höhlenvermessungen mit Computerauswertung

Von Frank Buschbeck und Günther Pethers (Wien)[1]

Zusammenfassung

Im ersten Teil der Arbeit werden die Grundgedanken erläutert, die zur Erstellung eines Rechenprogrammes für die Auswertung von Vermessungsdaten, wie sie bei Höhlenvermessungen anfallen, führten. Mit Hilfe dieses Programmes können Meß-Ungenauigkeiten teilweise ausgeglichen werden. Im zweiten Teil wird die Berechnung und Durchführung einer stereoskopischen Darstellung des Strecken-Polygonzuges dargelegt. Hierfür wurde ein rechnergesteuertes Zeichengerät verwendet.

Abstract

In the first part of the paper the ideas are demonstrated, which had been used to compile a computer programme for processing the measuring data, resulting from cave survey. The programme is able to compensate partly measurement inaccuracies. In the second part is shown the calculation and realisation of a stereoscopic view of the polygon diagram by means of a computer controlled plotter.

Aufgabenstellung

Der erste Schritt zur Herstellung eines Höhlenplanes besteht in der Vermessung der Höhle. Man legt aufeinanderfolgende Meßstrecken fest und mißt deren Länge, Richtung und Neigung. Ein nicht unwesentlicher

[1] Die Sektion für Höhlenkunde möchte bei dieser Gelegenheit der Leitung des Sportvereins im Forschungszentrum Seibersdorf sowie der Geschäftsführung der Österreichischen Studiengesellschaft für Atomenergie für ihre Unterstützung danken, insbesondere für die Erlaubnis, den Rechner außerhalb der Dienstzeit für die Probleme der Höhlenforschung verwenden zu dürfen.

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Teil der nun folgenden Arbeit ist die Auswertung der in der Natur gewonnenen Meßdaten. Das Ziel dieser Auswertung ist die Erstellung eines Streckenzuges im Grund- und Aufriß. Hierzu werden aus den Meßdaten zunächst die Projektionen der jeweiligen Meßstrecke auf die Koordinatenachsen Ost—West, Nord—Süd, Hoch—Tief berechnet. Die Projektionen aller Meßstrecken werden dann sinngemäß aufaddiert und ergeben dadurch die Koordinaten der jeweiligen Punkte, bezogen auf den ersten Meßpunkt.

Mit dieser Arbeit wird angestrebt, durch Hilfe eines Computers die Auswertung wesentlich zu vereinfachen und womöglich Fehler der Vermessung zu erkennen und zu korrigieren.

Benennung der Meßpunkte

Abweichend von den bisherigen Gepflogenheiten, muß jeder in einer gemeinsamen Auswertung erfaßte Meßpunkt einen eigenen Namen erhalten. Es hat sich bewährt, jeden Meßpunkt mit max. 4 Buchstaben oder Ziffern zu benennen und jedem charakteristischen Höhlenabschnitt eine eigene erste Stelle zuzuordnen (z. B. F-Strecken). Mit dieser Bezeichnungsweise könnte man bis ca. 1 Million Meßpunktnamen vergeben.

An der Gleichheit der Bezeichnung von Streckenanfang oder Streckenende einer weiteren Strecke kann der Rechner folgende Fälle erkennen und sinngemäß behandeln:

a) Fortlaufender Streckenzug
A — B
B — C
C — D

b) Abzweigung (Sackstrecke)
A — B
B — C
B — F Abzweigung von Meßpunkt B

c) In sich geschlossener Streckenzug (Ring)
A — B
B — C
C — A

Ringkorrekturen

Bei der Auswertung von „Ring"-Strecken ergibt sich, daß die zunächst errechneten Koordinaten des Anfangspunktes von den wirklichen Koordinaten abweichen, da die Meßgenauigkeit immer nur endlich ist. In dem von uns erstellten Rechenprogramm wird diese Abweichung proportional zu ihren jeweiligen Projektionen (auf die Koordinatenachse) auf die einzelnen Streckenabschnitte aufgeteilt; neue korrigierte „Meßwerte" werden errechnet.

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Dieser Vorgang ist durchzuführen, bevor Abzweigungen oder Fortsetzungen berechnet werden. Bei vermaschten Ringen wie A—B, B—C, C—A und B—F, F—C, C—B (Strecke B—C gemeinsam) darf bei der Berechnung des Ringes B—F—C die Strecke B—C nicht nochmals korrigiert werden. Die Korrektur beschränkt sich daher auf die restlichen Strecken dieses Ringes (Strecken B—F und F—C).

Ausgabeprotokoll

Das Ausgabeprotokoll (siehe Abb. 1) umfaßt:
Titelblatt mit den üblichen Angaben über die Vermessung,
die Streckenbezeichnungen (Anfang/Ende),
die tatsächlichen, bzw. die korrigierten Höhlenmeßwerte,
die Projektionen der Einzelstrecken,
die Koordinaten des Streckenendpunktes,
die Meereshöhe; Teillängen von Streckenabschnitten,
die Gesamtlänge aller bis dahin ausgewerteten Meßstrecken,
Extremwerte (maximale Ausdehnung der Höhle) auf den Koordinatenachsen.

Bei Ringrechnungen werden zusätzlich ausgegeben:

Der Fehler der Vermessung in Metern sowie in Prozenten, bezogen auf die gemessene Ringlänge, sowie in den einzelnen Koordinatenrichtungen der Fehler, bezogen auf die absolute Summe der jeweiligen Projektionen. Große Abweichungen von den üblichen Meßfehlern deuten auf Fehlmessungen oder Protokollfehler hin.

Computertechnische Seite

Das Programm wurde in FORTRAN IV erstellt für folgende Maschinenfigurationen: IBM 1130 mit 1441 Lesestanzer, 1403 Drucker und 16k Kernspeicher. Mit diesem Programm können bis zu 500 Meßstrecken berechnet werden. Rechenzeit mit Protokollausschrift bei 300 Meßstrecken ca. 8 Minuten.

Die räumliche Darstellung des Streckenzuges

Räumliches Sehen

Ist der betrachtete Gegenstand nahe genug beim Beobachter, so sehen das linke und das rechte Auge schwach unterschiedliche Bilder. Aus dem Vergleich dieser Bilder entsteht im Gehirn der räumliche Eindruck des Gegenstandes.

Darstellung eines dreidimensionalen Körpers auf einer Ebene

Will man einen dreidimensionalen Körper auf einer Ebene darstellen, so genügt es, zwei ebene Bilder herzustellen. Ein Bild stellt die Ansicht

STRECKE VON	NACH	MESSWERTE LAENGE	NEIGUNG	RICHTUNG	DELTAS OST	NORD	HOCH	KOORDINATEN OST	NORD	HOCH	MEERES HOEHE
NE		ANFANGSBEDINGUNGEN						0.00	0.00	0.00	407.00
NE	H1	3.50	-68.00	205.00	-0.55	-1.18	-3.24	-0.55	-1.18	-3.24	403.75
H1	H2	4.30	-7.00	290.00	-4.01	1.45	-0.52	-4.56	0.27	-3.76	403.23
H2	H3	5.00	-42.00	15.00	0.96	3.58	-3.34	-3.60	3.86	-7.11	399.88
H3	H4	7.20	-18.00	250.00	-6.43	-2.34	-2.22	-10.03	1.51	-9.33	397.66
H4	H5	6.30	-10.00	350.00	-1.07	6.11	-1.09	-11.11	7.62	-10.43	396.56
H5	H6	11.80	-28.00	110.00	9.79	-3.56	-5.53	-1.32	4.06	-15.97	391.02
H6	B6	4.90	-39.00	50.00	2.91	2.44	-3.08	1.59	6.51	-19.05	387.94
B6	B5	4.80	10.00	305.00	-3.87	2.71	0.83	-2.27	9.22	-18.22	388.77
B5	B4	4.80	5.00	60.00	4.14	2.39	0.41	1.86	11.61	-17.80	389.19
B4	B3	10.40	71.00	145.00	1.94	-2.77	9.83	3.80	8.84	-7.97	399.02
B3	B2	2.60	23.00	220.00	-1.53	-1.83	1.01	2.26	7.00	-6.95	400.04
B2	B1	5.60	15.00	335.00	-2.28	4.90	1.44	-0.02	11.91	-5.50	401.49
B1	AE	5.60	46.00	225.00	-2.75	-2.75	4.02	-2.77	9.15	-1.47	405.52
AE	NE	11.20	0.00	160.00	3.83	-10.52	0.00	1.05	-1.36	-1.47	405.52

** RING VON NE NACH NE — GEMESSENE RINGLAENGE 87.99

FEHLER DER VERMESSUNG 2.27 METER - ENTSPRICHT 2.58 0/0 DER RINGLAENGE

IN OSTRICHTUNG 1.05 METER (2.29 C/C) IN NORDRICHTUNG -1.36 METER (2.80 C/C) VERTIKAL -1.47 METER (4.03 0/0)

NE	** H1	3.36	-67.55	206.14	-0.56	-1.15	-3.11	-0.56	-1.15	-3.11	403.88
H1	** H2	4.39	-6.56	290.09	-4.10	1.50	-0.50	-4.66	0.34	-3.61	403.38
H2	** H3	4.98	-40.13	14.28	0.93	3.68	-3.21	-3.72	4.03	-6.82	400.17
H3	** H4	7.28	-17.04	250.92	-6.58	-2.27	-2.13	-10.31	1.75	-8.96	398.03
H4	** H5	6.46	-9.34	350.04	-1.10	6.28	-1.04	-11.41	8.04	-10.01	396.98
H5	** H6	11.47	-27.59	109.90	9.56	-3.46	-5.31	-1.84	4.57	-15.32	391.67
H6	** B6	4.81	-37.89	48.55	2.85	2.51	-2.95	1.00	7.09	-18.28	388.71
B6	** B5	4.92	10.15	305.13	-3.96	2.78	0.86	-2.95	9.88	-17.42	389.57
B5	** B4	4.75	5.25	58.72	4.04	2.45	0.43	1.08	12.33	-16.98	390.01
B4	** B3	10.74	72.13	144.85	1.85	-2.69	10.23	2.98	9.64	-6.75	400.24
B3	** B2	2.60	23.96	221.45	-1.57	-1.78	1.05	1.40	7.86	-5.69	401.30
B2	** B1	5.75	15.18	335.10	-2.32	5.04	1.50	-0.92	12.90	-4.19	402.80
B1	** AE	5.71	47.19	226.46	-2.81	-2.67	4.19	-3.74	10.22	-0.00	407.00
AE	** NE	10.89	0.00	159.90	3.74	-10.22	0.00	0.00	-0.00	-0.00	407.00

TEILLAENGE 88.17 GESAMTLAENGE 88.17

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

H6	H7	5.90	-43.00	128.00	3.40	-2.65	-4.02	1.55	1.92	-19.35	367.64
H7	H8	8.50	-52.00	100.00	5.15	-0.90	-6.69	6.70	1.01	-26.05	380.94
H8	H9	6.65	-60.00	65.00	3.01	1.40	-5.75	9.71	2.41	-31.80	375.19
H9	H10	13.85	-37.00	40.00	7.10	8.47	-8.33	16.82	10.89	-40.14	366.85
H10	H11	4.00	5.00	235.00	-3.26	-2.28	0.34	13.56	8.60	-39.79	367.20
H11	H12	1.45	-14.00	165.00	0.26	-1.35	-0.35	13.92	7.24	-40.14	366.85
H12	H13	5.25	-85.00	80.00	0.45	0.07	-5.23	14.37	7.32	-45.37	361.62
H13	H14	8.50	-31.00	65.00	6.60	3.07	-4.37	20.98	10.40	-49.75	357.24
H14	H15	11.15	-58.00	0.00	0.00	5.90	-9.45	20.98	16.31	-55.21	347.78
H15	H16	7.70	-27.00	38.00	4.22	5.40	-3.49	25.20	21.72	-62.70	344.29
H16	H17	4.80	-43.00	10.00	0.60	3.45	-3.27	25.81	25.17	-65.98	341.01
		TEILLAENGE	77.74			GESAMTLAENGE	165.52				

** Korrigierte Strecken

Abb. 1

ABB. 2

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

des Körpers für das linke Auge dar, das zweite Bild enthält die Ansicht für das rechte Auge.

Berechnung der Abbildung

Abb. 2 stellt im Grundriß dar, wie die Punkte M und N vom linken bzw. rechten Auge (L ; R) gesehen werden. Für den Beobachter kann der Anblick des Punktes M durch zwei Abbildungen auf einer Projektionsebene (hier senkrecht zur Papierebene und durch die x-Achse verlaufend) ersetzt werden, welche die x-Koordinaten MR (für das rechte Auge) und ML (für das linke Auge) haben.

Es muß jedoch dafür gesorgt sein, daß jedes Auge nur „seinen" Punkt sieht. Der darzustellende Punkt kann auch (vom Beobachter aus gesehen) vor der Projektionsebene liegen. Für einen solchen Punkt N ergeben sich dann die x-Koordinaten NR und NL. Bevor man diese Koordinaten berechnen kann, muß man einige Konstanten für die Abbildung festlegen.

1. Wahl des Modellmaßstabes.
   Ähnlich wie für eine ebene Darstellung ein Abbildungsmaßstab festgelegt wird, muß für eine räumliche Darstellung ein Modellmaßstab festgelegt werden. Diesen wählt man zweckmäßigerweise so, daß die Bilder für das linke und rechte Auge gut vom Zeichengerät der Rechenmaschine gezeichnet werden können.

2. Wahl des Abstandes „b": Auge — Projektionsebene.
   Diesen Abstand wählt man möglichst nicht kleiner als 1 m, da dann die Linseneinstellung des Auges schon annähernd der Unendlicheinstellung entspricht und die Augenlinse nicht mehr versucht, sich den scheinbar verschiedenen Entfernungen anzupassen.

3. Wahl des scheinbaren Betrachtungsabstandes.
   Hiermit ist der geringste Abstand zwischen dem darzustellenden Gegenstand und dem Beobachter gemeint. Wählt man diesen Abstand zu gering, so entsteht zwar ein sehr starker stereoskopischer Effekt; es ist das Bild jedoch nur schwer erfaßbar. Ein zu naher Gegenstand kann sogar unangenehm wirken.

Praktisch hat es sich als günstig erwiesen, die Projektionsebene durch den dem Beobachter nächsten Punkt des Modells verlaufen zu lassen, d. h. den nächsten Punkt des Modells ca. 1 m vom Beobachter entfernt zu wählen. Außerdem ergibt sich bei dieser Wahl, daß die x-Koordinate der Stereoabbildung höchstens gleich der größten x-Koordinate des Modells werden kann, was die Wahl des Modellmaßstabes wesentlich erleichtert.

Bei einem Zeichengerät mit ca. 28 cm Papierbreite ergibt sich für eine quadratische Abbildung der maximale Bildwinkel von 54 Grad.

Für die Ermittlung der stereoskopischen Abbildung müssen die drei Koordinaten X, Y, Z von jedem darzustellenden Punkt bekannt sein.

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Zur Berechnung der x-Koordinate auf der Projektionsebene läßt sich (z. B. für den Punkt M) die Ähnlichkeit der folgenden Dreiecke ausnützen:

Dreieck M ÷ (FM) ÷ R ähnlich Dreieck (MR) ÷ (FR) ÷ R
Hierbei sind:
(MR) — die x-Koordinate der Abbildung des Punktes M für das rechte Auge.
„a" Halber Augenabstand (ca. 3,2 cm)
„b" Entfernung vom Betrachter zur Projektionsebene (z. B. 1 m)

$$M \div (FM) = (XM) - a$$
$$(FM) \div R = (YM) + b$$
$$(MR) \div (FR) = (MR) - a$$
$$(FR) \div R = O \div A = -b$$
$$\frac{(MR) - a}{(XM) - a} = \frac{b}{(YM) + b}$$
$$(MR) = \frac{b\,((XM) - a)}{(YM) + b} + a$$

Für das linke Auge wird $a_1 = -a$

Für die z-Koordinate (senkrecht zur Papierebene der Abb. 2) gelten dieselben Überlegungen, vereinfacht durch den Umstand, daß die Augen auf gleicher Höhe angenommen werden können ($a_z = 0$). Dadurch wird die z-Koordinate für beide Augen gleich.

$$(MZ) = \frac{b\,(ZM)}{(YM) + b}$$

Zur Verbindung zweier benachbarter Punkte auf der Darstellung (Projektionsebene) z. B. des Punktes XM, ZM mit dem Punkt XN, ZN verfügt die Rechenmaschine über das notwendige Unterprogramm.

Rechenprogramm

Das Rechenprogramm wurde in FORTRAN IV erstellt und enthält folgende wesentliche Schritte:

Einlesen der korrigierten Koordinaten der Vermessungspunkte.
Einlesen der frei gewählten Konstanten (Betrachtungsparameter).
Berechnung der Drehung des Koordinatensystems um eine vertikale Achse um den Winkel α. (Um die Betrachtung aus beliebiger Richtung zu ermöglichen.)
Berechnung der Drehung des Koordinatensystems um eine horizontale Achse um den Winkel β. (Um die Betrachtung aus beliebiger Höhe zu ermöglichen.)

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Bestimmung der Extremwerte der Vermessung auf den Koordinatenachsen.
Berechnung einer Warnung bei schlechtgewähltem Seitenverhältnis.
Berechnung einer Warnung bei schlechter Tiefenwirkung.
Bestimmung des Modellmaßstabes.
Berechnung der Abbildung.
Markierung der Fluchtpunktlage (definiert die Lage des linken und rechten Bildes zueinander). (Marke außerhalb des Bildes bei $x = o$).
Zeichnen des linken Bildes.
Stop (für eventuellen zusätzlichen Papiervorschub).
Zeichnen des rechten Bildes.

Darstellungsmethoden stereoskopischer Bilder

Zur räumlichen Darstellung des Polygonzuges können grundsätzlich alle bekannten stereoskopischen Darstellungsverfahren herangezogen werden wie:

1. Stereodiapositivbetrachter verschiedener Systeme (z. B. View-Master)[2].
2. Stereoprojektion
   a) mit polarisiertem Licht und Polarisationsbrillen.
   b) mit Spiegelbrillen (siehe folgendes Kapitel).
3. Unmittelbare Betrachtung von Stereobildern (Teilbilder liegen nebeneinander).
   a) Ohne Hilfsmittel, wenn die Fluchtpunkte der Abbildung im Augenabstand liegen. Dieses Verfahren setzt einige Übung voraus und gelingt nicht allen Beobachtern.
   b) Mit Spiegelbrille. Auch mit diesem Verfahren haben manche Beobachter Schwierigkeiten (siehe Abb. 3).
4. Grün-rot Darstellung der Teilbilder, mit rot-grüner Brille zu betrachten (Anaglyphenverfahren).
5. Streifenrasterdarstellung (von Postkarten her bekannt).

Auch die Berechnung eines Hologrammes des Streckenzuges ist grundsätzlich möglich, jedoch wegen des notwendigen Aufwandes für die Erzeugung sowie die Betrachtung praktisch uninteressant.

Betrachtung einer Stereoabbildung nach Verfahren 3 b

Die optischen Achsen der menschlichen Augen können normalerweise nur parallel stehen (bei Betrachtung entfernter Gegenstände) oder

[2] Zu besichtigen im höhlenkundlichen Informationszentrum bei der Eisensteinhöhle (Niederösterreich).

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

zueinander gedreht werden (bei Betrachtung naher Gegenstände). Sind die Zentren der linken und rechten Abbildung jedoch weiter voneinander entfernt als der Augenabstand, so kann man die optische Achse eines Auges mit Hilfe von 2 Spiegeln so weit nach außen drehen, daß jedes Auge „sein" Bild sieht (Abb. 3).

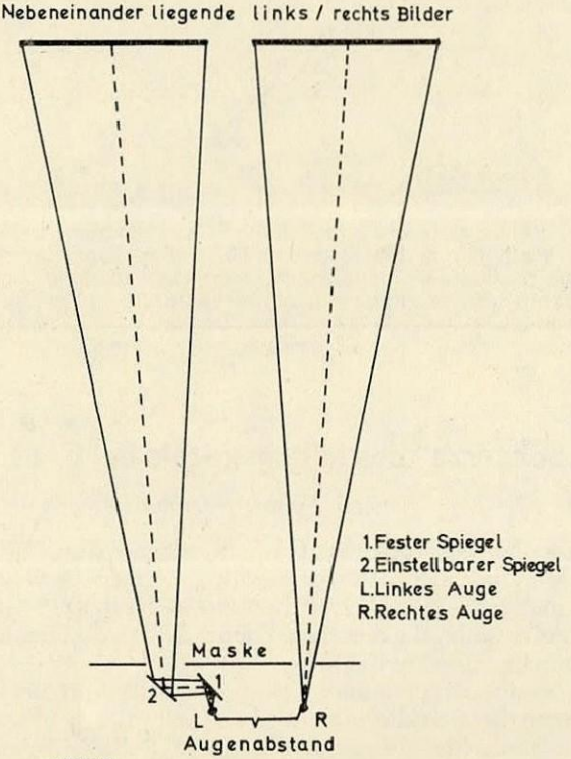

ABB. 3

Bei etwas Geschick läßt sich dieses System mit 2 Taschenspiegeln realisieren, indem man versucht, markante Bildteile zur Deckung zu bringen.

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

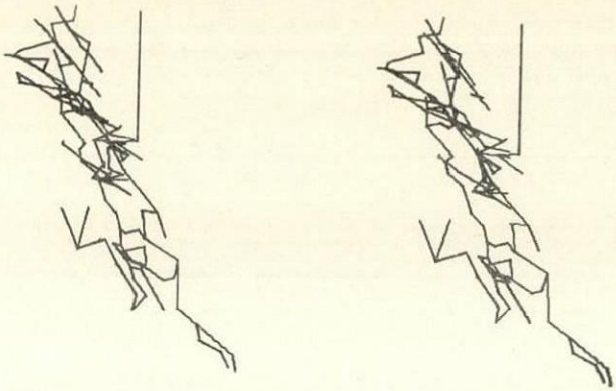

ABB. 4

Abb. 4: Stereoskopische Darstellung des Meßstreckenverlaufes der Eisensteinhöhle 1864/1. Dieses Bild kann mit Hilfe eines Taschenstereoskopes (z. B. Zeiss-Aerotopograph) räumlich wahrgenommen werden. Sicht aus Süden nach Norden (Hauptkluftrichtung). Raumtiefe (Nord-Süd-Richtung) 138 m, Höhendifferenz 73 m. Die Rauhigkeit der schrägen Linien ist durch die nur endliche Auflösung des Zeichengerätes bedingt.

Die „Bohnerze" des Mittagskogels bei Obertraun (Dachstein)

Von Robert Seemann (Wien)

Der Mittagskogel liegt am Nordrand des Dachsteinplateaus, das dort steil zum Hallstättersee abfällt. Er ist ein der Hochfläche östlich des Krippensteins vorgelagerter Randgipfel. Seine Ost- und Westflanke sind steile Felswände, die den Kogel deutlich von den beiderseits anschließenden Durchgangskaren abheben.

Für die Höhlenkunde ist er deshalb von größtem Interesse, da in seinem Bereich die wesentlichen Teile der Dachstein-Mammuthöhle, die Mortonhöhle, die Saurießhöhle und die Mittagskogelhöhle liegen.

Faßt man alle diese Höhlen zusammen, so gelangt man zu dem Bild eines Stockwerkbaus, der sich vom Rücken des Mittagskogels (Etage der Mittagskogelhöhle: 1600 m) über die Hauptteile der Mammuthöhle bis zu deren tiefsten Teilen, der Unterwelt (1100 m) und dem unteren Niveau der Mortonhöhle (1075 m) erstreckt.

Alle Stockwerke sind untereinander und mit der Oberfläche durch komplizierte aktive Kluft- und Schachtsysteme verbunden. Nicht nur vom Standpunkt der Karstforschung aber ist der Mittagskogel äußerst beachtenswert, sondern auch in Bezug auf „Bohnerze".

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Die Höhle

Jahr/Year: 1973

Band/Volume: 024

Autor(en)/Author(s): Buschbeck Frank, Pethers Günther

Artikel/Article: Höhlenvermessung mit Computerauswertung 105-114