

Höhlen im Dachstein

Derzeitiger Forschungsstand, Anlage der Riesenhöhlensysteme am Dachstein-Nordrand und Bewertung der unterirdischen Abflußverhältnisse

Von Peter Henne (Döttesfeld), Bernd Krauthausen (Berg) und Günter Stummer (Wien)

1. Zusammenfassung

Im Dachstein sind derzeit 521 Höhlen von rund 200 Kilometern Ganglänge erforscht und dokumentiert; davon entfallen 140 Kilometer (70 %) auf fünf Riesenhöhlensysteme, darunter die Hirlatzhöhle mit über 75 Kilometern und die Mammuthöhle mit über 48 Kilometern vermessener Länge.

Anhand der umfangreich vorliegenden Daten, deren Auswertung für die beiden Riesenhöhlen weitestgehend EDV-unterstützt wird, versuchen die Verfasser die Anlage der Höhlen in Beziehung zum regionalen tektonischen Bauplan zu setzen.

Der gute Forschungsstand erlaubt die Annahme, daß die Höhlensysteme nicht weit in das Berginnere vorgreifen. Die mittlere, kürzeste Tagferne liegt bei 200 bis 550 Meter; die größte überschreitet nicht 800 Meter.

Die Anlage der Höhlen in Bergspornen (Mammuthöhle) oder in auffälliger Parallelität zum etwa 1000 Höhenmeter betragenden Steilabfall des Dachsteins (Hirlatzhöhle) bedingt die Annahme, daß neben dem allgemeinen tektonischen Muster (sub-)recente Entspannungsvorgänge zur Anlage der – sicherlich polygenetischen – Höhlen beigetragen haben.

Mit 1180 Meter Höhendifferenz durchörtert die Mammuthöhle mit ihrem überwiegenden Teil die vadose und Hochwasserzone. Siphons in ihren tiefsten Teilen (635 m Sh) berühren wahrscheinlich die durch die in gleichem Niveau gelegenen Karstwasseraustritte repräsentierte Obergrenze des phreatischen Bereichs.

Mammut- und Hirlatzhöhle entwässern durch zahlreiche Höhlengerinne mit dem generellen Schichtfallen gegen die Vorflut von Echernal und Traunfurche. Der Vergleich von Markierungsversuchen mit dem in den Höhlen beobachteten Entwässerungstypus legt den Schluß nahe, daß die Entwässerung des Karstmassivs – zumindest teilweise – über die vadose Zone bis in den randlichen, besonders verkarstungsfähigen Bereich hinein verläuft, und dort erst ein Absinken in die phreatische Zone erfolgt.

Abstract

In the Dachstein/Austria at least 521 caves are known and have been documented till 1994. The largest of these caves are represented by the Hirlatz cave (length > 75 km) and the Mammoth cave (length 48 km). With the help of numerous data it is tried to relate the structure of the caves to the regional tectonic architecture. Obviously the caves do not reach farther into the mountain than 200 to 250 m in average (maximum 800 m). Due to the structure of the caves in mountain edges (Mammoth cave) or parallel to the slope of the Dachstein (Hirlatz cave) we can assume that the structure of the caves, which are surely polygenetic, were not only caused by the general tectonic regime but also by subrecent stress release processes. With a difference in height of 1180 m the Mammoth cave intersects both the vadose and the flood area and siphons in its deepest parts most likely are in contact to the upper limit of the phreatic range. Both caves drain towards the watercourses of the Echern Valley and the Traun fault according to the general

dipping of strata. If one compares the type of drainage observed in the caves with results from tracer tests then it can be assumed that the underground runoff of the karst massive runs over the vadose zone at high level to the marginal part and is then sinking down into the phreatic zone.

2. Morphologisch-speläologischer Überblick

Unter den vorwiegend aus triadischen, zum Teil hoch verkarstungsfähigen Karbonatgesteinen aufgebauten Karststöcken der Nördlichen Kalkalpen ist das bis knapp 3000 Meter ansteigende Dachsteingebirge einer der bedeutendsten.

Das Dachsteinmassiv mit einer E-W-Erstreckung von etwa 45 Kilometern und einer N-S-Ausdehnung von etwa 20 Kilometern wird in der Literatur mit einer Fläche von etwa 540 Quadratkilometer (Schauberger, 1982), ebenso aber mit 574 Quadratkilometer (Arnberger, 1964) und mit 870 Quadratkilometer (Fink, 1982) angegeben. Diese unterschiedlichen Flächenangaben beziehen sich allerdings auf eine unterschiedliche Interpretation der Umgrenzung des Gebirgsstockes. Entsprechend der im österreichischen Höhlenverzeichnis angegebenen Umgrenzung der Untergruppe Dachstein (1540) stimmt die Angabe Arnbergers am besten. Einheitlich wird allerdings in der Literatur die Fläche der unterirdischen Entwässerung mit etwa 240 Quadratkilometer angegeben. Im Vergleich mit den angegebenen 300 Quadratkilometern unterirdischer Entwässerung des Toten Gebirges zählt das Dachsteingebirge zum zweitgrößten Karstareal Österreichs (Übersichtskarte Abb. 1).

Die noch heute vergletscherten Gipfelbereiche (Hoher Dachstein 2995 Meter) erheben sich über ausgedehnte Plateaus (z. B. „Am Stein“ mit etwa 1800 bis 1900 m Sh). Besonders im Süden (Ennstal, 750 m Sh) und Norden (Traunfurche, Hallstätter See 508 m Sh) fällt das Gebirge über Steilabbrüche gegen die Vorflut ab.

Im Gegensatz zum geringer gegliederten Südrand (Dachstein-Südwände) wird der Nordrand des Gebirges durch glaziale Talungen und dazwischenliegende Bergsporne aufgegliedert. Eine Zuordnung unterschiedlich hoch gelegener Flächen und Verebnungen im Sinne einer Altersabfolge scheint fraglich. Junge tektonische Vertikalbewegungen haben zu Verstellungen nachweislich ursprünglich zusammengehörender und gleichalter Flächeneinheiten in unterschiedliche Höhenniveaus geführt.

Die Plateaubereiche sind vor allem durch eine Schichttreppenlandschaft (teilweise glazial überformt) gekennzeichnet, wobei häufig entlang den Schichtköpfen Muldenlandschaften entstanden. Diese Schichtköpfe bergen entlang der leicht löslichen Auflage auf der darunterliegenden Schicht sehr häufig Kleinhöhlen. Eine genauere Untersuchung der Lage der Höhleneingänge im Dachsteinhöhlenpark hat gezeigt, daß der Großteil der Höhleneingänge sich entweder in steilen Wandpartien (meist glazial aufgeschlossen) öffnen oder in den höchsten Partien von Rücken liegen. In den Mulden und Tiefenzonen ist ein deutlicher Rückgang der bekannten Eingänge festzustellen. Als Ursache hierfür ist eine Verlegung oder Plombierung vermutlich durch Moränen-

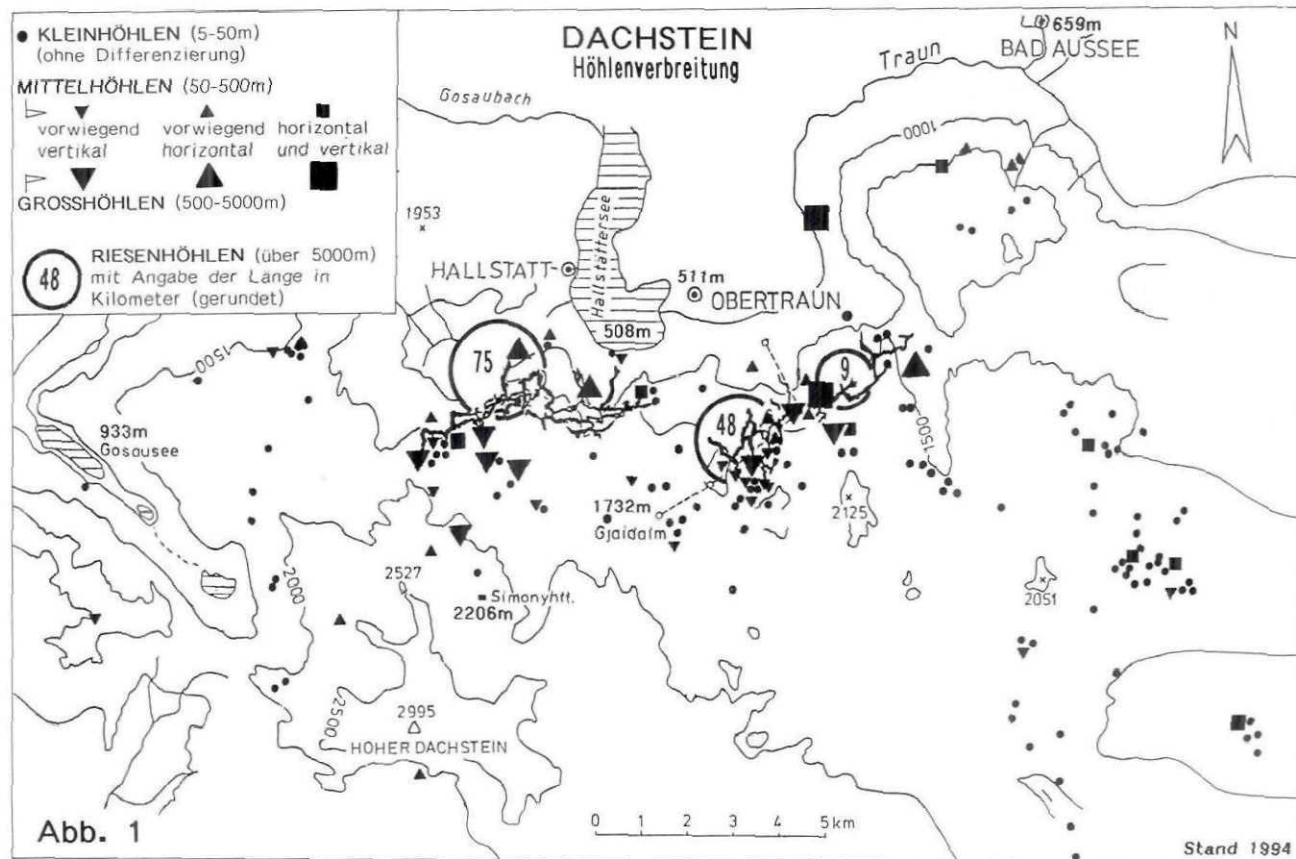


Abb. 1

material anzunehmen. Auf dem Plateau gilt gleiches für die zahlreichen erweiterten Klüfte und schachtartigen Objekte, die oft bereits in wenigen Metern Tiefe durch Schutt und/oder Schneepfropfen blockiert sind.

Im österreichischen Höhlenverzeichnis wird die Untergruppe Dachstein unter der Kennziffer 1540 geführt und in die Teilgruppen 1541 bis 1549 untergliedert. Höchster topographischer Punkt der Untergruppe ist der Hohe Dachstein (2995 Meter), tiefster der Wasserspiegel des Hallstätter Sees mit 508 Meter. Die tiefstgelegene bekannte Höhle ist der Kessel (1546/2) mit 512 mSh (Eingangshöhe), die höchstgelegene Höhle ist die Nördliche Durchgangshöhle (1543/46) auf 2270 mSh.

Wenngleich schon Kraus 1894 in seiner „Höhlenkunde“ zahlreiche Höhlen im Dachstein aufzählt, setzen höhlenkundlich die großen Forschungen ab 1910 vor allem mit den großen Entdeckungen in der Dachstein-Rieseneishöhle und der Dachstein-Mammuthöhle ein. Bereits wenige Jahre danach waren in diesem Bereich rund 9 Kilometer Höhlengänge bekannt. Gleichzeitig diente und dient dieses Gebiet seit der Entdeckung als „Experimentierfeld“ für unterschiedlichste Höhlenentstehungstheorien (Höhlenflußtheorie, Schichtgleiten, Mischungskorrosion, Zyklus der Höhlenentwicklung usw.) und karsthydrologische Untersuchungen, so daß über die Höhlen, den Karst und die unterirdische Entwässerung des Dachsteins eine Fülle von Publikationen vorliegt.

So wurde von Bock (1913) die „Höhlenflußtheorie“ aus dem Erfahrungsschatz des dinarischen Karsts in die Nördlichen Kalkalpen eingebracht. Auch Kyrle (1923: 6,38), Pia in: Kyrle (Hrsg.) 1926: 116ff. und Bögli (1978: 212) suchten die bis dahin bekannten Riesenhöhlen der Region in vergleichenden Untersuchungen in ein einheitliches, monokausales Schema einzugliedern.

Mit den Arbeiten von Arnberger (1954), Fink (1976), Trimmel u. a. (1963, 1980) und Wilthum (1954) wurden Entstehung und Anlage von Höhlen auf – oftmals nur lokal gültige – Bedingungen zurückgeführt und die Abhängigkeit von Klima-, Tektono- und Petrovarianz (Trimmel) bzw. der Zusammenhang mit der Morphogenese der Region herausgestellt. Die Betonung der mehr- oder „vielphasigen Entwicklung“ von Höhlensystemen (Trimmel, 1963) ist besonders zu erwähnen.

Bis 1950 (am Beginn einer neuerlichen Forschungsintensivierung nach dem Zweiten Weltkrieg) sind bereits rund 25 Kilometer Höhlengänge dokumentiert. Der Durchbruch in die oberen Etagen der Hirlatzhöhle im Jahre 1983 (die Ganglänge wuchs seit 1983 von rund 8 Kilometer auf über 75 Kilometer an), die laufenden Forschungen in der Dachstein-Mammuthöhle (1959 waren 10 Kilometer Höhlengänge bekannt, 1994 rund 48 Kilometer) sowie Forschungen in der Schönberghöhle (1547/70) brachten im letzten Jahrzehnt völlig neue Erkenntnisse über den Verlauf der Riesenhöhlensysteme am Dachstein-Nordrand, so daß in diesem Bereich bereits 140 Kilometer Höhlengänge (von nur fünf Höhlen) in ihrem unterirdischen Verlauf bekannt und dokumentiert sind und größtenteils als EDV-Datenfiles vorliegen.

Eine aktuelle Höhlenverbreitungskarte (Abb. 1), in der die bisher koordinatenmäßig erfaßten Höhlen eingetragen sind (dies sind rund 70 % aller

Höhlen, wobei die fehlenden Höhlen zu den Kleinhöhlen zu rechnen sind), zeigt deutlich eine Häufung der Höhlen im Nordabschnitt des Dachsteinmassivs, wo sich vor allem die größten und tiefsten Höhlen befinden. Ein Blick in den Untergrund verstärkt diesen Eindruck, liegen doch die Räume der großen Höhlensysteme des Dachsteins mit einer W-E-Erstreckung von insgesamt rund 10 Kilometer und einer N-S-Erstreckung von rund 3 Kilometer zur Gänze in den Nordabfällen des Gebietes. Neben der über 75 Kilometer langen Hirlatzhöhle (1546/7, längste Höhle Österreichs) nimmt der Dachstein-Höhlenpark mit der 48 Kilometer langen Mammuthöhle (1547/9), die mit 1180 Meter Gesamthöhenunterschied auch zu den tiefsten Höhlen Österreichs zählt, eine besondere Stellung ein. Dieser Bereich ist besonders gut erforscht und dokumentiert. Daß in dieser Teilgruppe auch derzeit die meisten Höhlen bekannt sind, liegt sicherlich auch in der guten Erreichbarkeit des Gebietes durch die Dachsteinseilbahn.

In der Kataster-Untergruppe 1540 (Dachstein) des österreichischen Höhlenverzeichnis sind 521 Höhlen (Stand Jänner 1994) registriert. Kraus führte 1894 16 Höhlen, Bock 1913 insgesamt 30 Höhlen, Arnberger 1964 229 Höhlen an; 1988 waren 450 Höhlen im Höhlenverzeichnis erfaßt. Die statistische Auswertung (Abb. 2a, 2b) der Informationen über Höhlentyp und Größenordnung zeigt die Dominanz von etwa gleich vielen Horizontalhöhlen (vorwiegend in den Steilhängen) und Schachthöhlen (vorwiegend auf den Plateaus). In dem als Mischformen ausgewiesenen Sektor der Graphik sind allerdings noch einige weitere Eis- bzw. Wasserhöhlen enthalten. Bei der Aufgliederung der Höhlen nach Größenordnung (Ganglängen) zeigt sich ein großer Anteil an Kleinhöhlen (5–49 Meter Ganglänge). Der Kreissektor der Höhlen über 25 Kilometer beinhaltet ausschließlich die Hirlatzhöhle und die Dachstein-Mammuthöhle. Zur Relativierung der großen Anzahl von Höhlen muß allerdings festgestellt werden, daß nur drei Höhlen zu den Riesenhöhlen (über 5 Kilometer Ganglänge) und nur 17 Höhlen zu den Großhöhlen (500–5000 Meter) zu rechnen sind. Höhlen in der Größenordnung von 5 bis 25 Kilometer sind interessanterweise zur Zeit kaum bekannt. Rechnet man zu den bekannten Ganglängen der Riesenhöhlen jeweils den Mittelwert der Ganglängen der Klein- und Mittelhöhlen hinzu, so ergibt sich eine Zahl von rund 200 Kilometer bekannter und vermessener Höhlengänge für das Dachsteingebiet.

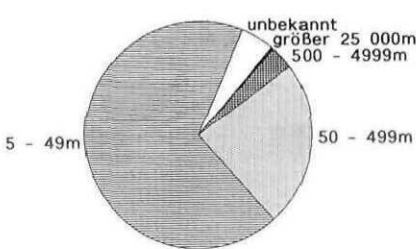


Abb. 2a

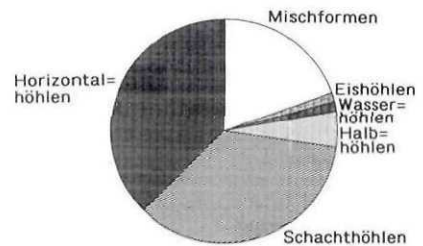


Abb. 2b

Die Zuordnung der Höhleneingänge (Abb. 3) nach der Seehöhe zeigt ein deutliches Maximum zwischen 1500 und 2000 m Sh. Durch die Eintragung der Höhenlage der meisten Höhlenabschnitte der Hirlatzhöhle und der Dachstein-Mammuthöhle wird aber aufgezeigt, daß die Höhenlage der Eingänge in bezug auf die tatsächliche Höhenlage der Hohlräume wenig repräsentativ ist. So besitzt etwa die über 75 Kilometer lange Hirlatzhöhle derzeit nur einen Eingang in etwa 890 m Sh, der gesamte Höhenunterschied der Höhlenteile beträgt aber rund 900 Meter.

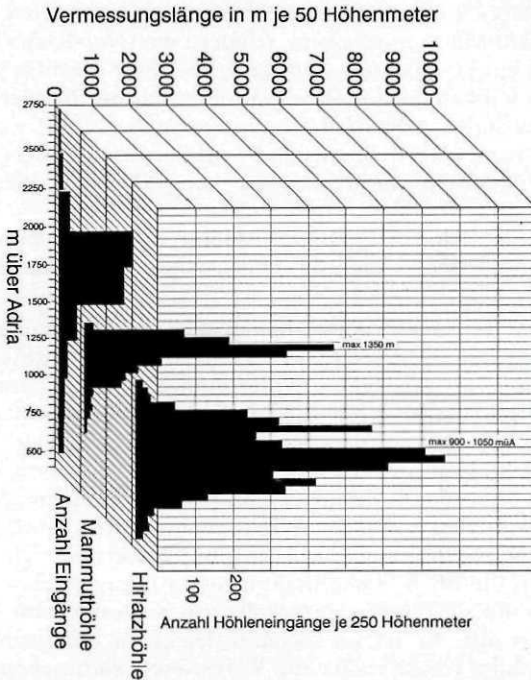


Abb. 3: Gegenüberstellung der Höhenverteilung der Höhleneingänge zur Höhenverteilung der Meßzugstrecken der Mammuthöhle und der Hirlatzhöhle.

Eine niveaugebundene Zuordnung von Höhlen im Sinne regional übergreifender Karstwässer- bzw. Höhlenbildungsniveaus läßt sich anhand des vorliegenden Datenmaterials nicht durchführen. Eine Interpretation der unterschiedlichen Höhenlage (ca. 400 Meter) bei ähnlicher Niveaueverteilung im Vergleich der beiden Riesenhöhlensysteme wird von P. Henne (1994) in diesem Heft durchgeführt.

Die gegenwärtigen speläologischen Forschungen konzentrieren sich nach wie vor auf das Gebiet des Dachstein-Karsthöhlenparks und das Hirlatzgebiet, wobei eine intensive Bearbeitung sowohl im Untergrund als auch an der

Oberfläche erfolgt. In ersterem werden seit vielen Jahren begleitende geowissenschaftliche Untersuchungen, vor allem des Höhleninhaltes (Sedimente, Wasser, Eis) und des Höhlenklimas seitens der Karst- und höhlenkundlichen Abteilung des Naturhistorischen Museums durchgeführt. In beiden Bereichen besteht weiterhin eine aktive Erkundung und Dokumentation unbekannter Höhlenteile durch höhlenkundliche Vereine, so daß unser Gesamtwissen noch bei weitem nicht als abgeschlossen betrachtet werden kann.

3. Stratigraphie und Lithologie

Die speläologisch interessanten und intensiv verkarsteten Bereiche werden von über 1000 Meter mächtigem, triadischem (Nor-Rhät) Dachsteinkalk aufgebaut. Das gut geschichtete, oft mehrere Meter mächtig gebankte, teils massig oder als Riffkalk auftretende Gestein reicht im Norden bis unter die Traunfurche; im Süden streicht die Dachsteinkalkbasis in den Südwänden in einer Höhe von rund 2000 mSh aus und wird dort von geringer verkarstungsfähigem und tektonisch ausgedünntem Hauptdolomit, Wetterstein- und Gutensteiner Kalk und Dolomit unterlagert.

Für die lithologischen Vorgaben zur Höhlenverbreitung und -ausbildung lassen sich innerhalb der stratigraphischen Abfolge des Dachsteinkalks unterscheiden:

- a) *Gut geschichtete bis gebankte Kalke*, die in mehreren, aufeinanderfolgenden Ablagerungszyklen vorliegen. Über einer basalen Diskontinuitätsfläche folgen bei einem derartigen Zyklus häufig zunächst dünne, bunte und vielfach tonig-mergelige Ablagerungen, die von Rhythmiten, den oft dolomitischen „Loferiten“ überlagert werden. Erst darüber folgen jeweils die mächtigen, reinen Kalkschichten und -bänke, in denen die Korrosion stärker wirken kann als in den dolomitischeren und verunreinigten Zwischenlagen. Darüber hinaus wirken insbesondere geringgeklüftete Dachsteinkalkbänke aufgrund ihrer hohen Festigkeit als tragende Deckenbereiche weitgespannter Höhlenprofile (z. B. Lehmhalle in der Mammuthöhle, Kastenprofilgänge). Dolomitierter Dachsteinkalk tritt verbreitet am Nordrand des Gebirgsstocks auf. Er ist im Gelände leicht zu erkennen: das Gestein erscheint auch im frischen Zustand kleinstückig zerbrochen und bildet an Hängen ausgedehnte Schuttfelder; in Mulden und Senken treten vermehrt Bodenbildungen, manchmal sogar kleine Gewässer und kurze Bachläufe auf. Aufgrund der gegenüber reinen Kalken reduzierten Löslichkeit der dolomitischen Kalke ist das Gestein auf der einen Seite zwar voll verkarstet (fast ausschließlich unterirdischer Abfluß, begünstigt durch das engständige Zerbrechungsgefüge), auf der anderen Seite sind aber aufgrund der geringen Standfestigkeit des Gesteinsverbandes größere unterirdische Hohlräume selten. In den Höhlen manifestieren sich dolomitischere Zwischenlagen zumeist durch kleinräumige Höhlenteile, bei der allgemeinen Lösung herauspräparierte Wandvorsprünge oder kleinstückige Versturztrecken. Allerdings dürften unterlagernde dolomitische Kalke bei der Ausbildung von Schichtfugengängen eine Rolle spielen (vgl. Trimmel 1963).

- b) *Riffkalke*, oft nur undeutlich geschichtet, sonst überwiegend massig, treten mehr im Süden und Südwesten des Dachsteinmassivs auf (Südwände, Gosaukamm). In diesen Bereichen sind keine größeren Höhlen oder Hohlräume bekannt, im Gegenteil: die massigen überragen oft als Aufragungen („herauspräparierte Riffe“) als *Härtlinge* die sie umgebenden geschichteten Kalke.

4. Tektonik

Die Entwicklung und Anlage von Karsthöhlen durch Lösungsvorgänge ist generell vom Vorhandensein speläogenetisch wirksamer Inhomogenitäten im Gestein abhängig. Neben lithologisch-petrographischen Varianzen, auf die vorstehend hingewiesen wurde, stehen allgemein Schicht- und Störungsflächen als solche zur Verfügung.

Je nach Bearbeiter (bzw. der zur Untersuchung herangezogenen Höhlen und ihres lithographisch-tektonischen Rahmens) werden teils die Schichtflächen (z. B. Bögli 1978), teils die tektonischen Störungen als dominanter Faktor der Höhlenbildung und Raumgestaltung angesehen (u. a. Fink 1967; Arnberger 1984). Trimmel (1963: 236) unterstreicht für die Mammuthöhle, daß der Höhlenverlauf ebenso an Klüftung wie an Schichtung gebunden ist. Da beide in Ausbildung und Raumlage vom tektonischen Bauplan bestimmt sind, kann für den Verlauf von Höhlensystemen und -gängen eine „sklavische Abhängigkeit“ von der Tektonik widerspruchsfrei angenommen werden.

4.1 Lagerungsverhältnisse

Der Übergang von den karbonatischen und verkarstungsfähigen Gesteinsabfolgen zu den unterlagernden nicht verkarstungsfähigen Werfener Schichten liegt im Süden bei etwa 1500 m Sh, so daß zusätzlich zum Höhenunterschied in der Vorflut (im S bei über 700 Meter, im N bei etwa 500 Meter) für die potentielle Verkarstungsbasis ein vergleichsweise noch stärkeres Einfallen gegen N zu folgern ist. Obwohl lokal flachlagernd oder tektonisch verstellt, fallen die Dachsteinkalke im allgemeinen gegen N bis NNE ein, wobei gegen den Nordrand eine Versteilung des Einfallens auf bis zu 30 Grad zu beobachten ist.

4.2 Bruchtektonik

Die erste Anlage des bruchtektonischen Grundmusters kann bereits in der Trias angenommen werden. Schon während der noch fortdauernden *Sedimentationsphase tritt ein Diagonalsystem NW-SE- und NE-SW-gerichteter* (mit Betonung der erstgenannten), offener Spalten auf, die sedimentär verfüllt wurden (u. a. Ganss 1939). Auf dem Plateau folgen linienhafte Karsthohlformen und Karstgassen bevorzugt diesen Schwächezonen, und es finden sich häufig Aufschlüsse von zumeist rötlich gefärbten Klufteinlagerungen. Während der vor- und nachgosauischen Deckentransporte wurde ein gleichgerichtetes orthogonales Kluftsystem gebildet (Tollmann 1969, Wilthum 1954); es wird

durch seine NW-SE- und NE-SW-Hauptrichtungen zur Vereinfachung nachstehend als x-System bezeichnet. Daneben besteht ein (jüngeres?) N-S- und W-E-gerichtetes Kluftsystem (nachfolgend +-System genannt), bei dem der N-S-gerichtete Ast als Zerrungsstruktur aufgefaßt wird (Scheidegger 1979).

Während der bruchtektonisch beherrschten en-bloc-Heraushebung des Alpenkörpers im Tertiär wurden die so vorgegebenen Systeme ganz oder teilweise, vielfach auch auf engem Raum wechselnd, wiederbelebt. Wechsel in der Störungsdichte sowie die regional wechselnde Dominanz einzelner Äste der Kluftsysteme beschreibt schon Wilthum (1954).

4.3 Luftbildauswertung

In einer ersten geologischen Luftbildinterpretation des Dachsteinplateaus durch Holzer (1964) tritt das x-System besonders im zentralen Plateaubereich deutlich hervor, während das +-System fast ausschließlich durch einen N-S-Ast repräsentiert wird.

In den Abb. 4a und 4b sind die statistischen Verteilungen der Luftbildstörungen und der Karstgassen, nach der erkennbaren Länge gewichtet, eingetragen. Es fällt auf, daß die oberirdische Verkarstung (Karstgassen, Abb. 4b) bevorzugt dem x-System und, untergeordnet, der N-S-Richtung des +-Systems folgt. In der Gesamtverteilung der Störungen (Abb. 4a), die ab-

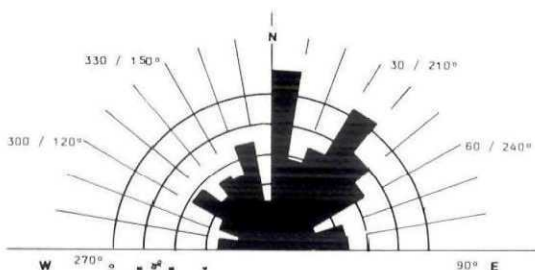


Abb. 4a: Statistische Verteilung der Richtungen der Luftbildlineamente am N-Rand des Dachsteins. - 100 % = 204 km.

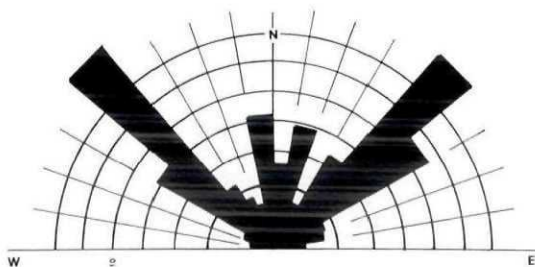


Abb. 4b: Statistische Verteilung von Karstgassen und großen, richtungsorientierten Karsthohlformen im N-Teil des Dachsteinplateaus. - 100 % = 48 km.

weichend von der Holzer'schen Auswertung den Plateau-Nordrand betont, fächern die klaren Maxima der x- und +-Systeme auf, die N-S-Richtung wird vorherrschend und auch die zugehörige W-E-Richtung, in Abb. 4b fehlend, wird erkennbar. In der beigegefügten Karte sind neben den Höhlengrundrissen, erstellt nach den Unterlagen des Vereins für Höhlenkunde Hallstatt-Obertraun und der Karst- und höhlenkundlichen Abteilung am Naturhistorischen Museum, auch die phototektonischen Auswertungen, ergänzt durch vor-Ort-Aufnahmen, dargestellt.

In der Karte fällt auf, daß bevorzugte Störungsrichtungen lokal hervor- bzw. zurücktreten können. Als Beispiel dafür sei die Detailauswertung des Bereiches Mammuthöhle (Mittagskogel-Krippenstein, Abb. 5) angeführt: Die klare und eine Zuordnung zu den o. a. Kluftsystemen ermöglichende Gliederung kann nur dann erfolgen, wenn man eine rechtshändige (?) Drehung um ca. 20–25 Grad annimmt. Mittagskogel und Krippenstein ragen ebenso wie Rauher und Zwölferkogel als Sporne aus dem Dachsteinplateau nach Nord, wobei sie an ihren W- und E-exponierten Flanken von Störungen begrenzt werden. Neben dem dadurch bedingten NNE- bis N-gerichteten Maximum des scheinbaren Störungsstreichens lassen sich ein W-E-gerichtetes und, untergeordnet, Anzeichen eines leicht gedrehten x-Systems erkennen.

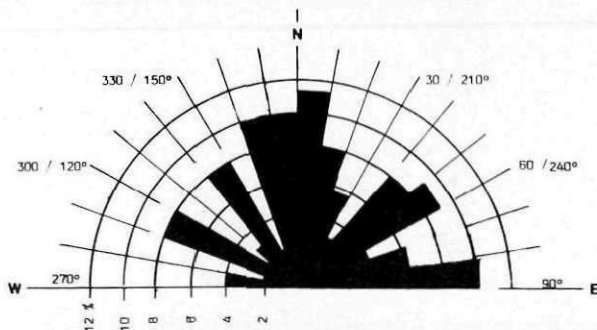


Abb. 5: Statistische Verteilung der Richtungen (Luftbildlineationen) im Bereich Mittagskogel-Krippenstein. – 100 % = 21,5 km.

5. Anlage der Höhlensysteme am Dachstein-Nordrand

Die synoptische Betrachtung des Dachstein-Nordrandes und des Gangverlaufes der Hirlatzhöhle (siehe Karte) verdeutlicht eine auffällige Parallelität zwischen Morphologie (Isohypsen) und Höhlenanlage. Dort, wo der Gebirgsrand zurückspringt (z. B. Hirschau-Alm-Gebiet, Schloßlahngang) verbinden einzelne Gänge die mehr labyrinthisch angelegten Höhlenbereiche unter oder im Übergangsbereich zu den Bergspornen (z. B. Vorderer Hirlatz, Rauher Kogel).

Um eine vergleichende Betrachtung zu ermöglichen, wurde daher der Dachstein-Nordrand durch Erfassung und gleichartige Darstellung der Richtungen der 1000- bis 1600-Meter-Isohypsen ausgemessen (Abb. 6). Ein Vergleich mit den Richtungen des Gangverlaufes der Hirlatzhöhle (Abb. 7) läßt eine verblüffend gute Übereinstimmung beider Darstellungen erkennen. Besonders auffällig ist, daß im Gegensatz zum inneren Gebirgsbereich mit Annäherung an den Gebirgsrand verstärkt gebirgsrandparallele (W-E) Lineationen auftreten.

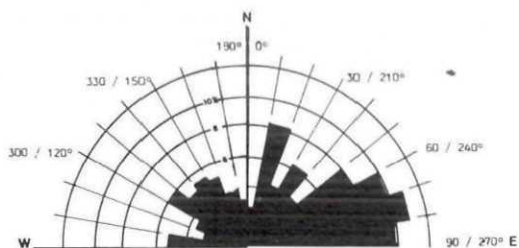


Abb. 6: Richtungen des Dachstein-Nordrandes. Ermittelt aus dem 1000-, 1200-, 1400- und 1600-Meter-Isohypsen. – 100 % = 46 km.

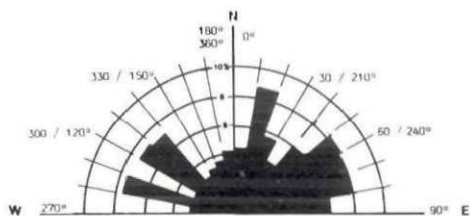
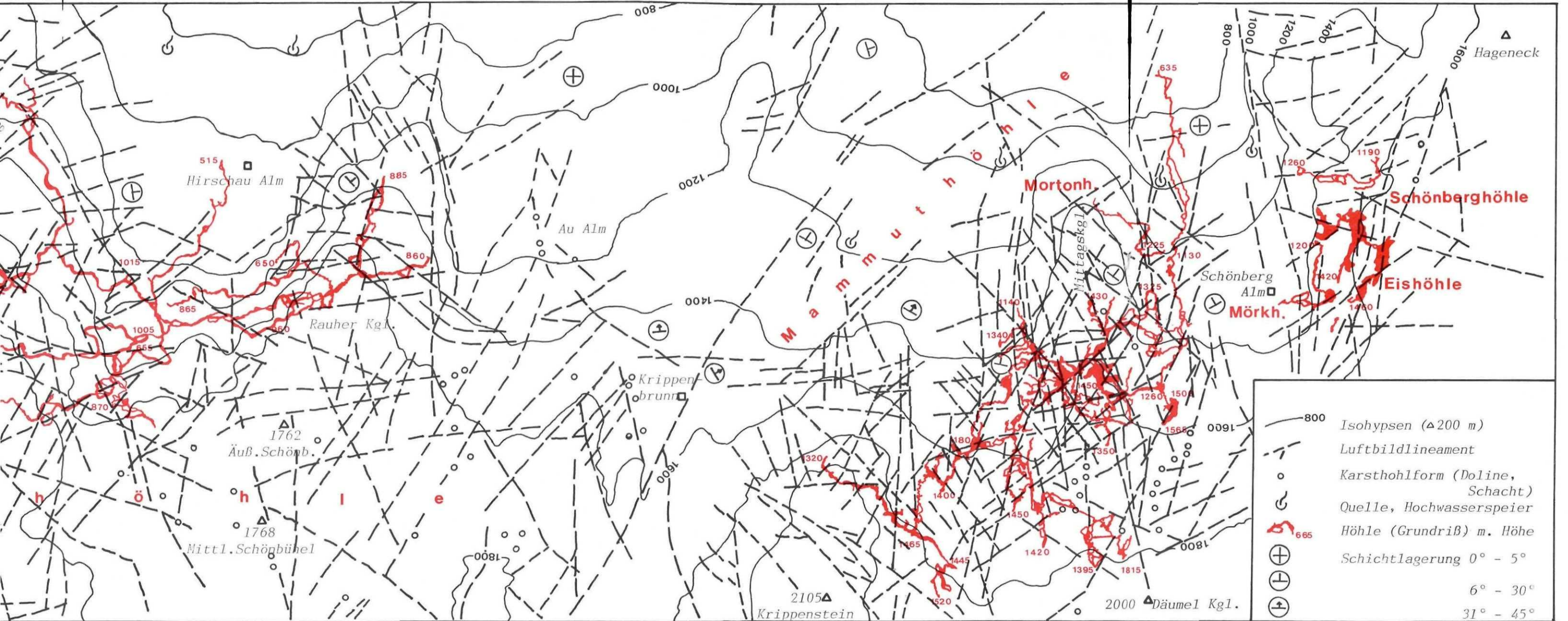


Abb. 7: Richtungen des Gangverlaufes der Hirlatzhöhle. – 100 % = 26,5 km.

Da der Abfall des Dachsteinplateaus über steile Felswände bis zur Oberkante der am Hangfuß befindlichen Schuttkörper in etwa 800–1000 m Sh erfolgt, bestehen entlang der Steilwände und an den Flanken der Sporne (bzw. im gesamten Spornbereich noch verstärkt) *Gegenlastdefizite*, die in einem Gebirgskörper mit präexistendem oder latent vorhandenem Kluftgefüge zur Entstehung von *Entlastungsklüften* führen, die, nunmehr als offene Zugspalten, eventuell vorhandenen, wandparallelen Störungen folgen. In den Bergspornen werden verstärkt ganze Kluftsysteme reaktiviert, da hier ja 2- oder 3seitige Entlastung an den Spornflanken erfolgt. Weiterhin können nach Müller (1961) oberflächen-/wandparallele Klüfte auch ohne tektonische Vorgabe geomechanisch bei Überschreiten der Gebirgszugfestigkeit entstehen.

HÖHLEN UND TEKTONIK AM DACHSTEIN-NORDRAND



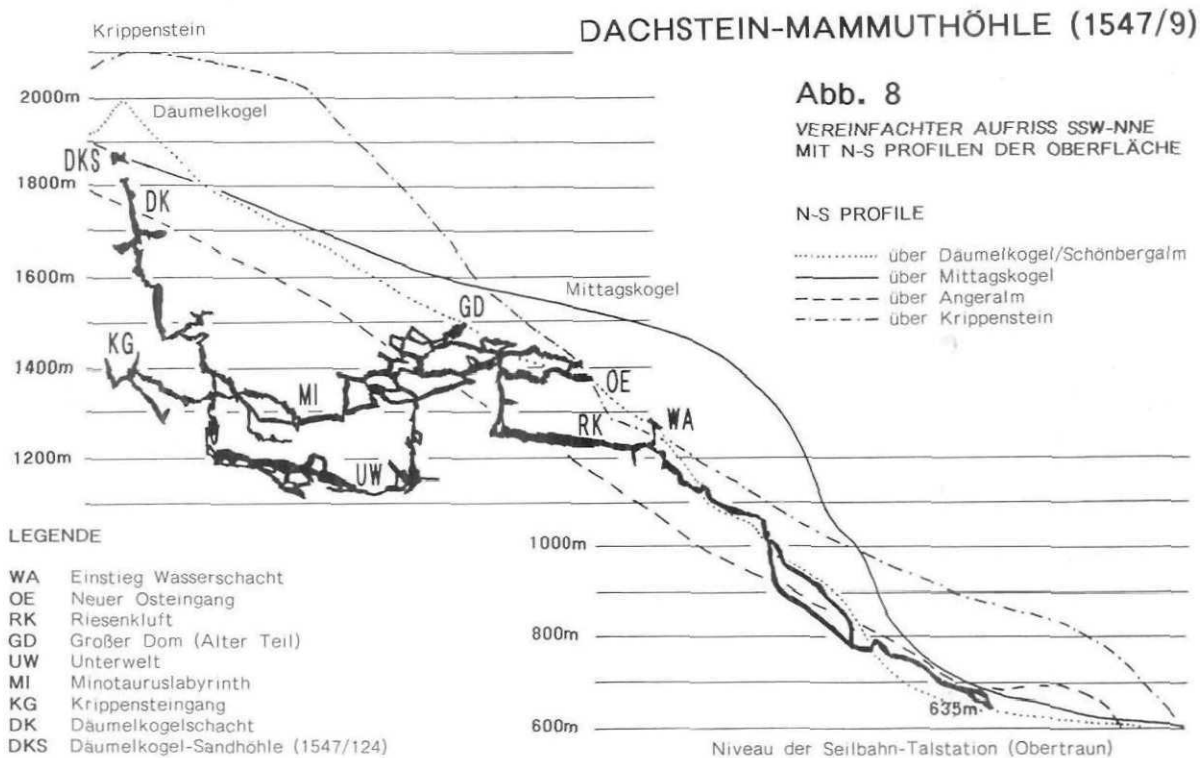
Das vorstehend Gesagte muß auch für ein weiteres, potentiell vorhandenes Trennflächengefüge gelten: die Schichtflächen. Eine Verminderung der Auflast auf den im allgemeinen im N-Dachstein flach gelagerten Schichten (durch Heraushebung des Gebirgskörpers, Abtrag, Entfernung einer Eisauflast) kann zu einem Abheben der vorher eingespannten Schichten entlang von Schichtflächen führen. Arnberger (1964, 1980) schließt für die Mammuthöhle großvolumige, primäre Höhlenräumen aufgrund des Abgleitens ganzer Schichtpakete entlang von Schichtflächen nicht aus. Tatsächlich finden sich in den Höhlen auf Schicht- und – unsicher – flachgelagerten Kluftflächen Bewegungsspuren, die, so sie nicht schon vor der Höhlenbildung angelegt wurden, auf einen talwärts gerichteten Schub hindeuten.

Es ist also davon auszugehen, daß speläogenetisch bevorzugte Klüfte – insbesondere initial *offene Zerrklüfte* („protocaves“ im Sinne D. Fords) und Schwächezonen, die ein Eindringen der Niederschlagswässer und/oder erosive und inkasive Erweiterung ermöglichten, im Gebirgsinneren durch das x-System und den N-S-Ast des +-Systems vorgegeben waren. In der Nähe des Gebirgsrandes sind jedoch gebirgsrandparallele Zugspannungs- und Entlastungsklüfte, verstärkt durch Tälzuschub- und Abgleitvorgänge entlang der gegen N geneigten Schichtflächen als für die Höhlenbildung dominant anzusehen. Auch im SSW-NNE-Aufriß der Mammuthöhle (Abb. 8) zeigt sich, wie schichtgebundene und zumeist labyrinthisch angelegte Höhlenteile (Alter Teil, Minotauruslabyrinth, Wiener Labyrinth, Unterwelt) gebirgsrandnah durch Schächte und Canyons „durchschlagen“ und miteinander verbunden werden. Auch diese Vertikalen in den Höhlen lassen sich oft mit Geländevertiefungen der Oberflächenmorphologie korrelieren.

5.1 Vergleich der Höhlenanlage von Hirlatz- und Mammuthöhle

Außer der in der Hirlatzhöhle stärker als in der Mammuthöhle ausgeprägten Abhängigkeit des Höhlenverlaufs vom Gebirgsrand ist festzustellen, daß die Distanzen Höhle–Erdoberfläche (Tagferne) relativ gering sind. Sie betragen für die

– Mammuthöhle:	mittlere Vertikalüberdeckung:	300 – 400 Meter
	maximale Vertikalüberdeckung:	600 Meter
	mittlere Horizontaldistanz:	450 – 550 Meter
	maximale Horizontaldistanz:	750 Meter
	mittlere Schrägdistanz:	200 – 300 Meter
	maximale Schrägdistanz:	400 Meter
– Hirlatzhöhle:	mittlere Vertikalüberdeckung:	400 – 800 Meter
	maximale Vertikalüberdeckung:	1000 Meter
	mittlere Horizontaldistanz:	6000 – 800 Meter
	maximale Horizontaldistanz:	1500 Meter
	mittlere Schrägdistanz:	300 – 550 Meter
	maximale Schrägdistanz:	800 Meter



Bei beiden Höhlen treten die Maximalwerte nur in tief eingeschnittenen Canyons oder in der Nähe von Bergauftragungen auf. Die Minimalwerte betragen 0 Meter (Höhleneingänge). Es fällt auf, daß die Höhlenräume im Mittagkogel (Mammuthöhle) im allgemeinen noch tagnäher gelegen sind als jene der Hirlatzhöhle. Dies wird einmal dadurch bedingt, daß die Mammuthöhle im Mittel 300 Meter höher liegt, zum anderen dadurch, daß der Mittagkogel-Sporn an N-, W- und E-Flanke frei aufragt und von jedem Punkt der Mammuthöhle nach 200 bis 300 Metern Schräg Entfernung eine der Flankenwände erreicht werden kann.

5.1.1 Mammuthöhle

Durch die Arbeiten von Henne (1994) kann der Verlauf der Mammuthöhle statistisch ausgewertet werden. Zwar werden dazu die EDV-aufbereiteten Vermessungszüge den Gangrichtungen gleichgesetzt, eine Ungenauigkeit, die bei der Vielzahl der Vermessungszüge (insgesamt über 36 Kilometer, Stand 1981) als vernachlässigbar erscheint. Abweichend von den übrigen Darstellungen kann der Vermessungszug nicht nur in Richtung, sondern auch in der Neigung ausgewertet werden. In Abb. 9 ist zu erkennen, daß ein deutliches Gefälle gegen N besteht. Die Neigungsmaxima entsprechen dabei genau dem allgemeinen Schichtfallen (20 bis 30 Grad gegen NNE) der Dachsteinkalkbänke im Bereich Mittagkogel – Krippenstein.

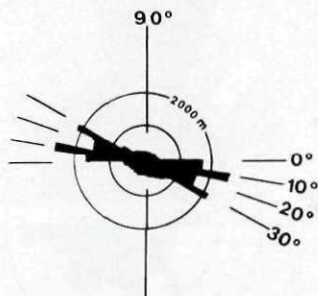


Abb. 9: Neigungen der Vermessungszüge (Dachstein-Mammuthöhle).

In der Höhle finden sich schichtgebundene Gänge vor allem in den sogenannten „Labyrinthen“ (u. v. a. Edelweiß-Labyrinth, Wiener Labyrinth und Oberer und Unterer Windstollen). In ihrer Längsachse sind sie manchenorts leicht (bis 25 Grad) vom Schichtstreichen gegen NNE gedreht, da sie dort auch mehr oder weniger stark dem Schichtfallen folgen. Quergänge und Ausbuchtungen der Labyrinth folgen den im allgemeinen schwach ausgebildeten Klüften und verlaufen meist direkt im Schichtfallen.

Es erscheint allerdings als fraglich, ob sie als die eigentlichen speläogenetischen Formen der ostalpinen Höhlen angesehen werden müssen, die später durch Inkasion überformt und „zu einem fiktiven Kluftgang umgeprägt

(und durch schwerwiegende Fehlschlüsse ... unter die kluftbestimmten Höhlen eingestuft) wurden“ (Bögli 1978: 211 ff.).

Dem ist entgegenzuhalten – was in der Höhle leicht mit Salzsäure festzustellen ist –, daß die schichtgebundenen Labyrinth wie auch einzelne Großgangabschnitte immer an den Wechsel von „dolomitischen Zwischenlagen“ (Trimmel 1963: 236) mit Mg-freien Kalken gebunden sind. Das bekannte Zerbrechungsmuster von Dolomiten, Zerteilung bis in den Zentimeter-Bereich ohne durchhaltende Kluftlineationen, ist zu beobachten und dürfte die Entstehung von gerundeten Druckprofilen begünstigt haben.

Daß das Bild der Mammuthöhle vorherrschend durch kluftgebundene Räume bestimmt wird, zeigt der Vergleich der Störungsrichtungen (Abb. 5) mit den „Gang“-Richtungen (Abb. 10). Die Dominanz der gegen N gerichteten Höhlenabschnitte entspricht genau den Maxima des tektonischen Grundmusters. Auch die durch Bergzerreißung und Talzusub verursachten E-W-Richtungen lassen sich durch entsprechende Gangabschnitte (Alter Teil) lokalisieren. Darüber hinaus lassen sich sowohl im Alten Teil (Pfeilerhalle) als auch in den schichtgebundenen Labyrinth (z. B. Verfallene Burg) junge,

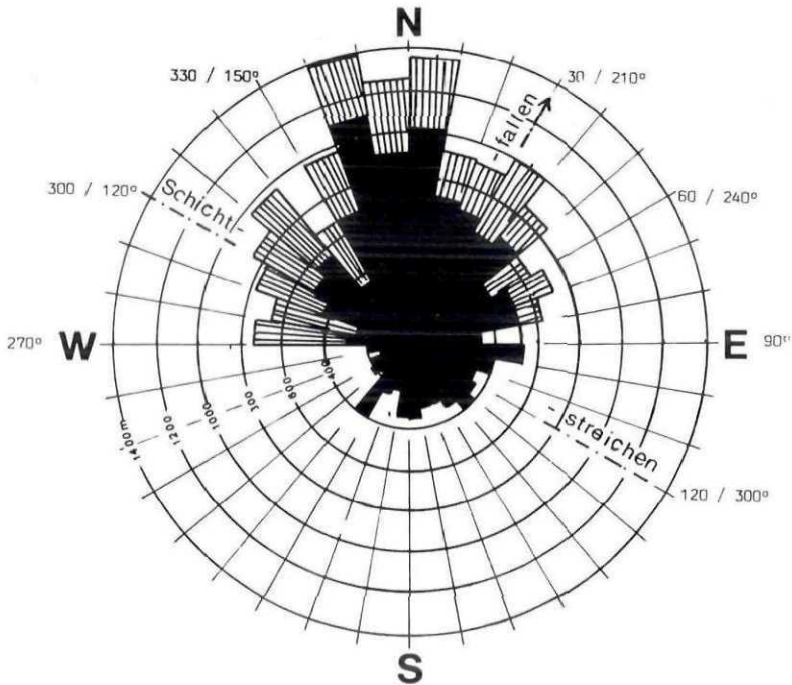


Abb. 10: Vermessungszugrichtungen in der Dachstein-Mammuthöhle und Schichtlagerung (gemittelt) im Bereich Mittagskogel-Kirppenstein. Schwarz: Richtungen unter Berücksichtigung der „Gangneigungen“. Raster: Richtungen gesamt eingetragen in Nordsektoren.

wahrscheinlich fortdauernde Abgleitvorgänge von Schichtpaketen nachweisen, wo ursprünglich zusammenhängende Wandpartien oder abgescherte Pfeiler Versatzbeträge von einigen Dezimetern aufweisen. Hierbei ist jeweils das obere Gesteinspaket gegen das liegende talwärts, d. h. gegen N, vorgeschoben. Derartige Bewegungen müssen nicht zwangsläufig über die gesamte Schichtbreite erfolgen, wie in der Lehmhalle an N-S-gerichteten, klaffenden und mit Reibungsbrekzie gefüllten Klüften mit Lateralversatz erkennbar ist. Das im Sporn des Mittagskogels verwirrende Bild breitgefächerter Gangrichtungen reduziert sich auf klare Richtungen (NW-SE des x-Systems und der durchhaltenden Nordkomponente) dort, wo die Höhle unter das Plateau tritt (südliche Höhlenteile, siehe Karte).

5.1.2 Hirlatzhöhle

Aus der Gesamtschau der Hirlatzhöhle und des tektonischen Grundmusters lassen sich ohne weitere Detailuntersuchungen keine Aussagen über die Differenzierung von schicht- und kluftgebundenen Höhlenteilen treffen, da über dem gesamten Bereich die Lagerungsverhältnisse mehrfach und abrupt wechseln. Dennoch zeigt die Karte, daß auf weite Strecken dem Höhlenverlauf ein entsprechendes tektonisches Lineament zugeordnet werden kann.

Zusätzlich zu den angeführten, auffälligen Kongruenzen von Höhlenverlauf und Morphologie, scheint die Höhle in weiten Bereichen lokal modifizierten Leitlineamenten des x- und +-Systems zu folgen.

6. Karsthydrologie

Seit 1956 wurden Sporentrift- und Farbtracerversuche im Dachsteingebiet durchgeführt (vgl. Bauer, Zötl, Mayr [1959]; Bauert [1989]). Es ergaben sich dabei generell nach N bis NW gerichtete Abflußwege gegen das Echerntal, den Gosauseen und gegen die Traunfurche, darunter auch zu den Karstwasseraustritten am Nordrand des Dachsteins im Bereich der Höhlen. Der Karstwasserscheitel ist weit nach S, zum Teil bis jenseits der Kammlinie, verschoben. Bemerkenswert hierbei waren die teilweise hohen Durchlaufgeschwindigkeiten der Markierungsstoffe in Größenordnungen von 100 m/h oder darüber.

In Mammut- und Hirlatzhöhle trifft man in allen Höhenlagen auf unterirdische Gerinne, im vadosen Bereich schnell und teilweise turbulent fließend, im Übergangsbereich zur phreatischen Zone fast stagnierend oder langsam-laminar fließend. Die geschätzten Wassermengen in der Höhle entsprechen durchaus einigen Quellschüttungen ober Tags. Der Übergang von vadoser zu phreatischer Zone vollzieht sich dabei, soweit beobachtbar, in beiden Höhlensystemen in tiefer, gebirgsrand- und quellennaher Situation. Während die meisten inaktiven Höhlenteile mit unterschiedlicher Größe entsprechend den tektonischen Vorgaben verlaufen, ziehen gewaltige (meist wasserführende) Canyons rasch mit großem Gefälle (Abb. 11) ausschließlich in nördliche Richtung und direkt zur Vorflut des Hallstätter Sees (z. B. System Riesenkluft-Wasserschacht und Unterwelt der Mammothöhle; wasserführende Teile der

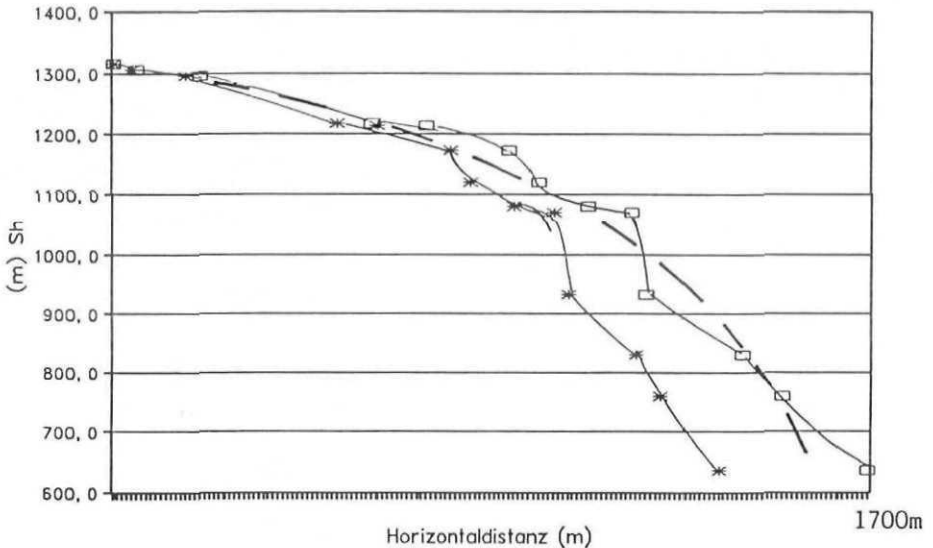


Abb. 11: Fließkurve des „Donnerbachs“ zwischen Riesenkluft und Horrorsee.

- * * * * Distanz Luftlinie
- Distanz vermessene Ganglänge

Hirlatzhöhle im Bereich der Hirschau-Alm-Kessel). Diese „Schluchtstrecken“ durchschneiden dabei ältere, trockene Höhlenabschnitte und -labyrinth, denen sie dort auch auf zumeist nur kurzen Strecken folgen können. Als bekanntestes Beispiel kann das System Riesenkluft-Wasserschacht gelten (der auf die Höhe 635 nach N ziehende Gang im Ostteil der Mammuthöhle, siehe Karte).

Über lange Strecken folgen Gang und Höhlenbach einer klar vorgezeichneten (Dehnungs-)Kluft, stellenweise im Dezimeter-Bereich geöffnet, wobei die Öffnungsweite *nicht* durch Lösungsvorgänge vorgegeben ist. Anderenorts, z. B. entlang des Abstiegs in der Riesenkluft, ist die Kluft sekundär durch Calcit verheilt; das klar hervortretende, helle Calcitband entspricht mit seiner Mächtigkeit von 1 bis 1,5 Dezimetern der Klaffweite der offenen Kluft.

Dort, wo der Canyon sklavisch der Kluft folgt, verläuft er geradlinig. Es treten aber auch Strecken auf, in denen der Canyon die Kluft „verliert“ bzw. die Kluft nicht deutlich ausgeprägt ist. Hier verlaufen die Gänge dann mäandrierend, eventuell auch als Zwangsmäander aus der oft mehrere 10er Meter höher gelegenen Uralanlage der Canyons übernommen.

Die geschätzten Fließgeschwindigkeiten bewegen sich in einer Größenordnung von unmeßbar gering (in Teichen und Seen) bis 1 m/s. Aus der Verteilung von Strecken langsamen und schnellen Fließens lassen sich Fließgeschwindigkeiten abschätzen, die durchaus den aus den Markierungsversuchen bekannten entsprechen.

Siphons und Rückstaubereiche sind aus allen Höhenlagen und sowohl aus Hirlatz- als auch aus der Mammuthöhle bekannt. Hierbei handelt es sich, besonders bei den höhergelegenen, um lokale Staubereiche, entweder durch dolomitischere Zwischenlagen oder durch Verlehmung verursacht.

Es ist anzunehmen, daß die Siphons bei der Höhenkote 515 Meter (Hirlatzhöhle, unter der Hirschau-Alm), eventuell auch der Kote 635 Meter (Mammuthöhle), den Übergang vom vadosen zum phreatischen Bereich repräsentieren. Die Höhenlage des Hallstätter-See-Spiegels, nur 750 Meter Luftlinie vom Siphon bei Kote 515 Meter entfernt, beträgt 508 Meter. Jüngste Weiterforschungen in der Hirlatzhöhle und durch Tauchgänge im Kessel, leider noch unveröffentlicht, stellen eine direkte Verbindung zu den wasserführenden tiefen Teilen der Hirlatzhöhle her. Das Wasserschachtende bei Kote 635 Meter (siehe Abb. 8) der Mammuthöhle liegt auf demselben Niveau wie die perennierenden Quellaustritte in diesem Bereich. Somit läge hier der Karstwasserspiegel bei einer Horizontalentfernung von rund 1000 Metern zur 515 mSh betragenden Traun-Vorflut bereits um 120 Meter höher. Dies kann auf eine dem Gebirgsfuß angelagerte, aus gering- oder undurchlässigem Seeablagerungs- oder glazigenem Material bestehende Schürze zurückgeführt werden.

Es wird daher angenommen, daß die Ergebnisse der Markierungsversuche, zumindest der schnellfließenden Verbindungswege, die Abflußverhältnisse der vadosen bzw. Hochwasserzone repräsentieren. Diese, inzwischen der unmittelbaren Beobachtung durch die Höhlenforscher zugänglichen, wasserführenden Höhlenteile kommen in hoher morphologischer Lage (in der Mammuthöhle bei 1100 bis 1350 mSh) aus dem südlichen Gebirgsbereich an, um erst in unmittelbarer Nähe zum Nordrand unter Ausnutzung der Entlastungsklüfte rasch auf das Vorflutniveau abzusinken (vgl. Abb. 11, Riesenkluft – Horrorsee).

Generell scheinen die tiefgelegenen Wassersammler den „direkten“ Weg zur aktuellen Vorflut einzuschlagen, d. h. am Dachstein-Nordrand S-N gerichtet. Es wird daher vermutet, daß unter der Vielzahl der verfügbaren und potentiell wasserwegigen Klüfte diejenigen, die direkt zur nächstgelegenen Vorflut gerichtet sind, bevorzugt werden.

Literaturverzeichnis

- Arnberger, E. (1954): Neue Ergebnisse morphotektonischer Untersuchungen in der Dachstein-Mammuthöhle. Mitt. Höhlenkomm. 1953, 1, 68–79, Wien.
- Arnberger, E. (1964): Die Dachstein-Mammuthöhle (Lage, Erforschung, Raumgestaltung und Entstehung). Jb. d. Österr. Alpenvereins, Bd. 88, Jg. 1964.
- Arnberger, E. (1984): Die wissenschaftliche Erforschung der Dachstein-Mammuthöhle und ihre Bedeutung für die Speläogenese. Die Höhle, 35 (3/4), 93–104, Wien.
- Bauer, F. †, Zöll, J., und Mayr, A. (1959): Neue Karsthydrographische Forschungen und ihre Bedeutung für die Wasserwirtschaft und Quellschutz. Wasser und Abwasser, Wien.

- Bauer, F.* † (1989): Die unterirdischen Abflußverhältnisse im Dachsteingebiet und ihre Bedeutung für den Karstwasserschutz. Reports d. Umweltbundesamtes UBA-89-28, Wien.
- Bock, H.* (1913): Alte Höhlenstromläufe im Innern des Mittagkogels. In: Bock, Lahner, Gaunersdorfer: Höhlen im Dachstein und ihre Bedeutung für die Geologie, Karsthydrologie und die Theorien über die Entstehung des Höhleneises, 72–83, Graz.
- Bögl, A.* (1978): Karsthydrologie und physische Speläologie. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- Bossert, T.* (1986): Hirlatzhöhle. Lageplan 1:10.000. In: Höhlenkundl. Vereinsinf. d. Vereins f. Höhlenkunde Hallstatt-Obertraun, 13, Heft 1, Bad Ischl.
- Fink, M.* (1967): Tektonik und Höhlenbildung in den niederösterreichischen Kalkalpen. Wiss. Beiheft zur „Die Höhle“, 11, Wien.
- Fink, M.* (1982): Exkursion – Karstformen und Karstentwicklung. Höhlenkundliche Vereinsmitteilungen (Hallstatt-Obertraun), Jg. 9, Sonderheft 1982
- Flügel, H. W. und Neubauer, F.* (1984): Steiermark. Erläuterungen zur Geologischen Karte der Steiermark. Geol. B.-A., Wien.
- Ganss, O.* (1939): Tektonik und alte Landoberflächen der Dachsteingruppe. Jb. Zweigst. Wien Reichsst. f. Bodenforschung, 89, 357–377, Wien.
- Henne, P.* (1994): Untersuchungen zur Höhlenbildung am Dachstein-Nordrand aus den Vermessungsdaten. Die Höhle, 45 (2): 39–47, Wien
- Holzer, M.* (1964): Geologische Luftbildinterpretation: zur photogeologischen Karte des Dachstein-Plateaus. Jb. Geol. B.-A., 107, 1–9, Wien.
- Kraus, F.* (1894): Höhlenkunde. Verlag Carl Gerold's Sohn, Wien.
- Krauthausen, B.* (1989): Höhlen und Tektonik am Nordrand des Dachsteins zwischen Echerntal und Hageneck. Oberrhein. geol. Abh., 35, 37–48, Stuttgart.
- Kyrle, G.* (1923): Grundriß der theoretischen Speläologie. Spel. Inst. d. Bundeshöhlenkomm. (Hrsg.), Wien.
- Maurin, V. und Zötl, J.* (1959): Die Untersuchung der Zusammenhänge unterirdischer Wässer mit besonderer Berücksichtigung der Karstverhältnisse. Steir. Beitr. Hydrogeol., N. F., 10/11, Graz.
- Maurin, V. und Zötl, J.* (1964): Karsthydrologische Untersuchungen im Toten Gebirge mit besonderer Berücksichtigung der wasserwirtschaftlichen Belange im Täuplitzgebiet. ÖWW, 16, 112–123, Wien.
- Müller, L.* (1962): Über die Entstehung oberflächenparalleler Klüfte. Geologie u. Bauwesen, 27 (3/4), 146–151, Wien.
- Pia, J.* (1926): Geologische Beobachtungen. In: Kyrle, G.: Die Eisriesenwelt im Tennengebirge. Spel. Inst. d. Bundeshöhlenkomm. (Hrsg.), 107–123, Wien.
- Schauberg, O.* (1982): Einführung in die Geologie des Dachsteingebirges. Höhlenkundliche Vereinsmitteilungen (Hallstatt-Obertraun), Jg. 9, Sonderheft 1982.
- Scheidegger, E.* (1979): Beziehungen zwischen Orientationsstruktur der Talanlagen und der Kluffstellungen in Österreich. Mittlg. Österr. Geogr. Ges., 121, 187–195, Wien.
- Stummer, G.* (1980): Atlas der Dachstein-Mammuthöhle 1:1000. Wiss. Beiheft zu „Die Höhle“, 32, Wien.
- Tölmann, A.* (1967): Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen. 1. Teil: Der Ostabschnitt. Mittlg. Österr. Geol. Ges., 59, Wien.
- Tölmann, A.* (1969): Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen. 2. Teil: Der Mittelabschnitt. Mittlg. Österr. Geol. Ges., 61, Wien.
- Tölmann, A.* (1976): Der Bau der Nördlichen Kalkalpen, orogene Stellung und regionale Tektonik. Monographie der Nördlichen Kalkalpen, 3, Wien.

- Trimmel, H.* (1963): Die Neubearbeitung der Dachstein-Mammuthöhle und einige Bemerkungen über schichtgebundene Höhlenräume. III. Intern. Kongr. Speläologie, Akten Bd. III: 235–239, Wien.
- Trimmel, H.* (1980): Ergebnisse und künftige Schwerpunkte wissenschaftlicher Forschung im Dachstein-Höhlenpark. Die Höhle, 31 (2): 62–71, Wien.
- Wildberger, A.* (1986): Flow paths in the vadose zone of an alpine karst area: results of dye-tests in Hoelloch-Cave (Switzerland). Abstracts of the 5th intern. Symp. on Underground Water Tracing, 130, Athen.
- Willhum, E.* (1954): Die Stellung der Dachsteinhöhlen in der Morphotektonik ihrer Umgebung. Mitt. Höhlenkomm., 1953, 1, 80–90, wien.
- Zötl, J.* (1957): Hydrologische Untersuchungen im östlichen Dachsteingebiet. Mitt. Naturw. Ver. Stmk., 87, Graz.

Tätigkeitsberichte 1993 der dem Verband österreichischer Höhlenforscher angeschlossenen höhlenkundlichen Vereine und Forschungen

Der Vorstand des Verbandes österreichischer Höhlenforscher hat auch heuer wieder seine Mitgliedsorganisationen eingeladen, zusammenfassende Berichte über die im Jahre 1993 durchgeführten Aktivitäten vorzulegen. Die meisten Vereine und Forschergruppen haben dieser Einladung Folge geleistet, so daß auf den folgenden Seiten dieser Zeitschrift ein in vielen Bereichen oft knapper und eher stichwortartiger, aber doch nahezu vollständiger Überblick über die 1993 vollbrachten Leistungen geboten werden kann.

Die Berichte sind nach der alphabetischen Reihenfolge der österreichischen Bundesländer angeordnet, in denen die betreffenden Vereine oder Forschergruppen ihren Sitz haben.

Landesverein für Höhlenkunde in Kärnten (Villach)

Im abgelaufenen Jahr 1993 konnte der Landesverein sein 25jähriges Bestehen festlich begehen; zur Jubiläumsfeier kamen auch die Höhlenforscher aus Friaul und Slowenien, mit denen ihn eine enge Freundschaft verbindet. Das langjährige Mitglied Konrad Plasonig wurde zum Ehrenmitglied ernannt.

Am alljährlichen „Dreiländertreffen“, das diesmal in Idria (Slowenien) stattfand und mit verschiedenen Höhlenbefahrungen verbunden werden konnte, nahmen zehn Mitglieder teil.

Im Eggerloch bei Warmbad Villach wurde eine weitere Fortsetzung gefunden; es ist aber nicht gelungen, die Störung zwischen dem Tscheltschnigkogel, in dem sich diese Höhle befindet, und dem anschließenden Pungart, der ebenfalls reich an Karsthöhlen ist, unterirdisch zu überwinden. An der traditionellen Weihnachtsfeier im Eggerloch mit den Gesangsdarbietungen der „Draustadtdirndl“ und des „Pucher Bauernquartetts“ nahmen mehr als 100 Personen teil.

Andreas Consolati (Villach)

Fachgruppe für Karst- und Höhlenkunde im Naturwissenschaftlichen Verein für Kärnten (Klagenfurt)

Die Fachgruppe hat insgesamt 30 Fahrten unternommen, darunter auch einen Busausflug nach Slowenien, wobei 36 Teilnehmer die Snežna jama (Schneehöhle) auf

Obertraun – Dachstein – Krippenstein

Schon vom Talboden aus bietet sich dem Betrachter ein Bild einzigartiger landschaftlicher Schönheit. Das 3000 Meter hohe Dachsteinmassiv birgt viele wunderschöne Naturliebhaber in sich. Die „DACHSTEIN“ Fremdenverkehrs-AG betreibt vom oberen Salzkammergut – dem Land der Seen, Berge, Höhlen und Gletscher – Seilbahnen und Liftseile sowie Hotel- und Restaurantbetriebe. Das familienfreundliche Berghotel Krippenstein bietet 80 Betten, Saunamöglichkeit, ein Restaurant mit herrlichem Blick auf die Gletscher, ein Selbstbedienungs-Restaurant und eine gemütliche Hausbar.