

Die wissenschaftliche Erforschung der Dachstein-Mammuthöhle und ihre Bedeutung für die Speläogenese

(Mit einer Karte über tektonische Zeugnisse in der Dachstein-Mammuthöhle*)

Von Erik Arnberger (Wien)

Zahlreiche Höhleneingänge im Gebiet der Schönbergalpe und der Umgebung der längst verfallenen Angeralpe waren schon vor unserem Jahrhundert bekannt, man ahnte damals aber noch nicht, daß einzelne von ihnen zu riesigen Höhlensystemen führen. Nach Erfolgen bei der Befahrung von Ostalpenhöhlen und den großartigen Entdeckungen im Klassischen Karst erhielt die Höhlenforschung durch Einrichtung der Abteilung für Grottenforschung der Sektion Küstenland (gegr. 1875) des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins und der Konstituierung des Vereins für Höhlenkunde unter Franz *Hauer* in Wien 1879/80 und später in einzelnen Bundesländern neue kräftige Impulse¹⁾, die sich in der Folgezeit in einer beschleunigten Erforschung der Ostalpenhöhlen auswirkten.

Die Dachstein-Mammuthöhle erfuhr ihre touristische Erforschung verbunden mit den notwendigen Planaufnahmen ab 1910. Namen wie die von Hermann *Bock*, Georg *Lahmer*, Alexander von *Mörk* u. a. sind mit der frühen Forschungsperiode aufs engste verbunden. Knapp vor der Jahrhundertmitte glückten Roman *Pilz*, Jakob *Prugger* und Alois *Schenner* von der Arkadenkluft aus noch die Entdeckung einer Riesenspalte, welche in kaskadenförmigen Abstürzen in nordwestliche Richtung verläuft und den Namen Pilzlabirinth erhielt; sie wurde bis 1950 weiter erkundet.

Seit 1949 führte die Gruppe für Natur- und Hochgebirgskunde und alpine Karstforschung der Sektion Edelweiß des Österreichischen Alpenvereins im Dachsteingebiet Gletschervermessungen und karstmorphologische Arbeiten durch. Seit 1949 bezogen diese unter Leitung des Verfassers auch die wissenschaftliche Erforschung der Mammuthöhle ein, welche schließlich 1954 den ersten großen Erfolg – die Entdeckung des Edelweißlabirinth durch Erich *Zirkel* und Erik *Arnberger* – erbrachte. In der Folgezeit bahnte sich eine Zusammenarbeit mit dem Speläologischen Institut des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft und mit dem Landesverein für Höhlenkunde in Wien und Niederösterreich an, welche zu beachtlichen wissenschaftlichen Erfolgen führte. Bereits ab 1952 wurde von Bruno *Wagner* mit einer Theodolitver-

*) Vom Institut für Kartographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zur Verfügung gestellt.

¹⁾ Zu jenen Pionieren, welche die Neuzeit der Höhlenforschung in Österreich einleiteten, gehören Anton Hanke, Josef Marinitsch, Friedrich Müller, Alexander von Mörk, Hermann Bock, Georg Lahner, von Czoernig-Czernhausen, Friedrich und Robert Oedl, um nur einige der bedeutendsten Namen zu nennen.

messung der Hauptgänge der Höhle 1 : 500 für einen Plan 1 : 1000 begonnen, der eine wesentliche Grundlage für die folgenden wissenschaftlichen Arbeiten bildete²⁾.

Diese wissenschaftlichen Arbeiten kulminierten in einem wesentlichen Schwerpunkt, nämlich der Erkundung und Erklärung der Raumgestaltung und der Zeugnisse für eine richtige Deutung der Speläogenese. Sie standen seitens der Alpenvereinsgruppe unter Leitung von Erik *Aramberger*, seitens des Vereins für Höhlenkunde überwiegend unter der von Hubert *Trimmel* und haben reichen Niederschlag in vielfältigen Veröffentlichungen gefunden. Da sich die Erforschungsgeschichte der Mammuthöhle über einen Zeitraum von bisher über 70 Jahre erstreckte, ist dieser kurze geschichtliche Überblick notwendig, um die verschiedenen wissenschaftlichen Deutungsversuche aus der Wissenschaftsentwicklung richtig verstehen und würdigen zu können.

Der erste Forschungsabschnitt der Mammuthöhle zwischen 1910 und 1914 fällt in eine Zeit, in der die Grundwassertheorie von Alfred *Grund* zur Diskussion stand. Sie ging von der Annahme eines einheitlichen Karstwasserspiegels, also von einer Zone stagnierenden, alle Klüfte und Karsthohlräume des Gesteins erfüllenden Grundwassers, aus. Gerade der Hochkarst unserer Kalkalpen bietet aber gegen eine solche Annahme genügend Gegenbeweise, die jeder Höhlenforscher bald erbringen kann.

Die Entdecker und Erforscher der Mammuthöhle waren den Erfahrungen von früheren Expeditionen im dinarischen Karst mit seinen großen unterirdischen Flüssen noch so stark verhaftet, daß sie auch die Entstehungsgeschichte der Dachsteinhöhlen mit dem Wirken großer Höhlenflüsse in Verbindung setzten. So brachte man z. B. eine 200 Meter lange tunnelartige Höhlenstrecke, welche man sich trotz fehlender Beweise nach Osten fortgesetzt vorstellte, mit dem Wirken eines alten Riesinflusses – einer Paläotraun – in Verbindung.

Erfahrungen aus dem dinarischen Karst wurden ohne weitere Überlegungen in die Gerinnelehre von Friedrich *Katzer* eingebaut und von Hermann *Bock* zur Höhlenflußtheorie erweitert, ohne zu bedenken, daß wir z. B. in den Nördlichen Kalkalpen unvergleichlich höhere, tektonisch begründete Vertikalbewegungen von Gebirgstteilen zu berücksichtigen haben, welche eine ganz andere morphologische Voraussetzung für die Speläogenese geschaffen haben.

Die Mammuthöhlenforschung von *Bock* und seinen Mitarbeitern führte zur Überwindung der Grundwassertheorie und zum Durchbruch der Gerinnelehre mit der Hypothese, daß das im Karstgestein abfließende Wasser sich in einzelnen flußartigen Strängen bewegt, die unabhängig voneinander verlaufen und durch Erosion höhlenbildend wirksam sind. Der Ausbau der Gerinnelehre Friedrich *Katzers* durch H. *Bock* führte aber auch zu einer Überbewertung der mechanischen Erosion durch unter Druck stehender Höhlengerinne und einer Verallgemeinerung im alpinen Karst nur stellenweise vorkommender Verhältnisse (= Eforationstheorie). Unter Druck stehende Höhlenflüsse sollen durch mechanische Arbeit die oft nur scheinbar gerundeten Raumprofile geschaffen haben. Bei der Erklärung von Röhren, Wandkolken und Hohlkehlen wurden die chemischen Erosionsvorgänge zu wenig berücksichtigt und das Wirken der Eforation überbetont.

²⁾ Plan der Dachstein-Mammuthöhle 1 : 1000. Arbeiten der Gruppe für Natur- und Hochgebirgskunde und alpine Karstforschung der Sektion Edelweiß des Österreichischen Alpenvereins. Nr. 9, Wien 1961.

Die wesentlichen Gegenargumente, daß den für die Entstehung der Riesenhöhlen des Dachsteins zugrunde gelegten, unter Druck stehenden Höhlenflüssen nicht nur das Einzugsgebiet, sondern auch die morphologischen Voraussetzungen fehlten und daß die Annahme eines sehr hohen Alters der Höhlen (Miozän oder noch älter) nach dem geologischen und morphologischen Wissensstand unmöglich ist, konnten von den Verfechtern der Eforationstheorie nicht entkräftet werden. Die Ansicht *Bocks*, unter dem Vorflutniveau wäre Wasserbewegung und Höhlenbildung nicht möglich, war zwar schon damals durch viele Beispiele sofort widerlegbar (Einmündung von Karstquellen unter dem Seespiegel des Hallstätter Sees), gab aber der verallgemeinernden Ansicht über einen unbedingten Zusammenhang von Vorflutniveau und Höhlenniveau, der nur ganz vereinzelt besteht, neuen Auftrieb. Was die Höhlenniveaus oder gar die Höhen ihrer Öffnungen betrifft, spielen geologisch-petrographische und tektonische Verhältnisse eine viel bedeutsamere Rolle, man denke nur an die Grenzflächen verschieden verkarstungsfähiger Gesteine.

Die Anschaulichkeit und der immer wieder herangezogene eindringliche Vergleich mit ganz andersgearteten Kausalzusammenhängen im dinarischen Karst haben dazu geführt, daß die *Bocksche* Höhlenflußtheorie ein besonders zähes Leben bewies und damit dem Fortschritt wissenschaftlicher Erkenntnisse auf dem Gebiet der Speläogenese bis in die Mitte unseres Jahrhunderts hinderlich war.

Dies ist um so erstaunlicher, als von *Otto Lehmann* nach verschiedenen Arbeiten im Tennengebirge und Toten Gebirge bereits 1932 das grundlegende Werk „Die Hydrographie des Karstes“ (Deuticke, Wien) herausgekommen war, in dem der Autor darlegte, daß sich die Karsthydrographie in unterirdischen Wasserbahnen in großen, sehr verschieden gestalteten und weitverzweigten, aber untereinander selbständigen Gefäßen vollzieht, welche im Jugendstadium unter Druck durchflossen werden. Die Zone der wassergefüllten Druckleitungsgerinne beginnt bereits über dem Niveau der Vorflut und reicht tief darunter hinab. Höhlenbildende Wasserbewegungen erfolgen daher auch unter dem Flußniveau!

Lehmann zeigte, daß die Druckwasserbewegungen gerade in weiten Profilen eines Karstwassersystems außerordentlich geringe Fließgeschwindigkeiten besitzen und diese nahezu bis zur vollkommenen Stagnation sinken können.

Mit zunehmender Alterung tritt eine „Entartung der Karsthydrographie“ (Zustand, den die meisten der heutigen Höhlensysteme darbieten) ein, welche weiterhin mit einer freien Strömung des Karstwassers verbunden ist.

Fast zu gleicher Zeit (1932 und 1935) veröffentlichte *Helmut Cramer* seine Forschungsergebnisse über die Bedeutung der chemischen Erosion für die Höhlenbildung und *Walter Biese* (1931, 1933) die Arbeiten, in denen er die überragende Bedeutung der Verbrauchsvorgänge für die Raumformung und die Bedeutung der Erosion durch Gravitationsgerinne darlegte.

Daß die Literatur über die Dachsteinhöhlen noch Mitte unseres Jahrhunderts sich überwiegend in alten, längst überholten Theorien bewegt, scheint vorerst unverstündlich zu sein, hängt aber sicher damit zusammen, daß die Höhlenforschung weitaus überwiegend von touristischen Höhlenforschern und nur zu einem unbedeutenden Prozentsatz von Wissenschaftlern getragen wurde. Zur jüngeren Generation der Höhlenforscher in den fünfziger Jahren zählt *Hubert Trimmel*, der als vielseitiger Geograph schon damals physiogeographisch das notwendige Rüstzeug für eine wissenschaftlich moderne Forschung mitbrachte.

Bevor ab 1951 die jüngere wissenschaftliche Erforschung der Mammothöhle begann, hatte der Verfasser einen Fragenkatalog erstellt, welcher den Expeditionen und Arbeitsvorhaben der Gruppe für Natur- und Hochgebirgskunde und alpine Karstforschung der Sektion Edelweiß des ÖAV zugrunde gelegt wurde. Ähnliche Zielsetzungen verfolgten auch unter Leitung von Hubert *Trimmel* die Forscher des Höhlenvereins³⁾. Es handelt sich um folgende morphographische und speläogenetische Untersuchungen:

1. Welche Raumgestaltungstypen sind in den einzelnen Teilen des Höhlensystems zu finden und wie ordnen sie sich in den geologisch-tektonischen Gebirgsaufbau ein?

2. Welche Bedeutung haben Schichtflächen in Verbindung mit der Tektonik als Leitlinien der Karsthydrographie?

3. Gibt es Höhlenräume, deren Erstanlage allein durch tektonische Vorgänge zu bedeutenden Dimensionen geführt hat? („Urhohlräume“ – gedacht war ursprünglich an die Entstehung der Riesenklüfte).

4. Welche Zeugnisse sind in der Mammothöhle für größere tektonische Bewegungen nachweisbar?

5. Streichen und Fallen der Schichten und Verwerfungen und deren Ursachen für einen stockwerkartigen Aufbau des Höhlensystems.

6. Höhlenverbruch und Bedeutung des Gebirgsdruckes.

7. Das Ausmaß der mechanischen und chemischen Erosion. Reine Laungsformen.

8. Zusammenhang von Höhlenstockwerken mit einem Vorflutniveau.

Die Ergebnisse der ersten vier Expeditionen der Alpenvereinsgruppe zwischen 1951 und 1953 brachten bereits überraschende Ergebnisse, über die im Jahrgang 1953 der Mitteilungen der Höhlenkommission und an anderen Stellen zusammenfassend berichtet wurde. Spätere Expeditionen ergänzten diese nicht nur hinsichtlich der Beweisführung, sondern auch in neu entdeckten Teilen des Systems⁴⁾.

An Raumquerschnitten finden wir im Mammothöhlsystem die ganze Vielfalt von Typen, die uns aus verkarsteten Kalkgebieten bekannt ist, allerdings in einer Ausformung, wie sie den dickgebankten Dachsteinkalken eigen ist. Zu diesen Eigenschaften gehören mächtige Ausbrüche, blockartiges Versturzmateriale und Bildung von großen wasserwegsamem Klüften und Schichtfugen als

³⁾ Über die Erforschungsgeschichte der Dachstein-Mammothöhle zwischen 1945 und 1961 siehe die Zusammenstellungen mit Literaturangaben auf der Rückseite von Blatt 1 des Planes der Dachstein-Mammothöhle in Nr. 9 der Arbeiten der Gruppe für Natur- und Hochgebirgskunde und alpine Karstforschung der Sektion Edelweiß des Österreichischen Alpenvereins, Wien 1962.

⁴⁾ Unter den Mitarbeitern der Alpenvereinsgruppe haben bei den Expeditionen Erik *Amberger*, Hertha *Amberger*, Erwin *Macho*, Erlefried *Olearczik*, Erwin *Wiltum* (Obertagaufnahmen) und Erich *Zirkel* besonders umfangreiche Arbeiten auf sich genommen. Weitere 18 Teilnehmer waren an nur einzelnen Expeditionen beteiligt.

Folgerscheinung tektonischer Beanspruchung des Gesteins. Je mächtiger die Bankung, desto gröber und weitmaschiger wirkt sich die Bruchtektonik aus.

Die primären Voraussetzungen der Bildung von Karsterscheinungen, sowohl an der Oberfläche als auch im Gebirgsstock, sind Löslichkeit des Gesteins durch Säuren, welche das abfließende Wasser enthält (Kohlensäure, Humus-, Milch- und Essigsäure von Tieren und Pflanzen der Vegetationsdecke), und die Klüftigkeit – also die tektonische Beanspruchung des Gesteines. Letztere Eigenschaften, die besonders in Gebirgsgebieten und im alpinen Hochkarst eine eminente Rolle spielen, wurden bisher bei der Erklärung speläogenetischer Vorgänge viel zu sehr vernachlässigt. Das hängt wahrscheinlich damit zusammen, daß viele Höhlenforscher die Möglichkeiten der Bewegungsmechanismen in geologischen Zeitabläufen überhaupt nicht richtig einschätzen und ihre Zeugnisse nicht richtig erkennen und deuten können. Die Bildung tektonischer Hohlräume, die Tatsache, daß Schichtflächen zu Bewegungsflächen werden und durch Spannungen Schichtpakete an Schwächezonen (älteren Brüchen) auseinanderreißen, sowie die Vielfalt anderer Möglichkeiten des Öffnens und Schließens unterirdischer Hohlräume im Spannungsausgleich im Gebirge hat der Verfasser in vielen Erdräumen bei Geländebegehungen und Höhlenfahrten, aber auch in Bergbauen bestätigt gefunden.

Die Auswahl der Raumprofiltypen aus der Mammuthöhle der Abb. 1 zeigt sehr anschaulich die primäre Abhängigkeit der Raumprofile von Schichtfugen und tektonischen Klüften und Verwerfungen, die in jedem Stadium der Höhlenentwicklung zum Ausdruck kommt, auch noch bei weitgehender „Entartung der Karsthydrographie“, wie dies für die Mammuthöhle zutrifft.

Die Frage, ob es Höhlenräume gibt, deren Entstehung primär durch tektonische Vorgänge zu bedeutenden Dimensionen geführt hat, muß vom Prinzip her – und das haben wir oben bereits betont – bejaht werden. Zur Erklärung des

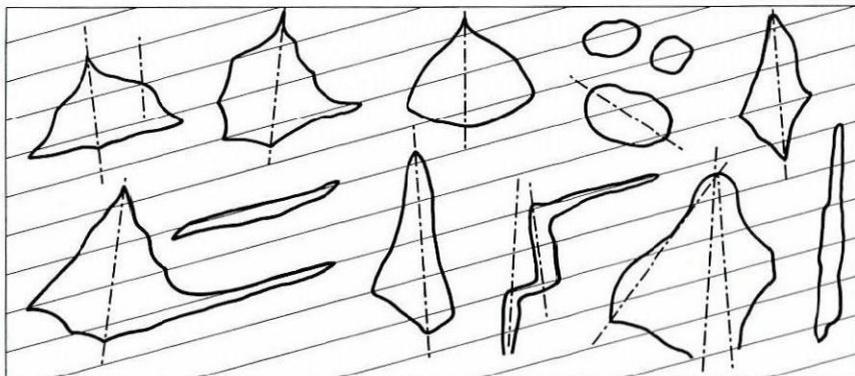


Abb. 1: Auswahl von Raumprofiltypen in der Dachstein-Mammuthöhle. Stark vereinfacht und schematisch gezeichnet. Strichpunktierte Linien geben die an der Raumgestaltung beteiligten Verwerfungen an (Entwurf: E. Arnberger).

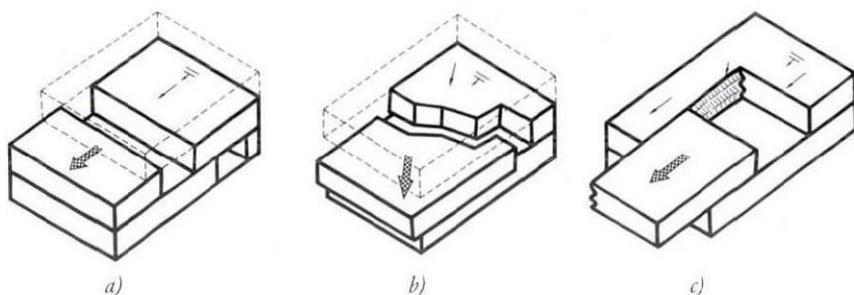


Abb. 2: Bildung tektonischer Großräume durch lokales Zerreißen von Schichtpaketen. a und b: Geradliniger und mehrfach winkelliger Raumverlauf; c: Entstehung der steil einfallenden und in der Bewegungsrichtung streichenden Verwerfungsflächen mit Horizontalstriemung, welche die zerrissenen Schichtpakete von denen, die der Zerrung standgehalten haben, abgrenzen (Entwurf: E. Arnerberger).

Vorganges bringt der Verfasser in Abb. 2 ein Schema, welches er schon früher veröffentlicht hat und das er auch durch Beobachtungen in Höhlen Nordamerikas bestätigt fand. In der Mammuthöhle finden wir Zeugnisse hiefür im „Alten Teil“ mit seinen häufig auftretenden Kastenprofilen (Lehmhalle) und im „Neuen Teil“ in der Paläotraun, also gerade in jenem Riesengang, der ehemals durch Druckerosionswirkung des mit hoher Geschwindigkeit durchschießenden Wassers erklärt wurde. Der Beweis gegen letztere Erklärung wurde bereits in früheren Arbeiten des Verfassers erbracht (Grabungen am Ende der Paläotraun, Nachweis des Fehlens einer großen durchgehenden Querverwerfung, die eine Versetzung der Fortsetzung der Paläotraun bewirkt hätte, genaue Raumanalyse usw.).

Wir sehen, wie notwendig bei der Erforschung eines Höhlensystems nicht nur eine möglichst genaue Planaufnahme in großem Maßstab (1 : 500) mit Eintragung des Höhleninhaltes ist, sondern daß gleichzeitig auch eine weitgehend vollständige Aufnahme von Schichtstreichen und -fallen und der tektonischen Zeugnisse (Verwerfungen, Harnische mit Striemungsrichtung, Schichtsprünge Vorkommen und Mächtigkeit von Reibungsbrekzien) erfolgt. Durch solche Aufnahmen können oft vorerst auf Hypothesen beruhende Aussagen verifiziert werden, wie z. B. durch Reibungsbrekzien an Schichtflächen oder durch korrespondierende Harnische mit Striemung, welche Bewegungen an Schichtflächen und Schichtpaketzerreißen exakt beweisen. Besonders wichtig ist es auch, den genauen Verlauf der Verwerfungen richtig festzuhalten, da sich viele von ihnen nicht geradlinig, sondern gebogen fortsetzen und auch daraus wichtige Schlußfolgerungen über Bewegungsrichtungen, auftretende Spannungszone und Möglichkeiten der tektonischen Raumbildung abgeleitet werden können (siehe Abb. 3).

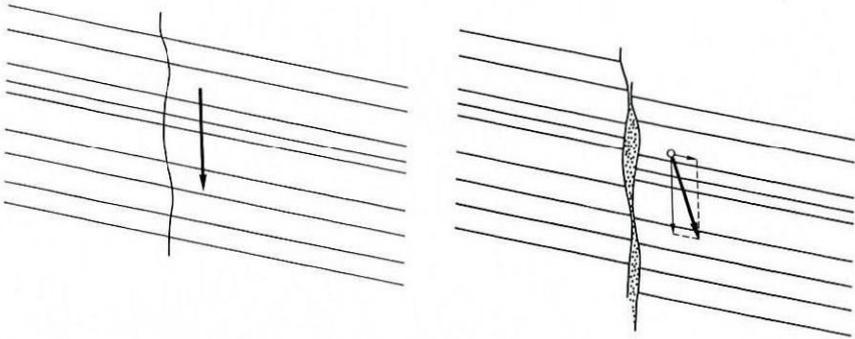


Abb. 3: Entstehung von hohen, schmalen Klusträumen durch Vertikalbewegung entlang schwachgewellter Bruchflächen (Entwurf: E. Zirkl).

Welche enorme Spannungen im Gebirgskörper zeitweise durch Bewegungen ausgeglichen werden, zeigten uns die bis 5 Meter mächtige Reibungsbrekzie und die noch viel umfangreichere Zerrüttungszone im Großen Dom, welche an einer engen Verwerfungsschar immer wieder zu Abbrüchen und der Bildung einer steilen Blockhalde geführt hat (siehe Abb. 4).

Leitlinien für den Höhlenverbrauch sind ebenfalls tektonisch bedingte Schwächezonen im Gestein und Verwerfungen und Klüfte in der nächsten Umgebung der Hohlräume, welche eine durchgehende Kompaktheit der Schichtpakete aufgelöst haben.

Betrachtet man die Kluft- und Verwerfungsaufnahmen der Paläotraun, Arkadenkluft und des Schmetterlingsganges (siehe Abb. 5), dann scheint es, daß die Schichtpaketerreißungen der Paläotraun älteren tektonischen Vorgängen angehören, während die großen Klüfte und die NO-SW streichenden Verwerfungen der Arkadenkluft und im Schmetterlingsgang jüngeren tektonischen Bewegungen zuzuordnen sind, die am Rande des Dachsteingebirges die Zerstückelung des Dachsteinstockes und die Abtrennung des Sarsteines anzeigen. (Nur im Großen Dom pendeln die Richtungen um N-S.)

Wo die NO-SW streichenden Verwerfungsscharen nicht zur größeren Kluftöffnung ausreichen, bildeten sich niedrige, z.T. vielfach gewundene Gangsysteme, die aber oft in ihren Richtungsänderungen und ihrer Raumgestaltung ebenfalls von den Verwerfungen mit beeinflusst sind (siehe Abb. 6).

Bei zunehmender Mächtigkeit der Gesteinsüberlagerung kommt bei größeren Höhlenräumen eine gewisse Bedeutung auch der Ablösung von Gesteinstrümmern entlang jener Scherflächen zu, welche die Hohlräume als Folgeerscheinung des Gebirgsdruckes gewölbeartig umgeben. Der Verbrauch erfolgt aber nicht in der Form schaliger Ablösung im Sinne Bieses, welche in natürlich entstandenen Hohlräumen mit geringerer Gebirgsüberdeckung und ständigem Spannungsausgleich an Verwerfungszonen nur ausnahmsweise, im Stollen- und Tunnelbau – der einen plötzlichen Eingriff in die Stabilitätsverhältnisse des Gebirges darstellt – häufiger zu beobachten ist.

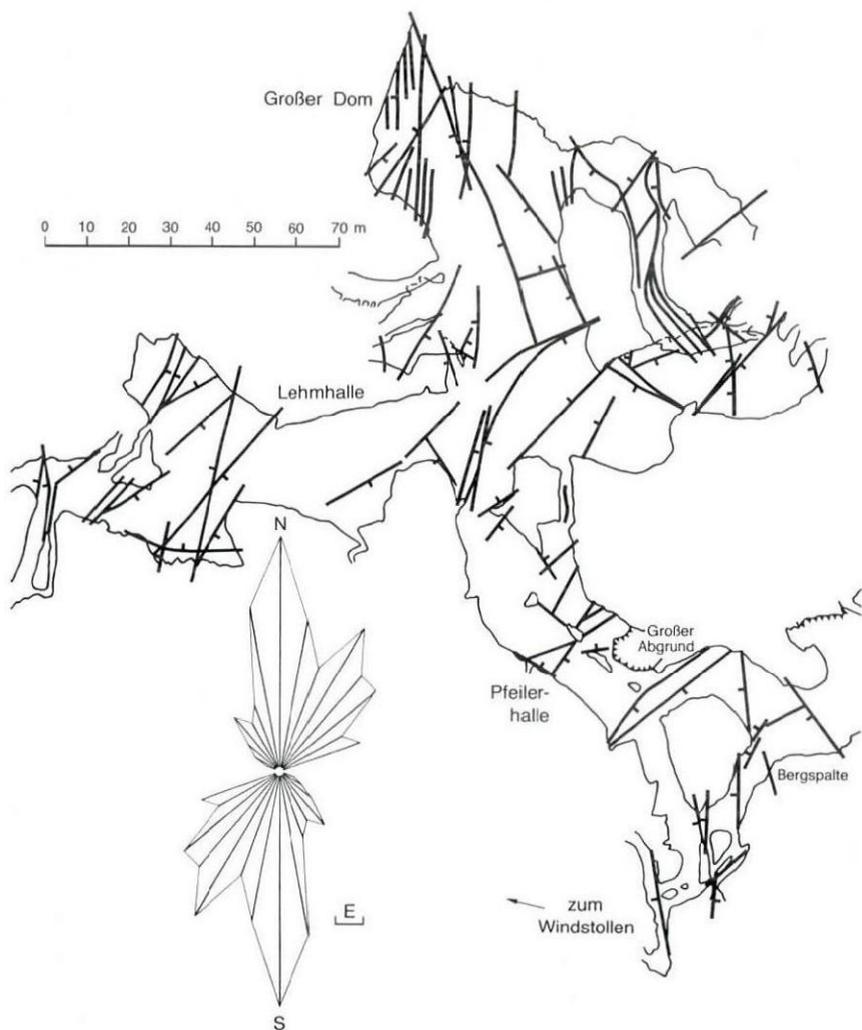


Abb. 4: Streichen und Fallen der Verwerfungen und Schichten in den Großräumen des Alten Teiles der Dachstein-Mammuthöhle (Einnmessung: E. Arnberger und E. Zirkl). Klufstdiagramm: Darstellung des Streichens der Klüfte; der „Ausschlag“ vom Mittelpunkt gibt ein Maß für die Häufigkeit der Richtungen an. E bedeutet die Einheit für eine Messung.

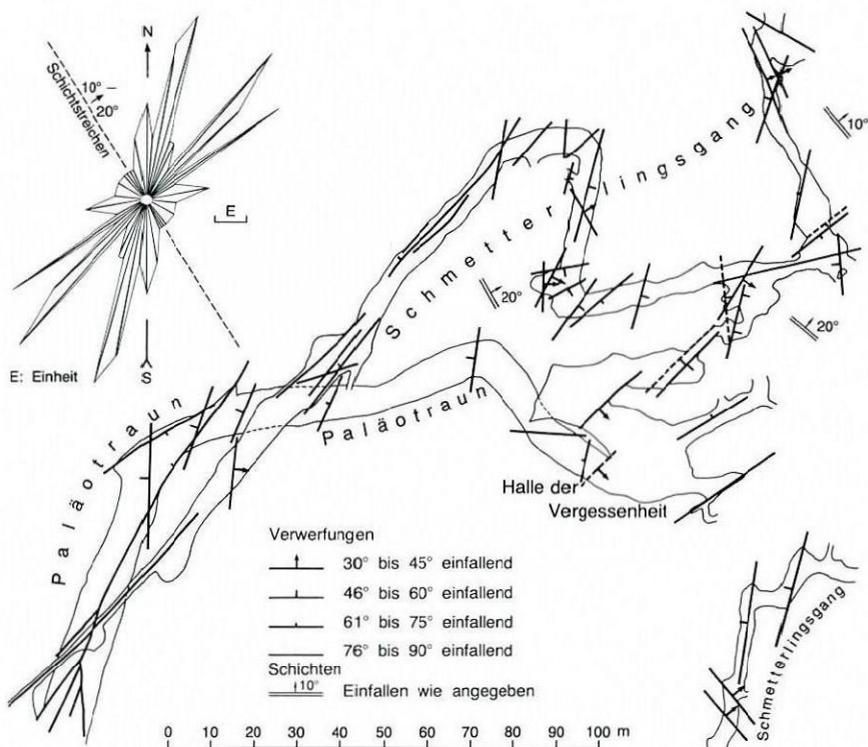


Abb. 5: Streichen und Fallen der Verwerfungen und Schichten im Schmetterlingsgang und in der Paläotraun der Dachstein-Mammuthöhle (Einnessung: E. Arnberger und E. Zirkl). Klufstdiagramm: Darstellung des Streichens der Klüfte. Die nördliche Fortsetzung des Schmetterlingsganges ist in der Abbildung rechts unten eingezeichnet.

Die Erfahrungen von künstlichen Hohlraumbauten dürfen nicht ohne weiters auf die Entstehung natürlicher Höhlen angewandt werden. Dennoch entstehen bei Verbrüchen häufig wieder rundbogenähnliche, allerdings durch viele Kanten gegliederte Profile. Die Verbruchskanten werden aber durch die Laugungswirkung der absickernden Wässer sehr rasch gerundet, an anderen Stellen durch Sinterüberzüge ausgeglichen.

Mechanische und chemische Erosion sowie reine Laugungswirkung sind in einem Höhlensystem fortgeschrittenen karsthydrographischen Stadiums („Entartete Karsthydrographie“ nach O. Lehmann) voneinander oft schwer zu trennen. Am ehesten gelingt dies noch bei den Formen einer reinen Laugungswirkung. Chemische und mechanische Erosion gehen beim fließenden Wasser immer gemeinsam vor sich, und zwar solange die Lösungsfähigkeit der mitgeführten Säuren noch nicht erschöpft ist.

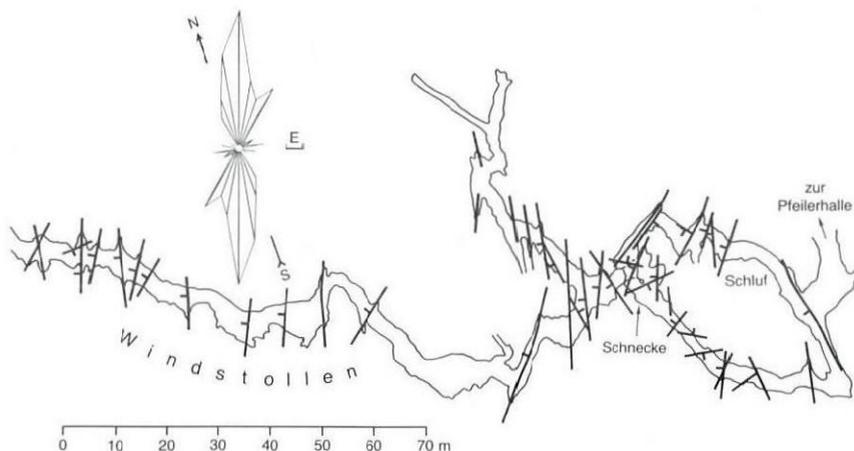


Abb. 6: Streichen und Fallen der Verwerfungen im Windstollen, in der Schnecke und im Schluf (Einnessung: E. Arnberger und E. Zirkel). Wiedergabe nicht genodet. Konstruktion des Kluftdiagramms wie bei den Abb. 4 und 5.

Auf die Anteile der einzelnen Vorgänge in der Vergangenheit kann nur indirekt über die Reste der erhaltenen Formen geschlossen werden. Die Beweisführung hängt also ganz vom Erhaltungszustand ab und ist schwierig. Je jünger die Karsthydrographie ist, desto eindeutiger können die Formen entstehungsmäßig zugeordnet werden. In der Mammuthöhle finden wir fast alle Stadien vertreten, und es wäre wichtig, die Hohlräume zu klassifizieren und einzelnen Entwicklungstypen zuzuordnen. Die entstehungsmäßige Aussage gilt aber immer nur für jene Kräfte, denen das heutige Raumbild zu verdanken ist und das aus verschiedensten Zeiten stammt.

Die unter Karstwasserdruck stehenden Räume sind in der Mammuthöhle meist unzugänglich, röhren- und schichtfugenartig ausgebildet und zeigen andauernde Wasserbewegungen unter Druck nur dann auf, wenn der dauernde Zufluß größer als der Abfluß ist. Für überwiegend starke mechanische Erosion gibt es in der Mammuthöhle zahlreiche Zeugnisse aus der Vergangenheit und aus der Gegenwart (z. B. die vom dahinschießenden Gerinne durchflossene Schlucht des Grauens in Edelweißlabyrinth). Erst durch eingehende Beobachtungen all dieser Vorgänge an Beobachtungsstationen in der Höhle und einer quantifizierten Erfassung können vertiefte Einblicke gewonnen werden, welche den hypothetischen Charakter der meisten bisherigen Aussagen zu überwinden helfen.

Auf die Zusammenhänge zwischen Höhenlage von Höhlen und Vorflutniveau ist wiederholt eingegangen worden. Besonders eingehend von E. Arnberger und H. Trimmel (siehe Literaturverzeichnis). Es dürfte sich heute erübrigen, alle Argumente gegen eine solche Annahme nochmals zu wiederholen. Mit der

Überwindung der *Bockschen* Höhlenflußtheorie und alter, morphologisch überwundener Vorstellungen kann man sich jede weitere Debatte um die Zuordnung von Höhlenniveaus (Höhen von Höhleneingängen, mittlere Höhenlage von Höhlensystemen, Höhenlage einzelner Niveaus von Höhlenstockwerken usw.) zu Vorflutniveaus der Vergangenheit ersparen. Wir begnügen uns mit der Feststellung, daß solche Zusammenhänge nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen vereinzelt bestehen können, aber sicher für die meisten Höhlen des Hochkarstes nicht angenommen werden dürfen.

1964 betrachtete die Gruppe für Natur- und Hochgebirgskunde und alpine Karstforschung der Alpenvereinssektion Edelweiß ihre Forschungsarbeiten für beendet. Karstmorphologie ist nur ein kleiner Teil ihres Aufgabengebietes, und es warteten damals bereits Arbeiten im Stuhleckgebiet und über Hochgebirgskartographie auf ihre Erledigung. Der Einsatz der Gruppe 1949 bis 1964 hatte sicher einen nicht unwesentlichen Anstoß zur Weiterforschung und zur Lösung neuformulierter Probleme gegeben. Bei dieser Gelegenheit muß aber auch für die gute Zusammenarbeit mit dem Landesverein für Höhlenkunde und dem Speläologischen Institut beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft gedankt werden.

Die Forschungen der Folgezeit waren einerseits einzelnen wissenschaftlichen Teilfragen der Höhlenentstehung und aus den verschiedenen Aufgabengebieten der Höhlenkunde (Untersuchungen über Sinterbildungen, speläozoologische Fragen, Sedimentuntersuchungen, mineralogische Fragen u.a.m.) gewidmet, andererseits wurden die Neuentdeckungen mit modernsten höhlentechnischen Mitteln beschleunigt fortgesetzt. Von den neuentdeckten Höhlenteilen wären jene im Anschluß an den Barbarengang, nämlich Krippensteingang und Transatlantis, weiters die Unterwelt mit der Verbindung zum Mühlhoferdorn und zum Edelweißlabyrinth, Gangsysteme im Gebiet des Minotauruslabyrinths und des Wiener Labyrinths, der Pilzcanyon, neue Teile des Wasserschachtes mit der Verbindung zur Riesenkluft und dem tiefsten bisher erreichten Punkt „Im Jenseits“ (635 Meter) zu nennen. Die Entdeckung einer Verbindung mit dem Däumelkogelschacht erbrachte mit 1815 Metern den bisher höchsten Punkt der Mammuthöhle. Mit dem unter Redaktion von Günter *Stummer* in den Wissenschaftlichen Beiheften zur Zeitschrift „Die Höhle“, Nr. 32 erschienenen „Atlas der Dachstein-Mammuthöhle, 1:1000“ steht nunmehr ein modernes Kartenwerk nach dem Stand von 1980 zur Verfügung, das sich durch eine gute Wiedergabe des Höhleninhaltes auszeichnet und für nachfolgende Arbeiten sehr geeignet ist. Über die Ergebnisse und künftigen Schwerpunkte wissenschaftlicher Forschung im Dachsteinhöhlenpark berichtete H. *Trimmel* 1980 in dieser Zeitschrift.

Nach der Länge der bisher vermessenen Wegstrecken zählte die Mammuthöhle 1983 nicht nur zu den bestvermessenen Systemen, sondern mit über 37 Kilometer Ganglänge ist sie auch die drittlängste Höhle Österreichs. Die Vielfalt ihrer Raumgestaltungstypen und Genesezusammenhänge prädestiniert sie zu einem der Forschungsschwerpunkte der wissenschaftlichen Speläologie!

Literatur:

- Arnberger, E.*: Neue Forschungen in der Dachstein-Mammuthöhle. In: Die Höhle. 2. Jg., 1951, Heft 3, S. 43–48.
- Arnberger, E.*: Neue Ergebnisse morphotektonischer Untersuchungen in der Dachstein-Mammuthöhle. In: Mitt. der Höhlenkommission. Jg. 1953, S. 68–79.
- Arnberger, E.*: Forschungen und Neuentdeckungen im Dachsteingebiet. In: Edelweiß-Nachrichten Sektion Edelweiß d. Österr. Alpenvereins. 8. Jg., 1954, Folge 10–12.
- Arnberger, E.*: Zur Frage der Höhlenniveaus und der Abhängigkeit der Höhlengerinne von einem Vorflutniveau. In: Höhlenkundliche Mitteilungen des Landesvereines für Höhlenkunde in Wien und Niederösterreich. 10. Jg., 1954, Heft 10, S. 76.
- Arnberger, E.*: Höhlen und Niveaus. In: Die Höhle. 6. Jg., 1955, Heft 1, S. 1–4.
- Arnberger, E.*: Die Dachstein-Mammuthöhle (Lage, Erforschung, Raumgestaltung und Entstehung). In: Jb. d. Österr. Alpenvereins. Band 89, Jg. 1964, S. 83–95.
- Arnberger, E.*, und *Trimmel, H.*: Die wissenschaftliche Erforschung der Kreidelucke bei Hinterstoder im Toten Gebirge. I. Teil. In: Jb. des Oberösterreichischen Musealvereines. Band 95, Linz 1950, S. 307–336.
- Biese, W.*: Über Höhlenbildung; Entstehung von Kalkhöhlen. Abhandlungen der Preussischen geologischen Landesanstalt. NF, Heft 146, 1933.
- Cramer, H.*: Höhlenbildung im Karste. In: Petermanns Geographische Mitt. Jg. 1933.
- Cramer, H.*: Höhlenbildung und Karsthydrographie. In: Z. f. Geom. Band VIII, 1933/35.
- Lehmann, O.*: Die Hydrographie des Karstes. Enzyklopädie der Erdkunde. Wien, Deuticke, 1932.
- Schneider, K.*, und *Trimmel, H.*: Plan der Dachstein-Mammuthöhle, 1 : 1000. Aufgrund einer Theodolitvermessung von Bruno Wagner und Bussolenzügen mehrerer Mitarbeiter. Arbeiten d. Gruppe f. Natur- und Hochgebirgskunde d. Sektion Edelweiß des Österreichischen Alpenvereins. Nr. 9, Wien 1962.
- Spalding, J.*: Theorie und Praxis der Gebirgsüberwachung im Bergbau. In: Bul. of the Inst. of Mining and Metallurgis. London. Nr. 507, 1949.
- Stummer, G.* (Red.): Atlas der Dachstein-Mammuthöhle, 1 : 1000. Wissenschaftliche Beihefte zur Zeitschrift „Die Höhle“, Nr. 32. Wien 1980.
- Trimmel, H.*: Höhlen und Niveaus. In: Die Höhle. 6. Jg., 1955, Heft 1, S. 5–8.
- Trimmel, H.*: Ergebnisse und künftige Schwerpunkte wissenschaftlicher Forschung im Dachsteinhöhlenpark. Ebenda: 31. Jg., 1980, Heft 2, S. 62–71.
- Willbum, E.*: Die Stellung der Dachsteinhöhlen in der Morphotektonik ihrer Umgebung. In: Mitt. d. Höhlenkommission. Jg. 1953, Heft 1. Wien 1954, S. 80–90.
- Willbum, E.*: Der morphotektonische Bauplan der zentralen und westlichen Dachsteingruppe. In: Mitt. d. Geogr. Ges. Wien. Band 96, 1954, Heft 9–12, S. 257–307.
- Zirkl, E.*: Das neuentdeckte „Edelweißlabyrinth“ in der Dachstein-Mammuthöhle. In: Die Höhle. 6. Jg., 1955, Heft 1, S. 9–14.
- Zirkl, E.*: Zur Entstehung von Höhlenräumen mit Rechteck- oder Kastenprofilen. Ebenda: Heft 2, S. 21–25.
- Zirkl, E.*: Die Fortsetzung des Edelweiß-Labyrinths in der Dachstein-Mammuthöhle. In: Höhlenkundliche Mitteilungen. 12. Jg., 1956, Heft 1, S. 7–9.

Anschrift des Verfassers: Em. o. Univ.-Prof. Dr. Erik Arnberger, Institut für Kartographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Bäckerstraße 20, A-1010 Wien.

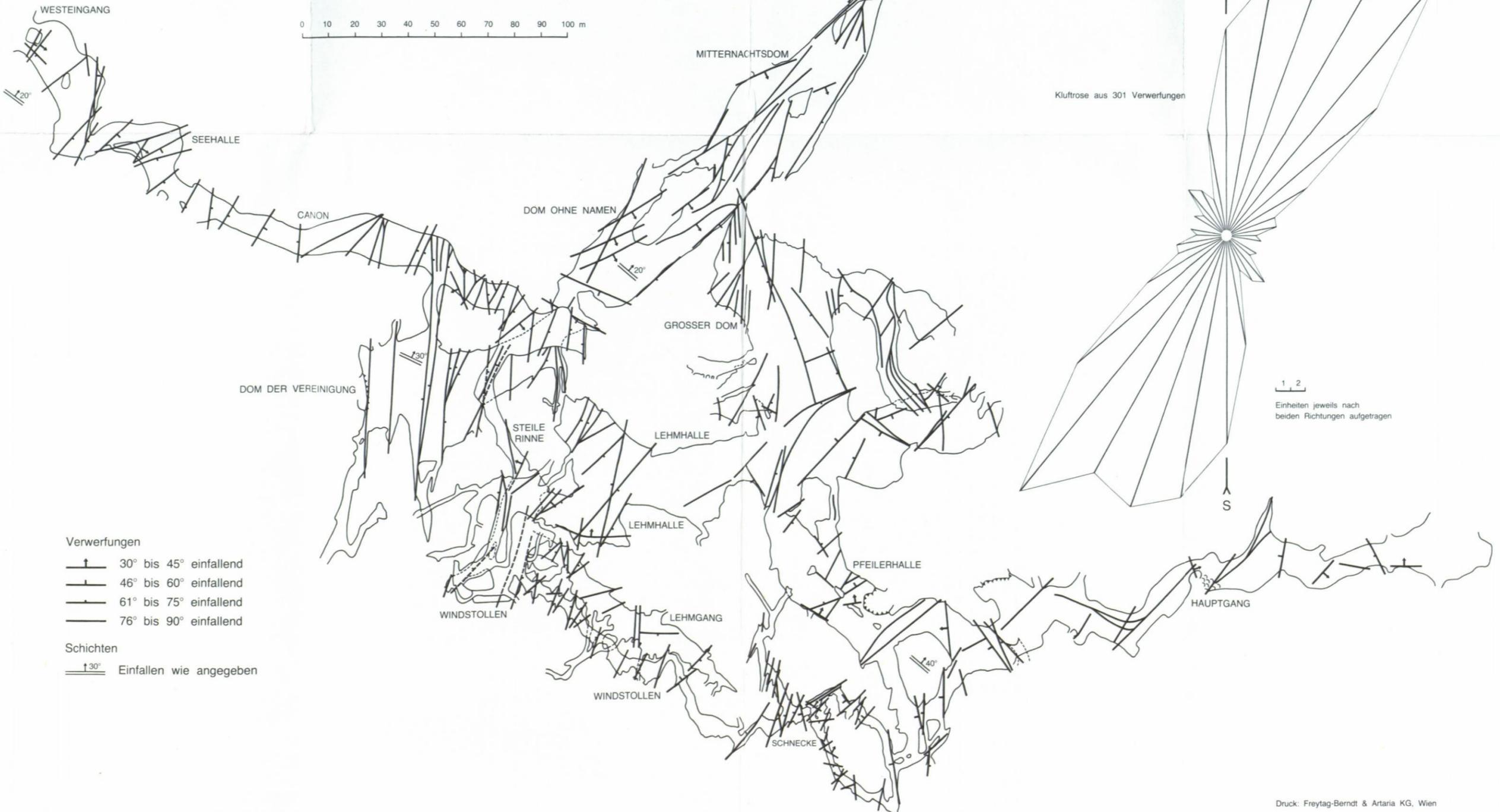
TEKTONISCHE ZEUGEN IN DER DACHSTEIN-MAMMUTHÖHLE

(Klüfte und Verwerfungen im Schmetterlingsgang, in der Arkadenkluft, im Mitternachtsdom, Dom ohne Namen, Dom der Vereinigung, Hauptgang bis zum Westeingang, Windstollen, in der Pfeilerhalle, im Hauptgang, Großen Dom und in der Lehmhalle)

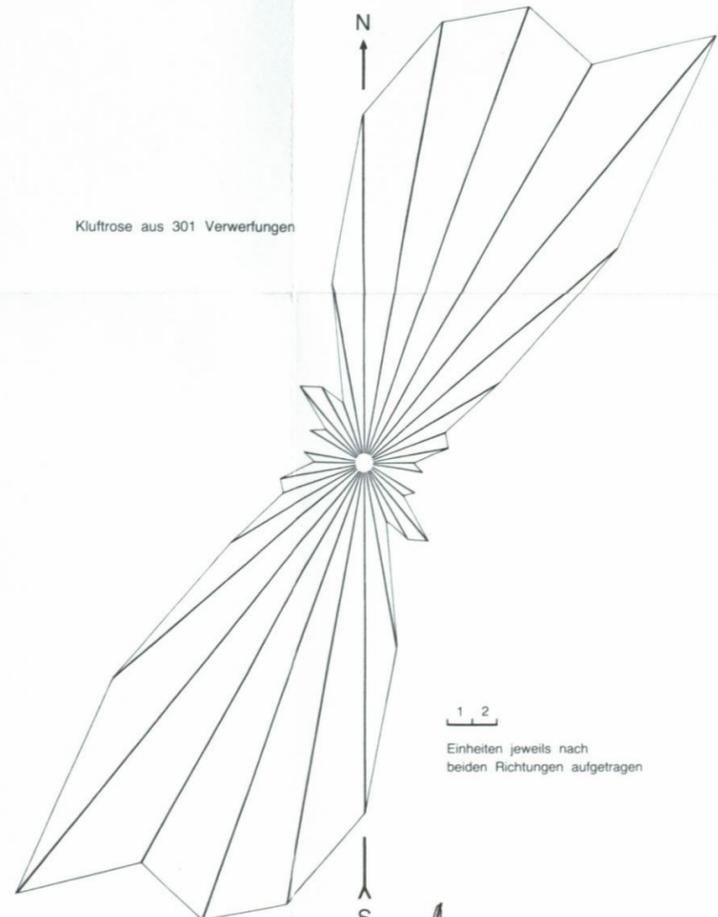
Entwurf Erik ARNBERGER

Aufnahme der Verwerfungen im Maßstab 1:500 von Erik ARNBERGER und Erich ZIRKL 1951 bis 1957. Reinzeichnung der Originalpläne 1984 durch Chieh HSU im Institut für Kartographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Wiedergabe der Raumbegrenzungen stark generalisiert. Vermessungsgrundlage: Theodolitvermessung von Bruno WAGNER.

Maßstab 1:1.400



Kluftrose aus 301 Verwerfungen



Verwerfungen

- 30° bis 45° einfallend
- 46° bis 60° einfallend
- 61° bis 75° einfallend
- 76° bis 90° einfallend

Schichten

- 30° Einfallen wie angegeben

1 2
Einheiten jeweils nach beiden Richtungen aufgetragen