© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Mitt. Österr. Geol. Ges.	ISSN 0251-7493	**91** (1998)	53-61	Wien, April 2000

Schlüsselwörter
Österreich
Karnische Alpen
Oberkarbon – Auernig-Gruppe
Konglomeratorgeln
Strudellöcher

Konglomeratorgeln aus der oberkarbonen Auernig-Gruppe der Karnischen Alpen (Naßfeld, Österreich)

ALOIS FENNINGER[1]

6 Abbildungen, 1 Tafel

Inhalt

Zusammenfassung 53
Abstract 53
1. Einleitung 53
2. Geländebefund 53
3. Zur Genese vertikaler zylindrischer Strukturen 55
4. Die Füllung der Konglomeratorgeln 57
5. Füllungsmechanismen 59
6. Überlegungen zur Genese der Konglomeratorgeln 59
7. Bemerkungen 59
8. Danksagung 59
Literatur 59

Zusammenfassung

Aus der oberkarbonen Auernig-Gruppe (Carnizza-Formation, Gzehlian) der Karnischen Alpen werden Konglomeratorgeln vorgestellt. Die einzelnen Orgelpfeifen werden als Strudellöcher gedeutet. Die Bildung der Strudellöcher steht im engen Zusammenhang mit einem Gleithorizont, der liegend zu den Konglomeratorgeln auftritt.

Upper Carboniferous conglomeratic pipes from the Auernig group of the Carnic Alps (Naßfeld, Austria)

Abstract

Conglomeratic pipes are reported from the upper Carboniferous Auernig Group (Carnizza-Formation) of the Carnic Alps. The pipes are interpreted as evorsion hollows, actuated by a sliding horizon at the base of the conglomeratic pipes.

1. Einleitung

Auf die Existenz von Konglomeratorgeln aus der Carnizza-Formation, Gzehlian (obere kalkarme Schichtgruppe) der Auernig-Gipfelregion in den Karnischen Alpen wurde mehrfach hingewiesen (FENNINGER 1971, 1979, FENNINGER & SCHÖNLAUB 1972, FOHRER 1991). Der Horizont mit Konglomeratorgeln liegt im Sattel (Pt. 1839) zwischen den beiden Auerniggipfeln und entspricht der lithologischen Einheit 25 nach GEYER (1896) bzw. liegt in dem von FRECH (1894) und SCHELLWIEN (1892) nicht ausgeschiedenen Horizonten zwischen den lithologischen Einheiten p und q. (Genauere Lokalitätsangaben: FENNINGER & SCHÖNLAUB 1972, FOHRER 1991, sowie Abb. 1).

Der Autor wurde aufgrund der Profilbeschreibung von AGYRIADIS 1968, der auf einen Horizont mit Nachablagerungsstrukturen hinweist, ohne die beobachteten Phänomene im Detail zu diskutieren, angeregt, diese Lokalität zu besuchen. (Es ist wohl anzunehmen, daß die Konglomeratorgeln zur Zeit der Aufnahme von AGYRIADIS nicht in ihrer heutigen Form aufgeschlossen waren).

2. Geländebefund

Die Konglomeratorgeln sind in einem Profil eingespannt (Abb. 2-4), das mit fossilführenden, oft Sphinctozoen-reichen Kalken, die als biomounds gedeutet werden können, beginnt; sie gehen allmählich sowohl vertikal wie auch lateral in Dolomite über, die durch eine spätdiagenetische deszendente Dolomitisierung entstanden sind. Darüber folgt eine geringmächtige Lage von Ton-Siltsteinen. Hangend dazu folgt ein dolomitisierter (Fe-Dolomite) Gleithorizont, der aus mehrfach auskei-

Anschrift des Verfassers

[1] Alois FENNINGER, Institut für Geologie und Paläontologie, Karl-Franzens-Universität Graz, Heinrichstraße 26, A-8010 Graz

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

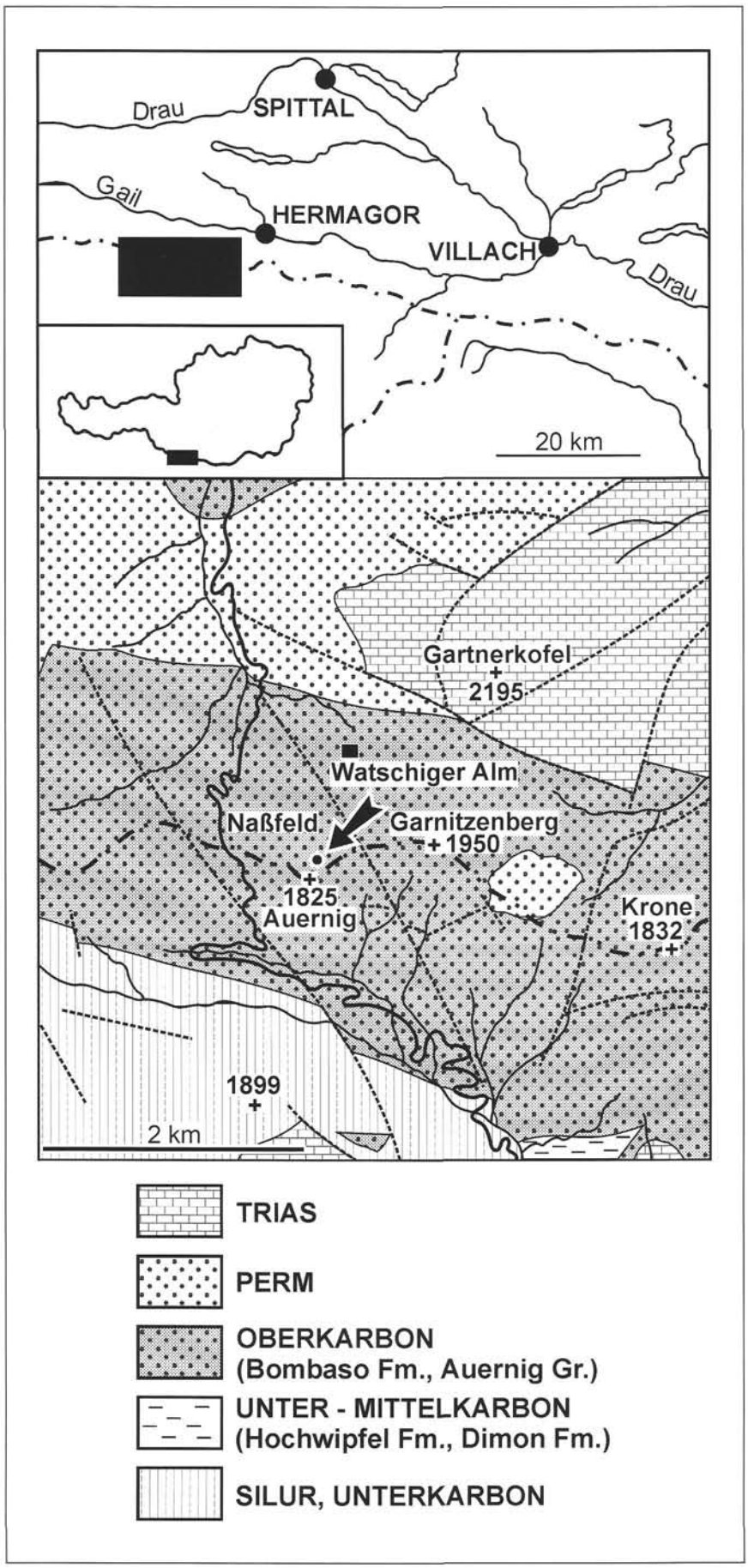


Abb. 1
Geologische Übersichtskarte. Vereinfacht nach VENTURINI 1990 und KRAINER 1992.

lenden Blöcken besteht. Die einzelnen Blöcke sind durch von unten aufspießende Schieferflatschen und -lagen begrenzt (Abb. 5). Teilweise greifen die Tonschieferlagen auch in die Blöcke ein; die dazu hangenden Tonschieferlagen führen bis zu 3 cm große Quarzgerölle. Darüber folgt eine Wechselfolge schräg geschichteter Sandsteine und Feinkonglomerate. Aufbau und Sedimentstrukturen der Wechselfolge von Sandsteinen und Feinkonglomeraten weisen auf Ablagerungen im oberen Vorstrandbereich (Abb. 4) hin. Bisweilen auftretende hummocky-Schrägschichtung zeigt Sturmereignisse an. Hangend dazu treten bis m-gebankte Konglomerate (mit Komponentengrößen bis zu 4 cm) des Strandbereiches auf. Die beobachteten vertikalen zylindrischen Strukturen nehmen ihren Ausgang an der Grenze zwischen der Sandstein- und Feinkonglomeratwechselfolge und den Konglomermaten.

Im auskeilenden Bereich des Gleithorizontes ist die Wechselfolge von Sandsteinen und Feinkonglomeraten angeschoppt und deformiert. (Eine detaillierte Beschreibung der Schichten p/24 (Karbonatgesteinslage) über 25 (Sandsteinlage) bis q/26 (Konglomeratlage) gibt FOHRER 1991). Hinsichtlich der petrographischen Merkmale der Auernig-Gruppe sei auf KRAINER (1992) verwiesen. Im untersuchten Profilabschnitt liegen die Korngrößen-Mediane der Sandsteine zwischen 3 und 5 Phi-Graden, die Sortierung schwankt zwischen 0.71-1.58 Phi.

Das Schwermineralspektrum entspricht weitgehend dem von FENNINGER & STATTEGGER (1977) beschriebenen. Auffallend und davon abweichend sind die teilweise hohen Granatgehalte, die, wenn auch selten, in einzelnen Teilbänken bis zu 10% des durchsichtigen Schweremineralanteils erreichen können.

Nach Untersuchungen von MASSARI & VENTURINI (1990) und KRAINER (1992) stellt dieses Profil eine Entwicklung von Schelfkalken zu Strandkonglomeraten dar. Die Konglomeratorgeln nehmen ihren Ausgang vom Grenzbereich zwischen der Sandstein/Feinkonglomeratwechselfolge und den hangenden Konglomeraten. Auf einer Erstreckung von mehr als 100 m konnten 32 derartiger, z. T. leicht geneigter Konglomeratpfeifen beobachtet werden. Ihre maximale meßbare Länge liegt knapp unter 2 m, ihr Durchmesser schwankt zwischen 4 und 44 cm. Ein Zusammenhang zwischen Länge und Durchmesser ist nicht zu erkennen. Die Verteilung der verschieden dicken und langen Konglomeratorgeln scheint zufällig (Abb. 6).

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

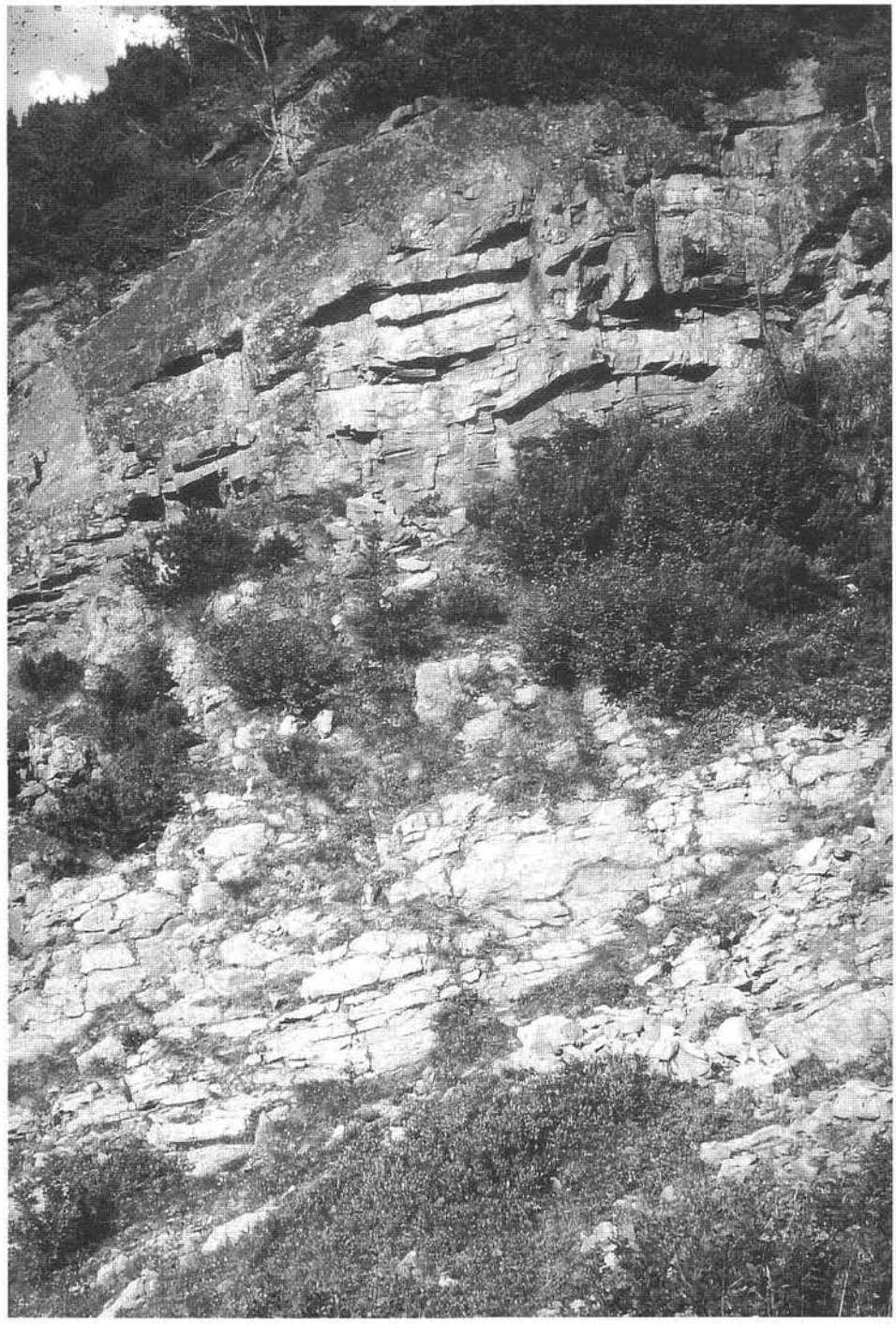


Abb. 2
Untersuchter Profilabschnitt

Außerdem treten an Sedimentstrukturen in der Sandstein-Konglomeratwechselfolge noch Sackungserscheinungen auf, die als bis zu 30 cm tiefe Wannen mit Durchmessern von etwa 1 m ausgebildet sind.

3. Zur Genese vertikaler zylindrischer Strukturen

Zylindrische Strukturen sind seit dem Präkambrium (JOHNSON 1975) bekannt und stellen ein vor allem in rezenten Sedimenten auftretendes oft erkanntes Phänomen dar. Die Genese derartiger Strukturen ist sehr verschiedenartig. Der erste Versuch einer genetischen Systematisierung geht auf GABELMAN (1955) zurück, die durch DIONNE & LAVERDIÈRE (1972) aktualisiert und ergänzt wurde. Theoretische und teilweise experimentell gestützte Überlegungen, die die Genese von zylindrischen Strukturen im Zusammenhang mit Deformationsprozessen nicht oder nur schwach konsolidierter Sedimente bringen, werden bei ELLIOTT (1965), NARDIN et al. (1979), OWEN (1987), GILL & KUENEN (1958) und ALLEN (1982, 1985) diskutiert.

Das Spektrum vertikaler, zylindrischer Strukturen ist nicht nur wegen der verschiedensten Genesemöglichkeiten, sondern auch wegen ihrer unterschiedlichen Größe sehr breit. Sie können hinsichtlich ihrer Größe, wenn man z. B. an Flammenstrukturen, „gas pits" oder Synäreserisse (PRATT 1998) denkt, im mm-Bereich oder darunter liegen, wogegen Schlammvulkane in ihrer Erstreckung km-Dimensionen erreichen können (vgl. z. B. BARBER et al. 1986).

Vertikale zylindrische Strukturen sind aus den verschiedensten sedimentären Environments bekannt und werden aus durch Turbiditfazies gekennzeichneten Tiefwasserablagerungen (z. B. STROMBERG & BLUCK 1998) bis zu Bodenbildungshorizonten („penetrative calcretes", ROSSINSKY et al. 1992, RETALLACK 1997 oder „vertisols", GUSTAVSON 1991, CAUDILL et al. 1996) beschrieben. Teilweise werden sie auch mit glazialen Deformationsstrukturen (Kryoturbationen) in Zusammenhang gebracht (WASHBURN 1997). Sie treten also von kontinentalen bis zu tiefmarinen Ablagerungsräumen auf. Hingewiesen sei auch auf Entgasungsstrukturen innerhalb vulkanoklastischer Folgen. (CAS & WRIGHT 1988, PÖSCHL 1991). Als spezieller Typus vertikaler zylindrischer Strukturen sei auch noch auf Fulgurite hingewiesen (THIEDIG & VON HACHT 1978), die vorwiegend als rezente Bildungen bekannt geworden sind. Fossile Fulgurite oberkarbonen Alters beschrieben HARLAND & HACKER (1966) sowie HARLAND (1970).

Es sei auch auf die Bildung zylindrischer Strukturen aufgrund der Tätigkeit von Organismen verwiesen. Einerseits wird die Bildung derartiger Strukturen in Zusammenhang mit Bodenbildungen betont, wo mit dem Auftreten von Rhizolithen und Stubben ab dem frühen Devon, diese als Indikatoren für die Existenz von Paläoböden anzusehen sind (vgl. z. B. KLAPPA 1980, KOWALCZYK & WINTER 1991, JONES et al. 1998), andererseits wurden Ichnofossilien mehrmals in Zusammenhang mit derartigen vertikalen Röhren gebracht (vgl. z. B. BROMLEY et al. 1975). Hingewiesen sei zuletzt auch auf Zusammenhänge mit Diageneseprozesse (z. B. konkretionäre Bildungen: HAWLEY & HARD 1934, DIONNE 1973b) und Verwitterungsereig-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

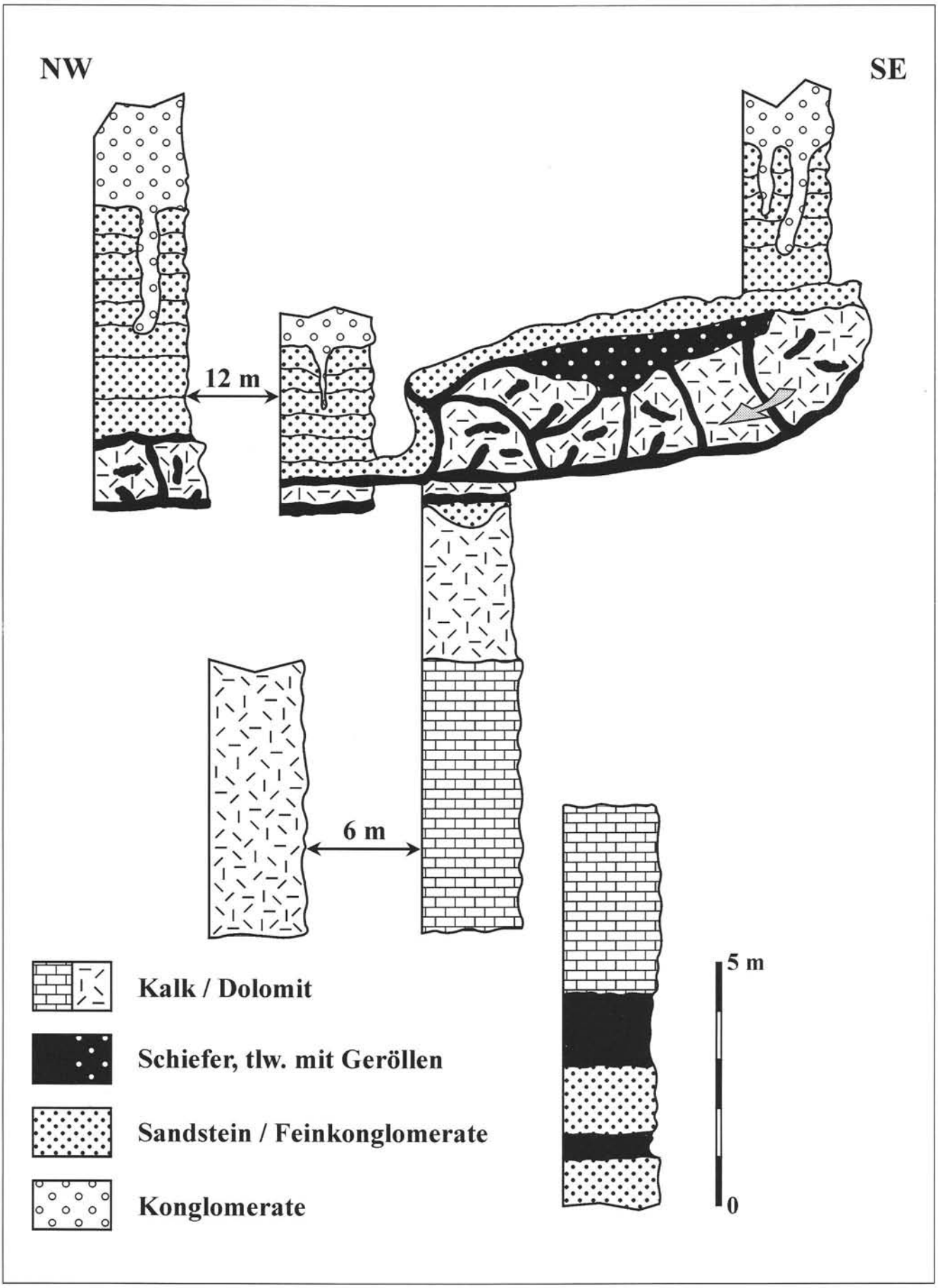


Abb. 3
Profile durch den Aufschlußbereich. Die Konglomeratpfeifen sind schematisch dargestellt.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Abb. 4
Konglomeratpfeifen im Bereich der Sandstein-Feinkonglomeratlagen.

nisse (z. B. SESAN 1971, HUSEN v. 1999). Stalaktiten und Stalagmiten werden aufgrund ihres spezifischen Aufbaus nicht in obige Überlegungen einbezogen.

Das lithologische Spektrum der Füllungen vertikaler zylindrischer Strukturen ist sehr weit gestreut (Tone bis Konglomerate, Karbonate, Pyroklastika, Gläser etc.). Am häufigsten wurden Schlamm- und/oder Sandvulkane dokumentiert, sie werden in die Gruppe der Injektionsstrukturen (PETTIJOHN & POTTER 1964, vgl. auch FENNINGER & SCHOLGER 1994) gestellt. Häufig werden sie als synsedimentäre Deformationserscheinungen aufgrund von Liquifaktions- bzw. Fluidisationsvorgängen (GILL & KUENEN 1958, vgl. auch HANNUM 1980), aber auch durch Auflast von Eis entstanden (DIONNE 1973a) gedeutet.

Für die Genese derartiger Strukturen werden als Auslösephänomene hohe Sedimentationsraten und damit verbundene Hangübersteilungen, Unterspülungen des Hangfußes, Wirkungen von Flutwellen, aufsteigende Grundwässer (GUHMAN & PEDERSON 1992) und durch Starkregen ausgelöste Phänomene des Colluviums genannt. Hinzuweisen ist noch auf Überlegungen, die derartige Strukturen durch aufsteigendes Methan, aus der Zersetzung organischer Substanz, und nachfolgender karbonatischer Zementation erklären (JORGENSEN 1989, 1992, WALTHER 1994). Aber auch die Genese von Schlammvulkanen (HOVLAND et al. 1997) und „Eisvulkanen" (pingos) wird in Zusammenhang mit Gasemissionen gebracht (GOLD 1998).

Daneben werden als Auslösephänomene auch allogene Mechanismen wie Vulkanismus (u. a. Diatreme), Erdbeben und Impaktereignisse (ALVAREZ et al. 1998) diskutiert. Wie KUSCHER (1964) an rezenten Beispielen zeigen konnte, genügen auch Erschütterungen durch Baumaschinen.

4. Die Füllung der Konglomeratorgeln

Die Lithologie des liegenden Profilanteiles, der Geländebefund sowie Anschliffe lassen keinen Zweifel daran, daß die Füllung der untersuchten zylindrischen Strukturen von oben erfolgte. Dies bezeugen auch kleindimensionale, 11 cm hohe topfartige Gebilde mit einem Durchmesser von 14 cm im Grenzbereich zwischen der Sandstein-Feinkonglomeratwechselfolge und den Konglomeraten.

Füllungsmaterial und Textur zeigen ein breites Spektrum:

1. In schmalen Röhren mit einem Durchmesser um 5 cm dominieren geröllführende Sandsteine (Taf. 1, Fig. 1). Daß diese Füllungsart jedoch nicht mit dem Durchmesser der Röhren generell in Zusammenhang gebracht werden darf, zeigt Fig. 2 in Taf. 1, in der die pipes bei gleichem Durchmesser eine gerölldominierte Füllung zeigen.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Abb. 5
Dolomitisierter Gleithorizont. Die einzelnen Dolomitblöcke werden von Schieferlagen begrenzt. Länge des Maßstabes: 62 cm.

Abb. 6
Konglomeratpfeifen im Bereich der Sandstein-Feinkonglomeratlagen. Der Durchmesser der linken Konglomeratpfeife beträgt im mittleren Bereich 18 cm.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

2. Die bereits oben erwähnten topfartigen Gebilde zeigen eine Wechsellagerung von Sand- und Kieslagen und gehen allmählich in Sandsteine über (Taf. 1, Fig. 3).
3. Die Füllung der Orgeln ist dominant konglomeratisch (Taf. 1, Fig. 4, 5, 7). Gelängte Gerölle sind vorallem im Zentrum röhrenparallel eingeregelt. Die Korngröße der Komponenten nimmt gegen den Rand zu ab und es bilden sich Zonen aus geröllführenden Sandsteinen. Die Außenwände sind mit feinen Glimmerschüppchen belegt (vgl. auch FOHRER 1991). Bei den bereits erwähnten leicht geneigten Orgeln bildet sich eine interne laterale Textur, die gleichsam einer „lateralen Gradierung" entspricht. Auch in diesem Falle sind die bis zu 4 cm langen Komponenten röhrenparallel eingeregelt (Taf. 1, Fig. 6).

Bei den Komponenten handelt es sich durchwegs um gut bis sehr gut gerundete Quarzgerölle. Untergeordnet finden sich Lyditgerölle.

5. Füllungsmechanismen

Die unterschiedlichen Füllungsmuster werfen zwangsläufig die Frage nach dem Füllungsmechanismus auf. Wir glauben in den Abbildungen zeigen zu können, daß unterschiedliche Turbulenz und das Spektrum der „angelieferten" Komponentengröße dafür verantwortlich gemacht werden können. Ist das Medium hoch turbulent, wird das Material eingestrudelt. Dabei werden die feinen (leichteren) Komponenten (+/- Sandgröße) vornehmlich an den Röhrenrändern, die Kiese dagegen röhrenachsenparallel eingeregelt, im zentralen Bereich „eingefroren". Es bilden sich dabei entweder korn- oder matrixgestützte Konglomerate. Unter niedrig energetischen Bedingungen, d. h. bei weitgehend fehlender Turbulenz fließt das Material gleichsam ein; es bilden sich Parakonglomerate. Eine leichte Neigung der Röhre reicht aus, daß es zu Seigerungsprozessen kommt, die eine „laterale Gradierung" bedingen. Die genannten Prozesse können ein- oder mehraktig ablaufen.

6. Überlegungen zur Genese der Konglomeratorgeln

Der Name „piping" und die Theorie des „pipings" wurden Ende des 19. Jahrhunderts von Zivilingenieuren, heute wohl besser Ingenieurgeologen geprägt. Piping gilt als Vorläuferphänomen von Dammbrüchen. Versuche zur Systematisierung dieser „anthropogen" verursachten Phänomene gehen auf TERZAGHI & PECK (1948) zurück. Ebenfalls sehr früh wurde auch geogenbedingtes („natural") piping erkannt. Auf einige Phänomene wurde bereits verwiesen. Zu ergänzen wären sie noch durch Pseudokarststrukturen bzw. durch Vorgänge in Zusammenhang mit subterraner Erosion (PARKER 1963) oder der Bildung von Strandquellhorizonten. Für nahezu alle diese Erscheinungen gilt, daß ihr Erhaltungspotential sehr gering ist und sie daher zumeist nur aus rezenten oder subrezenten Sedimenten bekannt wurden.

Für die Genese der untersuchten Konglomeratorgeln gehen wir von folgenden Vorstellungen aus:

Es ist naheliegend, die Bildung der Konglomeratorgeln in Zusammenhang mit dem liegenden Gleithorizont zu sehen. Dies wird nur dann verständlich, wenn man davon ausgeht, daß die Gleitung auch noch nach der Überlagerung durch die Ton-Sandstein-Konglomeratfolge wirksam war. Dafür spricht vor allem die bereits erwähnte Deformation der Sandsteine im auskeilenden Bereich des dolomitisierten Gleithorizontes.

Durch diese Gleitvorgänge entstanden in den hangenden, semikonsolidierten Sandstein- und Konglomerathorizonten Inhomogenitäten und auch Sackungen, die primär, worauf KUSCHER (1964) hinweist, bereits als kreisrunde Röhren erscheinen können und die in der Nachfolge leicht „überarbeitbar" waren. Es bildeten sich Strudellöcher, die mit Sediment verfüllt wurden. Es konnte beobachtet werden, daß die Konglomeratpfeifen, wenngleich selten, bis zur geröllführenden Tonschieferlage im Hangenden des Gleithorizontes reichen. Inwieweit die Geröllführung in diesen Tonschiefern mit der Bildung der Strudellöcher und ihren Füllungen in Zusammenhang gebracht werden kann, läßt sich aufgrund der Aufschlußverhältnisse nicht klären.

7. Bemerkungen

Im Sinne des Geotopschutzes betrachteten wir bereits bei der Aufnahme den Aufschluß als Naturdenkmal. Wir haben daher bei der Aufschlußbearbeitung und der Probennahme geachtet ihn weitgehend „unzerstört" zu belassen, glauben aber, daß damit kein Informationsdefizit verbunden ist.

8. Danksagung

Für die Mithilfe bei der mühevollen Aufbereitung des Aufschlusses, für die Aufnahme der Profile und für den Probenabtransport möchte ich mich vorallem bei Herrn Hofrat Prof. Dr. H. P. SCHÖNLAUB (Wien) und Herrn Prof. Dr. H. L. HOLZER (Graz) bedanken, für die kritische Durchsicht des Manuskriptes bei Herrn Prof. Dr. B. HUBMANN. Dank gilt auch den Reviewern, Herrn Univ. Prof. Dr. K. KRAINER und Univ. Ass. Dr. M. WAGREICH für wertvolle Hinweise.

Literatur

AGYRIADIS, J., 1968: Le Permo-Carbonifere des Alpes Carniques, jelon allochtone entre Nord-alpin et Sud-alpin. – Diplome d'etudes Sup. Sci., Univ. Paris Sci. Ossay, 156 S., Paris.

ALLEN, J. R. L., 1982: Sedimentary Structures – Their Character and Physical Basis, II. – Developm. Sediment., **30B,** 663 S., Amsterdam etc. (Elsevier).

ALLEN, J. R. L., 1985: Principles of Physical Sedimentology. – 272 S., London (Allen & Unwin).

ALVAREZ, W., STALEY, E., D'CONNOR, D. & CHAN, M. A., 1998: Synsedimentary Deformation in the Jurassic of Southeastern Utah. A Case of Impact shaking? – Geology, **26,** 579-582.

BARBER, A. J., TJOKOSAPOETRO, S. & CHARLTON, T. R., 1986: Mud volcanoes, Shale Diapirs, Wrench Faults, and Melanges in Accretionary Complexes, Eastern Indonesia. – Bull. Am. Assoc. Petr., Geol., **70,** 1729-1741.

BROMLEY, R. G., CURRAN, A. H., FREY, R. W., GUTSCHIK, R. C. & SUTTNER, L. J., 1975: Problems in Interpreting Unusualy Large Burrows. – In: Frey, R. W. (Ed.): The Study of Trace Fossils. A Synthesis of Principles, Problems and Procedures in Ichnology. – 351-376, Berlin etc. (Springer-Verlag).

CAS, R. A. F. & WRIGHT, J. V., 1988: Volcanic Successions Modern and Ancient. – 328 S., London (Unwin Hynman).

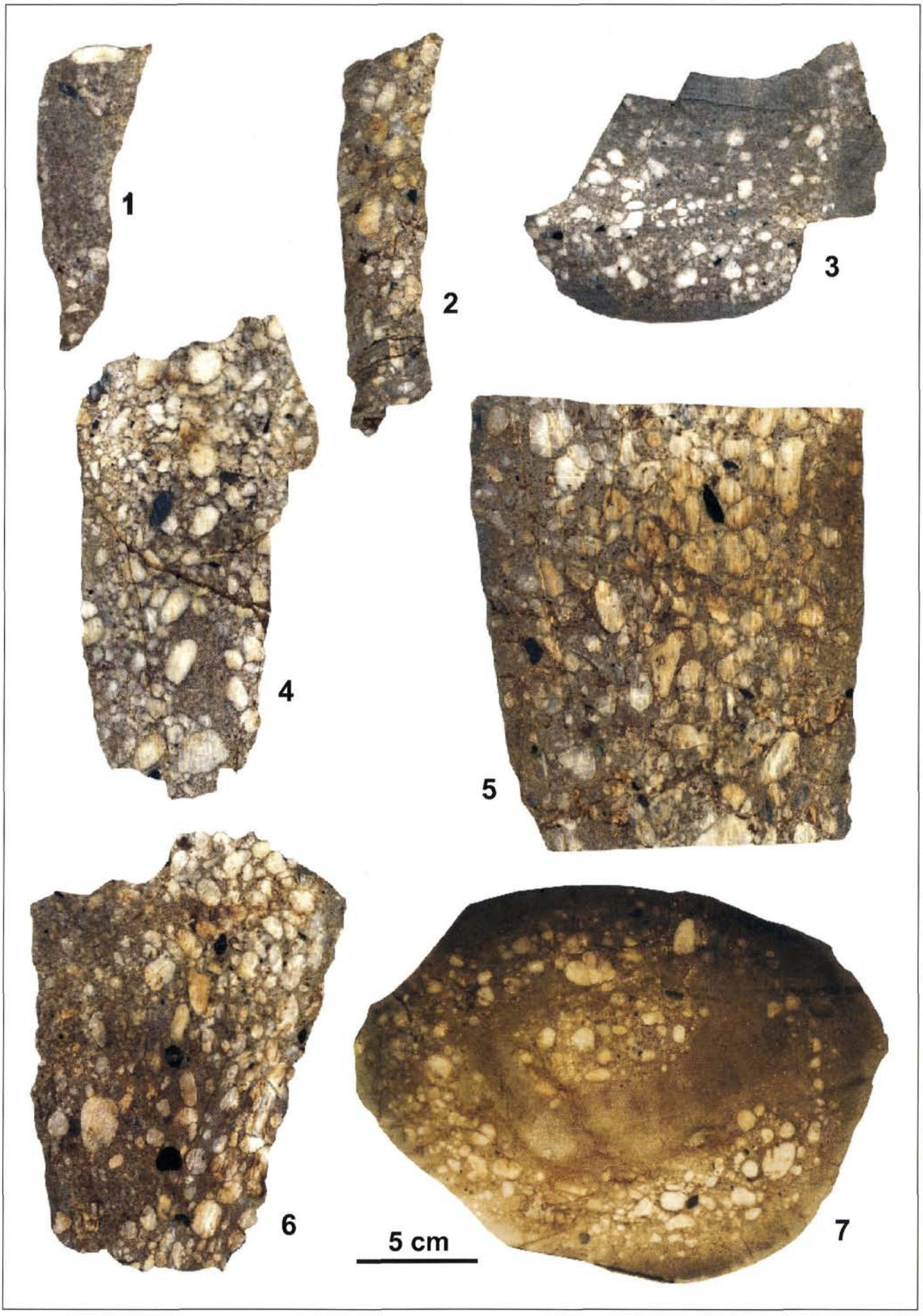
CAUDILL, M. R., DRIESE, ST. G., MORA, C. I., 1996: Preservation of a Paleo-Vertisol and an Estimate of Late Mississippian Paleoprecipitation. – J. Sed. Res., A, **66,** 58-70.

DIONNE, J. C., 1973a: Monroes: A type of so-called mud volcanoes in tidal flats. – J. Sed. Petrol., **43,** 848-846.

DIONNE, J. C., 1973b: Structures cylindriques verticales dans du quaternaire à Athabaska, Québec. – Sed. Geol., **9,** 53-63.

DIONNE, J. C. & LAVEDIÈRE, C., 1972: Structure cylindrique verticale dans une dépot meuble quaternaire, au nord de Montréal, Québec. – Can. J. Earth Sci., **9,** 528-543. (cum lit.)

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at



© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

ELLIOTT, R. E., 1965: A Classification of Subaqueous Sedimentary Structures Based on Rheological and Kinematical Parameters. – Sedimentology, **5,** 193-209.

FENNINGER, A., 1971: Bericht über detailstratigraphische Aufnahmen der oberkarbonen Auernigschichten im Raume Naßfeld (Karnische Alpen). – Verh. Geol. B.-A., **1971,** 633-636.

FENNINGER, A., 1979: Die Genese von Konglomeratorgeln aus den oberkarbonen Auernigschichten der Karnischen Alpen. – Nachr. dt. Geol. Ges., **21,** 12-13.

FENNINGER, A. & SCHÖNLAUB, H. P., 1972: Das Paläozoikum der Karnischen Alpen. – In: FLÜGEL, H. W. (Ed.): Exkursionsführer, 42. Jahresversammlung Paläont. Ges., 18-60.

FENNINGER, A. & SCHOLGER, R., 1994: Sandvulkane in rezenten Sedimenten der Mur. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, **124,** 41-47.

FENNINGER, A. & STATTEGGER, K., 1977: Schweremineraluntersuchungen in den oberkarbonen Auernig-Schichten des Garnitzen Profiles (Naßfeld, Karnische Alpen). – Verh. Geol. B.-A., **1977,** 367-374.

FOHRER, B., 1991: Verkieselte Flachwasserostracoden und ihre Begleitfauna und -flora aus dem Oberkarbon der Karnischen Alpen (Nassfeld-Region). – Abh. Geol. B.-A., **46,** 107 S.

FRECH, F., 1894: Die Karnischen Alpen. Ein Beitrag zur vergleichenden Gebirgstektonik. – Abh. Naturf. Gesell., **18,** 514 S.

GABELMAN, J. W., 1955: Cylindrical Structures in Permian (?) Siltstone, Eagle-County, Colorado. – J. Geol., **63,** 214-227.

GEYER, G., 1896: Über die geologischen Verhältnisse im Pontafler Abschnitt der Karnischen Alpen. – Jb. Geol. R. A., **46,** 127-234.

GILL, W. D. & KUENEN, P. H., 1958: Sand Volcanoes on Slumps in the Carboniferous of Country Clore, Ireland. – Quart. J. Geol. Soc. London, **113,** 441-460.

GOLD, TH., 1998: The Deep Hot Biosphere. – 235 S., New York (Copernicus – Springer Verlag).

GUHMAN, A. I. & PEDERSON, D. T., 1992: Boiling Sand Springs, Dismal River, Nebraska: Agents for Formation of Vertical Cylindrical Structures and Geomorphic Change. – Geology, **20,** 8-10.

GUSTAVSON, TH. C., 1991: Buried Vertisols in Lacustrine Facies of the Pliocene Fort Hancock Formation, Hueco Bolson, West Texas, Chihuahua, Mexico. – Bull. Geol. Soc. America, **103,** 448-460.

HANNUM, C. H., 1980: Sandstone and Conglomerate-Breccia Pipes and Dikes of the Kodachrome Basin Area, Kane Country, Utah. – Brigham Young Univ. Geol. Stud., **21,** 31-50.

HARLAND, W. B. H., 1970: Palaeofolgurites. – Palaogeophysics, **1970,** 387-390.

HARLAND, W. B. H. & HACKER, J. L. F., 1966: „Fossil" Lightning Strikes 250 million years ago. – Adv. Sci., **1966,** 663-671.

HAWLEY, J. E. & HARD, R. C., 1934: Cylindrical Structures in Sandstones. – Bull. Geol. Soc. Amer., **45,** 1017-1034.

HOVLAND, M., HILL, A. & STOKES, D., 1997: The Structure and Geomorphology of the Dashgil Mud Volcano, Azerbaijan. – Geomorphology, **21,** 1-15.

HUSEN, D. VAN, 1999: Geologisch-baugeologische Erfahrungen beim Bau des Eisenbahntunnels Lambach, OÖ. – Mitt. Österr. Geol. Ges., **90 (1997),** 137-154.

JOHNSON, H. D., 1975: Tide-and Wave-dominated Inshore and Shoreline Sequences from the Late Precambrian Finmark, North Norway. – Sedimentology, **22,** 45-74.

JONES, B., RENAUT, R. W., ROSEN, M. R. & KLYEN, L., 1998: Primary Siliceous Rhizoliths from Loop Road Hot Springs, North Island, New Zealand. – J. Sed. Res., **68,** 115-123.

JORGENSEN, N. O., 1989: Holocene Methane-derived, Dolomite-cemented Sandstone Pillars from the Katttergat, Denmark. – Marine Geol., **88,** 71-81.

JORGENSEN, N. O., 1992: Methane-derived Carbonate Cementation of Marine Sediments from the Kattegat, Denmark: Geochemical and Geological Evidence. – Marine Geol., **103,** 1-13.

KLAPPA, C. F., 1980: Rhizoliths in Terrestrial Carbonates: Classification, Recognition and Significance. – Sedimentology, **27,** 613-629.

KOWALCZYK, G. & WINTER, K. P., 1991: Röhren- und säulenförmige Strukturen in jungen Sedimenten Südost-Lakoniens (Peloponnes, Griechenland). – Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln (Festschr. K. Brunnacker), **82,** 423-431.

KRAINER, K., 1992: Fazies, Sedimentationsprozesse und Paläogeographie im Karbon der Ost- und Südalpen. – Jb. Geol. B.-A., **135,** 99-193.

KUSCHER, H., 1964: „Orgeln" im Konglomerat der Waghochfläche (Hieflau). – Geol. Bauw., **29,** 115-118.

MASSARI, F. & VENTURINI, C., 1990: The Significance of the Auernig Group Cyclicity. – In: VENTURINI, C. (Ed.): Field Workshop on Carboniferous to Permian Sequence of the Pramollo-Nassfeld Basin (Carnic Alps), September 2-8, **1990,** Guidebook, 81-86.

NARDIN, T. R., HEIN, F. J., GORSLINE, D. S. & EDWARDS, B. D., 1979: A Review of Mass Movement Processes, Sediment and Acoustic Characteristics, and Contrasts in Slope and Base-of-Slope Systems Versus Canyon-Fan-Basin-Floor Systems. – In: DOYLE, L. J. & PILKEY, O. H. (Eds.): Geology of Continental Slopes. – Soc. Econom. Paleont. Mineralog., Spec. Publ., **27,** 61-73.

OWEN, G., 1987: Deformation in Unconsolidated Sands. – In: JONES, M. E. & PRESTON, R. M. F. (Eds.): Deformation of Sediments and Sedimentary Rocks. – 11-24.

PARKER, G., 1963: Piping a Geomorphic Agent in Landform Development of the Drylands. – Int. Assoc. Sci. Hydrology, **65,** 103-113.

PETTIJOHN, F. J. & POTTER, P. E., 1964: Atlas and Glossary of Primary Sedimentary Structures. – 370 S., Berlin etc. (Springer).

PÖSCHL, I., 1991: A Model for the Depositional Evolution of the Volcaniclastic Succession of a Pliocene Maar Volcano in the Styrian Basin (Austria). – Jb. Geol. B.-A., **134,** 809-843.

PRATT, B. R., 1998: Syneresis Cracks: Subaqueous Shrinkage in Argillaceous Sediments Caused by Earthquake-induced Dewatering. – Sed. Geol., **117,** 1-10.

RETALLACK, G. J., 1997: A Colour Guide to Paleosols. – 175 S., Chichester etc. (John Wiley & Sons).

ROSSINSKY, V., WANLESS, H. R. & SWART, P. K., 1992: Penetrative Calcretes and their Stratigraphic Implications. – Geology, **20,** 331-334.

SCHELLWIEN, E., 1892: Die Fauna des karnischen Fusulinenkalks I. – Paläontographica, **39,** 237-282.

SESAN, E., 1971: L'origine et L'Évolution des Rochers en forme de champignon. – Rev. Geograph. L'est, **1971,** 205-208.

STROMBERG, S. K. & BLUCK, B., 1998: Turbidite Facies, Fluid-escape Structures and Mechanisms of Emplacement of the Oligo-Miocene Algibe Flysch, Gibraltar Arc, Betics, Southern Spain. – Sed. Geol., **115,** 267-288.

TERZAGHI, R. & PECK, R. B., 1948: Soil Mechanics in Engineering Practice. – 566 S., New York (John Wiley & Sons).

THIEDIG, F. & VON HACHT, U., 1978: Über Fulgurite und Berichte über Funde von Blitzröhren auf Sylt (Schleswig-Holstein). – Mitt. Geol. Paläont. Inst. Univ. Hamburg, **48,** 33-42.

VENTURINI, C., 1990: Carta Geologica delle Alpi Carniche Centro-Orientali, 1:20.000. – Museo Friulano di Storia Naturale.

WALTHER, H. W., 1994: The Stone Forest near Varna, Bulgaria – Tertiary Rock Pillars of Unknown Origin. – Z. angew. Geol., **40,** 30-55.

WASHBURN, A. L., 1997: Plugs and Plug Circles. A Basic Form of Patterned Ground, Cornwallis Island, Arctic Canada. – Origin and Implications. – Mem. Geol. Soc. America, **190,** 87 S.

← Tafel 1

Fig. 1-7	Fig. 1-6	Fig. 7
Füllungstypen der Konglomeratpfeifen	Längsschnitte	Querschnitt

Manuskript eingegangen am: 23. 03. 1999
Revidierte Fassung eingegangen am: 12. 10. 1999
Manuskript akzeptiert am: 30. 12. 1999

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Austrian Journal of Earth Sciences

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: 91

Autor(en)/Author(s): Fenninger Alois

Artikel/Article: Konglomeratorgeln aus der oberkarbonen Auernig-Gruppe der Karnischen Alpen (Naßfeld, Österreich). 53-61