

## Vorkommen, Ausbildung und Entstehung der „Marmaroscher Quarze“ in Vorarlberg

von Peter Wagenplast und J. Georg Friebe

### Zu den Autoren

Peter Wagenplast, geboren 1941, studierte in Stuttgart Geologie und arbeitet am Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg in den Fachbereichen Ingenieur- und Rohstoffgeologie. Er führte zahlreiche geologisch-landeskundliche Studienreisen nach Südeuropa und Nordafrika.

Georg Friebe, geboren 1963 in Mödling / NÖ, aufgewachsen in Rankweil. Studium der Paläontologie und Geologie an der Karl-Franzens-Universität Graz. Dissertation über die Stratigraphie und Paläogeographie der Leithakalk-Areale im Steirischen Tertiärbecken. Seit 1993 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Vorarlberger Naturschau.

### Abstract

Open joints within cretaceous limestones of the Helvetic Nappe occasionally contain small, clear quartz crystals. After the former Hungarian Komitat Marmarosch they are named „Marmaroscher (Diamanten)“ by local collectors. This paper describes selected locations. Crystallisation occurred in tensional fissures filled by formation water, which was rich in silicic acid. Decreasing pressure lead to oversaturation of the silicic acid and as a consequence to rapid growth of highly transparent quartz crystals with short prisms. Influx of hydrocarbons accelerated this process.

### Zusammenfassung

In Kalkgesteinen des Helvetikums finden sich in schmalen Klüften immer wieder kleine, meist wasserklare, doppelendige Quarzkristalle. Nach dem ehemals ungarischen Komitat Marmarosch werden sie von den Sammlern als „Marmaroscher (Diamanten)“ bezeichnet. Ausgewählte Fundstellen werden in dieser Arbeit dokumentiert.

Die Quarze sind bei niedrigen Temperaturen rasch kristallisiert. Dehnungsklüfte in Kalkbänken wurden mit kieselsäurereichen Formationswässern und flüchtigen organische Substanzen gefüllt. Druckabsenkung führte zu Kieselsäure-Übersättigung und in der Folge zu raschem Wachstum von hoch transparenten, kurzprismatischen Quarzkristallen. Bei besonders hoher Wachstumsgeschwindigkeit bildeten sich Fensterquarze. Durch Zufuhr von Kohlenwasserstoffen wurde die Quarzausfällung zusätzlich beschleunigt.

VORARLBERGER  
NATURSCHAU  
12  
SEITE 53 – 64  
Dornbirn 2003



## 1. Einleitung

Seit Alters her werden kurzprismatische („gestauchte“) Quarz-Doppelender auf Sedimentgesteinen als „Marmaroscher Diamanten“ bezeichnet (LORINSER 1856). Das namensgebende, ehemals ungarische Komitat Marmarosch (heute Maramures) liegt teils im nordwestlichen Rumänien, teils in der Ukraine.

*Die Marmaroscher „Diamanten“ („Dragomiten“, vom walachischen drago = lieb, werth), meist wasserhelle, auch bräunlichgelbe und blassgraue Krystalle, Stecknadelkopf- bis Haselnuss-gross, finden sich vorzüglich an der Grenze der Maramaros gegen Galizien, lose besonders in der Gegend oberhalb Vereczke [...] ursprünglich in dem Klüfte im Karpathensandstein erfüllenden Kalkspath eingewachsen, oder an den Wänden von mit Kalkspath-Krystallen bekleideten Hohlräumen aufgewachsen. (HINTZE 1915)*

Noch Anfang des 18. Jahrhunderts wurden die dortigen Quarze als Diamanten angesehen – aber auch bereits mit dem (Berg-)Kristall verglichen. In ZEDLERS Universal-Lexicon (1732) lesen wir:

*Das siebente Geschlecht [der Diamanten] ist zuweilen rund, zuweilen auch sechseckicht, einige sind härter, einige auch weicher, als die andern, haben ihren Namen von dem Orte, da sie gefunden werden. Dahero einige Böhmische, einige Englische, andere Schottische, noch andere Ungarische, wie auch welche Armenische heissen. Unter den Geschlechtern der eckichten sind einige die weichsten, und nicht viel besser, als Crystallen. Etliche unter den runden sind den Kiesel=Steinen gleich, aber weit härter, und diese haben den Glantz, wie einige von den orientalischen.*

„Marmaroscher Diamanten“ kamen als Ersatz für den echten Diamanten in den Handel. Reine und fehlerfreie Stücke wurden „in den Formen der Brillanten-Rosetten und Tafelsteine kunstgerecht geschliffen“. Mitunter verzichtete man auf den Schliff und trennte lediglich die stärker glitzernden Pyramidenspitzen von den (ohnehin unterentwickelten) Prismen. Um das natürliche Feuer zu erhöhen, wurde bei der Fassung unter den Steinen eine reflektierende Folie eingebracht. Ursprünglich sollen diese Kristalle massenweise gefunden worden sein. Nur die besten Stücke fanden den Weg zum Juwelier. Unreine und beschädigte Kristalle sollen gar im 18. Jahrhundert die Gartenwege reicher ungarischer Edelleute geziert haben. Doch bereits um 1790 war es nicht mehr so einfach, „Marmaroscher Diamanten“ zu erwerben (LORINSER 1856).

Von der Marmarosch wurde der Name rasch auf ähnliche Quarze von anderen Fundstellen in ganze Europa übertragen. Nicht immer war den Sammlern bewusst, dass diese Bezeichnung nun kein Hinweis auf das Herkunftsgebiet mehr war. So zeigt das Steiermärkische Landesmuseum Joanneum (Graz) in seiner Schausammlung ein Stück vom französischen Fundort Remuzat (anhand des Muttergesteins eindeutig zu identifizieren) mit der Fundort-Angabe „Marmarosch“.

## 2. „Marmaroscher Quarze“ in Vorarlberg

Kurzprismatische Quarzkristalle aus Vorarlberg wurden erstmals von BLUMRICH (1891) als Begleiter von Calcit in Kalksteinen der Flyschzone von Gais genannt.

54 Kurz darauf wurden sie aus Calcitklüften in den Drusbergschichten der

Felsenausschlucht erwähnt (GISSINGER 1894). Die meisten Vorkommen von Doppelendern liegen im Bereich der helvetischen Säntisdecke. Seltener wurden solche Kristalle im Flysch (am Hochgerach) und in Gesteinen des Oberostalpins (im Steinbruch Lorüns sowie im Talschluß des Gamperdonats) gefunden. Die Fundstellen im letztgenannten Bereich waren schon GASSER (1913) bekannt. Der Name „Marmaroscher Quarze“ wurde in Vorarlberg von MUTSCHLER (1913) für Kristalle von Hohenems eingeführt.

Im vorliegenden Beitrag werden nur Quarze aus den helvetischen Kreideablagierungen beschrieben (Abb. 1). Ähnliche Kristalle treten auch in helvetischen Gesteinen des Säntisgebiets auf (WAGENPLAST 2001). Sie werden dort „Öhrli-Diamanten“ genannt. Der Schriftsteller Norman DOUGLAS erwähnte diese in seinem Werk „Together“ (dt.: „Wieder im Walgau“).

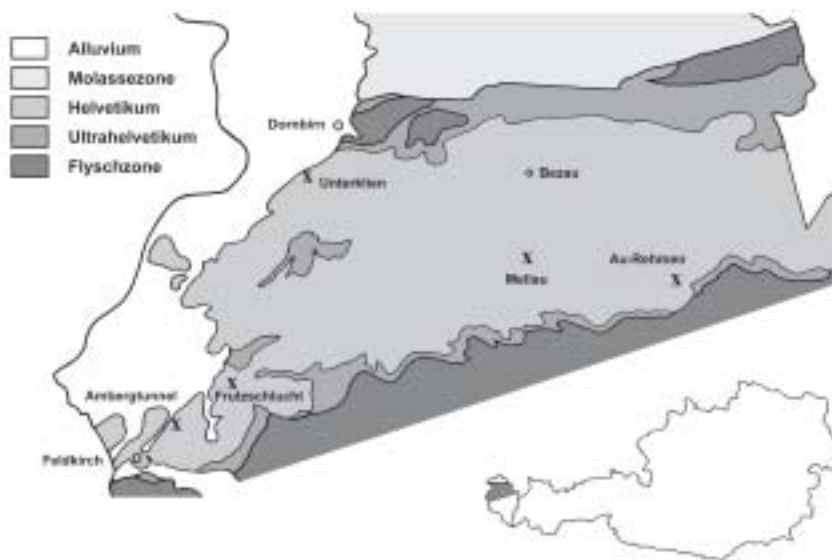


Abb. 1: Geologische Übersicht und Lage der bearbeiteten Fundorte

### 3. Unterklfen

Der bekannteste Fundort für Quarzdoppelender ist der Steinbruch Rhomberg am Breitenberg bei Unterklfen. Sie finden sich auf Klüften in dunkelgrauen bis bräunlichgrauen Gesteinen der Drusberg-Formation. Die bis über 1 cm langen Kristalle besitzen im Gegensatz zu den nachfolgend beschriebenen Quarzdoppelendern relativ lange Prismenflächen. Die Quarze sitzen auf einem dichten Rasen aus sklenoedriscen Calcitkristallen und werden ihrerseits von großen Calcit-Sklenoedern überwachsen (Abb. 2). Auffallend ist die dunkle, bräunliche Färbung der Quarze. Nach NIEDERMAYR (1988) wird die Färbung durch fein verteilte organische Pigmente verursacht. Erstaunlich ist jedoch, dass die organischen Substanzen in ultraviolettem Licht nicht, wie sonst üblich, fluoreszieren. Einige Quarze besitzen allerdings nahezu wasserklare Enden, die offenbar in der letzten Phase des Kristallwachstums entstanden. Gerade diese farblosen Kristallspitzen enthalten jedoch zahlreiche kleine, im ultravioletten Licht stark hellgelb fluoreszierende organische Einschlüsse.



Abb. 2: Durch organische Pigmente bräunlich gefärbte Quarzdoppelender mit Calcit-Skalenoedern. Altmann-Member der Drusberg-Formation, Steinbruch Rhomberg, Unterklien. Slg. VNS (don. H. Diem), Foto M. Waldinger

#### 4. Au-Rehmen

Bei Au-Rehmen sitzen wasserklare Quarzdoppelender mit gedrungenem Habitus und sehr schmalen Prismenflächen auf Klufflächen von schwarzgrauen Kalksteinbänken der Palfris-Formation. Oft scheinen die Kristalle bipyramidal (ohne Prismenflächen) zu sein; erst bei genauerem Betrachten erkennt man die schwach entwickelten Prismen. Häufig sind orientierte Verwachsungen mit parallelen Längsachsen und Zepterquarze. Fast alle Kristalle sind von unregelmäßig welligen, muscheligen Rissen durchzogen, die durch Interferenzerscheinungen schwach irisieren. Manche dieser Risse enthalten Dendriten aus Manganoxiden oder Eisenhydroxiden. Die Sprünge lassen vermuten, dass tektonische Spannungen auf die Kristalle eingewirkt haben. Rhomboedrischer Calcit, der manchmal tafelförmigen Habitus besitzt, bildet die Unterlage der Quarze.

Abb. 3: Oberflächenstruktur von Quarz, Au-Rehmen. Slg. VNS, Foto J. G. Friebe



## 5. Mellau

In der Umgebung von Mellau ist gleichfalls die Palfris-Formation Fundschicht von „Marmaroscher Diamanten“. Sie bildet dort eine Kalk-Mergel-Wechselfolge in überkippter Lagerung (ss ca. 165/45; Randlage des Kanisfluh-Gewölbes), wobei die Kalklagen Mächtigkeiten von wenigen Zentimetern aufweisen (*Abb. 4*). Diese Abfolgen sind meist frei von Klüften. Lokal können die Kalkbänke bis zu 10 cm Mächtigkeit erreichen. Fällt die trennende Mergellage aus, so sind bis zu 20 cm dicke, harte Kalklagen vorhanden. Tektonische Bewegungen wurden – wie auch an den anderen Fundstellen – in den Mergeln durch Schieferung und letztlich Auswalzung parallel zur Schichtung kompensiert, während gleichzeitig in den Kalkbänken Dehnungsklüfte senkrecht zur Schichtung aufrissen (k um 60/67 schwankend; Ausreißer: 80/77). Lehmig-siltige Kluffüllungen sind auf junge Einschwemmungen zurückzuführen.



**Abb. 4:** Wechselfolge von Mergelsteinen und Kalksteinbänken, Palfris-Formation, Mellau.  
Foto P. Wagenplast

In diesen Klüften findet man Quarze mit ähnlicher Größe und Ausbildung wie diejenigen von Au-Rehmen. Auch die zahlreichen mit der Lupe erkennbaren Risse gleichen denen der Kristalle von Au. In Einzelfällen sind die Quarze durch Eisenhydroxid gelb gefärbt (Abb. 5, 6). Eine Besonderheit ist die Bildung von Fensterquarzen. Diese Skelettkristalle entstanden (vergleichbar mit der Bildung von Eisblumen am Fenster) durch rasches Wachstum aus stark übersättigten Lösungen, wobei die Quarzabscheidung bevorzugt an den energetisch günstigen Spitzen und Kanten bereits bestehender Kristalle stattfand.

Der begleitende Calcit zeigt spitz-skalenoedrische Kristalltrachten. Im Unterschied dazu ist wenige Meter hangend (= talabwärts) der Fundschicht der Calcit auf schmalen Klüften als „Kanonenspat“ ausgebildet. An einer etwas entfernten Fundstelle wurden „Federalcrite“ gefunden.

Abb. 5: Orientiert verwachsene Quarzdoppelender, durch Eisenhydroxid gelb gefärbt, Mellau, ca. 5 cm. Slg. M. STOLZ/VNS, Foto M. Waldinger



Abb. 6: Durch Eisenhydroxid gelb gefärbte, orientiert verwachsene Quarzkristalle, Mellau. Höhe der Quarze 2 cm. Slg. M. STOLZ/VNS, Foto M. Waldinger



## 6. Fruttschlucht

Weite Teile der Fruttschlucht bei Rankweil werden von mergeligen Abfolgen der Drusberg-Formation aufgebaut. Die Bankmächtigkeiten betragen maximal 20 cm (Mergelkalke), liegen jedoch in der Regel darunter (kalkige Mergel). Das Gestein ist geschiefert, Klüfte sind selten. In diese Abfolge eingeschaltet ist eine Kalkbank von ca. 2 m Mächtigkeit. Eine geringe Schieferung ist in mergeligen Lagen innerhalb der Bank vorhanden. Die Bewegung wurde jedoch in erster Linie durch Dehnungsklüfte kompensiert, die mit Calcit-Rasen ausgekleidet sind. Es sind zwei geringfügig unterschiedliche Klufscharen vorhanden:  $k_1$  dominiert in der unteren Hälfte der Bank,  $k_2$  in der oberen Hälfte.

Gefügewerte (siehe Info-Box im Anhang):

ss	285 / 15	301 / 21		
sf im kalkigen Mergel	ca. 155 / 40	ca. 184 / 45	173 / 47	
k im kalkigen Mergel	88 / 68	90 / 66	85 / 69	
$k_1$ in Kalkbank	50 / 81	60 / 56	59 / 73	52 / 74
	60 / 86	55 / 85		
$k_2$ in Kalkbank	86 / 84	85 / 83	253 / 74	250 / 85
h in Kalkbank	48 / 65	mit Striemung 320 / 18, Aufschiebung		
	55 / 72	mit Striemung 322 / 13, Aufschiebung		

Auf den Calcitrassen sitzen Quarzkristalle (*Abb. 7*) und selten Strontianit (ähnlich dem Ambergtunnel, vgl. ZIRKL 1986). Daneben können auch (wie in einer „reifen“ Kluft) lose Kristalle im Kluftlehm liegen. In der Fruttschlucht sind Zepterquarze häufiger als an den anderen Fundstellen (*Abb. 8*). Ihre Basis ist relativ milchig, der Zepterkopf aber glasklar. Größere Kristalle zeigen oft Skelett-Wachstum (*Abb. 9*), kleinere hingegen sind bisweilen wasserklar. Fluid-Einschlüsse sind zum Teil schon mit der 10fach-Lupe erkennbar. Die Einschlüsse sind fast immer einphasig (*Abb. 10*). Nur in einem Fall konnte ein zweiphasiger Einschluss (mit Gasblase) beobachtet werden. Neben größeren, unregelmäßigen Einschlüssen kommen kleine „Negativkristalle“ vor. Sehr kleine Einschlüsse sind als milchige Fahnen angeordnet.



Abb. 7: Quarzkristall auf Calcit, Fruttschlucht. Höhe des Quarzes 1 cm.  
Stg. J. G. Friebe, Foto M. Waldinger

Abb. 8: Zepterquarz  
auf Calcit, Fruttschlucht.  
Höhe des Quarzes 0,5 cm.  
Slg. und Foto J. G. Friebe

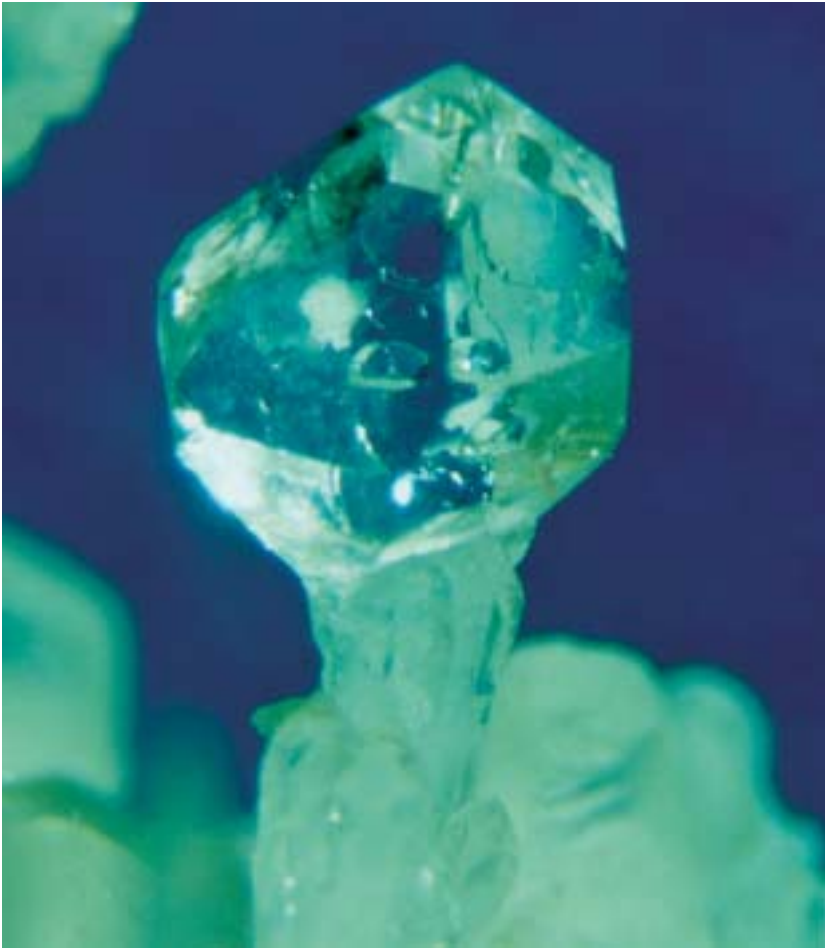


Abb. 9: Fensterquarz,  
Fruttschlucht.  
Größe ca 1,5 cm.  
Slg. J. G. Friebe,  
Foto M. Waldinger





## 7. Ambergtunnel

Bereits beim Bau der Weströhre des Ambergtunnels wurden von Sammlern Quarzkristalle gefunden. Im Herbst 2001 bis Frühjahr 2002 konnten bei Begehungen der in Bau befindlichen Oströhre einige kleine Quarze aus der Drusberg-Formation geborgen werden. Sie sind – wie an den anderen Fundstellen – wasserklar, aber von Einschlüssen und Spannungsrissen durchsetzt.

Bei Tunnelstation 845,9 m ist das Gestein stärker tektonisch beansprucht. Die Mehrzahl der zahlreichen Klüfte ist vollständig mit Calcit erfüllt. Aus einer Dehnungskluft stammen zwei Aggregate, die beide orientierte Verwachsungen mehrerer Kristalle mit parallelen Längsachsen aufweisen. Begleitminerale sind (wie in der Weströhre, vgl. ZIRKL 1986) Calcit sowie Strontianitbüschel. Eine grössere Zahl von Kristallen lag frei in einer bis zu 2 cm offenen Kluft bei Tunnelstation 1581,5 m. Es handelt sich um „Schwimmer“ ohne Aufwachsstelle, die schwebend in der Mutterlösung gebildet wurden. Spannungsrisse trüben diese Quarze, Einschlüsse sind häufig.

## 8. Die Bildung der Quarzdoppelender

In vielen Fällen sitzen die Quarze auf senkrecht zur Bankung verlaufenden Klüften in schwarzgrauen Kalksteinlagen, die eine überwiegend mergelige Schichtenfolge durchziehen. Eine solche Wechsellagerung wird in der helvetischen Säntisdecke vor allem in der Palfris-Formation (sie entspricht den Öhrl-Schichten im Säntisgebiet) sowie in den Drusberg-Schichten angetroffen. Dementsprechend sind auch in der Ostschweiz Marmaroscher Quarze in diesen Muttergesteinen besonders häufig. Da die Kristalle auf den Wänden von Klüften sitzen, die sich bei Bewegungen im Verlauf der Überschiebung der helvetischen Decke über die (jüngere) subalpine Molasse gebildet haben, können sie nur während oder nach diesem tektonischen Ereignis entstanden sein. Die unterlagernden Molassegesteine waren bei der Deckenaufschiebung einem rasch ansteigenden lithostatischen Druck und intensiven tektonischen Spannungen ausgesetzt. Die Kompression der Molasse hatte eine Auspressung des Porenwassers (Formationswassers) und von mobilen organischen Verbindungen (Erdöl, Methan) zur Folge. Solche organischen Verbindungen wurden in der Molasse sowohl in den Allgäuer Alpen (HILTMANN et al. 1995) als auch in der Schweiz (KÜNDIG & DE QUERVAIN 1953) nachgewiesen. Auch manche Gesteine der Säntisdecke enthalten organische Substanzen, so berichtete der Betriebsleiter des Steinbruchs Rhomberg bei Unterklien von mit Erdöl gefüllten Spalten in den Garschella-Schichten, aus denen beim Anschneiden Öl ausfließt.

Bei tektonischen Bewegungen öffneten sich Klüfte und Spalten vor allem in den harten und spröden Kalk- und Sandsteinbänken, während sich die weichen Ton- und Mergelsteinlagen plastisch verformten (vgl. Abb. 4). Rasch entstand dadurch ein starkes Druckgefälle zwischen den Muttergesteinen und den Klufthohlräumen. Aus den Porenräumen unterschiedlicher Nachbargesteine diffundierten kieselsäurereiche Formationswässer und flüchtige organische Substanzen in die neu gebildeten Spalten hinein. Die plötzliche Druckabsenkung hatte eine starke Übersättigung der Kluftwässer mit Kieselsäure und damit ein

rasches Kristallwachstum zur Folge. Unter solchen Bedingungen entstanden einschlussarme, hoch transparente, kurzprismatische Quarzkristalle. Bei besonders hoher Wachstumsgeschwindigkeit bildeten sich Fensterquarze. Durch Zufuhr von Kohlenwasserstoffen zu kieselensäurehaltigen Lösungen wurde die Quarzausfällung zusätzlich beschleunigt. MULLIS (1976) sowie FREY et al. (1980) wiesen nach, dass vor allem Methan die Löslichkeit der Kieselsäure im Kluftwasser deutlich verringert. Eine solche Beschleunigung der Kristallbildung durch organische Substanzen fand sicherlich bei der Bildung der Quarze von Unterklien statt. Sie ist auch im Säntisgebiet nachweisbar (WAGENPLAST 2001).

Die funkelnden Kristallminiaturen der „Marmaroscher Quarze“, die im Säntisgebiet schon um das Jahr 1800 als „Schweizer Diamanten“ verkauft wurden (BÜCHLER 2000), sind wegen ihrer Brillanz, ihrer Klarheit und ihres Formenreichtums nicht nur ein ästhetischer Genuss, sondern auch interessante Zeugen der im wahrsten Sinne des Wortes „bewegten“ Vergangenheit der Gesteine Vorarlbergs.

**Abb. 10: Flüssigkeitseinschluss in Quarz, Frutzenschlucht. Slg. und Foto J. G. Friebe**



## 9. Danksagung

Herrn Elmar ALBRECHT (Hittisau) danken wir herzlich für zahlreiche mineralogische Hinweise anlässlich einer gemeinsamen Geländebegehung. Herr Markus STOLZ (Oberstaufen) gestattete freundlicherweise die Abbildung einer Stufe seiner Sammlung, die zwischenzeitlich von der Vorarlberger Naturschau angekauft werden konnte. Dipl.Ing. Richard AMANN (Rhombeg Steinbruch GmbH & Co.) ermöglichte einen Besuch des Steinbruchareals, die ARGE Ambergtunnel die Begehung der Baustelle Oströhre. Die Vorarlberger Naturschau dankt Herrn Heinz DIEM (Hohenems) für die Schenkung von bituminösen Quarzen aus dem Steinbruch Rhombeg. Dr. Hans-Peter BOJAR (Landesmuseum Joanneum Graz) half, das Typusgebiet der „Marmaroscher Diamanten“ näher zu lokalisieren. Dr. Christian HASENHÜTTL (Montanuniversität Leoben) unterstützte die Literatursuche.

## 10. Literatur

- BLUMRICH, J. (1891): Calcitkrystalle aus Vorarlberg. – *Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitt.*, N.F., 12: 170 – 172, Wien.
- BÜCHLER, H. (Herausgeber) (2000): *Der Alpstein – Natur und Kultur im Säntisgebiet*. – 335 S., 489 Abb., Herisau (Appenzeller Verlag).
- DOUGLAS, N. (1923): *Together*. – dt.: *Wieder im Walgau*, übers. von H. RYHEN-STROTH und W. LINGENHÖLE, 231 S., Bregenz (Lingenhöle), 2. Aufl. 1983.
- FREY, M., BUCHER, K., FRANKE, E. & MULLIS, J. (1980): Alpine metamorphism along the Geotraverse Basel-Chiasso – a review. – *Eclogae geol. Helv.* 73/2: 527 – 546, 3 Abb., 1 Taf., Basel.
- GASSER, G. (1913): *Die Mineralien Tirols einschliesslich Vorarlbergs und der Hohen Tauern*. – 548 S., Innsbruck (Wagner'sche Univ.-Buchhandlung).
- GISSINGER, Th. (1894): Ueber Calcitkrystalle von Feldkirch. – *Groth's Zeitschrift für Kristallographie und Mineralogie*, 22 (1893): 359 – 366, Leipzig.
- HILTMANN, W., KUCKELKORN, K. & WEHNER, H. (1995): Thermische Entwicklung und KW-Bildungspotential der in der Bohrung Hindelang 1 (Allgäuer Alpen) durchteuften tektonischen Einheiten. – *Geol. Bavar.* 100: 175 – 197, 6 Abb., 3 Tab., München.
- HINTZE, C. (1915): *Handbuch der Mineralogie*. – Erster Band, Zweite Abtheilung: Oxyde und Halogenide (1376 f.), Leipzig (Veit & Comp.).
- KÜNDIG, E. & DE QUERVAIN, F. (1953): *Fundstellen mineralischer Rohstoffe in der Schweiz*. – 214 S., 2 Taf., 1 Kte., Bern.
- LORINSER, G. (1856): *Die Marmaroscher Diamanten*. – Programm des k.k. kath. Gymnasiums zu Preßburg, 6 (1853): 17 – 23, Preßburg / Bratislava.
- MULLIS, J. (1976): Das Wachstumsmilieu der Quarzkrystalle im Val d'Illicez (Wallis, Schweiz). – *Schweiz. Min. Petrogr. Mitt.* 56: 219 – 268, 17 Abb., Zürich.
- MUTSCHLER, C. (1913): *Die Mineralien Vorarlbergs*. – Jber. Privat- Lehr- und Erziehungs-Anstalt Collegium Sankt Bernardi des Cistercienser-Stiftes Wettlingen-Mehreran, 1913: 3 – 23, Bregenz.
- NIEDERMAYR, G. C. (1988): Die sogenannten „Rauchquarze“ aus dem Steinbruch Unterklien bei Dornbirn, Vorarlberg. – *Carinthia II*, 98: S. 196, Klagenfurt.
- WAGENPLAST, P. (2001): *Geologie und Mineralien des Säntismassivs (Schweiz)*.-Aufschluss 52: 321 – 329, Heidelberg.
- ZEDLER, J.H. (1732): *Grosses vollständiges Universal-Lexicon aller Wissenschaften und Künste*. – Bd. 1: A-Am, Sp. 448 – 450, Halle und Leipzig (Joh. Heinrich Zedler). – Reprint 1961 Graz (Akad. Druck- u. Verlagsanstalt).
- ZIRKL, E. J. (1986): Calcitwillinge und Strontianit aus dem Amberg-Autobahntunnel, Vorarlberg. – *Die Eisenblüte*, Jg. 7 N.F. (17): 29 – 30, Graz.

## 11. Anhang – Info-Box

### Geologische Gefügekunde

Zur vollständigen Dokumentation eines geologischen Aufschlusses gehört die Erfassung aller Gefügeelemente im Raum. „ss“ bezeichnet die Schichtung, also bei der Ablagerung durch Materialunterschiede primär entstandene Flächen. Die Schieferung „sf“ ist später während der Gebirgsbildung entstanden. Als Klüfte „k“ werden alle Bruchflächen bezeichnet. Klüfte, auf denen auch eine Verschiebung stattfand, heißen Harnische „h“.

Die Gefügeelemente werden mit dem Geologenkompass eingemessen. Ausgegangen wird von der Streichrichtung, einer horizontalen Linie auf der Fläche. Im rechten Winkel dazu findet sich die Falllinie, also diejenige Richtung, in der eine Kugel auf einer glatten Fläche hinunter rollen würde. Ihre Orientierung wird als Abweichung von der Nordrichtung angegeben. Als zweiter Wert charakterisiert ihr Einfallswinkel in Grad die Lage der Fläche. Die Angabe 87 / 20 z.B. bedeutet: Die Fläche fällt mit 20 Grad relativ flach nach Osten (= 90 Grad Abweichung von der Nordrichtung) ein. Bei Harnischen werden zusätzlich auch Bewegungsrichtung und Bewegungssinn angegeben.

#### *Anschrift der Autoren*

*Dr. Peter Wagenplast*

*Landesamt f. Geologie, Rohstoffe u. Bergbau Baden-Württemberg*

*Zweigstelle Stuttgart*

*Urbanstraße 53*

*D-70182 Stuttgart*

*wagenplast@lgrb.uni-freiburg.de*

*Dr. J. Georg Friebe*

*Vorarlberger Naturschau*

*Marktstraße 33*

*A-6850 Dornbirn*

*georg.friebe@dornbirn.at*