©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Anhydrit als Einschluss in alpinen Quarzen der Ostalpen

Von Franz WALTER

Zusammenfassung

Die als „Anhydritröhren" bezeichneten charakteristischen Einschlussphänomene in alpinen Quarzen wurden von acht unterschiedlichen Fundorten der Ostalpen untersucht. In allen Proben sind zahlreiche offene Hohlkanäle mit quadratischem bis rechteckigem Querschnitt als Negativabdrücke eines völlig weggelösten Minerals vorhanden. In vier Proben konnten jedoch allseits in Quarz eingeschlossene Kristalle mit der Morphologie der Hohlkanäle gefunden werden, die sich sowohl chemisch als auch röntgenographisch als Anhydrit bestimmen ließen. Die nadeligen Anhydritkristalle sind gestreckt nach a [100] und sind durch das Prisma {011} dominiert. Die Auflösung nicht völlig in Quarz eingeschlossener Anhydritkristalle wird auf die zunehmende Lösbarkeit des Anhydrits im Hydrothermalsystem bei abnehmender Temperatur zurückgeführt und diskutiert. Anhydrit ist ein Frühkristallisat der alpinen Klüfte und kann nur durch vollständigen Einschluss in beständigen Mineralarten wie Quarz konserviert werden.

Schlagworte
Anhydrit, Quarz, Hohlkanäle, alpine Klüfte, Ostalpen

Keywords
Anhydrite, quartz, empty channels, alpine clefts, eastern Alps

Abstract

Inclusions of empty channels in alpine quartz crystals are probably caused by anhydrite. From eight localities in the eastern Alps quartz samples with these inclusions were taken to search for the former mineral. All samples show many empty channels that cut the surface of the quartz crystals. Only four samples have solid inclusions with the morphology of the empty channels. Chemical and x-ray investigations resulted in anhydrite. The anhydrite crystals are enlarged parallel the a-axis [100] and are dominated by the crystallographic form {011}. The dissolution of anhydrite in the hydrothermal system of alpine clefts is discussed. Anhydrite is grown in alpine clefts at an early period of the cleft mineralization and could only be conserved by stable minerals like quartz if anhydrite is fully included.

EINLEITUNG

Quarzkristalle aus alpinen Klüften führen oft protogenetische Mineraleinschlüsse wie z. B. Aktinolith (Amiant), Epidot, Skapolith, Turmalin und Rutil. Diese Minerale kristallisierten also oft vor der Bildung der Quarzkristalle und wurden später vom Quarz überwachsen und vollständig oder auch teilweise in diesem eingeschlossen. Als protogenetische Einschlüsse treten auch extrem langnadelige bis haarförmige Kristalle auf (z.B. Rutil und Amiant), die im Quarz ideal konserviert werden.

Das Einschlussphänomen von nadeligen bis langprismatischen Hohlkanälen in Quarz ist während der letzten

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

150 Jahre der Erforschung der Mineralparagenesen alpiner Klüfte Gegenstand wissenschaftlicher Auseinandersetzung gewesen. Aus zahlreichen Quarzfunden sowohl der West- als auch der Ostalpen wurden röhrenförmige Hohlformen mit nahezu quadratischen, aber auch rechteckigen Querschnitten beschrieben, die heute nur mehr die Negativform eines langprismatisch entwickelten Minerals darstellen. Dieses ehemals vorhandene, protogenetisch kristallisierte, Mineral wurde im Verlauf der Kluftmineralgenese völlig aufgelöst, sodass auch keine Relikte mehr vorhanden sind, die eine Bestimmung ermöglichen konnten. Diese Hohlformen durchsetzen die Quarzkristalle völlig oder erreichen zumindest an einem Ende die Quarzoberfläche.

Eine der ältesten Nennungen von Hohlformen in Quarz zitiert MEIXNER (1964) aus einer Arbeit von Kenngott (1858) – leider ohne Angabe im Literaturverzeichnis –, in der als Ursprungsmineral Anhydrit nachgewiesen werden konnte. Der noch unversehrte Anhydritkristall ist dabei allseitig von Quarz umschlossen. Seit damals wurden derartige Hohlformen auch als „Anhydritröhren" oder „Anhydrithohlnadeln" bezeichnet. Aus den Westalpen sind mehrere Fundorte solcher Hohlformen nach Anhydrit in STALDER et al. (1998) und in RYKART (1995) genannt.

Aus den Ostalpen berichtet MEIXNER (1964) über „Anhydritröhren" im Derbquarz aus dem Bereich der Woisgenscharte/Romatenspitze und von einem Vorkommen solcher Hohlformen „mit exakt rechteckigem Querschnitt in Bergkristall und Adular" vom Ortberg im Naßfeldtal, Salzburg. Aus dem Steinbruch vom Pflüglhof (Steinbruch Irsa) beschreibt MEIXNER (1977) bis 4 cm lange Bergkristalle, die mit bis 2 cm langen, schmalen hohlen Kanälen mit exakt rechteckigem Querschnitt durchsetzt sind und vermutet wiederum Anhydrit als Verursacher. Aus Vorkommen in Salzburg nennt STRASSER (1989) derartige Hohlformen in Quarz und Adular am Birnbacher und bei der Stockeralm/Untersulzbachtal. Aus dem Bereich des Ritterkopfes in der Rauris, Salzburg, stammen Bergkristalle mit einem dichten Gewirr von bis mehreren Zentimeter langen Hohlkanälen (NIEDERMAYR et al. 1997).

Der in NIEDERMAYR et al. (1997) beschriebene Fund von Quarzkristallen mit Hohlkanälen aus dem spektakulären Titanitfund im Seebachtal bei Mallnitz, Kärnten, war für mich der Anlass, eine systematische Erfassung der Morphologie der Hohlkanäle im Quarz durchzuführen.

Abb. 1: Einzelne nadelige Hohlformen in Bergkristall (Probe G), Nussing bei Matrei, Osttirol. Bildbreite 6 cm. Foto: Franz Walter

Probenaufsammlung und Probenbeschreibung

Im Rahmen des Projektes „Mineraldokumentation im Bundesland Kärnten" und des mineralogischen Forschungsprojektes im Nationalpark Hohe Tauern (Ankogelgruppe) wurden von folgenden Fundorten von den Projektmitarbeitern bzw. Mineraliensammlern Quarzkristalle bzw. Derbquarz mit Hohlkanälen aufgesammelt:

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 2: Massenhaft und wirrstrahlig von Hohlformen durchsetzter Bergkristall (Probe E), Großer Stapnik, Reißeckgruppe, Kärnten. Bildbreite 7 cm. Foto: Franz Walter

Schleierfall, Seebachtal bei Mallnitz, Ankogelgruppe, Kärnten:

Probe A) Bergkristallkluft im Migmatit: G. Hörnler, Ferndorf

Lassacherkees, Ankogelgruppe, Kärnten:

Probe B) Bergkristallkluft im Migmatit: G. Hörnler, Ferndorf

Romate bei Mallnitz, Kärnten:

Probe C) Rauchquarzkluft im Syenitgneis: Mag. Kurt Worel, Töbring;
Probe D) Derbquarzgang im Syenitgneis mit Beryll (Aquamarin): Mag. Andreas Mikl, Klagenfurt;

Großer Stapnik, Reißeckgruppe, Kärnten:

Probe E) Bergkristallkluft im Bändergneis: Harald Stonig, Spittal/Drau; Thomas Wabnig, Napplach;

Hochkedl-Staffenhöhe, Reißeckgruppe, Kärnten:

Probe F) Bergkristallkluft im Amphibolit: Hans Fleissner, Penk.

Abb. 3: Durch Tonminerale neu gefüllte „Hohlkanäle" im Rauchquarz (Probe C), Romate bei Mallnitz, Kärnten. Foto: Franz Walter

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

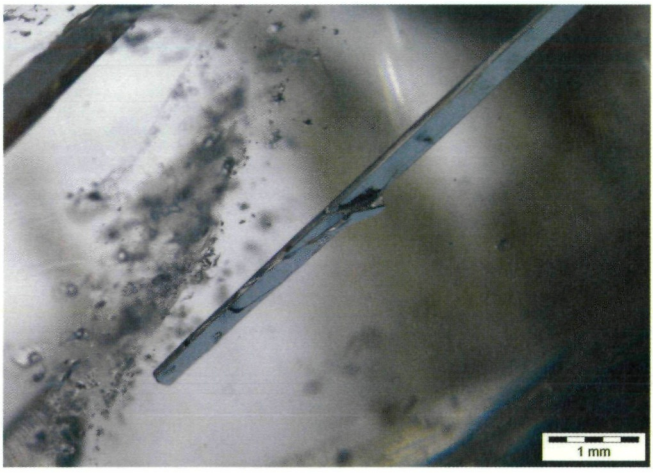

Abb. 4: Mit einem Ende im Quarz eingeschlossene, nadelige Hohlform ohne Neufüllung durch Tonminerale (Probe A), Schleierfall, Seebachtal bei Mallnitz, Kärnten. Foto: Franz Walter

Proben aus anderen Bundesländern:

Nussing, Matrei, Osttirol:

Probe G) Bergkristallkluft im Amphibolit:
Sepp Moser, Nikolsdorf b. Lienz

Ritterkopf, Rauris, Salzburg:

Probe H) Bergkristallkluft im Amphibolit:
Hubert Fink, Gratkorn.

In den vorliegenden Proben treten überwiegend dünnnadelige Hohlformen auf, die quadratische bis rechteckige, meist unter 1 Millimeter messende Querschnitte aufweisen und Nadellängen bis 6 Zentimeter erreichen. Die Hohlformen treten entweder nur vereinzelt in den Proben A, B, C, F und G (Abb. 1), aber auch massenhaft und wirrstrahlig den Quarz durchspießend auf, Proben D, E und H (Abb. 2).

Häufig sind die Quarzkristalle so von Hohlformen durchspießt, dass sowohl der Ein- als auch der Ausstich auf der

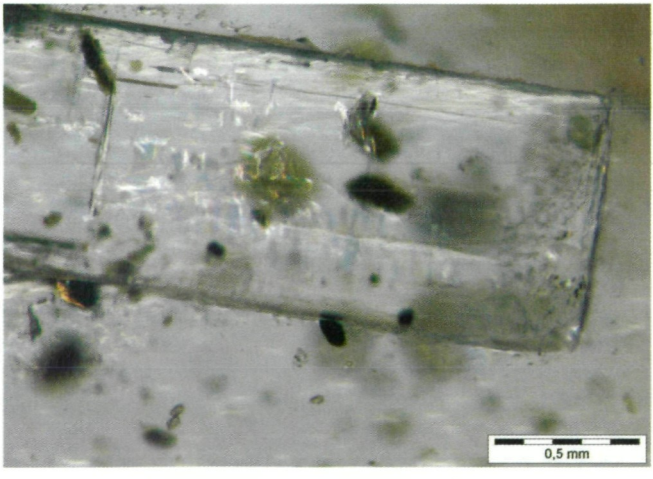

Abb. 5: Wasserklarer Kristall mit Rissen und Chlorit (grün) völlig eingeschlossen in Quarz (Probe A), Schleierfall, Seebachtal bei Mallnitz, Kärnten. Foto: Franz Walter

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

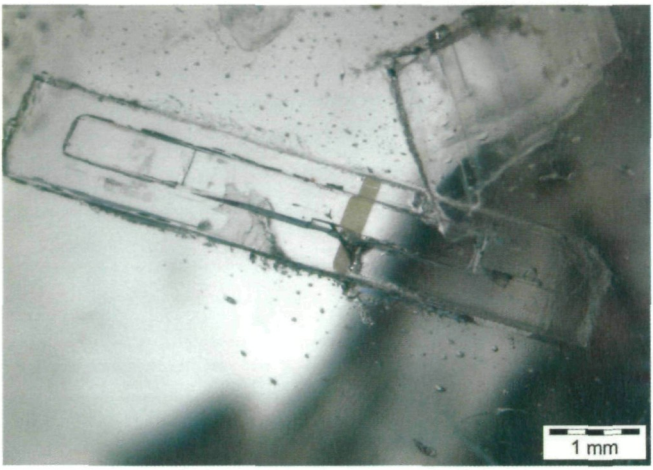

Abb. 6: *Vollkommen in Quarz* eingeschlossener, wasserklarer Kristall. Deutlich ist darin die reflektierende Rissfläche zu erkennen (Probe B), Lassacherkees, Ankogelgruppe, Kärnten. Foto: Franz Walter

Quarzoberfläche sichtbar sind. In diesen Kanälen sind feinste Einschwemmungen von Tonmineralen verantwortlich für die Grau- bis Braunfärbung der Nadeln, die daher wie ein Festkörpereinschluss aussehen (Abb. 3). Wird ein Ende der Nadel vom Quarz eingeschlossen, das andere Ende ragt jedoch aus dem Quarz heraus – meist im Wachstumsbereich des Quarzes an der Kluftwand –, so sind die Nadeln völlig frei von eingeschwemmten Feinstpartikeln und zeigen den Glasglanz des Quarzkristalles (Abb. 4). Auch in diesem Fall ist das ursprüngliche Mineral nicht mehr vorhanden und die Nadel ist hohl. Erst bei genauer Überprüfung der Proben auf nadelige Einschlüsse, die völlig von Quarz umwachsen wurden und damit auch keinen Kontakt zur nun vorhandenen Quarzkristalloberfläche aufweisen, konnten unter dem Mikroskop bei vier unterschiedlichen Fundorten einige wasserklare, nadelige Festkörpereinschlüsse aufgefunden werden. Durch den Brechungsquotientenunterschied zwischen Quarz und Luft sind die Hohlkanäle im Quarz gut ersichtlich und treten auch

Abb. 7: Deutlich sichtbare Hohlkanäle in Quarz und ein nahezu unsichtbarer Mineraleinschluss (Pfeil) vom Großen Stapnik, Reißeckgruppe, Kärnten. Foto des *angeschliffenen Quarzkristalles*, Probe E. Foto: Franz Walter

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 8: Detail aus Abb. 7, (Pfeil). Der wasserklare Einschluss zeigt die Spaltrisse eines Minerals und den typischen Querschnitt der Hohlkanäle. Foto: Franz Walter

durch die Totalreflexion deutlich hervor. Bei den wasserklaren Festkörpereinschlüssen ist dieser Effekt nicht vorhanden. Je geringer der Unterschied in ihrer materialspezifischen Lichtbrechung ist, desto geringer ist der Kontrast zwischen Quarz und dem Festkörpereinschluss und daher sind diese Einschlüsse nahezu unsichtbar. Einen Hinweis auf einen vorhandenen Festkörpereinschluss kann die Reflexion des Lichtes auf den Spaltflächen und Rissen des eingeschlossenen Minerals geben. So sind in den Quarzkristallen vom Schleierfall, Seebachtal (Abb. 5) und vom Lassacherkees (Abb. 6), beide Ankogelgruppe, die Risse und Rissflächen der eingeschlossenen Minerale deutlich zu erkennen.

Besonders deutlich ist der Kontrast der hohlen Kanäle in Quarz in einem Anschliff des Quarzkristalles mit den massenhaft auftretenden Hohlkanälen vom Vorkommen am Großen Stapnik zu erkennen (Abb. 7). Ein nahezu unsichtbarer Mineraleinschluss mit der Morphologie der Hohlkanäle tritt im linken oberen Bildbereich (siehe Pfeil) im Quarz auf. Bei stärkerer Vergrößerung ist der Anschnitt eines gut spaltenden Minerals mit dem typischen orthogonalen Querschnitt der Kanäle zu erkennen (Abb. 8).

Mineralanalytik und Kristallographie

Von den Quarzkristallen der Proben A) B) C) und E), die neben den Hohlkanälen auch einzelne wasserklare Mineraleinschlüsse mit der Morphologie der Hohlkanäle beinhalten, wurden Anschliffe hergestellt, die unter dem Rasterelektronenmikroskop chemisch untersucht wurden. In allen vier Proben wurde mittels energiedispersiver Röntgenmikroanalyse derselbe Mineralchemismus für diese Einschlüsse gefunden: $CaSO_4$. Da die Analysensummen ein wasserfreies Mineral vermuten lassen, kommt als Mineralart nur Anhydrit in Frage.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Um nun diese chemische Bestimmung auch röntgenographisch zu überprüfen, wurde aus der Probe A) der Mineraleinschluss aus dem Quarz herausgebrochen. Ein Teil davon konnte für die Einkristalluntersuchung verwendet werden und das zweite Bruchstück kam zur Phasenanalytik mit Hilfe der Pulverdiffraktometrie (Bruker-axs, D5000). Das Röntgendiagramm der Pulverprobe belegt eindeutig die Mineralart Anhydrit, $CaSO_4$ und schließt die wasserhaltige Mineralphase Gips ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) aus. Im Röntgendiagramm (Abb. 9) sind jedoch sehr kleine Röntgenreflexe von Gips erkennbar. Gips ist hier das Produkt der beginnenden Hydratisierung des Anhydrites unter dem Einfluss der Luftfeuchtigkeit.

Die Einkristalluntersuchung (Bruker-axs, System GADDS) wurde zur Bestimmung der Morphologie der Anhydriteinschlüsse in Quarz herangezogen. Dabei wurde das Bruchstück des stängelig-nadeligen Anhydrites auf einen Glasfaden geklebt und mit Hilfe eines Goniometerkopfes in Richtung der Nadelachse justiert. Die Auswertung der Röntgenaufnahme ergab einen Anhydrit-Einkristall mit der Orientierung:

Nadelachse = [1 0 0]. Der Habitus des Anhydrits ist demnach gestreckt entlang der kristallographischen a-Achse (Abb. 10).

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen lassen nun auch die morphologische Entwicklung des Anhydritkristalles bestimmen: Seine Morphologie ist überwiegend bestimmt durch das rhombische Prisma {011} kombiniert mit den untergeordnet auftretenden Pinakoiden {001} und {010}. Die Kopfform des nadelig entwickelten Anhydritkristalles konnte nicht bestimmt werden, da das Bruchstück nur die Bruchfläche nahe (100) aufweist. Die Spaltbarkeit nach {010} und {001} ist auf der Bruchstelle aber gut zu erkennen (Abb. 11).

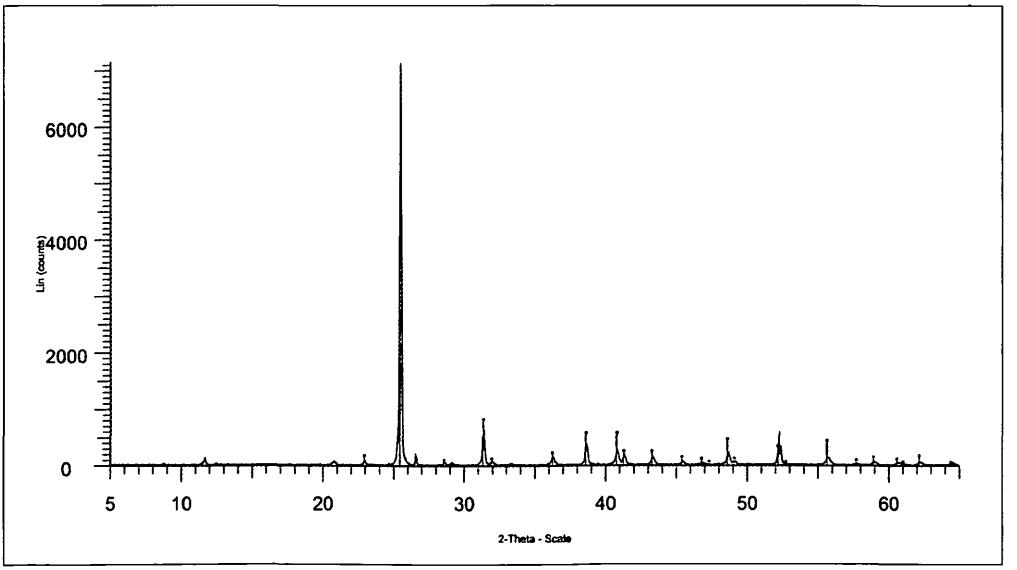

Abb. 9: Röntgendiagramm von Anhydrit in Quarz (Probe A), Schleierfall, Seebachtal bei Mallnitz, Kärnten. Foto: Franz Walter

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

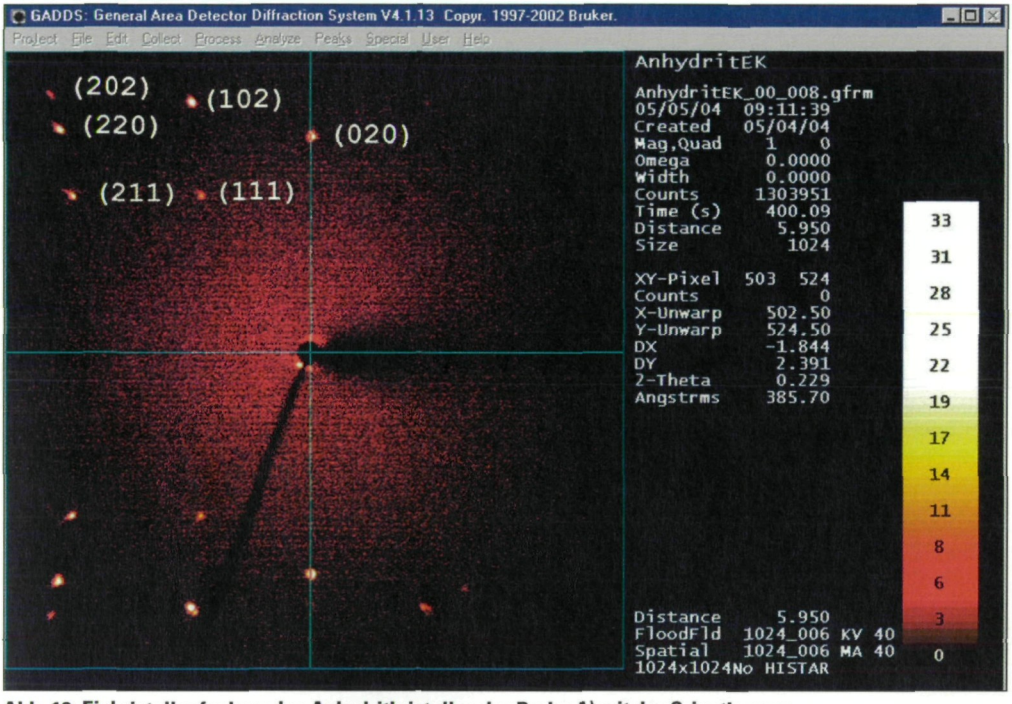

Abb. 10: Einkristallaufnahme des Anhydritkristalles der Probe A) mit der Orientierung: Nadelachse = [1 0 0] (a-Achse). Die Röntgenreflexe sind indiziert (hkl). Foto: Franz Walter

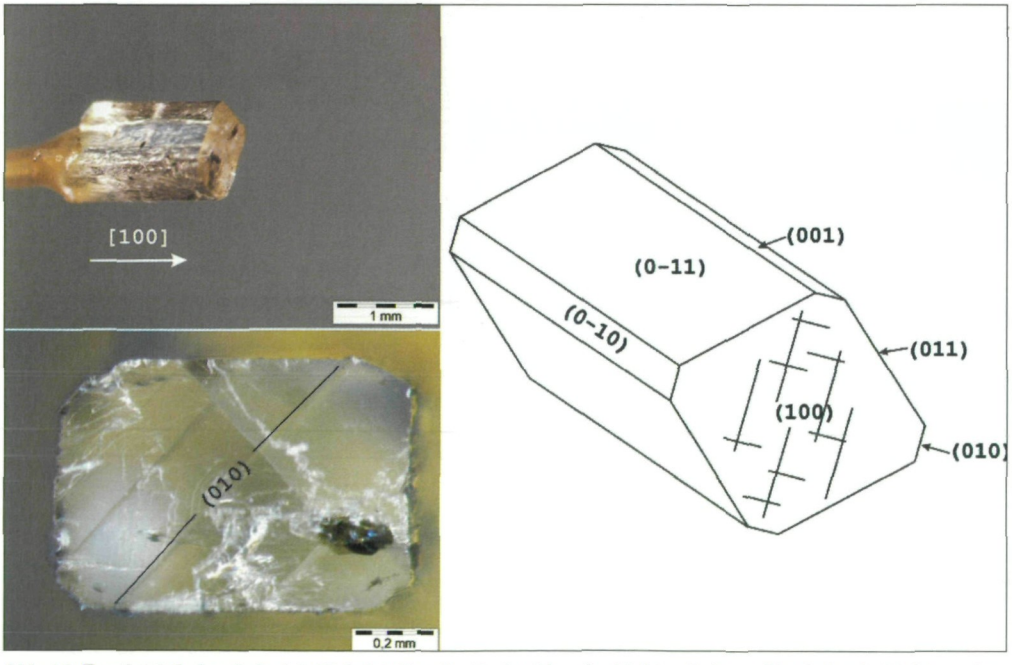

Abb. 11: Bruchstück des Anhydrit-Einkristalles der Probe A), aufgeklebt auf einem Glasfaden in Richtung der a-Achse [100]. Deutlich ist die Spaltbarkeit nach {010} und {001} zu erkennen. Rechts dazu die idealisierte Kristallzeichnung. Foto: Franz Walter

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Ergebnisse und Diskussion

Obwohl in der mineralogischen Literatur Anhydrit als Verursacher der Hohlkanäle in alpinen Quarzen immer wieder vermutet wurde, basierte diese Annahme nur auf den Bestimmungen von Kenngott – vgl. MEIXNER (1964). Ein Beweis, dass Anhydrit als Mineraleinschluss in Quarz auftritt, ist für die Vorkommen aus den Ostalpen aber bisher nicht geführt worden.

STALDER (1992) berichtet über Hohlformen in Quarzkristallen der Westalpen mit der Feststellung, dass z. T. der Anhydrit im Quarz konserviert erhalten blieb.

Da die Hohlformen mit quadratischem oder rechteckigem Querschnitt auch mit Glimmern, Feldspäten oder Chlorit gefüllt gefunden wurden, kamen auch Silikate wie Skapolith, Laumontit und sogar Kyanit als Verursacher in Diskussion. Eine ausführliche Darstellung des Kenntnisstandes zu den Hohlkanälen in alpinen Quarzen mit einem eher skeptischen Schluss, dass Anhydrit als Verursacher dieser Hohlkanäle anzunehmen ist, wurde von NIEDERMAYR (1997) vorgelegt und auch mit hervorragenden Abbildungen in HYRSL & NIEDERMAYR (2003) publiziert.

In den acht (A-H) untersuchten Proben mit Hohlkanälen in alpinen Quarzen konnten in vier Vorkommen (A, B, C und E) völlig in Quarz eingeschlossene stängelig-nadelige Kristalle als Anhydrit bestimmt werden. Dabei besitzen die Anhydritkristalle auch die typische Morphologie der Hohlkanäle und es ist daher anzunehmen, dass in den Hohlkanälen auch ehemals Anhydrit vorhanden war. Berücksichtigt man die Stabilität des Minerals Anhydrit im Hydrothermalsystem der alpinen Klüfte, ist die Entstehung der Hohlkanäle folgend erklärbar:

Bei Temperaturen von rd. 300 Grad C und Drucken über 1 Kilobar ist die Löslichkeit von Anhydrit in wässeriger Lösung extrem niedrig, sodass bei oxidierender Bedingung das Sulfat Anhydrit kristallisieren kann. Nimmt die Temperatur langsam ab, verursacht durch die stetige Hebung des die Kluft umschließenden Gesteinskörpers und die damit verbundene Abtragung der überlagerten Gesteinsschichten, steigt die Löslichkeit des Anhydrites in wässeriger Lösung bis dieser völlig aufgelöst ist oder bei unter 70 Grad C in Gips umgewandelt wird (vgl. Abb. 12). Wird der Anhydrit während seiner stabilen Bildungsbedingung vom Quarz überwachsen und von diesem völlig eingeschlossen, kann dieser Mineraleinschluss nicht mehr mit der wässerigen Lösung reagieren und bleibt somit erhalten. Ragt der stängelig-nadelige Anhydritkristall nach dem Ende der Quarzkristallisation noch aus dem Quarzkristall heraus, wird der Anhydrit nun bei fortschreitender Abkühlung völlig aufgelöst und als Relikt bleibt seine Kristallmorphologie als Hohlraum (Hohlkanal) im Quarz zurück. Dass die vollständige Auflösung des Anhydrites erst nach dem Ende der Kristallisation vom Quarz erfolgt, beweist die Tatsache, dass keine der Hohlformen durch Quarz wieder verschlossen wurde. Nur sehr tiefthermale Mineralbildungen wie Tonminerale können anschließend die Hohlformen wieder befüllen. Auch wurden keine Neubil-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

dungen wie Feldspäte und Glimmer darin beobachtet. Solche Neubildungen kennt man nur bei der Umwandlung von Skapolith, der ebenfalls in Form nadeliger Einschlüsse mit quadratischem Querschnitt in Quarzkristallen auftritt.

Wurde der Anhydrit mit einem Kristallende vom Quarz völlig eingeschlossen und das andere Ende ragt heraus bzw. hatte Kontakt zum Nebengestein (Aufwachsbereich), wurde der Anhydrit ebenfalls weggelöst, da wegen des porösen Kluftgesteines eine Wegsamkeit für die hydrothermale Lösung gegeben ist.

Anhydrit ist somit ein früh kristallisierendes Mineral der alpinen Klüfte und kann seine ehemalige Existenz nur mittels anderer Mineralarten belegen, die ihn als Einschluss führen bzw. seine Morphologie als Hohlkanäle abbilden. Als umhüllende Minerale wurden bisher Quarz und Adular beschrieben. In einem Vorkommen (Probe C) ist auch die Paragenese von Anhydrit mit syngenetisch gebildeten Mineralarten nachweisbar. So tritt im Rauchquarz von der Romate bei Mallnitz, Kärnten, Anhydrit in unmittelbarer Berührung mit Adular und Chlorit auf (Abb. 13). Aus demselben Fundbereich der Romate (vgl. MEIXNER 1964)

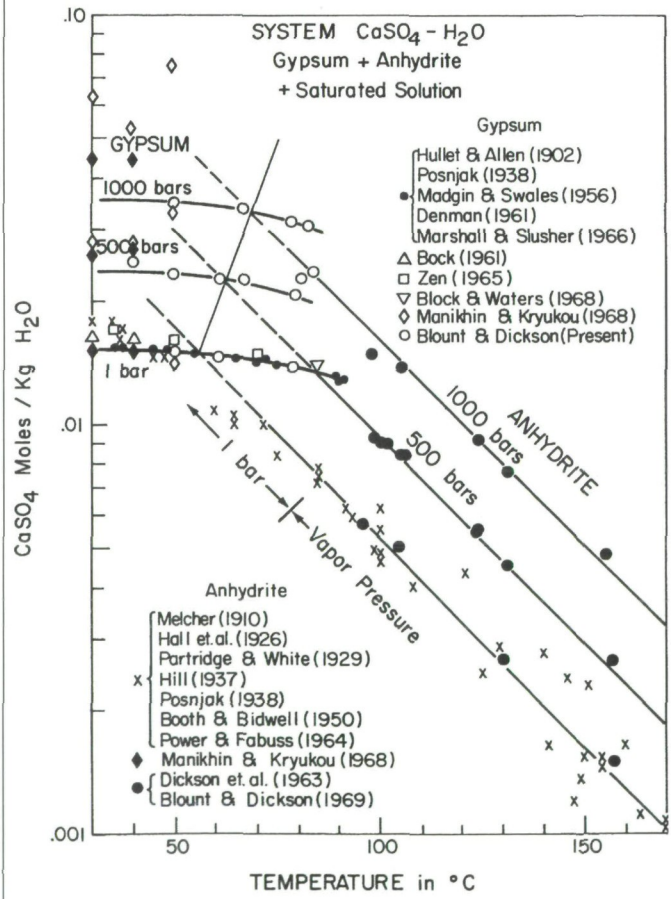

Abb 12: Lösbarkeit von Gips und Anhydrit bei unterschiedlichen Druck- und Temperaturbedingungen nach BLOUNT & DICKSON (1973). Deutlich ist die zunehmende Lösbarkeit des Anhydrites bei abnehmender Temperatur ersichtlich. Foto: Franz Walter

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

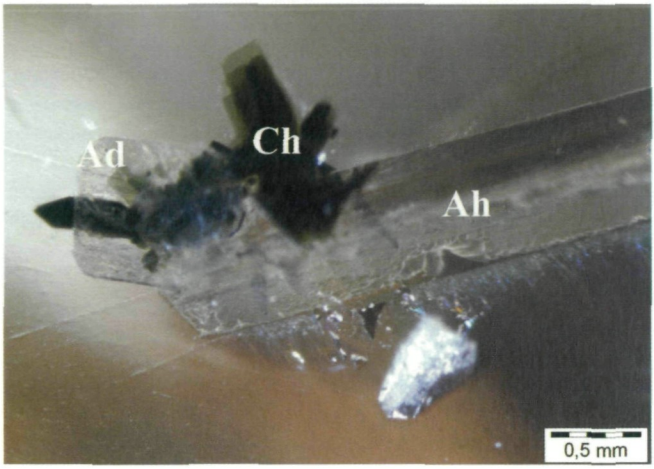

Abb. 13: Anhydrit (Ah) in der Paragenese mit Adular (Ad) und Chlorit (Ch), eingeschlossen in Rauchquarz (Probe C) von der Romate bei Mallnitz, Kärnten. Foto: Franz Walter

stammen auch Derbquarzvorkommen mit Beryll (Aquamarin). Der Quarz ist mit zahlreichen z. T. bis zu zwanzig Zentimeter langen und bis zu zwei Zentimer breiten Hohlkanälen durchspießt. Als Hinweis eine frühe Bildung des Anhydrites kann mit der Probe D) auch der Nachweis erbracht werden, dass die zahlreichen Hohlkanäle auch den Beryll durchspießen und daher Anhydrit vor Beryll gebildet wurde (Abb. 14).

Die Bildung von Anhydrit in den alpinen Klüften bzw. Quarzgängen der Ostalpen scheint auch unabhängig vom Chemismus des Nebengesteines zu sein, da sowohl auf Migmatit (Proben A, B), Syenitgneis (Proben C, D), Bändergneis (Probe E) und Amphibolit (Proben F, G, H) Anhydrit in derselben Ausbildung kristallisierte.

Der Verfasser wäre für Proben mit derartigen Hohlformen in Quarz von weiteren Fundorten dankbar, um die oben zusammengestellten Untersuchungen an diesem Einschlussphänomen paragenetisch weiter zu verfolgen.

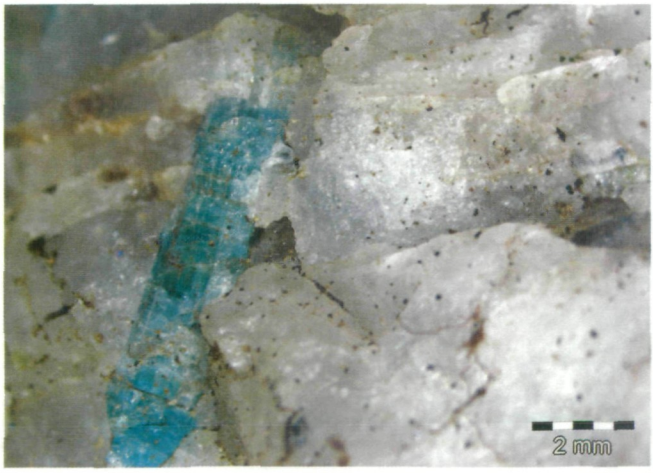

Abb. 14: Beryll (Aquamarin) in Derbquarz (Probe D) von der Romate bei Mallnitz, Kärnten. Sowohl der Beryll als auch der Derbquarz werden von Hohlkanälen durchspießt. Foto: Franz Walter

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Dank

Den Herren Hubert Fink, Gratkorn; Hans Fleissner, Penk; Gerhard Hörnler, Ferndorf; Mag. Andreas Mikl, Klagenfurt; Sepp Moser, Nikolsdorf bei Lienz; Harald Stonig, Spittal a. d. Drau; Thomas Wabnig, Napplach und Mag. Kurt Worel, Töbring, danke ich für die Überlassung der Proben.
Herrn HR Dr. Gerhard Niedermayr danke ich für die Diskussionen zu diesem Thema und die Anregung zur systematischen Untersuchung des Einschlussphänomens der Hohlkanäle im Quarz.

Anschrift des Verfassers

Ao. Univ.-Prof. Dr. Franz Walter,
Institut für Erdwissenschaften,
Bereich Mineralogie und
Petrologie, Karl-Franzens-Universität Graz, Universitätsplatz 2,
8010 Graz,
E-Mail: franz.walter@uni-graz.at

LITERATUR

Blount, C. W. & F. W. Dickson (1973): Gypsum-Anhydrite equilibria in systems $CaSO_4$-H_2O and $CaSO_4$-NaCl-H_2O. – Amer. Mineralog., 58:323–331.

Hyrsl, J. & G. Niedermayr (2003): Geheimnisvolle Welt: Einschlüsse im Quarz. Magic World: Inclusions in Quartz. – Bode Verlag, 240 pp., Haltern.

Meixner, H. (1964): Neue Mineralfunde in den österreichischen Ostalpen XIX. – Carinthia II, 154./74.:7–21, Klagenfurt.

Meixner, H. (1977): Neue Mineralfunde aus Österreich XXVII. – Carinthia II, 167./87.:7–30, Klagenfurt.

Niedermayr, G. (1997): Neue Beobachtungen über Hohlkanäle in alpinen Quarzen. – Mineralien-Welt, 4:40–44.

Niedermayr, G., F. Bernhard, H.-P. Bojar, F. Brandstätter, K. Ettinger, B. Moser, W.-H. Paar, W. Postl, J. Taucher & F. Walter (1997): Neue Mineralfunde aus Österreich XLVI. – Carinthia II, 187./107.:169–214, Klagenfurt.

Rykart, R. (1995): Quarz-Monographie, 2. Auflg. – Ott Verlag, 462 pp., Thun.

Stalder, H. A. (1992): Edel und Schmucksteine aus der Schweiz 2 (Mineralien der Quarzgruppe). – Schweizer Strahler, 9:305–346.

Stalder, H. A., A. Wagner, S. Graeser & P. Stuker (1998): Mineralienlexikon der Schweiz. – Wepf & Co. Verlag, 579 pp., Basel.

Strasser, A. (1989): Die Minerale Salzburgs. – Eigenverlag des Autors, 348 pp., Salzburg.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carinthia II

Jahr/Year: 2005

Band/Volume: 195_115

Autor(en)/Author(s): Walter Franz

Artikel/Article: Anhydrit als Einschluss in alpinen Quarzen der Ostalpen 85-96