

**IR-SPEKTROSKOPISCHE UNTERSUCHUNGEN DES OH-GEHALTES
ALPNER KLUFTQUARZE AUS ÖSTERREICHISCHEN VORKOMMEN**

von

B. Hertweck¹, A. Beran¹ & G. Niedermayr²

MinPet 98

¹Institut für Mineralogie & Kristallographie
Universität Wien, Geozentrum, Althanstraße 14, A-1090 Wien

²Mineralogisch-Petrographisches Abteilung
Naturhistorisches Museum, Burgring 7, A-1014 Wien

Die Entstehung von alpinen Klüften ist ein mehrphasiger und lang andauernder Prozeß. Das Kristallwachstum der Kluftquarze wird daher von verschiedenartigen Wachstumsphänomenen und der Bildung von Wasserstoff-Punktdefekten in unterschiedlichen Positionen begleitet. Diese an die Quarzstruktur gebundenen Wasserstoffatome sind sowohl qualitativ als auch quantitativ mit IR-spektroskopischen Meßmethoden zu erschließen. Die IR-Spektren der großen, klaren alpinen Kluftquarze sind durch zahlreiche, eng beieinander liegende Absorptionsbanden gekennzeichnet, die von OH-Streckschwingungen herrühren, und schon bei Raumtemperatur relativ scharf und gut aufgelöst erscheinen.

Quarze in alpinen Klüften des Penninikums und des ostalpinen Altkristallins werden in der vorliegenden Arbeit nach morphologischen Gesichtspunkten, auf Domänenstrukturen und in Bezug auf ihre OH-Gehalte untersucht. Mittels IR-spektroskopischer Untersuchungen sollen die Quarze entsprechend ihren OH-Spektren charakterisiert werden und Aussagen über Spektrentypen, Höhe und gegebenenfalls Zonierung der Wassergehalte ermöglicht werden. Angesichts auffälliger, jedoch variierender Spektrenmuster ergibt sich die Frage, ob der strukturelle Einbau von OH-Gruppen nach bestimmten Ordnungsprinzipien erfolgt. Daher werden Zusammenhänge zwischen den OH-Werten auf der einen Seite und Lokalität, Verzwilligung und Habitus auf der anderen Seite gesucht.

An den Quarzkristallen selbst, sowie an geätzten Kristallschnitten senkrecht zur c-Achse und in gleich orientierten Dünnschliffen wurden Habitus, Domänenstrukturen bzw. Generationsabfolgen und andere Wachstumsphänomene der alpinen Quarze untersucht. Phänomenologisch kann an den meisten Kristallen eine erste Quarzgeneration, die selten unverzwilligt, sondern üblicherweise nach dem Dauphinéer Gesetz verzwilligt ist, von einer zweiten Quarzgeneration unterschieden werden. Diese zweite Generation zeigt Verzwilligung nach dem Brasilianer Gesetz.

In einigen Fällen stellt Lamellenbau eine weitere, sehr späte Wachstumsstruktur dar, die meist nach dem Brasilianer Gesetz verzwillingte Quarze überprägt. Nach NIEDERMAYER (1993) verläuft die genannte Abfolge nie umgekehrt und gilt sowohl für Quarze in Klüften des Penninikums als auch des Altkristallins.

Der überwiegende Teil der Proben besitzt einen steilrhomboedrischen, Übergangs-, oder normalrhomboedrischen Habitus. Quarze mit steilrhomboedrischem Habitus treten in Klüften der Ostalpen in höher metamorph geprägten Gesteinen auf. Quarze in normalrhomboedrischem Habitus finden sich dagegen in Klüften etwas niedriger metamorph geprägter Gesteinsserien (vergl. auch KANDUTSCH, 1993). Normalrhomboedrisch entwickelte Zepterquarze, als jüngere Generation meist auf Quarz in steilrhomboedrischem Habitus aufsitzend, scheinen diese Temperaturabhängigkeit zu bestätigen. Trotz dieser im Gelände einfach nachzuvollziehenden Gesetzmäßigkeit ist nach Ergebnissen von MULLIS (1991) in den Westalpen kein Unterschied in den Bildungsbedingungen dieser beiden Quarz-Habitusvarianten zu erkennen; das scheinen auch die IR-spektroskopisch ermittelten Daten der vorliegenden Untersuchung zu bestätigen, die keine Unterschiede in den IR-Spektren und den analytisch erhaltenen OH-Gehalten der Kluftquarze der Ostalpen ergeben haben.

Mittels FTIR-Spektroskopie wurden Spektren im Bereich der OH-Streckschwingungen gemessen. Die IR-Spektren der untersuchten Quarze zeigen bis zu sechs charakteristische Absorptionsbanden bei 3315, 3380, 3430, 3480, 3510 und 3595 cm^{-1} . Das Absorptionsverhalten der Bergkristalle und Rauchquarze wird im Bereich der OH-Streckschwingungen durch vier Spektrentypen charakterisiert, die sich in der Anzahl der Absorptionsbanden und/oder in deren relativen Bandenintensitäten unterscheiden. Der bei den Quarzen aus österreichischen Vorkommen besonders häufig vertretene Spektrentyp wurde bei außeralpinen Proben nicht gefunden. Ein Zusammenhang zwischen Spektrentyp und Wachstumsphänomenen/Lokalität (inneralpin)/ OH-Gehalt ist nicht vorhanden.

In mikrospektroskopischen Detailmessungen wurden mit dem FTIR-Mikroskop Querschnitte durch Kristallplatten, die senkrecht zur c-Achse geschnitten sind, gemessen. Die Spektrentypen der gemessenen Quarze ändern sich innerhalb eines Kristalls kaum. Änderungen des OH-Gehaltes sind jedoch häufig mit Veränderung der relativen Intensität der Absorptionsbande bei 3480 cm^{-1} verbunden. In Bezug auf den Einbau von Wasserstoff ist in allen gemessenen Quarzen ein stark zoniertes und zugleich auffällig symmetrisches Wachstum zu beobachten. Das Auftreten einer Brasilianer Verzwillingung fällt häufig mit einer deutlichen Änderung des OH-Gehaltes zusammen. Wachstumsphänomene wie der Lamellenbau, der für besonders hohen Spurenelement-Einbau bekannt ist (BAMBAUER, 1961; MULLIS, 1983), oder wie dunkle Farbfelder im Rauchquarz - Wasserstoff-Punktdefekte behindern nach BRUNNER et al. (1961) die Ausbildung von Rauchquarz-Farbzentren - fallen jedoch nicht mit einer Änderung im OH-Gehalt zusammen.

Auf Grundlage des Beer'schen Gesetzes wurde der Gehalt an strukturell eingebauten OH-Gruppen der alpinen Quarze bestimmt. Der Berechnung liegt ein Extinktionskoeffizient von 80000 cm^{-2} per Mol $\text{H}_2\text{O/l}$ zugrunde (BRUNNER et al., 1961; KATS et al., 1962). Die analytisch ermittelten H_2O -Werte schwanken in einem weiten Bereich von 0.5 - 20 ppm, mit einem Häufigkeitsmaximum bei 1-2 ppm. Diese Werte sind deutlich niedriger als vergleichbare Werte, die aus dem Penninikum der Schweizer Alpen bekannt sind (BAMBAUER et al., 1962). Die untersuchten Rauchquarze weisen keine signifikant geringeren OH-Gehalte auf als die Bergkristalle. Wesentlich höher liegen dagegen die Werte von Amethyst und Citrin. Nahezu alle alpinen Quarze weisen eine ausgeprägte Zonierung des OH-Gehaltes auf, wobei sich zwischen Kern- und Randbereich häufig Unterschiede bis zu einem Faktor 2.5 ergeben. Bei Faktor 1.2 liegt die durchschnittliche Zonierung, wobei die Quarze aus allen alpinen Vorkommen im Kernbereich häufiger einen höheren OH-Gehalt als im Randbereich aufweisen.

Im Gegensatz zu den Untersuchungen von NIEDERMAYR & BERAN (1992) kann in Bezug auf OH-Gehalt und -Zonierung kein Unterschied zwischen den penninischen und den altkristallinen Quarzen festgestellt werden. Eine regionale vom Metamorphosegrad der Nebengesteine abhängige Differenzierung des OH-Einbaus, wie dies aus den Schweizer Alpen bekannt ist (BAMBAUER et al., 1962), kann nicht abgeleitet werden.

Literatur

- BAMBAUER, H.U. (1961): Spurenelementgehalte und (-Farbzentren in Quarzen aus Zerrklüften der Schweizer Alpen. - Schweiz. Min. Petr. Mitt. 41, 335-369.
- BAMBAUER, H.U., BRUNNER, G.O. & LAVES, F. (1962): Wasserstoffgehalte in Quarzen aus Zerrklüften der Schweizer Alpen und die Deutung ihrer regionalen Abhängigkeit. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 42, 221-236.
- BRUNNER, G. O., WONDRAUSCHEK, H. & LAVES, F. (1961): Ultrarotuntersuchungen über den Einbau von H in natürlichem Quarz. - Z. Elektrochem. 65, 735-750.
- KANDUTSCH, G. (1993). Die Einteilung Alpiner Zerrklüftquarze und deren Anwendung als Geothermometer im Tauernfenster. - Wiss. Mitt. Nationalpark Hohe Tauern 1, 28-33.
- KATS, A., HAVEN, Y. & STEVELS, J. M. (1962): Hydroxyl groups in α -Quartz. - Phys. Chem. Glasses 3, 69-75.
- MULLIS, J. (1983): Einschlüsse in Quarzkristallen der Schweizer Alpen und ihre mineralogisch-geologische Bedeutung. - Bull. Soc. Nat. 72, 5-19.
- MULLIS, J. (1991): Bergkristall. - Schweizer Strahler 9, 127-161.
- NIEDERMAYR, G. (1993). Alpine Klüftmineralisationen im Nationalpark Hohe Tauern und ihre Beziehung zur alpidischen Metamorphose. - Wiss. Mitt. Nationalpark Hohe Tauern 1, 149-168.
- NIEDERMAYR, G. & BERAN, A. (1992): Quarze in alpinen Klüften des Pennins und des ostalpinen Altkristallins. - Mitt. Österr. Min. Ges. 137, 177-178.