

MÖRTELZUSCHLÄGE ALS PETROLOGISCHES GESCHICHTSBUCH

VON

Peter Tropper & Anja Diekamp

Institut für Mineralogie und Petrographie
Fakultät für Geo- und Atmosphärenwissenschaften
Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck, Austria

Abstract

Investigations on additives (rock fragments) in mortars and plasters from a late-gothic tower from Ötz (lower Ötztal Valley) revealed mineralogical and microstructural data, which are consistent with observations from rocks of the surrounding Ötztal Complex. These rock fragments are from a typical, middle-grade, regionally metamorphic basement and the observed mineral assemblages therefore reflect the Variscan, amphibolite-facies metamorphic overprint, which affected this area (TROPPEL & HOINKES, 1996). This investigation therefore shows that rock fragments, which were used as additives in mortars, do allow a glimpse into the petrological as well as microstructural history of the geology of the surrounding area. These informations can then be used for geological provenance studies concerning building materials used.

Zusammenfassung

Die Zusammensetzung der Zuschläge von Mörteln und Putzen des spätgotischen Turmes zu Ötz im vorderen Ötztal stimmen mit den petrologischen und strukturgeologischen Beobachtungen aus dem westlichen und zentralen Ötztal-Stubai Kristallin überein. Die Zuschläge der Mörtel bzw. Putze stammen aus einem, bei mittleren P-T Bedingungen regionalmetamorph überprägtem Kristallin. Die beobachteten Mineralparagenesen lassen sich sehr gut mit der variszischen amphibolitfaziellen Metamorphose des Ötztal-Stubai Kristallins korrelieren (TROPPEL & HOINKES, 1996). Diese Untersuchung zeigt, dass Zuschlagsstoffe in historischen Mörteln einen guten Einblick in die petrologische und mikrostrukturelle Geschichte der Rahmengesteine einer Region geben können und daher für geologische Herkunftsstudien von Baumaterialien in Betracht gezogen werden können.

Einleitung

In Tirol und Südtirol sind an vielen romanischen und gotischen Bauwerken noch originale Mörtel- und Putzoberflächen erhalten, welche in den letzten Jahren in Bezug auf ihre erstaunliche Dauerhaftigkeit untersucht wurden (DIEKAMP & KONZETT, 2007). Diese ersten Untersuchungen bezogen sich hauptsächlich auf die Bindemittelzusammensetzungen und Porenstrukturen der Mörtel.

Da Gesteine bzw. Gesteinsfragmente, die in historische Bauten eingebaut wurden, Informationen über den geologischen Rahmen von untersuchten Objekten geben können (siehe FRANZEN, 2002), wurde in der vorliegenden Untersuchung Augenmerk auf die silikatischen Zuschlagsstoffe in den Mörteln und Putzen des Turmes zu Ötz (Abb. 1) im vorderen Ötztal (Tirol, Österreich) gegeben.

Im Zuge der Restaurierung des frühgotischen Turmes zu Ötz wurden repräsentative Mörtel- und Putzproben verschiedener Bauphasen genommen. Die Proben stammen aus dem Zeitraum von der frühen Gotik (14. Jh.) bis zum Barock (17. Jh.) und wurden mikroskopisch auf ihre



Zuschlagsstoffe hin untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass die Gesteinsfragmente hauptsächlich Metapelite, Metamergel und Orthogneise und nur untergeordnet Amphibolite darstellen. Da diese Gesteine aus der unmittelbaren Umgebung von Ötz stammen, stellen sie einen repräsentativen Querschnitt durch den geologischen Rahmen des vorderen Ötztals dar. Die beobachteten Mineralparagenesen und die Gefüge der Gesteinsfragmente in den Mörtelproben erlauben somit die Rekonstruktion eines Teiles der petrologischen Geschichte der Rahmengesteine des Ötztal-Stubai Kristallins.

Abb. 1:

Ansicht Turm zu Ötz

(Foto: Gisinger/Turmmuseum Ötz).

Bauwerk

Der Turm zu Ötz, der heute das Turmmuseum Ötz (www.turmmuseum.at) beherbergt, wurde in der frühen Gotik um 1377/1380 noch in spätromanischer Bautradition errichtet („romanischer“ Fugenstrichmörtel, datiert 1379, Abb. 2). Es erfolgten gotische und spätgotische Umbauten (ab 1450) und ein barocker Umbau um 1600. In schriftlichen Quellen wird der Turm erstmals 1378 erwähnt und gilt als das ältesteste erhaltene Profanbauwerk des Ötztals.

Ab 1990 wurde an der Restaurierung des Gebäudes gearbeitet - man begann mit einer statischen Notsicherung, anschließend wurde die Entfeuchtung des Turmgebäudes durchgeführt. Im Rahmen der Restaurierarbeiten erfolgte auch eine restauratorisch-bauhistorische Untersuchung, die die baulich komplexe Entwicklung des Bauwerkes vom frühgotischen Turm bis zum barocken Anstz verdeutlichen konnte und zeigte, dass viele Bauteile ihre originalen Mörtel- und Putzoberflächen über die Jahrhunderte bewahren konnten (Peskoller et al., 2001). Die Gesamtrestaurierung wurde 2004 abgeschlossen und der Turm seiner heutigen Nutzung als Museum und Bücherei zugeführt.



Abb. 2:

„Romanischer“ Fugenstrich am frühgotischen Turm zu Ötz, datiert 1379 (Foto: Hauser, 2006).

Geologischer Überblick

Die Gesteinsfragmente sind Teil des Ötztal-Stubai Kristallins (ÖSK), welches einen mächtigen Kristallinblock im westlichen Österreich (Tirol) und nördlichen Südtirol darstellt. Das ÖSK bildet zusammen mit dem Silvrettakristallin, der S-carl-Einheit und dem Ortler-Campo Kristallinkomplex Teile der westlichen austroalpinen Basementdecken in den Ostalpen (Abb. 3).

Die Gesteine dieses Kristallinkomplexes wurden von mehreren Phasen der Orogenese erfasst, nämlich der kaledonischen (490–460 Ma), variszischen (360–310 Ma) und eoalpinen (100–65 Ma) Orogenese. Die kaledonische Orogenese ist nur mehr in sehr wenigen Gesteinen aus dem zentralen Ötztal (z. B. Winnebachmigmatit) nachweisbar (HOINKES, 1973). Das dominante Ereignis, welches im gesamten ÖSK auftritt, war die variszische Orogenese, welche die Gesteine bei mittleren P-T Bedingungen (570–650°C, 6–8 kbar) überprägte (TROPPEL & HOINKES, 1996; HOINKES et al., 1997). Die eoalpine Metamorphose tritt im ÖSK entlang eines Gradienten von NW nach SE auf: Im NW ist sie nur sehr niedriggradig (<300°C, <3-4 kbar) während die P-T Bedingungen gegen SE hin ansteigen (ca. 550°C, 7–10 kbar) (THÖNI, 1999; HOINKES et al., 1997; NEUBAUER et al., 1999).

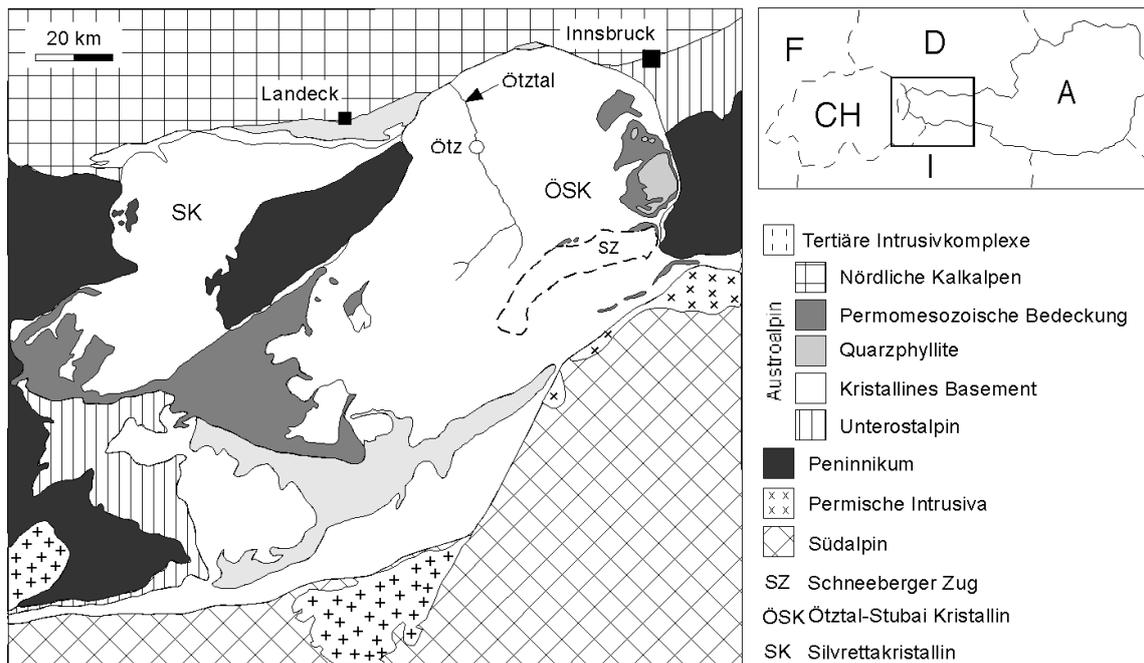


Abb. 3:

Geologische Übersicht über die Kristallinkomplexe aus dem westlichen Österreich und dem nördlichen Südtirol.

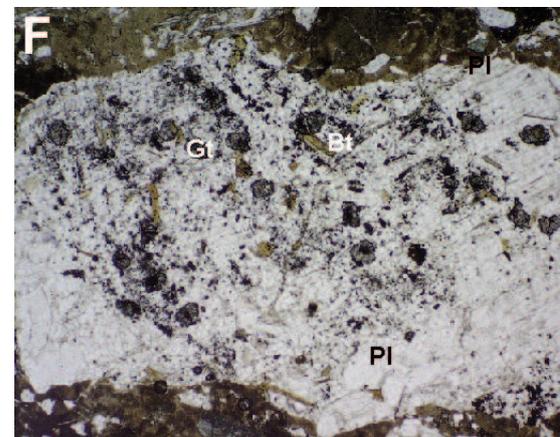
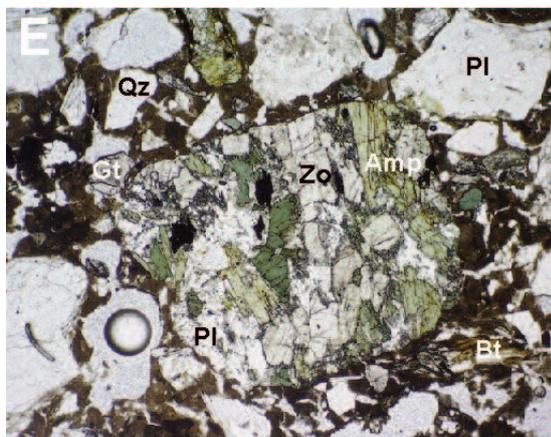
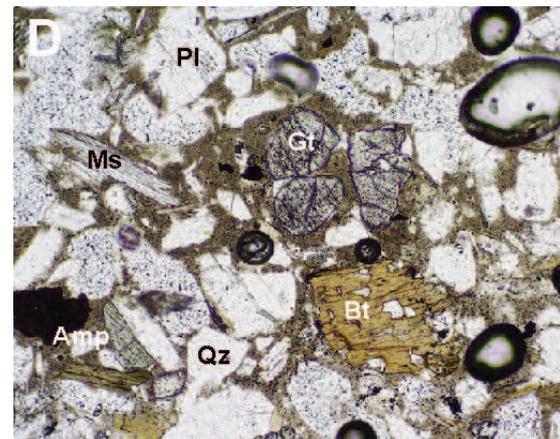
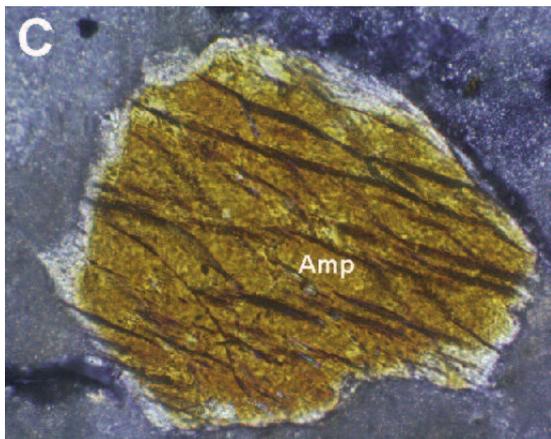
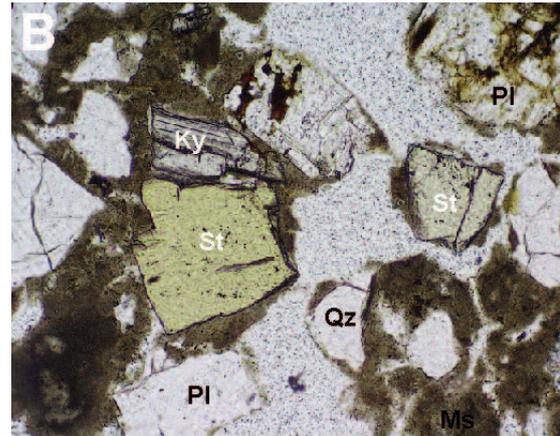
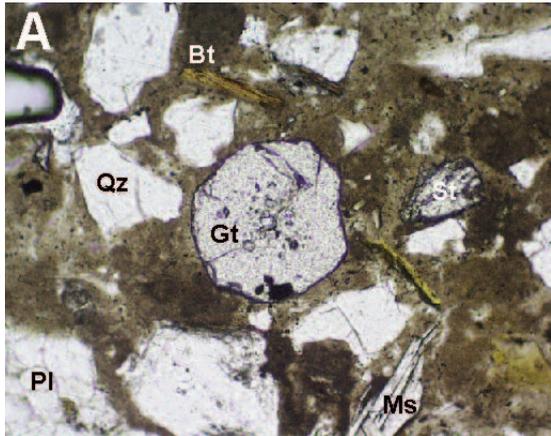
Mineralparagenesen

Die Gesteinsfragmente reflektieren hauptsächlich die Mineralneubildungen der variszischen Orogenese vor 310–360 Ma bei mittleren P-T Bedingungen (570–650°C, 6–8 kbar). Dies führte in den Gesteinen zur Bildung der für diese P-T Bedingungen charakteristischen Paragenesen wie in Abbildungen 4 A-E dargestellt. In den Metapeliten bildeten sich Granat + Staurolith + Kyanit + Biotit, in Metamergeln Granat + Amphibol + Plagioklas + Biotit und in den Amphiboliten Hornblende + Plagioklas + Epidot + Granat. In den Orthogneisen findet sich die typische granitische Paragenese K-Feldspat + Plagioklas + Muskovit + Biotit + Quarz. Aufgrund der niedrigen eo-alpinen Metamorphosebedingungen, wurde in den Gesteinen auch kein Chloritoid gefunden, was sich gut mit dem Verlauf des Chloritoid-in-Isogrades, weiter östlich davon, korrelieren lässt.

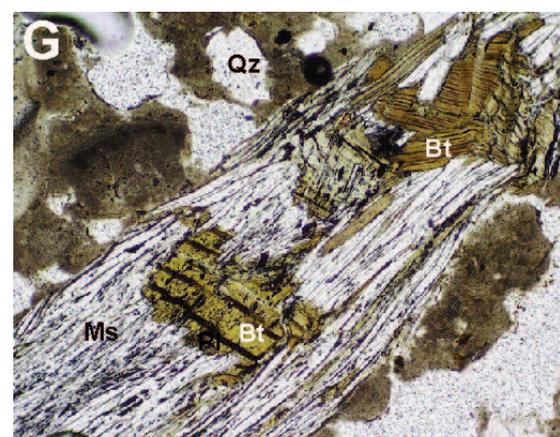
In den Fragmenten ist ebenfalls eine textuell spätere metamorphe (retrograde) Überprägung ersichtlich. In den Amphiboliten werden Biotit und Hornblende durch Chlorit ersetzt, Plagioklas wird durch Zoisit und Albit ersetzt, und in den Orthogneisen treten Serizit und Stilpnomelan auf. Da es sich beim ÖSK um ein polymetamorphes Kristallin handelt, können diese Umwandlungsreaktionen entweder dem retrograden P-T Pfad der variszischen Metamorphose, oder dem späteren prograden P-T Pfad, der in diesem Bereich schwächeren eo-alpidischen Metamorphose vor 100 - 65 Ma, zugeordnet werden.

Abb. 4:

Dünnschliffbeobachtungen aus den Gesteinsfragmenten der Mörtel. (A): Metapelite mit der Mineralparagenese Granat (Gt) + Staurolith (St) + Biotit (Bt) + Muskovit (Ms) + Plagioklas (Pl) + Quarz (Qz); (B): Metapelite mit der Mineralparagenese Staurolith (St) + Kyanit (Ky) + Plagioklas (Pl) + Quarz (Qz). Die Paragenese Staurolith + Kyanit ist sehr typisch für mittlere (ca. 600°C, 6 kbar) P-T Bedingungen; (C): Relikt eines Amphibolkristalles. Es handelt sich um eine Hornblende mit der typischen Spaltbarkeit von ca. 120°. Die Aufnahmen wurden mit gekreuzten Nichols gemacht; (D):



Ehemaliger Mergel (?) mit der Mineralparagenese Hornblende (Amp) + Plagioklas (Pl) + Granat (Gt) + Biotit (Bt) + Quarz (Qz). (E): Amphibolithfragment mit der Mineralparagenese Hornblende (Amp) + Zoisit (Zo) + Plagioklas (Pl) + Quarz (Qz). Daneben finden sich auch Metapelite relikte wie Granat (Gt) und Biotit (Bt); (F): Plagioklaskristall, der in einem späten Wachstumsstadium Granat (Gt) und Biotit (Bt) überwächst; (G): Metapelitfragment mit stark eingeregeltten Muskoviten (Ms) und Biotit (Bt), letzterer überwächst den Muskovit. Im Gegensatz zum Muskovit weist der Biotit bereits Anzeichen einer Spröddeformation (kink-bands) auf.



Texturen

Die untersuchten Mikrogefüge geben nicht nur Hinweise auf unterschiedliche Stadien des Mineralwachstums sondern auch auf die, die Metamorphose begleitende Deformation. Abbildung 4E zeigt einen grossen Plagioklaskristall, der bereits bestehende Minerale (Granat, Biotit), in der Spätphase der variszischen Metamorphose überwächst. Dünnschliff- und Geländebeobachtungen zeigen, dass es eine ältere duktile Deformation, die mit Glimmerwachstum einhergeht, und eine jüngere spröde Deformation gibt. In Abbildung 4F sieht man Muskovitkristalle, die entlang einer Schieferung eingeregelt sind. Diese Muskovite werden später von Biotiten überwachsen, die zum Schluss spröde deformiert werden. Es bilden sich daher in den Biotiten sogenannte "kink bands" (Knicke).

Conclusio

Die mineralogische Zusammensetzung der Zuschläge von Mörteln und Putzen des spätgotischen Turmes zu Ötz erlaubt es Rückschlüsse über die mineralogische und petrologische Geschichte des umgebenden Kristallins zu ziehen. Die beobachteten Mineralparagenesen stimmen mit der regionalen Ausdehnung des variszischen und eo-alpidischen- Metamorphoseereignisses überein. Dies ist auch für den Laien insofern interessant, weil diese Putze daher so etwas wie ein „mineralogisch-petrologisches“ Geschichtsbuch darstellen.

Literatur

- DIEKAMP, A. & KONZETT, J. (2007): Bindemittelzusammensetzungen historischer Putze und Mörtel in Tirol/Südtirol. - In: Diekamp, A. (Ed.) Naturwissenschaft und Denkmalpflege, Innsbruck University Press, 143-156.
- FRANZEN, C. (2002): Historische Bauwerksteine in Südtirol. Verteilung und Verwitterungsverhalten. - Unveröffentlichte Dissertation, Universität Innsbruck, 118 S.
- PESCOLLER, M., HAUSER, W., TARTAROTTI, P., LAIMER, M., MAIER, A. & NÖSIG, C. (2001): Bauuntersuchung Turm zu Ötz - Untersuchung und Dokumentation, Pescoller Werkstätten und Bundesdenkmalamt. - Bundesdenkmalamt Landeskonservatorat Tirol, GZ. 15.520/2/01, 2 Bände.
- HOINKES, G. (1973): Die Anatexis des Winnebachgranites (Ötztaler Alpen, Österreich) am Beispiel eines Aufschlusses. - Tschermarks Mineralogische Petrographische Mitteilungen, 20, 225-239.
- HOINKES, G., THÖNI, M., BERNHARD, F., KAINDL, R., LICHEM, C., SCHWEIGL, J., TROPPEL, P. & COSCA, M. (1997): Metagranitoids and associated metasediments as indicators for the pre-Alpine magmatic and metamorphic evolution of the Western Austroalpine Ötztal Basement (Kauertal, Tirol). - Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, 77, 299-314.
- NEUBAUER, F., HOINKES, G., SASSI, F. P., HANDLER, R., HÖCK, V., KOLLER, F. & FRANK, W. (1999): Pre-Alpine metamorphism in the Eastern Alps. - Schweizerische Mineralogische Petrographische Mitteilungen, 79, 41-62.
- TROPPEL, P. & HOINKES, G. (1996): Geothermobarometry of Al_2SiO_5 -bearing metapelites in the western Austroalpine Ötztal-basement. - Mineralogy and Petrology, 58, 145-170.
- THÖNI, M. (1999): A review of geochronological data from the Eastern Alps. - Schweizerische Mineralogische Petrographische Mitteilungen, 79, 209-230.

received: 02.06.2008

accepted: 06.06.2008