

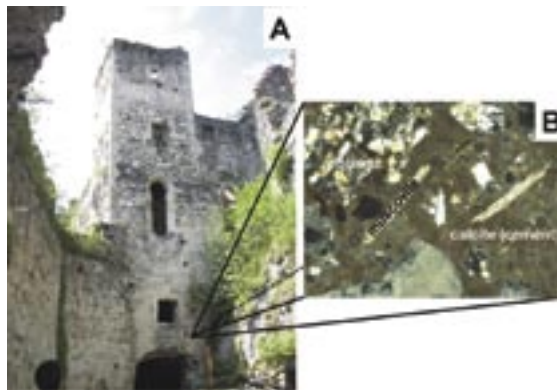


# Mineralogie, Geochemie und Isotopensignaturen von historischen Mörteln und Putzen in der Steiermark - Herkunft, Anwendung, Verwitterung und Restaurierung

## *Mineralogy, Geochemistry and Isotope Signatures of Historical Mortar and Plaster in Styria*

Historische Bauten sind aus einem Verbundsystem von Geo-Materialien, Mörtel und Putzen unterschiedlicher Herkunft aufgebaut. Mörtel und Putze sind künstlich hergestellte Materialien. Ihre Zusammensetzung beinhaltet Informationen über das historische Umfeld in Bezug auf die Quellen der Materialien, die Verarbeitung und die Anwendung sowie über sekundäre Alterationsprozesse.

Die Arbeiten konzentrieren sich auf römische, mittelalterliche und früh-neuzeitliche vorindustrielle Mörtel und Putze und natürliche Kalkvorkommen aus der Region Flavia Solva, Frauenberg, Seggau, Retznei, Kleinstübing, Niederhofen, Thörl, Maria Buch, Södingberg und Graz. Die ausgewählten historischen Mörtel und Putze sind durch archäologische Studien gut datiert und charakterisiert. Große Wissenslücken existieren jedoch über die mineralogische und chemische Zusammensetzung sowie über den mikrostrukturellen Aufbau. In diesem Projekt werden moderne Methoden der Materialwissenschaften, Geochemie und Isotopenchemie für grundlagenorientierte Untersuchungen genutzt, die das historische Umfeld des Baugewerbes und sekundäre Umwandlungsprozesse, wie Rekristallisationen und Verwitterungsreaktionen, betreffen. Die Studie basiert auf einer engen Kooperation zwischen den Fachdisziplinen Mineralogie, Isotopengeochemie, Geologie sowie Archäologie und Restaurationswissenschaften.



Die Studie beinhaltet folgende Schwerpunkte:

- Herkunft der Rohmaterialien und historische Transportwege
- Historische Rezepte und Methoden der Kalkzementherstellung
- Mikrostrukturelle, mineralogische und chemische Veränderungen im Verlauf der Expositionszeit
- Restauration historischer Bauwerke

Kalkzement (Brandkalk) wird grundsätzlich über die Kalzinierung von natürlichem Kalkstein hergestellt. Aus dem Brennprozess erzeugtes Kalziumoxid reagiert anschließend mit Wasser zu Kalziumhydroxid, dem so genannten gelöschten Kalk. Die erneute Verfestigung basiert auf der Reaktion der wässrigen Paste gelöschten Kalkes mit atmosphärischem Kohlendioxid und der Kristallisation von Kalzit, welcher den Kalkzement bildet.

Die spezifischen Signaturen von Zement und Zuschlag sind wesentlich durch die Zusammensetzung der Ausgangsmaterialien und den Verarbeitungsprozess bestimmt. Die Verteilung von Spurenelementen (e.g. Magnesium, Strontium und Barium) und die  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  Isotopensignaturen sind durch die verwendeten Rohmaterialien vorgegeben. Erkenntnisse über mögliche Quellen der natürlichen Ausgangsmaterialien und die Rekonstruktion von historischen Transportwegen werden im Abgleich zur lokalen geologischen Situation und jeweiligen geographischen Position erhalten.

Die Analyse von Zusammensetzung und Mikrostruktur der histori-

schen Mörtel und Putze kann ferner detaillierte Erkenntnisse über die Art und Qualität der Herstellung und die Dauerhaftigkeit der Zementprodukte unter den jeweiligen historischen und ökonomischen Verhältnissen liefern. Neben den historischen Materialien werden aus den in Frage kommenden natürlichen Kalkgesteinen Kalkmörtel über historische Techniken und Verfahren mit Nachbauten vormalig benutzter Brennöfen und nach überlieferten Rezepten neu hergestellt. Kenntnisse über historische Rezepte und Herstellungsverfahren sowie über die momentane Struktur und Zusammensetzung der historischen Mörtel und Putze sind für eine sachgerechte Wiederherstellung und Restaurierung von historischen Bauwerken erforderlich.

Ein wichtiges Werkzeug für die Untersuchung des Abbindeverhaltens und der Alterationsprozesse, z.B. Verwitterung und Rekristallisation, der Mörtel und Putze ist neben der Analyse der Mikrostruktur insbesondere die Kenntnis über die Verteilung der stabilen Isotope des Kohlenstoffs,  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ , und des Sauerstoffs,  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ , im Kalkbindemittel. Die Isotopensignaturen des Kalzitzementes ermöglichen Rückschlüsse auf die ursprüngliche Zusammensetzung des atmosphärischen Kohlendioxides und seines Diffusionsverhaltens in der primären Mörtelpaste. Auf diese Weise können der Abbindeprozess sowie sekundäre

Alterationen rekonstruiert werden.

Die Arbeiten finden im Rahmen eines FWF geförderten Projektes am Institut für Angewandte Geowissenschaften von Mag. B. Kosednar-Legenstein und M. Baumgartner unter der Leitung von Univ. Prof. Dipl. Min. Dr. Martin Dietzel statt. Kooperationspartner sind Dipl. Chem. Dr. A. Leis (Joanneum Research, Graz), Dipl. Geol. Dr. B. Wiegand (Stanford University, USA), Mag. Dr. K. Stingl (Geologe), Mag. B. Schrettle (Archäologe), Prof. Dr. A. Mogessie (Institut für Erdwissenschaften, KFU), Univ.-Doz. Dr. B. Hebert (Bundesdenkmalamt, Graz) und H. Schwarz (Restaurator).

## *Mineralogy, Geochemistry and Isotope Signatures of Historical Mortar and Plaster in Styria*

*Mortar and plaster are man-made materials. Their composition comprises information about the historical environment with respect to materials, processing, and specific application. The aims of this study are to decipher the provenance of the raw materials and the historical routes of transport from the distribution of trace elements and  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  isotopes in comparison to geologic sites (e.g. limestone and marble) and geographic positions. Another aim is to investigate weathering and re-crystallization processes which may rebuild the primary mortar and plaster structures. Analyses of the microstructure and stable isotopic composition of oxygen and carbon can provide insights into the mechanisms and evolution of weathering and re-crystallization processes. The results of this study can be used as pre-requisites for the restoration of the respective historical buildings.*