



STEINKONSERVIERUNG UND -RESTAURIERUNG

Witterungsbedingte Risse

ZIEL:

- Verhindern von weiterem Eindringen von Wasser in den Stein
- Gute und effiziente Verarbeitbarkeit

WEG:

- Mikrozement
- Acrylharz
- Armierungen wo nötig / sinnvoll

PARAMETER:

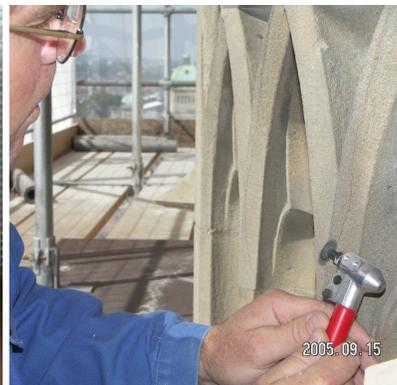
- Klebewirkung
- Fließfähigkeit
- Diffusionsoffenheit
- Verhältnis von Aufwand-Nutzen
- Ursachen (Wasserprobleme, materialbedingte Schäden, etc.)
- Konstruktiv / statisch



Risse im Sandstein gehören in Bern zu den häufigsten Schadensbildern. Die Ursachen für die Risse sind vielfältig: Neben konstruktiv/statisch bedingten Rissen ist vor allem die Schalenbildung mit ihren komplexen Schadensmechanismen massgeblich daran beteiligt. Da über die offenen Risse vermehrt Wasser in den Stein eindringen kann und damit den Schadensfortgang beschleunigt, ist es unabdingbar, diese Risse soweit wie möglich zu schliessen.

Erste Versuche 2001 in der Bauhütte unter Anleitung von Restaurator Andreas Walser. Die aufgeschnittenen Prüfkörper zeigten eine sehr gute Fließfähigkeit und Füllwirkung des Acrylharzes. Die Gefahr des Entstehens von unerwünschten Trennschichten besteht, zeigte sich aber in der praktischen Anwendung sehr klein. Die beiden Versuchsstücke rechts wurden absichtlich bis zur völligen Sättigung mit Harz verfüllt. An verschiedenen Bauteilen wurden in den Jahren 2001-2005 gute Resultate mit diesem Verfahren erzielt. Es wurde darauf geachtet, dass das Harz nie an der Steinoberfläche direkt dem UV-Licht ausgesetzt war (Überdeckung mit Mörtel).

Bei der Restaurierung des Oktogons traf die Bauhütte auf spezifische Schadensbilder und Probleme, welche eine Erweiterung des bereits zuvor ansehnlichen Repertoires der Steinrestaurierungsmassnahmen erforderten. Feinste Risse waren bisher mit Acrylharzen vergossen, Dübellöcher und Fugen an der Oberfläche zum Schutz gegen das UV-Licht mit Mörtel abgedeckt worden. Trotz Optimierung der Arbeitstechnik mittels feinmechanischer Werkzeuge (Aufräsen von Rissen zum Verfüllen) konnte vor allem hinsichtlich Aufwand kein gänzlich befriedigendes Resultat erzielt werden.



2005: Vergossen von Rissen am Oberen Turmachteck mit Acrylharzinjektionen. Damit das Harz nicht dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt wird, mussten die Risse in einem aufwändigen Verfahren nochmals oberflächlich aufgefräst und anschließend mit Deckmörtel geschlossen werden. Bei den grossflächigen Rissbildern am Zuger Sandstein wurde zudem eine Behinderung der Wasserdampfdiffusion befürchtet. In systematischen Versuchsreihen wurde in den darauffolgenden Jahren nach einem effizienteren und verträglicheren Ersatzprodukt möglichst auf mineralischer Basis gesucht.

Angesichts der verbreiteten und verhältnismässig grossflächigen Riss- und Schalenbildungen war am nur schwer zugänglichen Achteck jedoch ein Verfahren gefragt, welches u. a. eine gute Dampfdiffusion zulässt. Im Verlauf der letzten beiden Jahre konnte mit ausgedehnten Versuchen nachgewiesen werden, dass Injektionen mit auf Mikrozement basierenden Füllmitteln in mehrfacher Hinsicht ein optimales Resultat erbringen.

In der Werkstatt wurden 8 verschiedene Injektionsmaterialien auf Kalk-, Zement- bzw. Kieselgel- und Kieselbasis getestet. Durch die Versuchsreihe wurde relativ rasch klar, dass die Verwendung von Mikrozement am besten funktioniert. Vor allem in den Punkten Klebewirkung, Diffusionsoffenheit, Entmischung und allgemeine Verarbeitbarkeit waren hier die besten Resultate erzielt worden. Darüber hinaus kann der Mikrozement durch Zugabe von Calciumcarbonat beliebig abgemagert werden. Die Grenzen der Anwendung liegen aufgrund der Fließfähigkeit vor allem im Bereich nicht klar definierter Risse und Lockerzonen. Hier wird bei Bedarf weiterhin auf das bewährte Acrylharz (PMMA) zurückgegriffen.

ab 2006: Versuchsreihen in der Werkstatt und später am Bau. Es zeigte sich, dass mit Mikrozement die besten Resultate erzielt werden können.



1. Versuchsreihe: Zwei zirka 15 x 20 cm grosse Sandsteinplatten wurden zusammengefügt und die Verpressmasse wurde über einen Metallpacker von unten nach oben mit einer Spritze eingepresst. Die Platten wurden nach dem Erhärten der Masse auseinandergenommen, um die Füllwirkung zu überprüfen.



Schliessen und Verfüllen von Rissen.



Auf einer Glasplatte wurde die Fließfähigkeit der unterschiedlichen Materialien überprüft.



Versuchskörper mit verpressten Rissen wurden aufgesägt und die Eindringtiefe überprüft. Die Ergebnisse waren sehr unterschiedlich, der hier abgebildete Mikrozement verfüllt Risse bis zu 0,3 mm.

Ein wichtiger Punkt war die Diffusionsoffenheit der Injektionsmaterialien. Dazu wurden Probekörper ins Wasser gestellt und das kapillare Saugen beobachtet.

Tiefe Risse müssen vor dem Verpressen geschlossen und mit Druck verfüllt werden. Dazu wird seit 2006 das sog. „System Kaiser“ verwendet. Es handelt sich dabei um ein Verfahren, bei dem Metallpacker mittels Heisskleber auf den zu verfüllenden Riss geklebt und dieser anschliessend mit einer aufgesetzten Spritze verpresst wird.



Oberflächliche Risse können direkt mit Spritze und Kanüle verfüllt werden. Durch das Einfärben des Mikrozements mit Pigmenten sind die verfüllten Risse anschliessend kaum noch sichtbar.