Institut für Bauforschung Aachen
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule

KURZBERICHT

25

3 (1990)

AKTUELLE FORSCHUNGSERGEBNISSE

Mörtel und Schlämmen für die Instandsetzung von Natursteinmauerwerk, insbesondere aus Tuffstein

Mortars and face-groutings for the restoration of natural stone masonry, in particular tuff-stone masonry

U. Meyer, P. Schubert, M. Schulte

1 ALLGEMEINES

Im Rahmen des Verbundforschungsprojektes Steinzerfall und Steinkonservierung des BMFT wurden am ibac umfangreiche Untersuchungen zur Entwicklung und Optimierung von Fugeninstandsetzungsmörteln und Schlämmen durchgeführt.

Wesentliche Anforderungen an Restauriermörtel für den Bereich der Fugeninstandsetzung sind ein rißfreier Fugenbereich, an die Natursteine angepaßte Mörteleigenschaften und die chemische Verträglichkeit mit dem vorhandenen Altmörtel sowie eventuell zum Einsatz kommenden Steinschutzstoffen.

Schlämmen sind Dünnputze von 3-5 mm Dicke, die insbesondere bei der Instandsetzung von Tuffsteinbauwerken als Alternative zu Putzen und Steinschutzstoffen (Hydrophobierungsmitteln) in Frage kommen.

2 PROBLEMSTELLUNGEN

2.1 Fugeninstandsetzungsmörtel

Bei fast allen zur Instandsetzung anstehenden Bauwerken aus Naturstein ist insbesondere der Fugenbereich stark geschädigt. Die häufigsten Ursachen hierfür sind mangelnde physikalisch-mechanische und chemische Verträglichkeit der Fugenmörtel mit den anderen Baustoffen. So findet man häufig Flankenabrisse bei Verwendung von Mörteln mit einem nicht auf den Naturstein abgestimmten E-Modul bzw. zu starker Schwindneigung und Schäden infolge Ettringitbildung durch Gipsanteile im Altmörtel. Bei Verwendung von bestimmten Steinschutzstoffen wird deren Wirksamkeit im Fugenbereich durch die Alkalität der üblichen Kalk- oder Zementmörtel vermindert. Ziel der Untersuchungen ist daher die Entwicklung einer Palette von Restauriermörteln die sowohl in mechanischer Hinsicht auf die Natursteine abgestimmt sind als auch durch eine niedrige alkalische Pufferkapazität den wirksamen und uneingeschränkten Einsatz von Steinschutzstoffen ermöglichen.

2.2 Schlämmen

Eine wesentliche Aufgabe bei der Instandsetzung von Natursteinbauwerken ist das Fernhalten von Wasser von der Bausubstanz. Eine Möglichkeit hierzu ist, insbesondere im Bereich von Tuffsteinbauwerken, der Einsatz von mineralischen Schlämmen. Die Schlämme wirkt als Verschleißschicht gegen Witterungseinflüsse und Pufferschicht gegen den Angriff von Luftschadstoffen. Sie gewährleistet hier im Gegensatz zu Putzen durch ihre geringe Auftragsstärke die Erhaltung einer gewissen Struktursichtigkeit des Mauerwerks. Die dafür ebenfalls grundsätzlich in Frage kommenden Hydrophobierungsmittel sind nach Untersuchungen des Zollern-Instituts /1/ auf Tuffstein nur bedingt, zumindest nicht für alle Tuffsteinvarietäten geeignet. Im Rahmen der Untersuchungen sollten Festigkeits- und Verformungs- sowie Wassertransporteigenschaften von Schlämmen auf mineralischer Basis auf Tuffuntergrund ermittelt werden.

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN UND FORSCHUNGSERGEBNISSE

3.1 Fugeninstandsetzungsmörtel

Die Zielsetzung der niedrigen alkalischen Pufferkapazität kann durch den Einsatz von Erhärtungsbeginn an wenig alkalischer Bindemittelsysteme, den Zusatz $Ca(OH)_2$-verbrauchender hochreaktiver Puzzolane oder eine schnell voranschreitende Karbonatisierung erreicht werden.

Die Kombination von Kalkhydrat mit hochfeinem Silicastaub ergab nach einer Erhärtungszeit von 90 Tagen im nicht karbonatisierten Kern eine Absenkung des pH-Wertes von 12,5 zu Erhärtungsbeginn in Bereiche um 10. Die gleichzeitige, schnell voranschreitende Karbonatisierung mit Geschwindigkeiten von 1 bis 1,5 mm · $d^{0,5}$ trägt zusätzlich zur Verringerung der alkalischen Pufferkapazität bei. Gegenstand von Langzeituntersuchungen sind zur Zeit noch ein vermutlich durch Karbonatisierung bedingter signifikanter Festigkeitsverlust in höherem Mörtelalter sowie das Schwinden von silicahaltigen Mörteln in höherem Alter. Rezepturen auf Tonerdezementbasis ergaben ausgehend von wesentlich niedrigeren Anfangs-pH-Werten ebenfalls pH-Werte um 10, z. T. bereits nach 28 Tagen und geringe Schwinddehnung von 0,4 mm/m nach 90 Tagen. Auch hier laufen z. Zt. noch Langzeituntersuchungen zum Einfluß des Festigkeitsverlustes durch Gefügeumwandlungen des Tonerdezementes. Diese Festigkeitsverluste können jedoch offenbar durch Einsatz von Puzzolanen (Steinkohlenflugaschen) begrenzt werden.

Die Festigkeits- und Verformungseigenschaften dieser Mörtel können durch Variation des Bindemittelgehaltes und des Wasser-Bindemittel-Wertes in ausreichendem Maße verändert werden. In weiteren Untersuchungen sollen die entwickelten Mörtel in Kombination mit verschiedenen Natursteinen mit den von der Operationsgruppe Mörtel des Verbundprojektes zusammengestellten Prüfverfahren /2/ getestet und weiter optimiert werden.

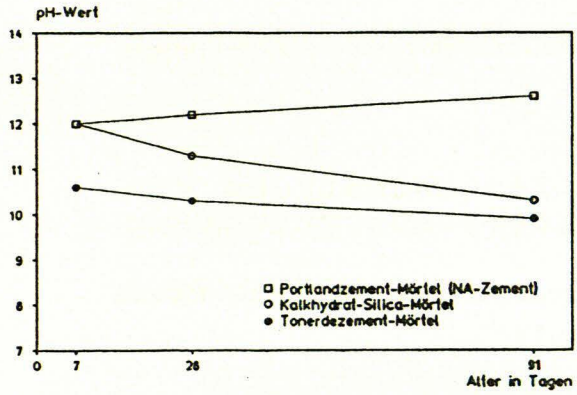


Bild 1: Zeitliche Entwicklung des pH-Wertes von nicht karbonatisierten Mörtelproben

Fig. 1: Time-dependent pH-values of non-carbonated mortar-prisms

3.2 Schlämmen

Erste Versuche wurden mit verschiedenen Schlämmenrezepturen auf Weiberner Tuff durchgeführt. Variiert wurden die Untergrundvorbehandlung und die Nachbehandlung der Schlämmen. Zielgrößen waren die kapillare Wasseraufnahme und der Wasserdampfdiffusionswiderstand von geschlämmten und ungeschlämmten Tuffsteinen, der Temperaturwechselwiderstand sowie Festigkeits- und Verformungseigenschaften. Alle untersuchten Schlämmen bewirkten eine wesentliche Verringerung der kapillaren Wasseraufnahme im Vergleich zum ungeschlämmten Tuff. Die ermittelten Werte waren um den Faktor 5 bis 10 kleiner. Die Wasserdampfdurchlässigkeit wurde dabei nur unwesentlich beeinflußt. Die mit dem Hereon-Gerät ermittelten Haftzugfestigkeiten lagen zwischen 0,5 und 1 N/mm².

Bei der Temperaturwechselbeanspruchung nach /2/ wurden keine sichtbaren Schädigungen festgestellt, es wurde jedoch die Haftzugfestigkeit der Schlämmen um 30-50 % reduziert.

Die Versuche zum Frost-Tauwechsel-Verhalten zeigten einen deutlichen negativen Einfluß der rückwärtigen Durchfeuchtung des Mauerwerks auf die Beständigkeit der Schlämmen.

Bei vorgesehenen Schlämmungen von Gebäuden muß daher zunächst gewährleistet werden, daß das zu schlämmende Mauerwerk nicht durch aufsteigende Bodenfeuchtigkeit oder sonstigen Feuchteeintritt stärker durchfeuchtet wird.

Die Abriebfestigkeit der Schlämme ist sehr hoch und liegt nur geringfügig unter den Werten für Weiberner Tuff. Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse sind Schlämmen generell als Schutzschicht für Weiberner Tuff geeignet. Weitere Untersuchungen zur Eignung auf anderen Natursteinvarietäten sind zur Zeit im Gange.

Eigenschaft	unge-schlämmt	geschlämmt
kapillare Wasseraufnahme ($kg/m^2 \cdot h^{0,5}$)	27	1,6 - 6,1
Wasserdampf-diffusionswiderstandzahl μ	14	15

Tabelle 1: Eigenschaftswerte von ungeschlämmten und geschlämmten Tuffsteinen

Table 1: Properties of untreated and grouted tuff-stones

Haftzugfestigkeit β_{HZ} (im Verbund zu Tuff)	N/mm²	0,5 - 1,0
Druckfestigkeit β_D	N/mm²	1,8 - 5,5
dynamischer E-Modul dyn E	N/mm²	1500-4600
Schwinden $\epsilon_{s,28}$	mm/m	0,4 - 1,0

Tabelle 2: Eigenschaftswerte von Schlämmen

Table 2: Properties of face-groutings

4 LITERATUR

/1/ Untersuchungen unbehandelter und mit Steinschutzstoffen behandelter Tuffproben mit dem Salzsprengtest,
Bericht Zollern-Institut, Dortmund, 03.1985
Bericht Zollern-Institut, Dortmund, 08.1987

Untersuchungen von 5 unbehandelten bruchfrischen und mit Steinschutzstoffen behandelten Tuffproben mit dem Salzsprengtest,
Bericht Zollern-Institut, Dortmund, 04.1985

/2/ Knöfel, D. ; Schubert P.:
Zur Beurteilung von Mörteln für die Instandsetzung von Mauerwerk, Teil 1. In: Bautenschutz + Bausanierung 1 (1990), 13. Jahrgang, 01.90

Forschungsförderer: Bundesminister für Forschung und Technologie BAU 5015F und Tubag, Kruft

Herausgeber:
Institut für Baufcrschung Aachen
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule
Schinkelstraße 3, D-5100 Aachen
Tel. (02 41) 80-5100, FAX (02 41) 80-5120
Telex 8 32 704 thac d

Direktoren:
Prof. Dr.-Ing. H. R. Sasse
Prof. Dr.-Ing. P. Schießl

Die auszugsweise Veröffentlichung dieses Berichtes, seine Verwendung für Werbezwecke sowie die inhaltliche Übernahme in Literaturdatenbanken bedürfen der Genehmigung des ibac.