

20 (2007)

AKTUELLE FORSCHUNGSERGEBNISSE**Instandsetzung wasserbeaufschlagter Mauerwerkbauteile - Einfluss einer Wasserbeaufschlagung auf Eigenschaften von Mauerwerk und Bauteilbekleidungen, Austrocknungsmaßnahmen und deren Wirkung****Rehabilitation of Flowed Masonry Constructions - Influence of Water Content on the Properties of Masonry and Facings, Dry Up Methods and their Effect****W. Brameshuber, M. Graubohm****1 EINLEITUNG**

Mauerwerkbauteile werden infolge von Hochwasserereignissen meist langfristig stark durchfeuchtet bzw. oft vollständig wassergesättigt. Bislang ist jedoch nicht bekannt, inwieweit dadurch die Festigkeits- und Gebrauchseigenschaften des Mauerwerks negativ beeinflusst werden. Im Rahmen des durchgeführten Forschungsprojektes /1/ sollte der Einfluss einer intensiven und langzeitigen Wassereinwirkung auf die wesentlichen mechanischen Eigenschaften von Mauerwerkbauteilen experimentell untersucht und beurteilt werden, um zukünftig fehlerhafte oder unzureichende Zustandsbeurteilungen der betroffenen Bauteile vermeiden zu können.

2 VORGEHENSWEISE

Es wurde zunächst die sich auf die vorliegende Thematik beziehende Literatur erfasst, gesichtet und ausgewertet. Bei den experimentellen Untersuchungen sollten Änderungen der jeweils wesentlichen mechanischen Eigenschaften durch Wasserlagerung, vergleichend zu nicht wasserbeanspruchten Probekörpern versuchsmäßig bestimmt und beurteilt werden. Hierfür wurden zunächst jeweils die Ausgangseigenschaften der Prüfkörper nach mindestens 1-monatiger Lagerung im Laborklima 20/65 ermittelt (Zeitpunkt I). Danach wurden die wesentlichen mechanischen Eigenschaften der wassergesättigten Prüfkörper erneut bestimmt (Zeitpunkt II). Nach Abschluss dieses Bearbeitungsteils wurden die übrigen Prüfkörper so abgedichtet, dass die Mauersteine analog zum Bauwerk nur über die Außenflächen austrocknen konnten. Die Austrocknung der Prüfkörper erfolgte in einer dafür hergestellten Trockenkammer. Die Prüfkörpermasse wurde während des Austrocknungsvorgangs in regelmäßigen Zeitabständen ermittelt. Nach Erreichen etwa der Hälfte des maximalen Feuchtegehaltes infolge der vorangegangenen Wasserbeaufschlagung (Zeitpunkt III) sowie des anfänglichen Feuchtegehaltes vor der Wasserbeaufschlagung (Zeitpunkt IV) wurden die wesentlichen Eigenschaftswerte erneut ermittelt.

3 AUSGEWÄHLTE MATERIALIEN UND DURCHFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Die Untersuchungen erfolgten an 4 Mauersteinarten - Mauerziegel, Kalksandsteine, Porenbetonsteine sowie Leichtbetonsteine -, jeweils an repräsentativen und hinsichtlich ihrer Anwendung bedeutenden Mauersteinsorten mit sinnvollen Mörtelkombinationen und praxisüblichen Wandbekleidungen für den Innen- und Außenbereich. Die Versuche wurden an ungeputzten Einzelsteinen, an einseitig bzw. beidseitig geputzten Einzelsteinen sowie an ungeputzten Verbundprüfkörpern durchgeführt. Grundlegendes Ziel der Untersuchungen war es, den Einfluss einer intensiven und langzeitigen Wassereinwirkung auf die wesentlichen mechanischen Eigenschaften von Mauerwerkbauteilen experimentell zu untersuchen und zu beurteilen. Hierfür wurden die folgenden Eigenschaftswerte ermittelt:

- (1) Ungeputzte Einzelsteine:
Maße, Masse, Ebenheit und Planparallelität, Trockenrohdichte, Feuchtegehalt, Druckfestigkeit und Längszugfestigkeit.
- (2) Geputzte Einzelsteine:
Maße, Masse, Trockenrohdichte, Feuchtegehalt und Haftzugfestigkeit des Putzes nach DIN EN 1015-12 /2/.
- (3) Zweistein-Prüfkörper:
Maße, Masse, Verbundfestigkeit zwischen Mauermörtel und Mauersteinen (Biegehaftzugfestigkeit nach DIN EN 1052-5 /3/), Fugendruckfestigkeit nach DIN 18555-9 /4/, Trockenrohdichte des Fugenmörtels.
- (4) Mauerwerk-Pfeiler:
Maße, Masse, Mauerwerkdruckfestigkeit, Feuchtegehalt.

4 AUSGEWÄHLTE VERSUCHSERGEBNISSE

Die Untersuchungen an ungeputzten Einzelsteinen haben ergeben, dass sich die langfristige Wasserbeanspruchung und anschließende Austrocknung auf den Ursprungsfeuchtegehalt vor der Wasserlagerung in den meisten Fällen eher positiv auf die Festigkeitseigenschaften (Druck- und Zugfestigkeit) auswirken. Es ergaben sich bei vier von

sechs Steinarten höhere mittlere Druckfestigkeitswerte als vor der Wasserlagerung. Bei den beiden anderen Steinarten wurden nach der Rücktrocknung nahezu die Festigkeitswerte im Ausgangszustand erreicht.

Eine Übersicht der Ergebnisse der Druckversuche der Steinarten A bis F ist exemplarisch in Bild 1 dargestellt. Gezeigt ist die zeitliche Veränderung der Steindruckfestigkeit durch Wasserlagerung (Zeitpunkt II) sowie durch anschließende Austrocknung (Zeitpunkt III und IV), bezogen auf die Ausgangseigenschaften der nicht wasserbeanspruchten Prüfkörper (Zeitpunkt I).

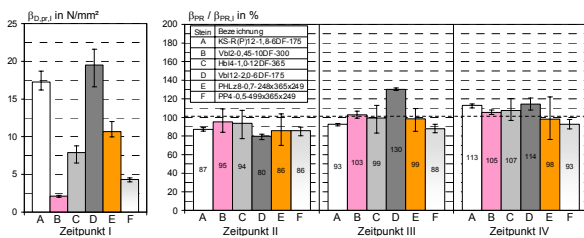


Bild 1: Druckversuche an Einzelsteinen in Richtung Steinhöhe; Übersicht

Fig. 1: Compression test results; survey

Die Ergebnisse der Zugversuche haben ähnliche Tendenzen aufgezeigt, wobei nur zwei der sechs Steinarten im rückgetrockneten Zustand höhere Zugfestigkeitswerte als vor der Wasserlagerung erreichen. Für die übrigen Steinarten ergeben sich mit einer Ausnahme jedoch nur geringfügig niedrigere Werte als zu Beginn der Untersuchungen; die Zugfestigkeitswerte zum Zeitpunkt IV betragen zwischen 0,84 und 0,94 % der Werte im Ausgangszustand (Zeitpunkt I).

Die Untersuchungen an den Innenputzen haben gezeigt, dass die Haftzugfestigkeit auf den verschiedenen Untergründen nach der Wasserlagerung teilweise zwar auf sehr niedrige Werte (bis zu 15 % der Ausgangsfestigkeit) absinkt, nach der Rücktrocknung der Mauersteine auf den Ausgangsfeuchtegehalt sich jedoch in vielen Fällen „erholt“ und nur noch unwesentlich niedrigere Werte erreicht werden als vor der Wasserlagerung. In zwei Fällen erreichen die Putze nach der Rücktrocknung sogar zwischen 11 und 83 % höhere Haftzugfestigkeitswerte als vor der Wasserlagerung. Die Untersuchungen an den Außenputzen haben ähnliche Ergebnisse ergeben. Nur in einem Fall ergaben sich nach Wasserlagerung und anschließender Rücktrocknung geringfügig niedrigere Werte als vor der Wasserlagerung. Bei den übrigen Stein-Putz-Kombinationen wurden zum Zeitpunkt IV entweder die gleichen oder deutlich höhere Festigkeitswerte erreicht im Vergleich zum Zeitpunkt I.

Die Untersuchungen nach dem Bond-Wrench-Verfahren haben ergeben, dass sich die Wasserlagerung bis zur Wassersättigung der Mauersteine und die anschließende Austrocknung auf den Ursprungsfeuchtegehalt überwiegend positiv auf die Verbundeigenschaften (Biegehaftzug-

festigkeit) und die Festigkeit des Mörtels in der Fuge auswirkt, oder nach Rücktrocknung auf den Ursprungsfeuchtegehalt kein Einfluss auf die jeweilige Festigkeit erkennbar ist.

Nach Abschluss der Untersuchungen an den Einzelsteinen und Zweistein-Prüfkörpern wurden an zwei ausgewählten Mauerstein-Mauermörtel-Kombinationen Versuche an 5-Stein-Pfeilern durchgeführt, bei denen sich die Wasserlagerung und anschließende Austrocknung am wenigsten bzw. am stärksten ausgewirkt haben. Bei einer Versuchsserie ergaben sich weitgehend ähnliche Ergebnisse wie bei den Untersuchungen an den Einzelsteinen, bei der anderen Steinart traten deutliche Unterschiede auf, die in weiteren Untersuchungen noch zu klären sind.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass der Einfluss einer intensiven und langzeitigen Hochwassereinwirkung auf die mechanischen Eigenschaften von Mauerwerkbauteilen nach anschließender Rücktrocknung auf den Ausgangsfeuchtegehalt als relativ gering einzustufen ist. Sowohl bei den Druck- als auch bei den Zugversuchen an Einzelsteinen konnte gezeigt werden, dass die mechanischen Eigenschaftswerte nach der Rücktrocknung auf den Ausgangszustand in den meisten Fällen über den Wert vor der Wasserlagerung angestiegen sind oder das ursprüngliche Festigkeitsniveau wieder nahezu erreicht haben. Die Untersuchungen an den geputzten Einzelsteinen haben ergeben, dass sowohl die Außen- als auch die Innenputze nach der Rücktrocknung ähnlich hohe bzw. höhere Haftzugfestigkeitswerte erreichen als vor der Wasserbeanspruchung.

6 LITERATUR

- /1/ Brameshuber, W. ; Graubohm, M.: Instandsetzung wasserbeaufschlagter Mauerwerkbauteile – Einfluss einer Wasserbeaufschlagung auf Eigenschaften von Mauerwerk und Bauteilbekleidungen, Austrocknungsmaßnahmen und deren Wirkung. Aachen : Institut für Bauforschung, 2007. – Forschungsbericht Nr. F 917
- /2/ DIN EN 1015-12:2000-06. Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk – Teil 12: Bestimmung der Haftfestigkeit von erhärteten Putzmörteln
- /3/ DIN EN 1052-5:2005-06. Prüfverfahren für Mauerwerk – Teil 5: Bestimmung der Biegehaftzugfestigkeit
- /4/ DIN 18555-9:1999-09. Prüfung von Mörteln mit mineralischen Bindemitteln – Teil 9: Festmörtel; Bestimmung der Fugendruckfestigkeit

Forschungsförderer:

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung,
Aktenzeichen Z6 – 10.07.03 – 04.12 – F 917

Herausgeber:

Institut für Bauforschung Aachen
Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. Brameshuber
Univ.-Prof. Dr.-Ing. M. Raupach

Postfach, 52056 Aachen
Schinkelstraße 3, 52062 Aachen
Deutschland / Germany

Telefon +49 (0) 2 41 80-9 51 00
Telefax +49 (0) 2 41 80-9 21 39
www.ibac.rwth-aachen.de

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