



Abb.: Sandner Architekten

Abb. 1: Die Bastion „Alter Zoll“ in Bonn wurde im Rahmen einer fachübergreifenden Zusammenarbeit instand gesetzt.

Nur wer das Mauerwerk kennt, wird erfolgreich sanieren

Mauerwerk beurteilen, prüfen, sanieren, Teil 1: Untersuchungsmethoden ■ Um Instandsetzungs- und Sanierungsmaßnahmen an Mauerwerkbauwerken sachgerecht planen und durchführen zu können, ist es von entscheidender Bedeutung, ausreichende Kenntnisse über die bestehende Bausubstanz zu gewinnen. Hierfür können labortechnische Materialuntersuchungen eingesetzt werden, die nach der Bestands- und Schadensaufnahme festzulegen und durchzuführen sind. In Teil 1 dieses Beitrags werden wesentliche solcher Untersuchungsmethoden vorgestellt. Da diese spezifisch auf das jeweilige Bauwerk abzustimmen sind, werden in Teil 2 in der kommenden Ausgabe der B+B BAUEN IM BESTAND die Untersuchungen und hieraus resultierenden Instandsetzungsarbeiten am „Alten Zoll“ in Bonn (Abb. 1) beschrieben, einem im Jahr 1644 in direkter Lage zum Rhein errichteten Bauwerk aus Naturstein- und Ziegelmauerwerk. **Ulf Schmidt, Markus Sandner, Holger Neugebauer, Dirk Blume und Petra Arens**

Um Instandsetzungs- und Sanierungsmaßnahmen an Bestandsmauerwerk, insbesondere an historischen Bauwerken, zielsicher und erfolgreich planen und durchführen zu können, ist eine aussagekräftige Bestandsanalyse

zwingend erforderlich. Die Bauwerksaufnahme beginnt im Allgemeinen mit einer visuellen Begutachtung, bei der das Objekt fotografisch und zeichnerisch erfasst wird. Eine handnahe Inaugenscheinnahme liefert ergänzende Informa-

tionen für die Bestands- und Schadensaufnahme. Hierbei werden einfache Untersuchungsmethoden eingesetzt, unter anderem

- das Abklopfen, um Hohlstellen zu lokalisieren,



Abb.: Kühn Geconsulting



Abb.: MPVA Neuwied



Abb.: MPVA Neuwied

Abb. 2: Der Blick ins Bohrloch liefert erste Erkenntnisse zu Struktur, Mehrschaligkeit und Hohlräumen des Mauerwerks.

Abb. 3: Eine umfassende Bohrkernbeurteilung ist wesentlicher Bestandteil der Bauwerkserfassung und Grundlage, um die Materialuntersuchungen festzulegen.

Abb. 4: Mit der in DIN 18555-9 [1] als Verfahren III genormten ibac-Prüfmethode kann die Fugendruckfestigkeit an Bauwerkproben ermittelt werden.

den können. Andererseits dürfen kritische Bereiche nicht zu stark geschädigt werden. Die Kenntnis insbesondere der statischen Erfordernisse, zum Beispiel der erforderlichen charakteristischen Mauerwerkdruckfestigkeit, erleichtert es erheblich, den Untersuchungsplan aufzustellen.

Für die Probenahme können grundsätzlich alle Schneid-, Säge- und Bohrtechniken eingesetzt werden. Außerdem können Proben händisch mit Hammer und Meißel entnommen werden. Die Verfahren sind auf die an den Proben durchzuführenden Prüfungen abzustimmen. So sind unter Umständen Erschütterungen, Wärmeentwicklung und Feuchteintrag bei der Probenahme zu vermeiden.

Sofern es die örtlichen Gegebenheiten zulassen, hat sich bewährt, Bohrkern mit einem Durchmesser von 100 bis 150 Millimetern aus dem Mauerwerk zu entnehmen. So können an einem Bohrkern sowohl Mörtel- als auch Steinproben in ausreichender Größe gewonnen und das Gefüge des Mauerwerks aussagekräftig beurteilt werden. Der Blick ins Bohrloch (Abb. 2) liefert zudem erste Erkenntnisse über Mehrschaligkeit, Gefügestruktur und Hohlstellen. Die Bohrkern werden detailliert erfasst (Abb. 3), um dann festzulegen, welche Prüfungen an den Materialien durchgeführt werden sollen.

Für statische Beurteilung müssen Festigkeitseigenschaften bekannt sein

Um die Tragfähigkeit eines Bestandsmauerwerks zu beurteilen, ist es im Allgemeinen erforderlich, die Mauerwerkdruckfestigkeit zu kennen. Nur selten sind die Biegezug- und die Schubfestigkeit von Bedeutung.

In vielen Fällen lässt sich die Druckfestigkeit des Mauerwerks auf Grundlage einfacher und teilweise genormter Prüfverfahren an den Einzelkomponenten Stein und Mörtel mit ausreichender Genauigkeit ableiten. So hat sich zur Beurteilung der Mörtelfestigkeit das sogenannte ibac-Verfahren bewährt [1]. Hierfür werden quadratische Platten aus den Lagerfugen des Mauerwerks entnommen und mit einem runden Prüfstempel belastet (Abb. 4).

Alternativ können kleinformatige Prismen (2 cm × 2 cm × Fugendicke) entnommen werden und in Anlehnung an das »

- Sondierungsbohrungen und Endoskopie, um den Wandaufbau und innere Gefügestörungen zu beurteilen sowie
- Rissbreitenmessungen.

Hierbei ist die Zielstellung für das jeweilige Objekt nicht aus den Augen zu verlieren. Und es sind gegebenenfalls fachübergreifende Fragestellungen zu formulieren:

- Liegen Standsicherheitsprobleme vor?
- Sind denkmalpflegerische Aspekte zu beachten?
- Gibt es bauphysikalische Schadensursachen?
- Sind baugrundspezifische Aspekte relevant?

Je nachdem wie die Antworten auf diese Fragen ausfallen, sind entsprechende Fachplaner hinzuzuziehen, zum Beispiel mit historischen Bauwerken erfahrene Tragwerksplaner, Denkmalpfleger, Baugrundgutachter und Bauphysiker.

Eine zutreffende Bestands- und Schadensaufnahme ist wesentliche Voraussetzung, den erforderlichen Untersuchungsumfang zielgerichtet festzulegen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass sich neben der

Arbeit am Objekt eine vorhergehende Recherche zur Entstehungs- und Nutzungsgeschichte, die Sichtung von altem Bildmaterial und von Konstruktions- und Ausführungsweisen zum Errichtungszeitpunkt bezahlt machen. Auch wenn für ältere Bauwerke häufig keine Bauunterlagen mehr vorliegen, finden sich in der Regel zumindest Hinweise, die zum Verständnis und zur Interpretation des Bauwerks beitragen. Im Allgemeinen kann der Untersuchungsumfang und der Eingriff in die Bausubstanz hierdurch verringert werden.

Zur zielgerichteten Planung des Untersuchungsumfangs zählen:

- die Untersuchungsart (vor Ort und im Labor) festlegen,
- Anzahl und Lage der Entnahmestellen bestimmen und
- Umfang der Prüfungen festsetzen.

Besonderer Erfahrung bedarf es, die repräsentativen Untersuchungsbereiche auszuwählen. Einerseits muss aus statistischer Sicht eine ausreichende Zahl von Proben vorliegen, mit denen gerade die statisch relevanten Bereiche beurteilt wer-



Abb.: MPVA Neuwied

Abb. 5: Die Druckfestigkeit von Vollziegeln lässt sich an halbierten und aufgedoppelten Ziegelsteinen oder auch an kleinformatigen Würfeln bestimmen. Für eine ebene und planparallele Oberfläche werden die Proben abgeglichen.



Abb.: Ulf Schmidt, aus [17]

Abb. 6: Für genauere Berechnungsverfahren, zum Beispiel Finite-Elemente-Berechnungen, kann es erforderlich sein, die Mauersteineigenschaften unter Zugbeanspruchung zu ermitteln, so wie hier im Biegezugversuch.

Würfeldruckverfahren geprüft werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Prüfkörper an den Schnittkanten gegebenenfalls gestört werden. Bei größeren Fugendicken oder Füllmörteln bei mehrschaligem Mauerwerk kann auch in Anlehnung an die normative Prismenprüfung (Kantenlänge 40 mm) geprüft werden.

Wird die Mauerwerkdruckfestigkeit unter Bezugnahme auf normative Druckfestigkeitswerte nach DIN 1053 [2] oder Eurocode 6 [3] beurteilt, ist zu beachten, dass die normative Mörteldruckfestigkeit nicht den Prüfwerten aus dem Bauwerk gleichgesetzt werden kann. Zum einen ist der Einfluss des Prüfkörperformats zu berücksichtigen, zum anderen auch die im Mauerwerk vorherrschenden und vom Normprisma in der Stahlschalung abweichenden Erhärtungsbedingungen. Durch das Saugverhalten der Mauersteine wird dem Mörtel Wasser entzogen. Dadurch kann die Mörteldruckfestigkeit in der Fuge ohne weiteres bis zum Zweifachen der Prismendruckfestigkeit betragen. Um die Mauerwerkdruckfestigkeit rechnerisch abzuleiten, sind die ermittelten Prüfwerte daher in Abhängigkeit der Stein- und Mörtelkombination auf der Grundlage von Erfahrungswerten abzumindern.

Künstliche Mauersteine werden normativ in der Regel an ganzen Mauersteinen geprüft. Bei Vollsteinen können ersatzweise auch kleinformatige Würfel untersucht werden. Dabei sollten die Proben mindes-

tens eine Kantenlänge von 50 Millimetern aufweisen (Abb. 5). Zu berücksichtigen ist, dass die Druckfestigkeit erfahrungsgemäß an herausgeschnittenen Würfeln tendenziell höher ist als an ganzen Mauersteinen. Das liegt daran, dass Rissbildungen und Gefügestörungen im Mauerstein am Würfelprüfkörper gegebenenfalls nicht erfasst werden.

Bei Lochsteinen sollte die Druckfestigkeit an ganzen Mauersteinen ermittelt werden. In grober Näherung kann sie auch durch Prüfen des Vollmaterials und Berücksichtigen des Lochanteils abgeschätzt werden.

Die Druckfestigkeit von Natursteinen wird nach DIN EN 1926 [4] an kleinformatigen Würfeln oder Zylindern mit einer Kantenlänge von 50 oder 70 Millimetern geprüft. Dabei ist die Ausrichtung insbesondere geschichteter Natursteine bei der Prüfung zu berücksichtigen. Die Belastungsrichtung ist analog zur Beanspruchung im Bauwerk zu wählen.

Zerstörungsfreie oder -arme Prüfmethoden wie die Prüfung mit dem Rückprall- oder Pendelhammer, die Eindringprüfung oder Bohrwiderstandsmessung zeigen erfahrungsgemäß große Streuungen. Sie liefern bislang nicht ausreichend abgesicherte Werte. Derartige Prüfungen sollten nur bei nachgewiesener Korrelation für das jeweilige Bauwerk angewendet werden.

Neben den reinen Materialeigenschaften beeinflusst die Ausführungsqualität

die Mauerwerkfestigkeit maßgeblich, insbesondere Verbandsart, Fehlstellen, Hohlräume, Mehrschaligkeit und Rissbildungen. Die rechnerisch ansetzbaren Mauerwerkfestigkeiten sollten daher nur erfahrene Fachleute festlegen.

Verformungskenngrößen können maßgebend sein

Um genauere Berechnungsverfahren anzuwenden, unter anderem die Finite-Elemente-Methode, müssen weitere Kenngrößen bekannt sein oder ermittelt werden. Hierzu zählen unter anderem der E-Modul des Mauerwerks sowie die Zugfestigkeit der Mauersteine. Letztere lässt sich versuchsstechnisch nur sehr aufwendig prüfen. Ersatzweise wird daher häufiger die Biegezugfestigkeit (Abb. 6) oder die Spaltzugfestigkeit ermittelt.

Der E-Modul des Mauerwerks kann in erster grober Näherung aus dem E-Modul des Mauerwerksmörtels und der Mauersteine sowie den jeweiligen Volumenanteilen abgeschätzt werden. Der E-Modul kann in statischen Druckversuchen mit Verformungsmessungen geprüft werden (Abb. 7). Die Prüfkörper sollten hierbei eine ausreichende Schlankheit aufweisen, und zwar mindestens $h/D \geq 2$. Ersatzweise kann auch der dynamische E-Modul über die Schalllaufzeit ermittelt werden.

Aus den Lagerfugen können in der Regel keine Prüfkörper mit ausreichenden Abmessungen für den Mörtel gewonnen

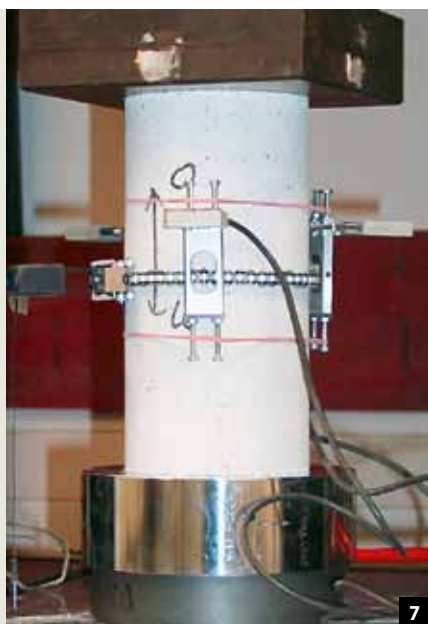


Abb.: Ulf Schmidt, aus [17]



Abb.: MPVA Neuwied



Abb.: MPVA Neuwied

Abb. 7: Die Bestimmung des Längs- und Querdehnungsmoduls am Steinmaterial ...

Abb. 8: ... oder auch an Verbundprüfkörpern aus Naturstein und Mörtel liefern wesentliche Verformungskenngrößen.

Abb. 9: Prüfungen an Mauerwerkprüfkörpern liefern zuverlässige Ergebnisse, sind aber auch aufwendig.

werden. Der E-Modul des Mörtels wird daher häufig über die Druckfestigkeit abgeschätzt. Ist es wichtig, den E-Modul des Mauerwerks genauer zu kennen, sollten Verbundprüfkörper untersucht werden, da insbesondere an der Kontaktfläche zwischen Stein und Mörtel nicht zu vernachlässigende Verformungen auftreten können. Abb. 8 zeigt einen Verbundprüfkörper aus einem Natursteinmauerwerk, an dem die Verformungen über den Fugenbereich ermittelt wurden. Um die Probe in Belastungsrichtung untersuchen zu können, wurde aus dem Bauwerk ein Bohrkern mit einem Durchmesser von 250 Millimetern entnommen. Aus diesem wurde im Labor wiederum senkrecht hierzu ein Bohrkern mit einem Durchmesser von 100 Millimetern gezogen.

Manchmal wird festgestellt, dass die in der Regel konservativ ermittelten Festigkeitswerte nicht ausreichen. Oder man benötigt die vollständigen Spannungs-Dehnungslinien. In diesen Fällen können auch großformatigere Wandprüfkörper aus dem Mauerwerk entnommen werden – analog RILEM-Prüfkörper (Abb. 9). Eine weitere Möglichkeit ist, am Bauwerk selbst Belastungsversuche durchzuführen.

Die Feuchteigenschaften beeinflussen die Beständigkeit

Die Feuchtebelastung des Mauerwerks ist eine weitere wichtige Kenngröße. Ist diese erhöht, kann sie die Dauerhaftigkeit des

Mauerwerks nachhaltig beeinträchtigen, zum Beispiel durch Salzausblühungen und Schäden am Mörtel- oder Steingefüge. Das kann wiederum seine Festigkeiten mindern.

Deshalb ist es wichtig festzustellen, auf welche Art der Einwirkung die erhöhte Feuchtebelastung zurückzuführen ist:

- Geht die Durchfeuchtung von der Witterungsseite aus?
- Oder geht sie von den erdberührten Teilen des Mauerwerks aus, zum Beispiel weil eine Abdichtung fehlt?
- Oder handelt es sich um eine auf eine Salzbelastung zurückzuführende hygroskopische Feuchte?

Auch für die Wahl eines geeigneten Sanierungsverfahrens sind die Höhe der Feuchtebelastung und die Verteilung im Bauwerk von Bedeutung. Derartige Fragestellungen können in der Regel durch Erstellen eines Feuchteprofils beantwortet werden. Hierzu sind Bohrkern in verschiedenen Höhen und Bereichen des Bauwerks zu entnehmen. Der Feuchtegehalt ist in unterschiedlichen Tiefen des Bohrkerns zu ermitteln.

Die Probe muss dabei zwingend trocken und ohne Einbringen zu hoher Wärmeenergie entnommen werden. Denn wird der Bohrkern zu stark erwärmt, kann sich der Feuchtegehalt bereits dadurch verringern. Sofern dies möglich ist, sollten für diese Zwecke Bohrkern mit einem Durchmesser von mindestens 70 Millimetern

entnommen werden. Wichtig ist, die Probe direkt luftdicht zu verpacken und zeitnah zu untersuchen. Sollen Feuchtegehalte in verschiedenen Tiefen ermittelt werden, ist der Bohrkern vor Ort unter Umständen direkt zu spalten. An den ausgebauten Proben können neben dem Feuchtegehalt auch die Ausgleichsfeuchte bei Lagerung im definierten Klima sowie die Sättigungsfeuchte bestimmt werden. Das ermöglicht, den Durchfeuchtungsgrad zu bestimmen.

Der Feuchtegehalt sollte mit der zuverlässigen Darr-Methode ermittelt werden. Sind gipshaltige Baustoffe vorhanden, darf die Trocknungstemperatur maximal 40 °C betragen, da sich diese ansonsten verändern können.

Um das Verwitterungsverhalten der Baustoffe zu beurteilen, liefern weitere Kennwerte wichtige Informationen:

- die Porosität,
- die Porenradialverteilung,
- Eigenschaften des Mörtel-/Steingefüges,
- die chemisch-mineralische Zusammensetzung.

Die Porosität von Baustoffen kann analog DIN 52103 [5] oder mit der Quecksilberdruckporosimetrie nach DIN 66133 [6] ermittelt werden. Letztere Methode liefert neben der reinen Porosität auch Angaben zur Porenradialverteilung und ermöglicht damit Aussagen zur Kapillarität der Baustoffe.

Die kapillare Wasseraufnahme wird in der Regel analog DIN EN ISO 15148 [7] »



Abb.: MPVA Neuwied

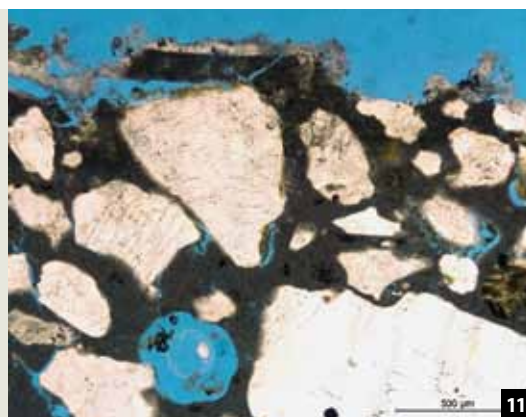


Abb.: MPVA Neuwied

Abb. 10: Lastunabhängige Formänderungen, zum Beispiel infolge von Austrocknung, lassen sich mit einer Messuhr einfach ermitteln.

Abb. 11: Dünnschliffmikroskopische Untersuchung, um die Schädigung eines historischen Kalkmörtels zu identifizieren: An der Oberfläche hat sich eine Gipskruste gebildet, an den Flanken der Gesteinskörner zeigen sich Rissbildungen.

geprüft. Diese Kenngröße erlaubt, die Witterungsbeständigkeit der Baustoffe besser abzuschätzen. Weiterhin lässt sich das feuchtetechnische Verhalten der Mörtel im Kontakt zum Mauerstein genauer beurteilen. Das ist von Bedeutung, um geeignete Baustoffe für die Sanierung auszuwählen.

Die Ersatzbaustoffe sollten den bisherigen Baustoffen angepasst werden. Hierzu kann es zielführend sein, auch deren feuchte- und temperaturbedingtes Verformungsverhalten zu bestimmen.

Die Formänderungen können an prismatischen oder zylindrischen Prüfkörpern mit dem in DIN 52450 [8] beschriebenen Messgalgen bestimmt werden (Abb. 10). Um die Frostbeständigkeit insbesondere von Ersatz- und Ergänzungsmaterialien zu prüfen, existieren verschiedene baustoffabhängige Prüfverfahren, zum Beispiel die DIN EN 12371 [9] und DIN 52008 [10] für Natursteine und die DIN EN 772-22 [11] und DIN 52252-1 bis -3 [12, 13, 14] für Mauerziegel.

Alte und neue Baustoffe müssen miteinander verträglich sein

Werden im Zuge einer Sanierung Injektions- und Ankermörtel sowie Verfug- oder sonstige Ergänzungsmörtel in das Bauwerk eingebracht, ist grundsätzlich eine ausreichende Verträglichkeit dieser Mörtel mit den vorhandenen Baustoffen zu gewährleisten. Schädigende Treibreaktionen, zum Bei-

spiel durch eine bauseits vorliegende hohe Sulfatbelastung, sind durch hierauf abgestimmte Mörtel unbedingt zu vermeiden.

Insbesondere bei historischen Bauwerken ist nicht davon auszugehen, dass standardisierte Baustoffe verwendet wurden. Es ist daher bei derartigen Objekten von erhöhtem Interesse, die Mörtelzusammensetzung zu kennen. Soll bei historisch bedeutsamen Denkmälern der historische Baustoff nachgestellt werden, ist neben Angaben zur Zusammensetzung wie Art des Bindemittels und der Gesteinskörnung sowie deren Mischungsverhältnis gegebenenfalls auch die Korngrößenverteilung der Gesteinskörnung von Interesse.

Die Bindemittelart und -menge kann näherungsweise durch nasschemische Untersuchungen im Sinne der DIN 52170 [15] ermittelt werden. Gerade bei historischen Bauwerken, bei denen keine „standardisierten“ Baustoffe verwendet wurden, stößt diese Methode jedoch an ihre Grenzen. Dies gilt auch für „moderne“ Baustoffe mit löslichen Gesteinskörnungen oder solchen mit Bindemittelgemischen.

In solchen Fällen kann es sich daher anbieten, ergänzend weitere Methoden einzusetzen. Aussagen zur Bindemittelzusammensetzung sowie zur Art der Gesteinskörnung liefern zum Beispiel Verfahren wie die Röntgenbeugungsanalyse (RBA) oder eine Differenzthermoanalyse mit Thermogravimetrie (DTA/TG).

Die Mörtelausbauproben mikroskopisch zu untersuchen, kann ebenfalls sinnvoll sein, um weitere Informationen über die Zusammensetzung oder mögliche Gefügeschäden zu erhalten (Abb. 11). So lässt sich mikroskopisch beispielsweise feststellen, ob chemisch nachgewiesene Calciumcarbonate dem Bindemittel oder der Gesteinskörnung zuzuordnen sind, ob eine gleichmäßige Verteilung des Bindemittels vorliegt oder ob in oberflächennahen Zonen eine Auslaugung oder Gefügeschädigung besteht. Als mögliche Methoden kommen hier eine lichtmikroskopische Untersuchung am Dünnschliff oder eine Untersuchung mit einem Rasterelektronenmikroskop infrage.

Sollen historische Mörtel nachgestellt werden, kann die Korngrößenverteilung der


LITERATUR

- [1] DIN 18555-9:2018-05 Entwurf Prüfung von Mörteln mit mineralischen Bindemitteln – Festmörtel – Teil 9: Bestimmung der Fugendruckfestigkeit
- [2] DIN 1053-1:1996-11 Mauerwerk – Teil 1: Berechnung und Ausführung
- [3] DIN EN 1996-1-1:2013-02 Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk + Nationale Anhänge
- [4] DIN EN 1926:2007-03 Prüfverfahren für Naturstein – Bestimmung der einachsigen Druckfestigkeit
- [5] DIN 52103:1988-10 Prüfung von Naturstein und Gesteinskörnungen – Bestimmung von Wasseraufnahme und Sättigungswert
- [6] DIN 66133:1993-06 Bestimmung der Porenvolumenverteilung und der spezifischen Oberfläche von Feststoffen durch Quecksilberintrusion
- [7] DIN EN ISO 15148:2016-12 Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten – Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten bei teilweisem Eintauchen (ISO 15148:2002 + Amd 1:2016)
- [8] DIN 52450:1985-08 Prüfung anorganischer nichtmetallischer Baustoffe – Bestimmung des Schwindens und Quellens an kleinen Probekörpern
- [9] DIN EN 12371:2010-07 Prüfverfahren für Naturstein – Bestimmung des Frostwiderstandes
- [10] DIN 52008:2006-03 Prüfverfahren für Naturstein – Beurteilung der Verwitterungsbeständigkeit
- [11] DIN EN 772-22:2017-12 Entwurf Prüfverfahren für Mauersteine – Teil 22: Bestimmung des Frost-Tau-Widerstandes von Mauerziegeln
- [12] DIN 52252-1:1986-12 Prüfung der Frostwiderstandsfähigkeit von Vormauerziegeln und Klinkern – Allseitige Befrostung von Einzelziegeln
- [13] DIN 52252-2:1986-12 Prüfung der Frostwiderstandsfähigkeit von Vormauerziegeln und Klinkern – Befrostung von Ziegeln in Prüfblöcken
- [14] DIN V 52252-3:2005-02 Prüfung der Frostwiderstandsfähigkeit von Vormauerziegeln und Klinkern, Teil 3: Einseitige Befrostung von Prüfwänden
- [15] DIN 52170-1:1980-02 Bestimmung der Zusammensetzung von erhärtetem Beton – Allgemeines, Begriffe, Probenahme, Trockenrohddichte
- [16] WTA-Merkblatt 4-5-99/D:2015-10 Beurteilung von Mauerwerk – Mauerwerkdiagnostik
- [17] Schmidt, U.: Ein bruchmechanischer Beitrag zur Biegezugfestigkeit von Mauerwerk. Dissertation. Technische Hochschule, Aachen, Fachbereich 3. Aachen, 2014

Gesteinskörnung nach Aufschluss des Mörtels durch eine Siebanalyse ermittelt werden. Dies ist bei Mörteln mit salzsäurelöslichen Gesteinskörnungen nur bedingt möglich, da in diesem Fall der Mörtel und damit auch die Gesteinskörnung in verdünnter Salzsäure gelöst wird. Aussagen zur Kornverteilung können jedoch auch auf Basis einer mikroskopischen Untersuchung getroffen werden.

Um die Salzbelastung zu beurteilen, wird in der Regel der Gehalt an den wasserlöslichen Anionen Chlorid, Nitrat und Sulfat bestimmt. Anhaltswerte zur Beurteilung dieser Gehalte enthält das WTA-Merkblatt 4-5-99/D [16].

Zum Untersuchen des Salzgehalts sind Bohrmehlproben grundsätzlich ausreichend. Die Bohrkerne ermöglichen eine augenscheinliche Begutachtung des beprobten Bereichs, um gezielt auffällig erscheinende Probenbereiche auswählen zu können.

Es ist sinnvoll, ein Salzprofil aufzustellen, das heißt, die Salzbelastung in verschiedenen Höhen und Tiefen zu erfassen. Dies ist beim Festlegen der Probestellen zu berücksichtigen. Bei der Entnahme ist insbesondere darauf zu achten, dass die Proben nicht verunreinigt werden. 

AUTOREN

Dr.- Ing. Ulf Schmidt, Dr. Petra Arens
MPVA Neuwied GmbH
Neuwied

Dipl.-Geol. Dirk Blume
Kühn Geoconsulting GmbH
Bonn

Dipl.-Ing. Holger Neugebauer
Hempel Ingenieure GmbH
Köln

Architekt Dipl.-Ing. Markus Sandner
Sandner Architekten
Königswinter

BEITRAG WIRD FORTGESETZT

Im zweiten Teil dieses Artikels wird dargestellt, wie ausgewählte Untersuchungsmethoden eingesetzt wurden, um das Mauerwerk der Bastion „Alter Zoll“ in Bonn instand zu setzen.

B+B Bauen im Bestand24.de

SERVICE – ARCHIV

Schlagworte:

**Bauwerksdiagnostik,
Mauerwerk,
Mauerwerksinstandsetzung**



VERANSTALTUNGSTIPP

Neuwieder Baustofftage 2019: Bauen im Bestand – erforderliche Nachweise, Baustoffuntersuchungen und Umgang mit Schadstoffen am 12. Februar 2019 in Neuwied

Weitere Informationen:

[https://mpva.de/media/files/
Einzelflyer_Bauen_Im_Bestand_-HWK.pdf](https://mpva.de/media/files/Einzelflyer_Bauen_Im_Bestand_-HWK.pdf)