



17.3.2016 IN BERLIN  
6. SCHIMMELPILZKONFERENZ



Professionell  
modernisieren,  
umbauen,  
instand setzen

38. Jahrgang · Dezember 2015

# B+B BAUEN IM BESTAND

7.2015

TITELTHEMA

## Bauwerksdiagnostik

MAUERWERKSINSTANDSETZUNG

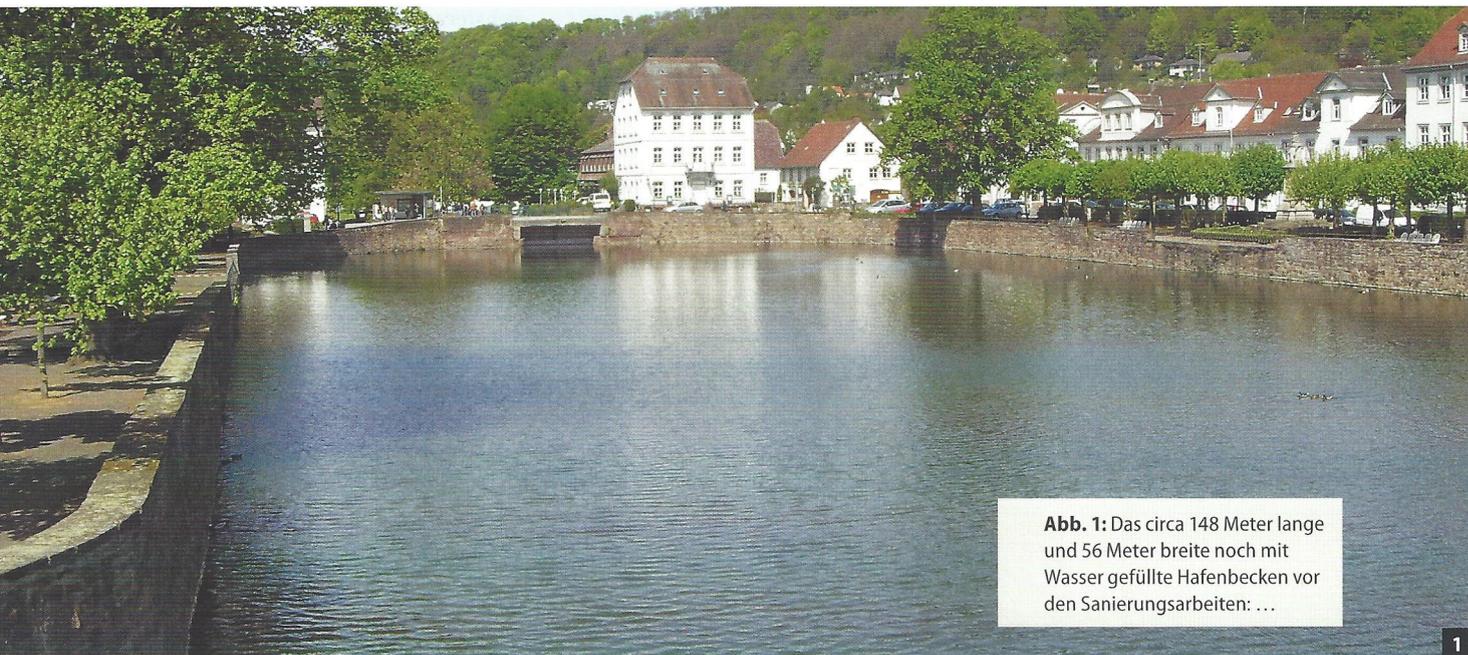
**Hafenmauern in Bad Karlshafen saniert**

INNENDÄMMUNG

**Anschluss an Holzbalkenkonstruktionen**

SCHIMMELPILZSANIERUNG

**Schimmel auf Holz und seine Sanierung**



**Abb. 1:** Das circa 148 Meter lange und 56 Meter breite noch mit Wasser gefüllte Hafenbecken vor den Sanierungsarbeiten: ...

Abb.: HAZ Beratende Ingenieure für das Bauwesen GmbH

# Die Mauer drohte zu fallen

**Sanierung der Hafenuauern in Bad Karlshafen** ■ Ein malerisches Hafenbecken bildet seit über 300 Jahren das Zentrum des Städtchens Bad Karlshafen. An den Hafenuauern traten Schäden auf, die sowohl die Standsicherheit der Anlage als auch angrenzende Straßen und Fußwege gefährdeten. Um die Mauern zu retten, war eine Reihe anspruchsvoller Sanierungsmaßnahmen erforderlich, zum Beispiel die Sicherung der Mauern mit einer Fangebalken-Konstruktion, Strumpfkern und Erdnägeln sowie eine Wasserführung mit Drainageröhren und -mörteln, die bei Hochwasser für einen schnellen Rücktransport des Wassers sorgt, um den Druck von den Mauern zu nehmen. Der idyllische Eindruck des Hafenbeckens konnte dennoch erhalten werden. **Dr.-Ing. Ulrich Huster, Dr. Petra Egloffstein und Guido Wollenberg**

Das Hafenbecken ist ein prägendes Wahrzeichen inmitten von Bad Karlshafen (Abb. 1). Eine umfassende Bauwerksanalyse der gesamten Anlage erbrachte im Jahr 2010 jedoch ein alarmierendes Ergebnis: Die mit der Analyse beauftragte HAZ Beratende Ingenieure für das Bauwesen GmbH stellte an den Mauern Schäden fest, die nicht nur die Standsicherheit gefährdeten, sondern auch die Verkehrssicherheit in Teilen der angrenzenden Wege und Straßen. Einige Stellen mussten bis zum Beginn der Sanierungsarbeiten abgesperrt werden.

Das Hafenbecken ist circa 148 Meter lang und 56 Meter breit. Der Zulaufkanal zur Diemel ist zusätzlich circa 190 Meter lang und 8,5 Meter breit. Die Mauern erreichen an einigen Stellen eine Höhe von 6,0 Metern von der Beckensohle bis zur

Mauerkrone. Die Schadensanalyse ergab über den gesamten Bereich eine zu bearbeitende Mauerfläche von fast 2.300 Quadratmetern.

Schon bei gefülltem Becken sah man deutlich sichtbar äußere Schäden an der historischen Hafenanlage: Teilausbrüche des Mauerwerks, Ausbauchungen der Wände, Risse im Mauerwerk, Stein- und Wandverschiebungen an der Mauerkrone, Flankenabriss sowie vereinzelt auch Schäden an den Steinen selbst. Auch die Kanalmauern zeigten erhebliche Ausbauchungen, Steinverschiebungen und deutliche Fluchtabweichungen. Die an die Kanalmauern angrenzenden Fußwege und Straßen hatten sich an einigen Stellen abgesenkt. Die Absenkungen ließen Wandbewegungen vermuten, verbunden mit einer Hinterspülung der Mauern. Die Nachweise

für die Gleit- und Kippsicherheit des Systems gelangen hier nicht mehr: Die deutlich eingeschränkte Standsicherheit erforderte umfassende Sanierungsmaßnahmen.





**Abb. 2:** ... Das volle Ausmaß des Schadens zeigte sich aber erst, nachdem das Wasser abgelassen war.

2 Abb.: tubag, Krufft

Noch ausgeprägter trat das Schadensbild nach dem Trockenlegen des Hafenbeckens zutage (Abb. 2). Das Mauerwerk hatte sich auf Höhe des Wasserspiegels in weiten Bereichen um bis zu 15 Zentimeter in Richtung Becken verschoben (Abb. 3). Ein planmäßiger Verbund war an diesen Stellen nicht mehr vorhanden: Im tief liegenden Mauermörtel fand sich kein Bindemittel mehr. Dieses war weitgehend durch eingespülten Boden ersetzt worden. Dadurch wurde die Reibung in der Lagerfuge der Steinschichten erheblich vermindert, was insbesondere an Frosttagen zerstörerische Folgen nach sich zog. Zwischen den Steinlagen bildete sich eine Eisschicht, die dem Erddruck auf das Mauerwerk kaum noch Widerstand entgegengesetzte

und zu Gleitbewegungen der Steinschichten innerhalb des Mauerwerks führte.

Der Schädigungsprozess hatte sich zunehmend verstärkt und zu einer Verminderung der Standsicherheit geführt. Diese umfasste sowohl die innere Standsicherheit, so dass im Mauerwerk jederzeit neue Ausbauchungen hätten entstehen und ausbrechen können, als auch die äußere Standsicherheit mit noch gravierenderen Folgen. Sie gipfelten in der Gefahr, dass die komplette Mauer kippen und das Erdreich mit sich ziehen könnte.

Eine Besonderheit fand sich schließlich noch am Fuß der Mauern: Schon in alten Plänen war eine schräge Wandverbreiterung eingezeichnet, die den Eindruck vermittelte, die Wand zu stabilisieren. Bei der

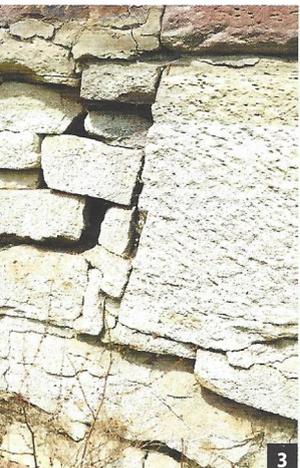
Bestandsaufnahme zeigte sich jedoch, dass diese Verbreiterung nur vorgemauert war, ohne einen Verbund mit der eigentlichen Wand. Sie gehörte nicht zur tragenden Konstruktion und bestand hauptsächlich aus Schutt mit einer darüberliegenden Steinschicht ohne große Schutzwirkung. Die einzelnen Steine ließen sich teilweise ohne großen Kraftaufwand mit der Hand herausziehen (Abb. 4).

### Hafenbecken in zwei Bauabschnitten instand gesetzt

Die Instandsetzung des Hafenbeckens umfasste zwei Bauabschnitte. Bauleitung und Tragwerksplanung übernahm wiederum das Team von HAZ Beratende Ingenieure für das Bauwesen. Im ersten Bauabschnitt zwischen Juli 2013 und Juni 2014 wurde die Südseite des Beckens saniert. Der zweite Bauabschnitt startete im Mai 2014 und wird voraussichtlich im Jahr 2015 abgeschlossen. Hier standen die Kanalmauern im Mittelpunkt, die das Hafenbecken mit der Diemel verbinden. Dieser zweite Abschnitt stellte deutlich komplexere Anforderungen, da der Kanal beidseitig von Straßen umgeben ist, die zwar für Lkw gesperrt sind, aber für Feuerwehrfahrzeuge befahrbar bleiben müssen. Die angrenzenden Kanalmauern müssen dieser Belastung widerstehen können.

### Monolithischen, gleit- und kipp-sicheren Mauerwerkskörper erstellen

Um das Mauerwerk wiederherzustellen, sollte ein weitgehend monolithischer Mauerwerkskörper mit einer entsprechenden Gleit- und Kippsicherheit erstellt werden. Ein wichtiges Ziel dabei war es, so viel »



**Abb. 3:** Das Mauerwerk hatte sich auf Höhe des Wasserspiegels in Richtung Becken verschoben.

3 Abb.: tubag, Krufft

**Abb. 4:** Steine ließen sich ohne Kraftaufwand per Hand aus dem alten Wandfuß entnehmen.



4 Abb.: tubag, Krufft



Abb.: tubag, Kruff



Abb.: tubag, Kruff

**Abb. 5:** Eine Konstruktion, um dem Mauerwerk Halt zu geben, sind Erdnägel.

**Abb. 6:** Der Kopf des Erdnagels dient als Bohrer. Während der Erdnagel durch den Boden und die Mauer gebohrt wird, wird eine Zementsuspension durch den Bohrer gepresst und tritt am Kopf über die Düsen wieder aus.

wie möglich von der ursprünglichen Baustanz zu erhalten.

Aufgrund der hohen Kosten konnten die ursprünglichen Steine an den schadhaften Stellen jedoch nicht gesichert und wiederverwendet werden. Stattdessen wählte man Ersatzmaterial aus einem regionalen Steinbruch. Auch die ursprünglichen Steine stammen aus der Region, so dass Alt und Neu eine vergleichbare Anmutung und Qualität aufweisen. Nach wie vor bestehen sowohl die Hafens- als auch die Kanalmauern aus einem hochwertigen rötlichen Wesersandstein.

Eine wichtige Rolle bei der Instandsetzung spielte auch der Mörtel. Denn die mangelnde Dauerhaftigkeit des ursprünglich eingesetzten Materials hat maßgeblich zum Schadensbild beigetragen. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Steinkonservierung Mainz wurde als neuer Baustoff ein hydraulisch abbindender, frostsicherer Mörtel mit geringem Alkaligehalt gewählt. Eine Drainagekörnung macht ihn wasserdurchlässig, um so einen Wasserstau im Erdreich zu minimieren. Er erhielt eine auf den historischen Befund und das Sandsteinmauerwerk angepasste rötliche Farbgebung, damit der Mörtel den Sandstein nicht dominiert.

### Neues horizontales Lager sichert die Standsicherheit

Die Tragwerksplaner setzten darüber hinaus eine ganze Reihe von Technologien ein, die zusammengenommen die Grund-

lage für die Standsicherheit der Mauern bilden. Besonders gesichert wurden die Kanalmauern an den Straßenabschnitten, die zumindest im Notfall der Belastung durch Feuerwehrfahrzeuge standhalten müssen und bei denen der statische Nachweis nicht gelungen war. Dazu wurde im oberen Wanddrittel ein horizontales Lager als Basis geschaffen, um die Kippgefahr wesentlich zu reduzieren. Dieses horizontale Lager wurde teils durch Erdnägel (Abb. 5/6), teils durch eine Fangebalken-Konstruktion gebildet (Abb. 7). Dabei haben Erdnägel den Vorteil, dass die Straße unberührt bleiben kann. An Stellen mit geometrisch ungünstigen Leitungslagen unterhalb der Straße war allerdings eine

Fangebalken-Konstruktion notwendig. Schließlich wurden auch noch Strumpfanke eingesetzt (Abb. 8), um die innere Stabilität der Mauer zu erhöhen. Sie wurden von der zum Wasser hin gelegenen Innenseite ins Mauerwerk eingebracht, um dessen einzelne Schalen fest miteinander zu verbinden.

Das als Schutz gegen die Kippgefahr eingesetzte neue horizontale Kopflager besitzt spezielle Zugglieder. In diesen werden relativ große Kräfte aktiviert, die nicht direkt im Mauerwerk verankert werden können. Deshalb wird im Erdreich direkt neben der Mauer ein Stahlbetonbalken eingebaut, der über nichtrostende Nadeln kontinuierlich mit der Mauer verbunden ist. So werden

## HISTORISCHES: DER HAFEN VON BAD KARLSHAFEN

Bad Karlshafen liegt am Zusammenfluss von Weser und Diemel nördlich von Kassel. Landgraf Carl von Hessen-Kassel wollte hier Anfang des 18. Jahrhunderts einen zentralen Umschlagplatz für Schiffsgüter aus dem Norden errichten. Zu diesem Zweck ließ der umtriebige Landgraf, der auch den Kasseler Herkules in Auftrag gab, eine Hafenanlage bauen. Sie war Teil eines größeren Planes, der einen Kanal von der Weser bei Bad Karlshafen über die Diemel bis zur Lahn vorsah. So wollte der Landgraf bestehende Zollgrenzen und Stapelrechte auf dem Weg zu seinem Sitz in Kassel vermeiden.

Der Umgehungs kanal wurde allerdings nie fertig: Er scheiterte nicht zuletzt an der großen Zahl an Schleusen, die für die Schiffbarmachung erforderlich gewesen wären. Mit dem Tode Carls im Jahre 1730 endeten die Arbeiten am Kanal. Fertiggestellt wurde bis zu diesem Zeitpunkt lediglich ein kleines Teilstück. Bad Karlshafen erhielt jedoch ein malerisches Hafenbecken im Zentrum der Stadt, das eine direkte Anbindung zur Weser besaß und zudem über einen kleinen Kanal mit der Diemel verbunden war.

Heute nutzen schon lange keine Schiffe mehr die Hafenanlage. Zurzeit besteht auch keine Möglichkeit, von der Weser oder Diemel aus per Schiff das Hafenbecken zu erreichen.



**Abb. 7:** Damit die Straße auch von Feuerwehrfahrzeugen befahren werden kann, sichert eine Konstruktion mit Fangebalken die Kanalmauern.

die großen Ankerkräfte auf größere Strecken mauerwerksgerecht verteilt.

Ein Zugglied besteht entweder aus einem Erdnagel, der direkt im Boden verankert wird, oder aus einem Stahlstab, der durch einen speziellen Fangedamm gehalten wird. An Stellen ohne Fahrzeugverkehr war ein solches horizontales Kopflager nicht erforderlich.

Die Fangebalken-Konstruktion in Bad Karlshafen besteht aus zwei Betonbalken (Abb. 7). Der erste ist unmittelbar mit der Rückseite der Mauer verbunden. Der zweite befindet sich in etwa drei Meter Abstand dazu senkrecht circa 50 Zentimeter unter der Straßenoberfläche. Dies ist der Fangebalken. Beide Balken werden mit einem leicht schräg geführten Gewindestab als Zugglied verbunden.

Diese Kombination wird in regelmäßigen Abständen entlang der Mauer wiederholt. Sie schützt diese davor, gemeinsam mit dem Erdkeil, der einen direkten Druck auf die Mauer auslöst, nach vorne zu kippen. Beispielsweise wenn sich die Belastung an der Oberfläche durch schwere Fahrzeuge deutlich erhöht. Der Fangebalken liegt in einem Teil des Erdreichs, das weit genug von der Mauer entfernt liegt, um selber keinen Druck mehr auf diese auszulösen. Aufgrund des Abstands zur Mauer ist er von dieser entkoppelt und gibt den erforderlichen zusätzlichen Halt.

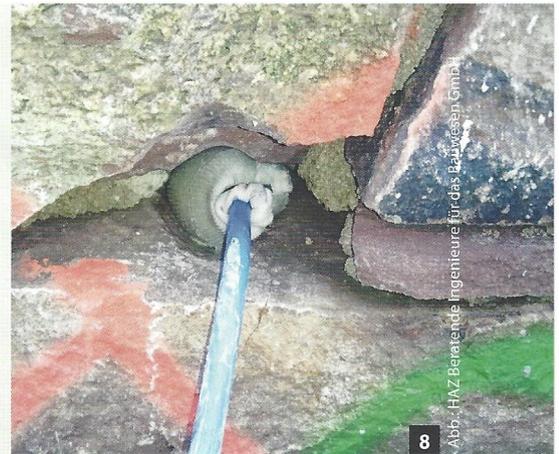
Wo der Einsatz einer Fangebalken-Konstruktion nicht erforderlich war, kamen Erdnägeln zum Einsatz. In Bad Karlshafen

wurden mehrere Meter lange, circa fünf bis sechs Zentimeter dicke Erdnägeln verwendet. Sie sind im Inneren hohl, so dass Flüssigkeit hindurchgepumpt werden kann. Vorne haben sie einen Bohrkopf mit Düsen, durch den sie gleichzeitig als Bohrer benutzt werden können (Abb. 5/6). Während der Erdnagel durch den Boden und die Mauer gebohrt wird, wird eine Zementsuspension durch den Bohrer gepresst und tritt am Kopf über die Düsen wieder aus. Auf diese Weise wird ein zusätzlicher 20 bis 25 Zentimeter breiter Bohrkanal um den Erdnagel herum erzeugt, in den die Zementfüllung fließt und schließlich erhärtet. Der Erdnagel verbleibt mit dem Bohrkopf in der Mauer und wird von einer entsprechenden Zementschicht umgeben, die auch den notwendigen Verbund mit dem anstehenden Boden erbringt.

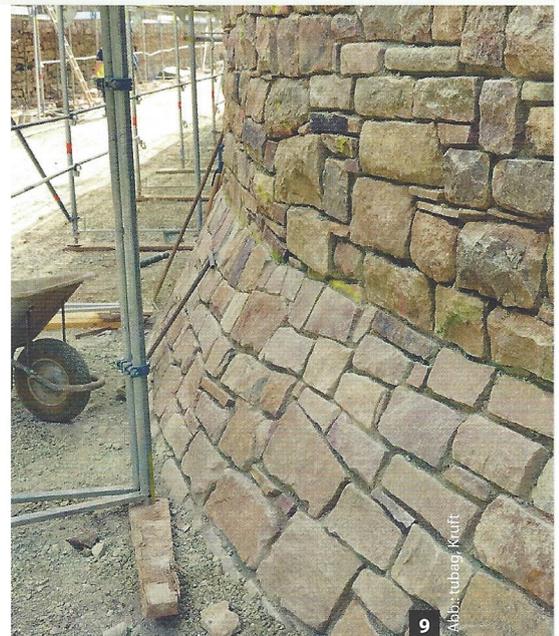
### Strumpfanke ertüchtigen Mauerwerksverband in der Wandtiefe

Eine weitere Sicherungsmaßnahme war der Einsatz von Strumpfanke. Sie sind wesentlich kürzer als die verwendeten Erdnägeln und verbleiben im Mauerquerschnitt. Die Strumpfanke ertüchtigen den gestörten Mauerwerksverband in der Wandtiefe.

In Bad Karlshafen wurden sie in einem Bereich von einem Meter über dem Wasserspiegel bis hinunter zum Boden ins Mauerwerk gebracht. Dabei musste die ausführende Firma zunächst in einem Test belegen, dass sie mit Strumpfanke



**Abb. 8:** Bei den Strumpfanke tritt ein wenig Mörtelschleim aus dem Strumpf aus und trägt dazu bei, dass der Anker sich im Mauerwerk verkrallt.



**Abb. 9:** Der neue Wandfuß übernimmt eine stabilisierende Funktion. Steine und dahinterliegende Wand werden verzahnt.

umgehen kann, bevor sie den Auftrag erhielt. Hier kam es dem Projekt zugute, dass HAZ Beratende Ingenieure gleichzeitig Tragwerksplanung, Bauleitung und die Ausschreibung für das Projekt übernahmen. So konnten sie das Wissen über das gesamte Projekt bündeln und für eine umfassende Qualitätskontrolle sorgen.

Für den Mauerwerksanker wird ein Loch in das Mauerwerk gebohrt. Er wird – von einem Gewebestrumpf umgeben – in die Mauer eingesetzt. Dafür wurde ein nach unten geneigter Winkel zwischen 30 und 45 »



**Abb. 10:** Drainagerohre und Mörtel mit Drainagekörnung schützen die Mauern vor den Hochwassern, die regelmäßig zu erwarten sind.

Abb.: tubag, Kruft

Grad gewählt. Durch die schräge Führung des Ankers werden die Steine oberhalb und unterhalb der verankerten Steine einbezogen, weil durch die schräg wirkende Kraft auch auf diese Druck ausgeübt wird.

In den Strumpf wird Mörtel eingebracht, wobei die Strumpfhülle verhindert, dass sich der Mörtel unkontrolliert im Mauerwerk verteilt. Stattdessen bleibt er dort, wo er gebraucht wird. Der Strumpf ist leicht durchlässig, so dass eine kleine Menge Mörtelschleim nach außen gelangt und sich der Anker gut im Mauerwerk verkrallt (Abb. 8). Im Mittel wurden die aufeinanderfolgenden Schichten durch zwei Anker pro Quadratmeter miteinander verzahnt und der Halt der gesamten Mauer deutlich verstärkt.

### Neuer Wandfuß stabilisiert die Mauer

Verstärkt wurde darüber hinaus der Wandfuß. Der alte instabile Aufbau aus Schutt und einer darüberliegenden Steinschicht wurde durch eine komplett gemauerte Variante ersetzt (Abb. 9). Dabei wurden die neuen Steine mit der dahinterliegenden senkrechten Wand verzahnt, so dass der Wandfuß nun tatsächlich eine stabilisierende Funktion übernehmen kann.

Vervollständigt wurden die Sicherungsmaßnahmen durch Drainagerohre hinter den Mauern mit Öffnungen zum Hafenbecken (Abb. 10). So wird nach einem Hochwasser im Boden anstehendes Was-

ser schnell abgeführt, ohne die Wand zusätzlich zu belasten.

### Mörtel wurden an jeweilige Aufgaben angepasst

Der Mörtel spielte nicht nur für die Mauer- und Fugenflächen eine wichtige Rolle. Auch bei den Erd- und den Strumpfkernern

kam es darauf an, den passenden Baustoff für die Anforderungen zu wählen.

Im Vordergrund bei der Wahl des Fugenmörtels standen dabei vorwiegend ästhetische Gründe, da der idyllische Eindruck des Hafenbeckens wiederhergestellt werden sollte. Gleichzeitig waren die technischen Anforderungen zu erfüllen. Für die gesamten Arbeiten entwickelte das Unternehmen tubag aus Kruft die passenden Mörtel.

Anhand von vorab errichteten Probemauern entschieden sich Bauleitung, die Fachleute des Instituts für Steinkonservierung und der Baustofflieferant für eine Verfugung im Trockenspritzverfahren. Trockenmauerwerk ohne Mörtel war keine Alternative, denn die hinter der Mauer liegenden bindigen Böden hätten bei Überschwemmungen in die kleinen Öffnungen zwischen den Fugen eingetragen werden können. Würden diese Stellen nass oder frostig, bestände kein Reibungswiderstand zwischen den Steinschichten mehr. Ohne Haftung könnten sich die Steine auf dieser Schmier- und Gleitschicht gegeneinander verschieben.

Für die gesamten Arbeiten wurden ausschließlich hydraulische Mörtel verwandt. Eine ausreichende Menge an Trasszusätzen verhindert primär Kalkaussinterun-

## BAUTAFEL

### Bauherr:

Land Hessen, vertreten durch Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst, Hessisches Immobilienmanagement, Hessisches Baumanagement, Regionalniederlassung Nord sowie Verwaltung der staatlichen Schlösser und Gärten Hessen

### Projektleitung:

Hessisches Baumanagement, Regionalniederlassung Nord

### Tragwerksplanung und Bauleitung:

HAZ Beratende Ingenieure für das Bauwesen GmbH, Kassel ([www.haz-ingenieure.de](http://www.haz-ingenieure.de))

### Materialtechnische Beratung:

Institut für Steinkonservierung e.V., Mainz ([www.ifs-mainz.de](http://www.ifs-mainz.de))

### Ausführende Unternehmen:

Kaufmann GmbH, Neu-Isenburg ([www.steinmetz-kaufmann.de](http://www.steinmetz-kaufmann.de)), 1. Bauabschnitt; SPESA Spezialbau und Sanierung GmbH, Schrobenshausen ([www.spesa.de](http://www.spesa.de)), 2. Bauabschnitt

### Eingesetzte Baustoffe:

„tubag TWM Trass-Werksteinmörtel M 5“ (Drainage Mörtel mit erhöhter Frühfestigkeit), „tubag TKF Trass-Kalk-Fugenmörtel M 2,5 mit Drainagekörnung“ (in Objektfarbe und mit reduzierter Festigkeit), „tubag TKF Trass-Kalk-Fugenmörtel M 2,5“ (Mauerkrone in Objektfarbe), „tubag HSV-p 01 – HS“ (als Verfüllmörtel für die Anker) ([www.tubag.de](http://www.tubag.de))

### Bauzeitraum:

1. Bauabschnitt (Südseite Hafenbecken): Juli 2013 bis Juni 2014;
2. Bauabschnitt (Kanal zur Diemel): Mai 2014 bis Herbst 2015

gen. Hydraulische Mörtel erhärten deutlich schneller als Luftmörtel und weisen eine größere Festigkeit sowie Witterungsbeständigkeit auf – vor allem im Wasserbereich. Die Frühfestigkeit war besonders wichtig, da das Hafenbecken immer wieder durch Hochwasser gefährdet wird. Eine mögliche Überschwemmung hätte einen langsam erhärtenden Mörtel wieder ausspülen und die ausgeführten Arbeiten zunichte machen können.

Deshalb wurde als Mauermörtel ein Trass-Werksteinmörtel mit erhöhter Frühfestigkeit gewählt, ausgeführt als Drainagemörtel (Abb. 10/11). Er erlaubt es dem Wasser, das während eines Hochwassers hinter die Mauern fließt, zurückzulaufen, ohne sich zu stauen. Hierbei helfen auch die neuen Drainagerohre und Drainageöffnungen, die während der Instandsetzungsarbeiten eingebaut wurden.

Für die Fugarbeiten kam ein Trass-Kalk-Fugenmörtel in Objektfarbe ebenfalls mit Drainagekörnung zum Einsatz (Abb. 12). Er wurde in der Festigkeit etwas reduziert, um ihn auf die Festigkeit der Sandsteine anzupassen. Dabei wurde die Applikationstechnik im Trockenspritzverfahren bei der Rezeptur besonders berücksichtigt. Auch für die Mauerkronen wurde dieser Baustoff in reduzierter Festigkeit verwendet, zusätzlich allerdings mit reduzierter Wasseraufnahme und mit besserer Flankenhaftung. Da eine Drainagekörnung hier keinen Sinn ergab, wurde auf diese zugunsten einer Standardkörnung verzichtet.

Schließlich kam noch ein spezieller Verfüllmörtel für die Strumpfanker und die Erdnägel zur Anwendung. Durch den Gewebestrumpf kam es auf ein Produkt an, das sich für eine Mauerwerksverfüllung unter geringem Druck eignet. Um die Qualität zu sichern, wurden Ausziehversuche der eingebrachten Anker durchgeführt, die die Eignung des Verfüllmörtels belegten.

Auf der Basis der Musterflächen hat der Baustofflieferant den verarbeitenden Unternehmen detaillierte Verarbeitungsanweisungen für die Mörtel mit auf den Weg gegeben. Auf Anraten des ausführenden Unternehmens für den ersten Bauabschnitt, der Firma Kaufmann aus Neu-Isenburg, wurden die Oberflächen der Sandsteinmauern vor dem Verfugen im Trockenspritzverfahren mit einer nur wenige Millimeter



11

Abb.: tubag, Kruff

**Abb. 11:** An einigen Stellen musste das aus mehreren Schalen bestehende Mauerwerk komplett neu aufgemauert werden.



12

Abb.: tubag, Kruff

**Abb. 12:** Ästhetische Gesichtspunkte spielten bei der Mörtelauswahl eine große Rolle. Die Farbe passt zum Sandstein, ohne ihn zu dominieren.

dünnen Tonschlämme geschützt, um so die charakteristische Patina des Sandsteins zu erhalten. Dieses Verfahren wurde auch während des zweiten Bauabschnitts an den Kanalmauern angewendet.

### Das Wasser kehrt zurück

Mit Abschluss der Arbeiten wurde ein großer Teil der Mauern des alten Hafenbeckens wieder instand gesetzt. Nur die Wand auf der Nordseite erwies sich als so standsicher, dass bei ihr keine Sanierung erforderlich war.

Wenn das Wasser eingelassen wird, kann das 300 Jahre alte Hafenbecken wieder seine Rolle als Mittelpunkt von Bad Karlshafen übernehmen. Die damalige hessische Ministerin für Wissenschaft und Kunst, Eva Kühne-Hörmann, hat auf einem Ortstermin zu Beginn der Arbeiten schon ein weiteres Ziel für die Zukunft abgesteckt: Langfristig könnten mit einer Öffnung der Hafenanlage zur Weser hin auch wieder kleine Boote und Schiffe Leben in den Hafen bringen. ■

### AUTOREN

#### Dr.-Ing. Ulrich Huster

Geschäftsführer HAZ Beratende Ingenieure für das Bauwesen  
Kassel

#### Dr. Petra Egloffstein

Institut für Steinkonservierung e.V.  
Mainz

#### Guido Wollenberg

Wollenberg-Frahm PR, Büro für Presse und Öffentlichkeitsarbeit  
Frechen

**B+B** Bauen im Bestand24.de

### SERVICE – ARCHIV

Thema:

**Außenwände**

Schlagworte:

**Mauerwerksinstandsetzung,  
Mörtel, Naturstein, Statik,  
Tragwerk**

