



Alle Abb.: tubag, Kruff/Guido Wollenberg

Abb. 1: Der 112 Meter hohe Westturm des Doms ist das Wahrzeichen der Region Schleswig. Er ist wegen seiner exponierten Lage starkem Wind und viel Schlagregen ausgesetzt.

# Mit hoher Flankenhaftung gegen Feuchtigkeit

**Westturm des Schleswiger Doms saniert:** Der St.-Petri-Dom zu Schleswig ist herausfordernden klimatischen Bedingungen ausgesetzt. An vielen Tagen im Jahr presst starker Wind das Regenwasser mit hohem Druck auf das Ziegelmauerwerk. Die Vormauerschale des Westturms hielt diesen Belastungen auf Dauer nicht stand. Wassereintritt über die Fugen führte zu so starken Schäden, dass die Vormauerschale grundlegend instand gesetzt und teilweise komplett neu aufgemauert werden musste. Entscheidend für das Sanierungskonzept war ein Fugenmörtel mit hoher Flankenhaftung, bei dem es auch unter der hohen witterungsbedingten Belastung zu keinen Flankenabrissen kommt.

**Guido Wollenberg**

Viele Jahrhunderte bestand der St.-Petri-Dom in Schleswig einzig aus einem mächtigen Kirchenschiff, das die Altstadt an der Schlei überragte. Ursprünglich im 12. Jahrhundert als romanische Basilika erbaut, verwandelte sich der Dom in den folgenden Jahrhunderten in eine gotische Hallenkirche. Der weithin sichtbare neogotische Westturm entstand erst zwischen 1888 und 1894.

Mit ihm erhielten Schleswig und die gesamte Region ein weithin sichtbares Wahrzeichen (Abb. 1).

## Untersuchungen offenbaren Defizite früherer Sanierungsmaßnahmen

Im Laufe der Zeit zeigten sich immer mehr Schäden am Turm, sodass zwischen 1953 und 1956 umfangreiche Sanierungsmaßnahmen ausgeführt wurden.

Dabei wurde die rund 30 Zentimeter dicke äußere Verblendschale des mehrschaligen Turmmauerwerks komplett zurückgebaut und der Turm mit einem neuen Ziegelmauerwerk verblendet. Gleichzeitig wurde er mit Stahlbetonkonstruktionen und -decken umfassend statisch gesichert. Aus Sicherheits- und Kostengründen verlor der 112 Meter hohe Turm im gleichen Zug einen Teil seiner neogotischen Verzierung aus Türmchen und Fialen.





Abb. 2: An einigen Bereichen des Turms war das Mauerwerk tiefgreifend geschädigt.

## Bautafel

**Objekt:** Westturm des Schleswiger Doms

**Bauherr:** Evangelisch-Lutherische Kirche in Norddeutschland

**Projektzeitraum:** 2017 bis 2021

**Projektleitung und Projektsteuerung:**

GMSH/Gebäudemanagement Schleswig-Holstein AöR, Kiel

**Generalplanung:**

Krekeler Architekten Generalplaner GmbH, Brandenburg in Zusammenarbeit mit HAZ Beratende Ingenieure für das Bauwesen GmbH, Kassel

**Bauhauptarbeiten und Fassungsrestaurierung:**

wibbeke denkmalpflege GmbH, Geseke

**Eingesetzte Mörtel und Putze:**

„tubag Trass-Kalk-Fugenmörtel TKF 2 mm“, farbig angepasst, rezeptiert für maschinelle Verfüzung, „tubag Trass-Verpressmörtel HSTV-p01“, „quick-mix V.O.R Maueremörtel VK 01 grau“

Schon damals standen umfassende Mörtelanalysen auf dem Plan und die Materialqualität wurde als entscheidender Schlüssel für eine dauerhafte Instandsetzung angesehen. Doch die aktuellen Untersuchungen brachten deutliche Defizite der damaligen Vorgehensweise ans Licht.

Beispielsweise wies der verwendete Mörtel besonders an den exponierten Eckvorlagen einen höheren Zementanteil auf als in der ursprünglichen Planung festgelegt worden war. Weitere Probleme ergaben sich durch nicht frostsichere Ziegelsteine sowie unterschiedliche Steinformate von Verblend- und Kernmauerwerk.

## Eindringendes Wasser wurde als Hauptschadensursache erkannt

Trotz einer weiteren Instandsetzung in den 1990er-Jahren zeigten sich vor einigen Jahren erneut schwerwiegende Schäden am Westturm (Abb. 2). Bereiche des Vormauerwerks lösten sich, gleichzeitig durchlief ein weitverzweigtes Rissystem die Steinflanken und Fugen der Vormauerschale. Deshalb betraute die Evangelisch-Lutherische Kirche in Norddeutschland die Gebäudemanagement Schleswig-Holstein GMSH damit, eine weitere umfassende Instandsetzungsmaßnahme des Schleswiger Doms zu koordinieren. Die Arbeiten starteten im Jahr 2017 und dauern noch an. Die konkreten Maßnahmen zur Bestandsuntersuchung, Planung und Durchführung übernahmen Krekeler Architekten Generalplaner und HAZ Beratende Ingenieure für das Bauwesen.

Am Anfang stand eine umfassende Bestandsaufnahme und Analyse des Turmmauerwerks. Ein Verblendmauerwerk umschließt als äußere Schale ein Kernmauerwerk, das im unteren Teil eine Dicke von drei bis vier Metern erreicht und sich nach oben verjüngt, sodass es im oberen Bereich nur noch etwa einen Meter dick ist.

Eine entscheidende Erkenntnis ließ sich aus der Kartierung von Rissen im Ziegelmauerwerk der äußeren Schale ableiten. Diese zeigten eine Häufung auf der Wetterseite und machten Feuchtigkeit als Schadensursache viel wahrscheinlicher als einen reinen Temperaturwechsel oder Salzbelastungen durch die Meeresluft. Die Sachverständigen betrachteten die häufigen Regenfälle als wichtigste Schadensursache. Oft peitschten diese unter starkem Wind auf den Turm, wobei Wasser in das Mauerwerk gedrückt wurde. Viele Frost-Tau-Wechsel in den kälteren Jahreszeiten, teilweise mehrfach täglich und oft von starken Regenfällen begleitet, verstärkten das Schadenspotenzial. So hat die eingedrungene Feuchtigkeit Mörtel und Ziegel geschädigt.

Das Wasser ist sowohl über den Turmhelm als auch über das Fugennetz eingedrungen. Als Schwachpunkte erwiesen sich verwitterte Fugen und zahlreiche Flankenabriss zwischen Ziegel und Mörtel. Von außen war der Grad der Durchfeuchtung nicht zu erkennen, aber Kernbohrungen gaben darüber Aufschluss, dass sowohl Mörtel als auch Steine in der Tiefe feucht waren.



Im oberen, stark dem Wetter ausgesetzten Abschnitt fanden sich neben der Feuchtigkeit auch deutliche Frostschäden. Im unteren Bereich hatte die Feuchtigkeit stellenweise das gesamte drei bis vier Meter dicke Kernmauerwerk durchdrungen und zu Salzablagerungen auf den Innenwänden geführt.

Eine Folge der Feuchtigkeit war, dass der Fugenmörtel aus den 1950er-Jahren aufzuquellen begann. Diese Quelldehnung des Mörtels, parallel zu den Steinlagen, löste horizontale Zugspannungen in den Steinen aus, was an vielen Stellen vertikale Risse und Abplatzungen verursachte. Dennoch lag keine statische Überlastung durch das Eigengewicht der Mauern oder den Wind vor.

Einige wesentliche Eckpunkte für das Instandhaltungskonzept des Turmes kristallisierten sich heraus:

- Allen Maßnahmen übergeordnet stand das Ziel, zukünftig die Feuchtigkeit aus dem Mauerwerk fernzuhalten.
- Im Turmbereich der Glockenstube wurde die Westwand in voller Mauerdicke, also inklusive Kernmauerwerk und Vorsatzschale, zurückgebaut und neu aufgemauert.
- In den vollständig durchfeuchteten unteren Bereichen der Westfassade wurde nur die Vorsatzschale zurückgebaut und eine neue aufgemauert. Zudem wurde das Mauerwerk von innen getrocknet.
- An den weiteren Flächen wurden alle geschädigten Steine ausgetauscht und die gesamte Verfugung erneuert. Zudem wurden hier Risse mit einer Vernadelung und mineralischen Injektionen gesichert.

### Fugenmörtel speziell rezeptiert und Applikationstechnik festgelegt

Die Leitung und Durchführung sämtlicher Arbeiten rund um den Austausch und die Ausbesserung des Mauerwerks übernahm die Firma wibbeke denkmalpflege. Auf der Suche nach einem passenden Fugenmörtel, legte sie im Vorfeld mit einer Reihe von Mörteln Musterflächen an und ließ diese im Labor auf ihre Tauglichkeit testen.

Gerade in den Bereichen, in denen die Vorsatzschale erhalten bleiben soll, ist der vorhandene Mauermörtel schadensanfällig und übt mit seinen Quelleigenschaften Druck auf die Ziegel aus. Um dieser Belastung entgegenzuwirken, soll die neue Verfugung möglichst wenig Wasser zum Bestandsmörtel durchlassen. Dabei ist die Flankenhaftung des Mörtels das A und O. Es darf auch unter hoher Belastung keine Flankenabrisse geben. Der Mörtel muss den häufigen Frost-Tau-Wechseln in den kälteren Jahreszeiten ebenso widerstehen wie der hohen Wind- und Feuchtigkeitsbelastung.

Als am besten geeignet erwies sich ein speziell rezeptierter, auf den Bestand und die Bedingungen vor Ort abgestimmter Trass-Kalk-Fugenmörtel. Deutlich wurde bei den Tests auch, dass das Applikationsverfahren sowie eine handwerklich sorgfältige Ausführung eine wichtige Rolle spielen, um das Potenzial des Mörtels tatsächlich im Mauerwerk umzusetzen.

Der Fugenmörtel sollte auf die Festigkeit der Ziegel abgestimmt und daher der Festigkeitsklasse M5 gemäß DIN EN 998-2 zugeordnet sein, das heißt, er sollte einen Druckfestigkeitswert von  $5,0 \text{ N/mm}^2$  nicht zu stark überschreiten. In Absprache mit der Objektberatung des Mörtelherstellers wurde dieser Wert etwas nach oben korrigiert, um mit einer höheren Druckfestigkeit auf die exponierte Lage des Turmes zu reagieren, die eine gesteigerte Anforderung an die Beständigkeit des Mörtels mit sich brachte.



Abb. 3/4: Beim Verfugen war eine sorgfältige handwerkliche Verarbeitung für die angestrebte gute Flankenhaftung wichtig. Als Applikationstechnik wurde das Kartuschenverfahren gewählt, auf das der Mörtel abgestimmt wurde. So konnte eine homogen dichte Fuge von hinten nach vorne aufgebaut werden.

Mit  $7,5 \text{ N/mm}^2$  lag der empfohlene Wert etwas über der anvisierten Mindestdruckfestigkeit, jedoch deutlich unter den schadensträchtigen Werten des Bestandsmörtels, die sich zwischen  $18$  und  $33 \text{ N/mm}^2$  erstreckten.

Große Bedeutung kam den Verarbeitungseigenschaften zu. Nur mit einer guten Verarbeitbarkeit ließ sich eine gleichbleibend hohe handwerkliche Leistung erzielen, um den Mörtel mit der gewünschten Flankenhaftung zu applizieren. Als Verarbeitungstechnik wurde ein manuelles Kartuschenspritzverfahren gewählt (Abb. 3/4). Eine Verfugung mit Kartuschen bietet in der Regel zwar nicht die höchste Festigkeit des Mörtels, aber er lässt sich besser plastisch einstellen und vergüten, sodass Flankenhaftung und Verarbeitungseigenschaften optimiert werden können.

Mit Kartuschenpistolen kann eine homogen dichte Fuge von hinten nach vorne aufgebaut werden. Nach dem Ansteifen des Mörtels wird die Fuge oberflächlich abgestreift und verdichtet. So entsteht eine Fuge mit guter Verdichtung über die gesamte Fugentiefe. Für diesen Zweck wurde der gewählte Fugenmörtel in kartuschengängiger Form mit einem Größtkorn von einem Millimeter produziert.



# Mission: Abdichtung.

In der Hauptrolle: Das Original.  
**AQUAFIN®-RB400** – Bauwerksabdichtung  
in Perfektion. Jetzt Angebote ausspionieren  
und filmreife Zugaben sichern!

**Geheimtipp:** einen Agenten-Zollstock  
pro Gebinde legen wir oben drauf!<sup>1</sup>



**Aktion bis  
30.04.2021**



Abb. 5: Unter anderem biegsame Luftschtanker mit einer leicht flexibel angelegten Lagerung im Kernmauerwerk sorgen für die Anbindung der neu aufgemauerten Vorsatzschale. Hier demonstriert Andreas Schmidt von wibbeke denkmalpflege die Flexibilität der Luftschtanker.

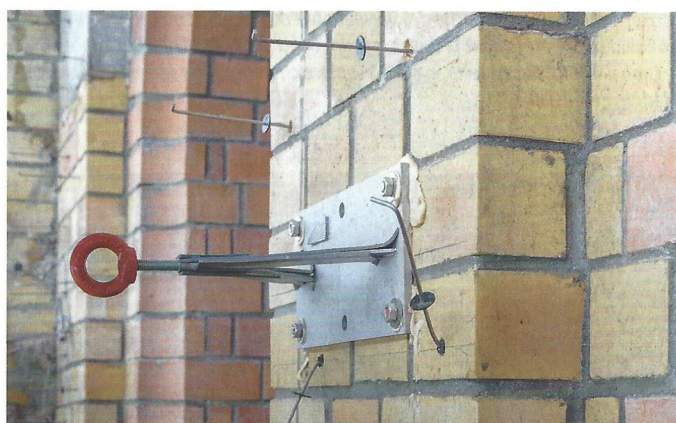


Abb. 6: Große Ankerplatten stabilisieren in regelmäßigen Abständen die Anbindung der Vormauerschale an das Kernmauerwerk.

Er ist wasserhemmend eingestellt, wobei die reduzierte Wasseraufnahme durch eine dosierte Zugabe von Hydrophobierungsmitteln erzielt wird. Durch den guten Verbund zum Ziegel werden hohe Haftscherfestigkeiten erreicht.

## Es wurde auf gute Vor- und Nachbereitung geachtet

Auch bei der Vor- und Nachbereitung gab es einiges zu beachten. Vor der Verfüugung einzelner Abschnitte musste das Mauerwerk gründlich gereinigt werden. Die Arbeiten selbst durften nicht bei zu heißen Temperaturen ausgeführt werden, damit der Mörtel nicht austrocknet. Auch starker Wind erforderte den einen oder anderen Arbeitsstopp, um ein „Verbrennen“ des Mörtels durch zu schnellen Wasserentzug zu verhindern. Als Nachbehandlung wurden die Fugen in den ersten Tagen feucht gehalten.

## Neue Schale mit Verankerungen an das Kernmauerwerk angebunden

Die komplett neu aufgemauerten Bereiche der Vorsatzschale wurden durch regelmäßige Verankerungen gut an das Kernmauerwerk angebunden. Das wurde allerdings dadurch erschwert, dass für das Vormauerwerk aus den 1950er-Jahren ein anderes Steinformat gewählt worden war als das Kernmauerwerk aufweist. Deshalb liegen die Fugen nicht auf einer Höhe. Alle Bohrungen für die Ankerbefestigungen im Kernmauerwerk mussten deshalb genau ausgemessen werden, um mit der Fugenlinie der äußeren Schale übereinzustimmen. Für etwas Spielraum sorgten biegsame Luftschtanker mit einer leicht flexibel angelegten Lagerung im Kernmauerwerk (Abb. 5). Auch die größeren, in etwas weiteren Abständen angebrachten Ankerplatten sind flexibel konstruiert (Abb. 6).



**GRATIS**  
**Apple iPad**  
**10,2" 32 GB<sup>1/2</sup>**  
ab 3 Paletten

<sup>1</sup>solange der Vorrat reicht  
<sup>2</sup>Abbildung weicht ab

aquafin.de



### Vernadelung rettet Teile der alten Verblendschale

Einige Bereiche, an denen das Bestandsmauerwerk der Vormauerschale weitgehend erhalten werden konnte, mussten zusätzlich gesichert werden. Neben dem Austausch einzelner Steine, dem Beheben von Schadstellen und der Neuverfugung wurde das Mauerwerk vernadelt. Die Öffnungen für die circa 60 Zentimeter langen Metallstäbe wurden schräg von unten nach oben in das Mauerwerk gebohrt. Für das Verpressen wurden pro Bohrloch etwa drei Liter eines speziellen Anker- und Injektionsmörtels benötigt, der über an den Metallstäben befestigte Röhrchen manuell mit einer Handhebelpumpe injiziert wurde (Abb. 7/8).

### Kupferplatten werden Strebe Pfeiler des Turms schützen

Allein für die Sanierung des Westturms wurden im Verblendmauerwerk insgesamt 120.000 Ziegel ausgetauscht oder komplett neu aufgemauert. Die gesamten Arbeiten umfassen weitere Bereiche und sollen bis Ende Oktober 2021 abgeschlossen sein. Bis dahin wird sich das Erscheinungsbild des Turmes deutlich verändern. Denn die Strebe Pfeiler des Turmes werden eine Verblendung aus Kupferplatten erhalten, um die Pfeiler dem direkten Einfluss von Wind und Schlagregen zu entziehen. ■

### Weitere Informationen

Über die statische Ertüchtigung der Dachkonstruktion am Dom zu Schleswig haben wir in dem Beitrag „Gebaute Realität modern berechnen“ in B+B 6/2018, S. 13–21 berichtet. Grundsätzliches zum handwerklichen Einbau von Nadeln und Verpressankern wird im Interview mit Gerhard Buchenau „Spezielle Aufgaben“, in B+B 5/2020, S. 12–17 behandelt.

### Autor

Guido Wollenberg

Wollenberg-Frahm PR Büro für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit  
Frechen



Abb. 7: Eine Vernadelung mit Ankermörtel sichert Bereiche des Vormauerwerks, die nicht neu aufgemauert werden müssen. Die Metallstäbe sind mit zwei Plastikröhrchen bestückt. Durch eines wird der Ankermörtel eingebracht, durch das andere kann die vom Mörtel verdrängte Luft entweichen. Tritt hier Mörtel aus, zeigt das an, dass das Bohrloch vollständig gefüllt ist.



Abb. 8: Mit einer Handhebelpumpe wurden rund drei Liter Mörtel in jedes Ankerloch verpresst.