

Rekonstruktion der ursprünglichen Oberflächenstruktur des schalungsrauen Betons

Durch umfassende Instandsetzungsmaßnahmen konnte die Verkehrssicherheit der Sichtbetonfassaden einer denkmalgeschützten Kirche vom Ende der 60er Jahre bei weitgehendem Erhalt der Originalsubstanz wieder hergestellt werden. Ein Instandhaltungsplan stellt die Dauerhaftigkeit der Maßnahme sicher. Grundlage der ausgeführten Arbeiten war eine ausführliche Bauwerksuntersuchung und ein darauf basierendes Instandsetzungskonzept. Eigen- und Fremdüberwachung waren Bestandteil der Auftragsvergabe und mussten vom Auftragnehmer im Vorfeld belegt werden.

Beton, der etwa in den 60er Jahren eingesetzt wurde, ist nicht vergleichbar mit modernen Qualitäten. Beim Bau der in 1968 datierten Evangelischen Kirche in Lahntal/Sarnau in der Nähe von Marburg mischte und verarbeitete man den Beton mit Folgen, die entsprechend einem durch die Tschunko Trechler GmbH erstellten Gutachten langfristig auch die Standsicherheit in einigen Bereichen gefährden.

Das Bauwerk wurde seinerzeit aus Leichtbeton hergestellt. Eine aus heutiger Sicht unsachgemäße Verarbeitung ist Ursache der massiven Konstruktionsmängel, die zu den aktuell behobenen Bauwerksschäden führte. Dabei handelt es sich in erster Linie um Schäden durch eindringende Feuchtigkeit, die die Dauer-

haftigkeit der Konstruktion und vor allem die Verkehrssicherheit der Fassade in starkem Maße beeinträchtigten. Eine Gefährdung von Personen durch sich lösende Betonteile konnte nicht ausgeschlossen werden. Die Außenflächen wurden daher bis zur Ausführung der Instandsetzungsarbeiten regelmäßig optisch kontrolliert.

Umfassende Bauwerksuntersuchung

Das tatsächliche Ausmaß der Schäden wurde durch eine umfassende Bauwerksuntersuchung festgestellt. Gezielt angelegte Stemmstellen gaben Auskunft zur Betondeckung der Bewehrung und zur Karbonatisierungstiefe und ließen gleichzeitig Erkenntnisse auf die Korrosionsschäden an der Bewehrung zu. Zusätzlich wurden zur Ermittlung der Betondruckfestigkeit, Rohdichte sowie der Oberflächenzugfestigkeit der Fassade Bohrkerne im Trockenbohrverfahren entnommen und ausgewertet. Die Untersuchungen führte das Baustofflabor der Fachhochschule Gießen durch.

Noch vorhandenen Bauunterlagen wie statische Berechnungen, Angebote und Rechnungen des ausführenden lokalen Unternehmens konnten zusätzliche Erkenntnisse über die geforderten Betonqualitäten entnommen werden.

Die Ergebnisse der Bauwerksuntersuchung

Bereits bei oberflächlicher Betrachtung war auf allen Flächen eine unterschiedlich intensive Wolkenbildung mit ausgeprägten Schüttlagen als Folge unzu-



Bild 1

Die wieder instand gesetzte denkmalgeschützte Kirche in Lahntal/Sarnau bei Marburg. Grundlage der ausgeführten Arbeiten war eine ausführliche Bauwerksuntersuchung und ein darauf basierendes Instandsetzungskonzept. Eigen- und Fremdüberwachung waren Bestandteil der Auftragsvergabe und mussten vom Auftragnehmer im Vorfeld belegt werden.

Wenn steter Tropfen zu langsam ist.



Wir sind HDW.

www.wannenwetsch-hdw.de

Wannenwetsch 
HOCHDRUCKWASSESTECHNIK



Bild 2 Nach der Instandsetzung wurde der untere Fassadenbereich als Sichtbeton ausgearbeitet, während der obere Bereich nach Abstimmung zwischen dem Bauherrn, der evangelischen Kirchengemeinde Sarnau sowie der beteiligten Architekten Himmelmann und Schneider-Lange eine Vorsatzschale aus Schiefer erhielt. Gut zu sehen die Scheinfugen, die die Oberfläche strukturieren.



Bild 3 Die fertige Oberfläche.

reichender Verdichtung zu sehen. Verdichtungsprobleme führten zu einem auffällig hohen Anteil an Grobporen und Lunkern. Teilweise wurden Löcher und Hohlräume von bis zu 12 cm Tiefe festgestellt.

Verunreinigungen, die bei der Herstellung der oberen Betonen entstanden sind, wurden nicht entfernt. Ablaufspuren auf der Fassade zeigen, dass die lotrechten Schalungsstöße der Brettschalung nicht dicht ausgeführt wurden, so dass Zementsuspension und Feinkorn des Zuschlags auslaufen konnten. In diesen Bereichen fehlt dem Beton das Fein- und Feinstkorn, die Oberfläche ist porös, so dass angreifende Stoffe ungehindert in den Beton eindringen können. Insgesamt wurde weder die Betondeckungsschicht noch die Konstruktion als solche als ausreichend dicht bewertet. Weiße Verfärbungen auf den Wänden im Kircheninnenraum zeigen, dass Feuchtigkeit in die Konstruktion eingedrungen ist.

Als größtenteils nicht ausreichend wurde die Betonüberdeckungen der Bewehrung eingestuft. Dabei wurden bei den festgestellten Überdeckungstiefen Werte zwischen 15 mm und 55 mm gemessen. Durch eingelegte Leisten zur Ausbildung von Scheinfugen, die die Fassade strukturieren, wurde die Betonüberdeckung zusätzlich um 1,5 bis 2 cm reduziert. Die Bewehrung liegt

in großen Teilen im karbonatisierten und damit im ungeschützten Bereich und ist zum Teil bereits so weit geschädigt, dass die daraus resultierenden Volumenvergrößerungen zu Abplatzungen größerer Flächen führt. An einigen Stellen führte die Korrosion der Bewehrung zu Querschnittsverlusten.

Als teilweise zu gering wurden auch die ermittelten Betondruckfestigkeiten sowie die Haftzugfestigkeiten bewertet. Eine Tatsache, die für die massiven Schäden verantwortlich ist. „Entweder“, so ein Gutachter, „wurde seinerzeit am Zement gespart und/oder die Verarbeitung erfolgte nicht gemäß den Vorgaben der DIN 1045; denn anhand der festgestellten Eigenschaften des Betons ist eindeutig belegt, dass nicht überall Stahlbeton gemäß DIN 1045 und dem Leistungsverzeichnis hergestellt wurde.“

Das Instandsetzungskonzept

Die ausführliche Erhebung des Ist-Zustandes war Grundlage für die Erarbeitung eines Instandsetzungskonzeptes, das den aktuellen Schadensmechanismus nicht nur stoppen, sondern auch zukünftige Schädigungen weitgehend ausschließen soll. Da die auszuführenden Maßnahmen baurechtlich als standsicherheitsrelevant eingestuft wurden, war die Instandsetzungs-Richtlinie des DAfStb maßgebend. Gleichzeitig mussten die Vorgaben der Denkmalpflege mit berücksichtigt werden. Ziel war der weitgehende Erhalt der Originalsubstanz. Dabei sollte der untere Fassadenbereich als Sichtbeton ausgearbeitet werden, während der obere eine Bekleidung mit Schiefer erhielt. Ebenfalls ausgebildet werden sollten die Scheinfugen auf der Fassade, jedoch mit ausreichender Betondeckungserhöhung. Die Auflagen der Denkmalpflege forderten die Wiederherstellung der für die Entstehungszeit typischen sichtbaren Struktur der Schalungsbretter.

Da im oberen Bereich eine Vorsatzschale aus Schiefer angebracht werden sollte, erfolgte die Bearbeitung schließlich nach zwei unterschiedlichen Instandsetzungsprinzipien: Im oberen Fassaden- und Turmbereich kam das Prinzip W des DAfStb zur Anwendung; der untere Teil der Außenfläche dagegen wurde als Sichtbeton ausgearbeitet und gemäß dem Instandsetzungsprinzip R1 des DAfStb instandgesetzt. Wegen der Standsicherheitsrelevanz der Maßnahme war zur Qualitätssicherung eine Fremdüberwachung durchzuführen. Die Ausführung durch ein

Werkzeuge zur Verarbeitung von Flüssigkunststoffen

Der "Fahrbare Verteilerkübel 175" (Deutscher Gebrauchsmuster) wird auch Ihnen das Aufbringen von flüssigbelägen wesentlich erleichtern!

Fordern Sie doch einfach unseren aktuellen Werkzeug-Katalog an!

POLYPLAN
WERKZEUGE

PPW-POLYPLAN-WERKZEUGE GmbH
Biekerweg 20 • D-22457 Hamburg
Telefon: 040-55 97 26-0 • Fax: 040-55 97 26-59
E-Mail: info@polyplan.de • www.polyplan.de



FEM-Tripla: Win32-Plattenprogramm FEM-Trisch: Win32-Scheibenprogramm
 automatische Erkennung der Windows-Version (XP, 2003, 2000, NT, 9x etc.)

Alle Programme mit vollautomatischer Netzgenerierung, grafische und maskengesteuerte Eingabe, grafische Ausgabe, Bemessung, Projektverwaltung, CAD-Übernahme, schnelle Bearbeitungszeiten

Informationen auch über voll-lauffähige Demoversionen durch:

Dr. Volker Tornow Software, Haslach 79, 94568 St.Oswald

Tel.: 08558 / 2580

Fax: 08558 / 91034

E-mail: Tornow.Software@t-online.de

Unternehmen, das Mitglied eine vom DIBt anerkannten Gütegemeinschaft ist, war Voraussetzung für die Abgabe des Angebotes.

Entsprechend des von der Tschunko Trechsler GmbH aufgestellten Instandhaltungsplans sollen die Flächen alle zwei Jahre einer gründlichen optischen Überprüfung unterzogen werden. Schadenentwicklungsansätze können so sofort erkannt und behoben werden.

Ausführung der Arbeiten

Voraussetzung für eine fachgerechte Instandsetzung ist vor allem die richtige Vorbereitung des Untergrundes. Entsprechend hat das ausführende Unternehmen, die Baukult Sanierung- und Ingenieur GmbH & Co. KG aus Hatzfeld/Eder, ein Mitglied der Landesgütegemeinschaft Betoninstandsetzung und Bauwerkserhaltung Hessen-Thüringen e.V., zunächst vorsichtig alle lockeren, hohl liegenden und geschädigten Betonbereiche entfernt und die Bewehrungen freigelegt. Um die Stähle nicht zusätzlich zu beschädigen, arbeitete man behutsam mit scharfen Meißeln und relativ kleinem Stemmergerät und achtete sorgfältig darauf, dass der Meißel nicht unmittelbar auf dem Bewehrungsstahl auftraf. Teilweise stemmten sie 20 x 20 cm große Löcher mit Tiefen von mehr als 10 cm frei.

Die freigelegten Flächen wurden anschließend durch Strahlen mit festem Strahlmittel nachbehandelt. Korrodierte Bewehrungen wurden entrostet (Reinheitsgrad SA21/2), anschließend erfolgte im oberen Fassaden- und Turmbereich der Auftrag einer einkomponentigen, mineralischen Haftbrücke. Die anschließende Reprofilierung der Schadstellen wurde im oberen Bereich mit einem hand- und spritzverarbeitbaren faserverstärkten Grobmörtel, der frisch in frisch mit einer Schichtdicke von

maximal 25 mm (Größtkorn 2 mm) in die mattfeuchte Haftbrücke eingebracht wurde, ausgeführt. Wegen der geplanten Schieferbekleidung wurden hier sämtliche Flächen als Einzelflächen geschlossen.

Für die Bearbeitung der Restflächen im unteren Bereich konnte sich die Baukult Sanierung- und Ingenieur GmbH & Co. KG mit einem Nebenangebot durchsetzen. Laut Ausschreibung war eine 30 mm dicke Schicht aus Betonersatzmörtel in zwei Arbeitsgängen zu je 15 mm aufzubringen. Stattdessen wurde auf die zuvor mit einem festen Strahlmittel vorbehandelte Fläche eine Betonüberdeckungserhöhungsschicht aus einkomponentigem, kunststoffvergütetem, faserverstärktem Grobmörtel in einer Dicke von 20 mm aufgebracht. Anschließend haben die Verarbeiter die gesamte Fläche vorsichtig mit einem Stahlbesen aufgeraut und zusätzlich gestrahlt, um eine möglichst optimale Haftung für die abschließende Dekorschicht aus Spritzmörtel sicherzustellen. Der Auftrag erfolgte mit einem Grund- und Restaurierungsputz in Schichtdicken zwischen 12 und 15 mm, der besonders für stark beanspruchte Flächen und Feuchträume entwickelt wurde.

Rekonstruktion der alten Oberflächenstruktur

Durch das Eindringen einer Brettschablone in die noch frische, planeben abgezogene Oberfläche wurde die alte Struktur des schalungsrauen Betons rekonstruiert. Um den Eindruck von Uniformität zu vermeiden, stellte man insgesamt fünf verschiedene Schablonen her – jeweils aus fünf Einzelbrettern mit Breiten zwischen 9 und 12 cm, die im Abstand von 2-3 mm miteinander befestigt und etwa 1,50 m lang waren. Die ursprünglichen Scheinfugen konnten durch Montage einer Holzkonstruktion an den entsprechenden Stellen, die nach Aushärten des Materials entfernt wurden, wiederhergestellt



Bild 4 u. 5 Neue und alte Scheinfuge.

werden. Nach vollständiger Aushärtung des Materials wurde die gesamte Fläche durch leichtes Feinstrahlen besonders im Bereich der Grate, die sich zwischen den einzelnen Schalungsbrettern gebildet haben, nachgearbeitet. Das damit erreichte Finish kam dem Altbeton nahe.

Als problematisch in dem ganzen Prozess erwies sich zunächst das Aufbringen der Dekorschicht. Die ersten Mischungen lösten sich mit den Brettschablonen wieder von den Wänden. Durch mehrfache Änderung der Rezeptur und in Abstimmung mit dem Institut für Steinkonservierung e.V. in Mainz, das sich als naturwissenschaftliche Beratungsstelle für die Denkmalpflege versteht, gelang es Hersteller Tubag schließlich, das Produkt passend zu modifizieren.

Qualitätssicherung

Insgesamt konnte durch die Entfernung des geschädigten Betons und die Reprofilierung von Fehlstellen sowie durch den flächigen Auftrag eines Oberflächenschutzsystems die Sichtbetonfassaden der evangelischen Kirche in Lahntal/Sarnau bei weitgehender Erhaltung der Originalsubstanz instand gesetzt und gleichzeitig Vorsorge zur Vermeidung künftiger Schäden getroffen werden. Umfangreiche und gründliche Vorbereitungen der Arbeiten durch eine umfassende Bestandsaufnahme und ein darauf basierendes Instandsetzungskonzept waren die Grundlage für die hohe Qualität der Arbeiten, deren Dauerhaftigkeit durch einen Instandhaltungsplan gewährleistet wird.

Die fachgerechte Ausführung der Arbeiten wird zusätzlich durch die Eigen- und Fremdüberwachung sichergestellt. Bedingung bei der Auftragsvergabe war, dass das ausführende Unternehmen für die Arbeiten ausreichend qualifiziert und die Eigenüberwachung durch entsprechend qualifiziertes Personal gewährleisten kann. So musste eine ausreichende Zahl an aktuell geschulten SIVV-Scheininhabern nachgewiesen werden, ein SIVV-Scheininhaber musste ständig auf der Baustelle anwesend sein. Die Applikation des Spritzmörtels durfte nur durch einen Düsenführer, der die Anforderungen durch die DIN 18551 (Düsenführerschein) erfüllt, erfolgen. Die Arbeiten sollten außerdem von einer qualifizierten Führungskraft des Unternehmens betreut werden. Bereits bei Abgabe des Angebotes mussten sich die Bieter verpflichten, die Eigenüberwachungen gemäß der Instandsetzungs-Richtlinie (Teil 3) während der gesamten Dauer der Maßnahme durchzuführen und zu dokumentieren.

Die Fremdüberwachung wurde durch die dafür anerkannte Prüf- und Überwachungsstelle der Bundesgütegemeinschaft Instandsetzung von Betonbauwerken mit positiver Beurteilung durchgeführt.

Rita Jacobs und Dipl.-Ing. Hans Joachim Rosenwald

Klebearmierung

Nachträgliches Verstärken von Stahlbeton durch Stahl- und Kohlefaserlamellen, CFK-Folien

Ihre Sicherheit:
30 Jahre Erfahrung



Laumer
BAUTECHNIK

Bahnhofstraße 8 | 84123 Massing | 08724 / 88 - 0 | www.laumer.de

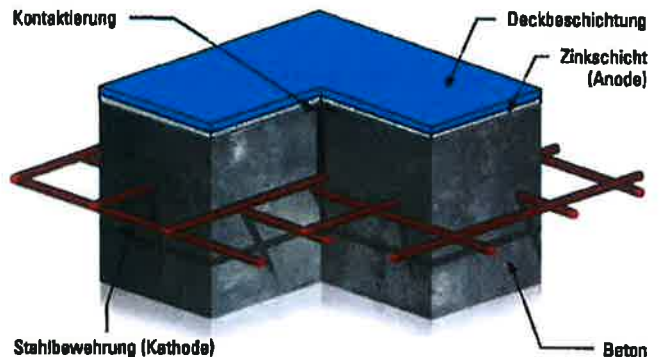
In der Bundesgütegemeinschaft Instandsetzung von Betonbauwerken e.V. (ib) haben sich neun Landesgütegemeinschaften und die Bundesgütegemeinschaft Betonflächeninstandsetzung (BFI) zusammengeschlossen. Unterstützt werden sie durch Unternehmen, die dem Verein „Deutsche Bauchemie e.V.“ angehören sowie durch Einzelmitglieder. Ziel der Gemeinschaft ist es, durch RAL-gütesicherte Maßnahmen nach Vorgaben des Deutschen Instituts für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. (RAL) bei der Betoninstandsetzung für eine langfristige Werthaltigkeit der Bausubstanz zu sorgen und Gefahren für die Allgemeinheit aus Mängeln an der Bausubstanz abzuwehren. Diesem Ziel haben das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung und das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) durch Anerkennung der Bundesgütegemeinschaft Instandsetzung von Betonbauwerken bzw. ihrer Prüfstelle Rechnung getragen.

Weitere Informationen:

Bundesgütegemeinschaft Instandsetzung von Betonbauwerken e.V.,
Nassauische Straße 15, 10717 Berlin,
Tel. 49 (0)30 – 86 00 04-891, Fax 49 (0)30 – 86 00 04-43,
info@betonerhaltung.com, www.betonerhaltung.com

Weitgehend zerstörungsfrei: Kathodischer Korrosionsschutz bei chloridbelastetem Beton

Stahlbetonbauwerke wie Brücken, Tunnel und Parkhäuser sind aggressiven Schädigungsprozessen durch Chloride ausgesetzt. Wenn diese nicht frühzeitig erkannt und gestoppt werden, sind kostenintensive Sanierungen oder gar ein Abriss unumgänglich. Damit es soweit nicht kommt, wurde MC-KKS/B als schnell wirksame sowie zeit- und kostengünstige Methode zur Instandsetzung chloridbelasteter Bauwerke entwickelt. Die patentierte Systemlösung von MC-Bauchemie Grillo nutzt den kathodischen Korrosionsschutz (KKS) und kann dazu beitragen, geschädigten aber noch funktionsfähigen Stahlbeton dauerhaft und wirtschaftlich zu erhalten.



Bei konventionellen Instandsetzungsverfahren muss der chloridbelastete Beton oft tiefabgetragen werden, was einen erheblichen strukturellen Eingriff in das Bauwerk darstellt. Neben den hohen Kosten für den Eingriff in die Bausubstanz spricht auch die Nutzungseinschränkung während der Instandsetzung gegen diese Verfahren. Der KKS ist hingegen eine im Großteil zerstörungsfreie Instandsetzungsmethode. Er basiert auf den Erfahrungen einer fast 20-jährigen Entwicklung der MC-Bauchemie und der Grillo-Werke AG und bietet die Möglichkeit, bereits geschädigten, aber noch funktionsfähigen Stahlbeton kostengünstiger und schneller als mit konventionellen Methoden instand zu setzen und in seinem Zustand dauerhaft und sicher zu erhalten.