

Dachsanierung

# Massgeschneiderter Textilbeton für Pilgerstätte

Im Juli 2021 wurde die Dachsanierung des Mariendoms von Neviges nach über fünf Jahren abgeschlossen. Bei den Arbeiten am wohl bekanntesten Gebäude des unlängst verstorbenen Pritzkerpreisträgers Gottfried Böhm kam Textilbeton zur Anwendung.

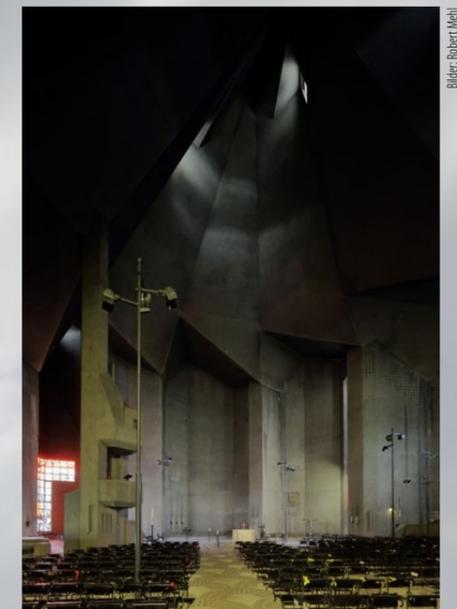
Von Robert Mehl

**N**eviges klingt ein wenig romanisch und Unwissende würden den Ort wahrscheinlich irgendwo in Frankreich suchen. Aber es ist ein Ortsteil von Velbert, nordwestlich von Wuppertal in Deutschland. An diesem Ort am Rande des Ruhrgebietes gab es seit Jahrhunderten eine rege Marienwallfahrt zu einem Gnadenbild, die vom dortigen Franziskanerkloster organisiert wurde.

Nach dem Zweiten Weltkrieg entschloss sich das zuständige Erzbistum Köln unter Joseph Kardinal Frings zum Bau eines



Auch die Innenarchitektur ist expressiv angelegt und bindet historische Elemente ein.



Blick in den Wallfahrtsdom auf den Altarraum. Im oberen Bildteil sind die Oberlichter zu erahnen.

Wallfahrtsdomes, der «Maria Königin des Friedens» gewidmet wurde.

Nach einem entsprechenden Architekturwettbewerb wurde Gottfried Böhm mit der Ausführung beauftragt. Dies geschah nicht zuletzt auch deshalb, weil das «Bauatelier Böhm», dessen Leitung er 1955 nach dem Tod seines Vaters Domenico übernommen hatte, während des Wiederaufbaus bereits zahlreiche

Sakralbauten für das Kölner Erzbistum realisiert hatte.

Darunter befindet sich auch Gottfried Böhm's erstes eigenes Werk, die Kapelle «Madonna unter den Trümmern», erbaut 1950 und besser bekannt als St. Kolumba. Dieser Sakralbau adaptierte einen im Krieg zerstörten Kirchenrest und wurde 2007 vom Architekten Peter Zumthor mit dem gleichnamigen Diözesanmuseum ergänzt.

FORTSETZUNG AUF SEITE 18

Von nahem gesehen erinnert das Dachensemble durchaus an eine altägyptische Pyramidenlandschaft.

**Inkunabel des Brutalismus**

Neviges gilt als Hauptwerk des am 9. Juni 2021 mit 101 Jahren verstorbenen Gottfried Böhm. Sein ursprünglicher Berufswunsch es war es, Bildhauer zu werden. Der Bau in seiner sägerauen Sichtbetonausführung erscheint mit der jäh aufstrebenden Dachlandschaft, dem vorgesetzten Schwesternwohnheim mit zahllosen gerundeten Erkern tatsächlich wie aus Stein gemeißelt.

Der Nevigeser Dom wird dem Brutalismus zugeordnet – eine besonders monolithische, betonlastige Strömung der späten Moderne. Zu ihr zählt auch das Kirchenzentrum St. Nicolas im eidgenössischen Hérémence von Walter Maria Förderer.

In Neviges unterstreicht der sakrale Innenraum den skulpturalen Eindruck, mutet er doch an wie eine expressive Felsgrotte aus einem Fantasy-Film, in die vereinzelte Kleinarchitekturen wie Turmbauten oder Balkonbrüstungen wie zufällig eingestreut sind. In dieser monolithischen Erscheinung sowie der entsprechenden Umsetzung lagen dann auch die Krux dieses massiven Betonkörpers: Der Bau war tatsächlich komplett in Ortbeton gegossen worden und zwar vollkommen ohne Dehnungsfugen.

Auch die geneigten Dachflächen bestehen aus massiven, bis zu 30 Zentimeter starken Betonflächen. Mit Blick auf den offiziellen Namen «Maria Königin des Friedens» und den in der Nachkriegszeit im Ruhrgebiet noch omnipräsenten Hoch-

bunkern erscheint der Gedanke, hier von einem «spirituellen Schutzraum» zu sprechen, nicht abwegig.

Trotz des felsartigen Charakters des Mariendomes führte sein monolithischer Bauprozess bereits kurze Zeit nach seiner Vollendung zu zahlreichen Dehnungsrisen. Insbesondere die Dachkanten und -kehlen waren davon betroffen. In der Mitte der Dachflächen zeigten sich hingegen vielfach Risse an den Betonierabschnitten, die in der Regel horizontal verliefen. Tatsächlich kam es zügig zu Undichtigkeiten und Wasser drang zunehmend in den Sakralraum ein.

In den 1980er-Jahren wurde diesem Problem damit begegnet, dass auf allen Dachflächen eine hellgraue Epoxidharz-Beschichtung aufgebracht wurde. Es erwies sich in der Folge ebenfalls als untauglich, da es sich um sprödes Material handelt. Der Kunststoff konnte weiterhin bestehenden Dehnungsbewegungen nicht aufnehmen und riss daher schnell wieder. Die Wasserschäden kamen zurück, dazu verfärbte sich im Laufe der Jahre das Epoxid witterungsbedingt.

**Nass- kontra Trockenspritzen**

Schon seit geraumer Zeit beschäftigte sich der Ezdiözesanbaumeister Martin Struck mit der Frage, wie man den nach dem Kölner Dom zweitgrößten Kirchenbau des Erzbistums dauerhaft instand setzen könnte. Ein Lösungskonzept bot sich in

dem vom Institut für Baustoffforschung (Ibac) der Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen beforschten Textilbeton. Eine Forschungsgruppe befasst sich unter der Leitung des Institutsleiters Michael Raupach mit dem Einsatz von Carbonfasermatten als Bewehrung von Spritzbeton, der nachträglich auf geschädigte Betonflächen aufgebracht wird.

Im Prinzip ist dieses Verfahren vergleichbar mit den derzeit in Magdeburg stattfindenden Sanierungsarbeiten an der dortigen, gleichaltrigen Hyparschale von Ulrich Müther (*siehe Baublatt 18/2020*). Die Baustelle wird jedoch von der TU Dresden wissenschaftlich begleitet. Der signifikante Unterschied ist, dass in Magdeburg im Nassspritzverfahren, in Neviges dagegen im Trockenspritzverfahren gearbeitet wurde beziehungsweise wird.

Während beim Nassspritzen der Beton in einer zentralen Mischstation angemacht und als Flüssigbeton zum Einsatzort gefördert wird, werden beim Trockenspritzen das Wasser und der trockene, pulverförmige Mörtel separat zum Bestimmungsort gebracht und erst beim Austreten an der Düsen Spitze miteinander vermischt.

Der grosse Vorteil des Trockenspritzverfahrens besteht in den erheblich längeren Förderwegen sowie im fast vollständigen Ausbleiben von so genannten «Stoppnern», sprich Verstopfungen im Leitungsweg. Wenn überhaupt, treten diese eigentlich



Die Spritzarbeiten wurden von einem Düsenführer in Vollschutz ausgeführt. Dies war in der Regel der Polier Frank Wiemhoff.

nur direkt an der Austrittsdüse auf und können in der Regel schnell behoben werden. Beim Nassspritzverfahren sind die Transportwege des Materials auf 40 bis 50 Meter begrenzt und erfordern für

längere Strecken eine Zwischenpumpe. Mit dem Trockenspritzverfahren konnte dagegen die gesamte Dachlandschaft des Nevigeser Doms mit der zentralen Hauptpumpe im Mischzelt beschickt werden. Die

Schlauchlängen betragen dabei bis zu 100 Meter und überwandern gleichzeitig bis zu 30 Höhenmeter vom Domhof bis zum Domdach. Während der eigentlichen Spritzarbeiten war ein Arbeiter in Vollschutz dazu abgestellt, im Mischzelt die Pumpe stetig mit jeweils 25 Kilogramm schweren Säcken zu befüllen. Angesteuert wurde die Maschine jedoch mittels einer Fernbedienung unmittelbar vom Auftragort aus.

**Fortschritt durch Technik**

Dass ein eingespieltes, motiviertes Team der Schlüssel zum Erfolg einer solchen anspruchsvollen Aufgabe ist, weiss Lenard Domann, Bauleiter bei der Torkret GmbH. Das Unternehmen war mit der Durchführung der Sanierung beauftragt. Die Torkret GmbH ist auf Bauwerkssanierungen mit Textilbeton spezialisiert. Domann hat das Projekt in Neviges selber drei Jahre betreut und weiss nicht nur um die Bedeutung einer guten Baustelleneinrichtung zur Mitarbeitermotivation.

Er berichtet auch von einer gelungenen Aussenkommunikation. Für die Bauabwicklung sei es nicht förderlich, wenn man mit den Anwohnern nur über das Ordnungsamt kommuniziert. So gab es eingangs eine Bürgerveranstaltung sowie eine Hinweistafel, worauf Termine für lärmintensive Arbeiten angekündigt wurden. Darüber hinaus stand das Baustellenbüro jederzeit offen. Anwohneranliegen



Der Hauptzugang zum Wallfahrtsdom erfolgt über die Via Sacra. Die runden Erker links gehören zum Schwesternwohnheim, das zum Ensemble gehört.



Die Dachlandschaft vom Wallfahrtsdom aus nordwestlicher Richtung, vom dazugehörigen Kreuzberg aus gesehen.



Gut erkennbar sind das Sammelbecken für Regenwasser auf dem Dach der Gnadenkapelle und die Ableitung mittels innenliegendem Fallrohr.



Nachdem die Arbeiten am Dach der Sakramentskapelle abgeschlossen sind, dauert die Sanierung des Sakristeidaches (links) noch an.

Bilder: Robert Mehl



Unmittelbar nach dem Spritzen prüft der Polier die Schichttiefe mit einer Messlehre.



Die seitlichen Schuttablenden schützen die angrenzenden Dachflächen vor Verschmutzung.



Mit einer Richtlatte nivelliert Frank Wiemhoff den frischen Spritzbeton ein.

konnten unmittelbar besprochen und oft auf dem kleinen Dienstweg gelöst werden.

Für die Sanierungsarbeiten war die insgesamt 2875 Quadratmeter grosse Dachfläche in sechs Bauabschnitte aufgeteilt worden. Sie bestanden grob aus den drei markanten Dachspitzen (A-, B- und C-Pyramide), dem Glockenturm, den umgebenden Pultdächern und der Sakramentskapelle.

Die variierenden Grössen der Bauabschnitte erklären sich aus den jährlich wechselnden Budgetgrössen. Auch wurde der kleinste Bauabschnitt, das Glockenturmdach, mit Geldern der Wüstenrot-Stiftung finanziert, die in Deutschland Projekte in den Bereichen Denkmalpflege, Wissenschaft, Forschung, Bildung, Kunst und Kultur unterstützt. Auch der erste Bauabschnitt der Sakramentskapelle war nicht übermässig gross. Sie diente als «Versuchsobjekt», an dem die Arbeitsweise unter realen Bedingungen auf Funktionalität überprüft wurde.

Im Vorfeld wurden umfangreiche Versuche an der RWTH durchgeführt, um zu testen, welches System aus Carbonfasern und Spritzbetonmörtel die besten Ergebnisse erbrachte. Die Sakramentskapelle war die abschliessende Bewährungsprobe.

Bei den wissenschaftlichen Versuchen konnte sich ein Carbongelege der Albstädter Solidian GmbH durchsetzen, das zuvor in Epoxidharz getränkt und anschliessend besandet wurde. Letzteres erhöhte signifikant die Haftungskomponente und verhinderte sowohl ein seitliches Herausziehen

der Carbonfasern, wie auch ein vertikales Reiessen des Betons im Bereich des Enthafungsstreifens.

### Art der Sanierung

Die Sanierungsarbeiten folgten alle demselben Schema: Zunächst strahlten die Arbeiter mit dem Sandstrahler die alte Epoxidharzschicht ab und wuschen anschliessend mit einem Hochdruckstrahler die Dachflächen ab. Damit traten die Risse deutlich zutage, da mit dem Sandstrahlen die scharfen Risskanten wegbrachen. Die Risse wurden mit einem speziellen Füllspachtel geschlossen und mit einem jeweils 20 Zentimeter überlappenden Haftungsstreifen aus Carbon belegt, der mit einem flexiblen Spachtel fixiert wurde.

Über diese Rissbandage wurde dann das eigentliche Carbongelege geführt, das nach dem Aushärten des Spritzbetons die dauerhafte Lastverteilung sicherstellte. Konkret bestand der Schichtaufbau aus acht Millimeter Spritzbeton, der direkt auf den Altbeton-Untergrund oder die Rissbandage aufgebracht wurde. Darauf folgte eine erste Lage der Carbonbewehrung, die mit einem weiteren Spritzbetonauftrag von vielleicht zwei Millimetern in diesen integriert wurde.

Unmittelbar an diese Arbeiten schloss sich der gleichartige Aufbau der zweiten Lage an: Wieder wurden acht Millimeter Spritzbeton aufgetragen, auf diesen eine zweite Carbonlage gelegt, welche erneut mit einer zwei Millimeter starken Spritzbetonschicht fixiert wurde. Sofort wurde über alles eine abschliessende acht Milli-

meter starke Schutzlage aufgetragen. So stellten die Arbeiter in einem durchgehenden frisch-in-frisch-Prozess eine insgesamt 28 Millimeter starke Spritzbetonschicht mit zwei darin integrierten Carbonbewehrungen her. Diese liess man, abgedeckt unter Folien, sieben Tage lang erhärten.

Anschliessend wurde die Fläche «gesweept»; das heisst ganz leicht mit Strahlmittel angestrahlt und hinterher mit einem Hochdruckstrahler abgewaschen. Dannerfolgte der Auftrag der sieben Millimeter starken und mit Pigmenten gefärbten Abschlusschicht. Die Gesamtauflage des Spritzbetons sollte im Ganzen 35 Millimeter betragen, ein Millimeter Toleranz war zulässig.

### Frisch-in frisch-Arbeitsprozess

Mit einer Messlehre überprüfte der Düsenführer regelmässig das Erreichen der erforderlichen Schichtdicke. Seine beiden Assistenten legten die Carbonbewehrung immer locker auf den weichen Untergrund auf, ohne ihn hineinzudrücken. Das Material wurde dann – wie erwähnt – mit einem weiteren, zwei Millimeter starken Spritzvorgang fixiert. Dies ging jedoch unmittelbar in den Schichtaufbau der folgenden Spritzbetonlage über.

Da die Bewehrungsmatten in einer Lage sich nicht überlappten, sondern stumpf aneinander stiessen, war es für die Lastverteilung essentiell erforderlich, dass die beiden Carbonlagen in ihren Stössen zueinander versetzt waren.

Um den erwähnten frisch-in-frisch Arbeitsprozess sicherzustellen, legte man

sich täglich, abhängig vom jeweiligen Schwierigkeitsgrad, ein realistisches Pensum fest, das – so schätzt der Polier Frank Wiemhoff – nie grösser als 30 Quadratmeter war. Ein reibungsloser Ablauf dieser zügig zu erfolgenden Arbeiten erforderte eine penible Vorbereitung: So waren die Carbongelege, die standardmässig im Format 5 mal 1,2 Meter angeliefert wurden, im Vorfeld für den Bedarf zuzuschneiden, testweise aufzuhängen, ihren Einbauort zu kennzeichnen, wieder abzuhängen und an geeigneter Stelle griffbereit zwischenzulagern.

Erschwert wurde diese Vorbereitung durch den Umstand der Zweilagigkeit. Lag die erste Lage noch verhältnismässig nah am Untergrund, schwebte die Zweite fast zwei Zentimeter vor diesem in der Luft. Dies machte ein Vorschneiden der Grate und Kehlen besonders anspruchsvoll.

Darüber hinaus endete die untere Lage immer an den Flächenenden, während die obere Lage, des finalen Verbundes wegen, zu diesem versetzt verlief. Die Matten umfassten also als gewinkelte Formteile die Grate oder füllten die Kehlen aus. Diese dreidimensionalen Elemente wurden vom Hersteller Solidian als vorgekantete Gelegestücke fertig angeliefert.

Da für diesen Bedarf kein ausreichend präzises 3D-Aufmass der Dachflächen vorlag, wurde der Gelegebedarf von Hand aufgemessen und die Formteilmasse dem Zulieferer übermittelt. Die ebenen Gelegflächen wurden tatsächlich mit der Trennscheibe auf Mass gebracht, da es keine

andere effektive Art existiert, Carbon zu schneiden. Für alle Zuschnitte hatte man sich auf eine Winkelgenauigkeit von 10-Grad-Schritten geeinigt: So führte etwa sowohl ein 68er-Winkel, wie ein 74er-Winkel zu einem 70-Grad-Formteil.

### Optimierte Arbeitskraft

Durch eine zunehmende Optimierung der Arbeitsabläufe konnte das Baustellenteam dauerhaft von acht auf sechs Kräfte reduziert werden. Gearbeitet wurde grundsätzlich in zwei Kolonnen, die – um sich nicht zu stören – zwei möglichst weit voneinander entfernte Teilflächen bearbeiteten.

Das erste Team bestand aus zwei Kräften, die den Zuschnitt vornahmen, das zweite Team führte die Spritzarbeiten aus. Diese Arbeiten erfolgten mit Atemschutz. Der aufkommende Staub sollte zum einen aus gesundheitlichen Gründen das andere Team nicht behelligen, ausserdem waren unnötige Staubablagerungen auf der als nächstes zu spritzenden Teilfläche zu minimieren.

Das Spritzbeton-Team bestand aus vier Personen: Einem Düsenführer – eine Aufgabe, die der Polier Frank Wiemhoff durchgehend selber wahrnahm, zwei Assistenten, die die provisorisch angehefteten Gelege während der Spritzarbeiten kontrollierten und gegebenenfalls zusätzlich andrückten, sowie einem Arbeiter, der im Mischzelt unter Vollschutzmontur den Betonmörtel nachfüllte, der in 25-Kilogramm-Säcken von der Firma Sto angeliefert wurde.

Ihm oblag auch die bereits erwähnte Pigmentzugabe. Denn während die unteren beiden Spritzbetonschichten aus regulärem «StoCrete TS 100» bestanden, wurde für die sieben Millimeter starke Deckschicht «StoCrete TS 100 v 1» eingesetzt. Dieser Spritzmörtel wurde aus Weissbeton erstellt und war daher besonders gut zu färben.

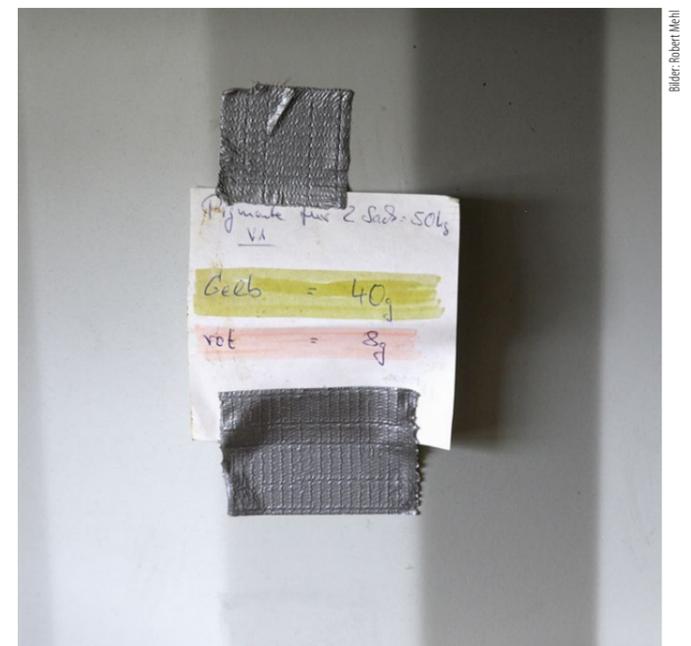
Gottfried Böhm hatte noch persönlich das Mischungsverhältnis festgelegt: Auf zwei Sack Betonmörtel, also auf 50 Kilogramm Gesamtmenge, sollten 40 Gramm gelbe Pigmente und acht Gramm Rotpigmente beigemischt werden. Dies ergab eine Tönung der neuen Betonoberfläche, die der Bestandsfarbe am ehesten entsprach und den monolithischen Gesamtcharakter wieder herstellte.

### Vor- und Nachbereitung

Grundsätzlich waren alle Dachflächen mit Folie abgedeckt: Entweder waren sie frisch sandgestrahlt und gereinigt und auf diese Weise vor Verschmutzung geschützt. Oder die Folie bedeckte den frisch aufgetragenen Beton, weil eine Folienabdeckung eine anerkannte Technik zum Feuchthalten des Betons bei dessen Abbindeprozess ist. Für diesen sind generell fünf Tagen vorgesehen, die in Neviges auf sieben Tage verlängert wurde. Aufgedeckt wurde jeweils nur die Teilfläche, die an dem Tag zur Bearbeitung anstand. Zuerst wurde der Bereich noch einmal mit einem Hochdruckstrahler abgewaschen, danach begann das Aufspritzen des Betons. →



Die Pigmente zum Einfärben des Spritzbetons wurden nach dem Abwiegen in kleinen Behältern bereitgehalten.



Der handschriftliche Merkzettel zum Anmischen der Pigmente war immer in Sichtweite angebracht.



Nun wird die Dachfläche mit einem Reibebrett abgerieben und Fehlstellen von Hand mit einer Kelle beigearbeitet.



Um die ursprüngliche Brettschichtschalung nachzuahmen, wird mit einer Traufel von Hand eine Profilierung eingearbeitet.

Beim Trockenspritzverfahren entsteht anfangs ein starker Rückschlag. Dies hat nichts mit der Bedeutung aus der Waffentechnik zu tun, sondern ist ein Vorgang, bei dem in den ersten Sekunden die bis zu vier Millimeter grossen, annähernd trockenen Mörtelzuschläge vom Untergrund abprallen und zu Boden fallen. Erst allmählich bildet sich eine dünne Betonschlämme, in der das Korn Halt findet und von dem nachfolgenden Material noch einmal festgedrückt und tatsächlich auch verdichtet wird.

Der Massenanteil des sogenannten Rückschlags ist empirisch bekannt und wird als Verlust mit einkalkuliert. Er muss regelmässig eingesammelt und ebenso das vollkommen eingehauste Gerüst regelmässig gereinigt werden. Der Rückschlag kann nicht mehr eingesetzt werden, es handelt sich dabei aber um besonders recycling-

fähigen Bauschutt. Für das Einsammeln wurden auf der Dachfläche zahlreiche temporäre Dämme errichtet, an denen sich der Abraum sammelte und dort mit Schaufeln abgeschöpft werden konnte.

#### Präzises Arbeiten von Hand

Die oberste, mit Pigmenten versehene Deckschicht wurde nach Abschluss der Spritzarbeiten als Ganzes von Hand mit Reibebrettern abgerieben. Kleine Fehlstellen, die zutage traten, wurden mit Traufel und Zungenkelle beigearbeitet. Tatsächlich ist die Entscheidung, die Dachflächen abzureiben und nicht zu glätten, eine weitere formale Entscheidung, die ebenfalls noch von Gottfried Böhm persönlich getroffen wurde, da dieses eine grössere Annäherung an den Bestand brachte.

Der Spritzbeton zieht erstaunlich schnell an, was schon spürbar während des Ab-

reibens erfolgt. Insofern ist zügig der nächste Arbeitsschritt anzugehen: das horizontale Profilieren der Dachflächen analog zum Vorbild, das eine Brettschalung nachahmen soll. Grundsätzlich beginnt man oben am Firstgrad und arbeitet sich hinab zur Traufe.

Appliziert wurde ein erhabener Streifen, den die Arbeiter erzeugten, indem sie die etwa vier Meter lange Richtlatte mit der Waage ins Wasser brachten und oberhalb von ihr mit der Traufel linealartig entlang zogen. Gehalten wurde die Richtlatte von den beiden Assistenten, die sie anschliessend um eine Traufelbreite nach unten verschoben, wo sich das ganze Manöver wiederholte.

Nun wurden vorsichtig die Putzhaken entfernt und die eingeschalteten Randbereiche wieder freigelegt. Sie waren mit Schalbrettern geschützt worden, um seitliche Verschmutzungen zu vermeiden. War es jedoch erforderlich, einen Betonierschnitt fugenlos an einen zuvor angelegten anzuschliessen, musste dieser im Vorfeld auf eine Breite von 20 Zentimetern angestrahlt und aufgeraut werden.

#### Letzter Besuch auf der Baustelle

Die Fertigstellung der Sanierungsarbeiten fiel annähernd mit dem, trotz des hohen Alters überraschenden Tod des Baumeisters Gottfried Böhm zusammen. Von architektonischer Seite wurde das Projekt von seinem Sohn Peter koordiniert. Seit 2015 betreut dieser als Professor an der Universität Trier, das Lehrgebiet Bauen und Gestalten mit massiven Baustoffen (Ziegelstoffe und Beton).

Tatsächlich hat Gottfried Böhm noch hundertjährig im Herbst 2020 Neviges einen Baustellenbesuch abgestattet. Samt Rollator gelangte er mit dem regulären Baustellenaufzug auf das Dach und war während der Anlage einer Spritzbetonoberfläche anwesend. ■



Gottfried Böhm, hier auf einer Aufnahme aus dem Jahr 2015, war trotz seines hohen Alters im vergangenen Herbst noch zu einer Stippvisite auf der Baustelle, um die Sanierungsarbeiten zu begutachten.



Zeig es allen: #BauPix

Sehen und gesehen werden: #BauPix  
 Poste jetzt deine besten Bau-Bilder auf Twitter oder Instagram.  
 @baublatt | baublatt

PCI®  
 Für Bau-Profis

Das Original



#### PCI Polyfix®-Familie

Universell für den Abwasser- und Trinkwasserbereich sowie Strassenbau einsetzbar

- Mit Trinkwasserzulassung
- Sulfatbeständig
- Dauerhaft beständig gegen starken chemischen Angriff
- Hohe Abriebfestigkeit

PCI Bauprodukte AG  
 Im Schachen 291 · 5113 Holderbank

www.pci.ch

A brand of MBCC GROUP