Elbphilharmonie: Wand- und Deckenkonstruktionen der Konzertsäle aus Spritzbeton

Ausgefallene architektonische Konzepte erfordern den innovativen Einsatz von Baumaterialien: Beim Bau der Elbphilharmonie in Hamburg werden die Deckenkonstruktion im kleinen Konzertsaal sowie die Wandkonstruktion des großen Musiksaales in Spritzbeton ausgeführt. Der Baustoff, der hauptsächlich bei der Sanierung von Betonbauteilen sowie zur Felssicherung oder im Tunnelbau Verwendung findet, ist hier Basis für die Realisierung eines anspruchsvollen akustischen Konzeptes.

Fast schon schien es, als habe der alte Kaiserspeicher am Sandtorhafen an den westlichen Sitzen der Hafen City in Hamburg die besten Jahre hinter sich. Im Krieg zerstört und 1963 wieder aufgebaut, wurde er bis gegen Ende des letzten Jahrtausends als Speicher für Kakaobohnen, Tee und Tabak genutzt. Mit dem Anstieg des Containertransports jedoch verlor der Speicher, der als einziger direkt von Seeschiffen angelaufen werden konnte, an Bedeutung und stand schließlich leer. Konzerte und Ausstellungen, die in der Folgezeit hier veranstaltet wurden, oder die Idee, hier ein Bürohaus für die Medienbranche zu errichten, verhinderten nicht, dass der historische Bau langsam in Vergessenheit geriet. Erst der Entwurf des Schweizer Architekturbüros Herzog & de Meuron für den Bau einer Philharmonie brachte den Umschwung. Mit identischer Grundfläche sollte auf dem Dach des alten Lagergebäudes ein moderner Baukörper aus hell schillernden Glasflächen aufgesetzt werden. Zwei Konzertsäle, 45 Eigentumswohnungen und ein Hotel sollen unter der kühn geschwungenen Dachlandschaft des gläsernen Neubaus Platz finden.

Der zuvor vollständig entkernte Speicher wurde nach Ertüchtigung der Fundamente zum Parkhaus mit ca. 500 Stellplätzen umgebaut. Außerdem sind hier die Wellness- und Konferenzräume des Hotels untergebracht. Hinzu kommen ein musikpädagogischer Bereich, mehrere Backstage-Räume sowie ein dritter Konzertsaal für 170 Personen.

Frei zugänglich ist der Bereich zwischen dem alten und dem neuen Baukörper in der 8. Ebene. Eine ca. 4000 m² große Plaza mit Restaurants, Boutiquen und Bars bietet ein 360-Grad-Panorama über die Stadt und lädt zum Flanieren ein.

Herz der Philharmonie sind die beiden Konzertsäle des Neubaus für 2150 bzw. 550 Besucher. In einer Art Raum-im-Raum-Konzept sind beide aus akustischen Gründen vom restlichen Gebäude abgekoppelt.

Kleiner Konzertsaal

Beim kleinen Konzertsaal gelingt dies durch einen zweischaligen Wandaufbau. Dabei bestehen die eigentlichen Wände des Raumes aus beidseitig angeordneten Fertigbetonelementen als verlorene Schalung, die in der Mitte mit Beton ausgefüllt wurden. Sie lagern auf einer Stahl-Unterkonstruktion, die auf Federpaketen ruht. Die gesamte Konstruktion wird durch einen Leerraum von der monolithischen Betontragkonstruktion aus Wänden, Stützen und Decken getrennt.

Eine Speziallösung wurde für die Innendecke des kleinen Konzertsaals entwickelt. Hier wird die bewehrte Decke nicht in herkömmlicher Weise mit Ortbeton von oben, sondern im Spritzbetonverfahren nach DIN 18551 von unten ausgeführt. Die Tatsache, dass die Baufelder der ca. 33 m × 15 m großen Raumdecke in einer Entfernung von ca. 250 m bei einem maximalen Höhenunterschied von 75 m in Bezug zur Baustelleneinrichtung liegen, stellt dabei besondere Anforderungen an das ausführende Unternehmen Lenz & Mundt Betonsanierung GmbH, Brandenburg, einem Mitglied der Güteschutzgemeinschaft Betoninstandsetzung Berlin und Brandenburg.

Grundsätzlich kommen für die Deckenkonstruktion zwei unterschiedliche Sorten Spritzbeton zum Einsatz: als Haftgrund und als Decklage Spritzmörtel mit 4 mm Größtkorn und als

Bild 1. Hamburger Elbphilharmonie: Ein moderner Baukörper aus hell schillernden Glasflächen setzt auf einem alten Speichergebäude aus Backsteinen auf

Bild 2. Anbringen der Lehren für die letzte Lage Spritzbeton; die Oberfläche wird abschließend abgezogen und gerieben

Bild 3. Die zweite Bewehrungslage mit der Verspannung an den Unterstützungskörben

Konstruktionsschicht Spritzbeton mit 8 mm Größtkorn. Eingesetzt wird Beton der Güteklasse C 30/37 mit einem Zementgehalt von ca. 400 kg/m^3 (Cem I oder II). Um die einzelnen Lagen kurzfristig aufeinanderfolgend herstellen zu können, wird eine frühe Festigkeit angestrebt. Die verschiedenen Lagen Spritzbeton werden jeweils ohne Unterbrechung über die gesamte ca. 480 m^2 große Fläche ausgeführt.

Die Auftragsfläche für den Spritzbeton besteht aus einem gestrahlten Holorib-Blech vom Typ 51-150-1.00, in dem Gewindebolzen verankert sind. Holorib-Bleche ähneln Trapezblechen, bei denen jedoch die Sicken schwalbenschwanzförmig ausgebildet sind. Das Blech wird in einer Breite von 60 cm im Abstand von ca. 2 m auf Stahlträgern unterschiedlicher Flanschbreite montiert, die jeweils nach Abschluss der Arbeiten mit der fertigen Deckenunterkante bündig abschließen.

Zur Untergrundvorbereitung wird zunächst eine mineralische Haftbrücke sowie anschließend frisch in frisch die erste Lage Spritzmörtel 4 mm mit Zusatzstoff Microsilica aufgebracht. Leichter Flugrost auf der Blechunterseite bei Betonierbeginn begünstigt die Haftung des Materials. Gleichzeitig werden die Ränder der Sicken verfüllt und die Sicken selbst annähernd als Gewölbe vorbereitet.

Im nächsten Schritt erfolgt die Montage der zweiteiligen ersten Bewehrungslage. Sie besteht aus Listenmatten mit Stäben D = 10 mm, e = 15 cm und Montageeisen D = 8 mm, e = 100 cm. Die Matten werden an den Gewindebolzen des Untergrunds im Abstand von ca. 60–70 cm befestigt. Für die Befestigung der unteren doppelten Bewehrungslage werden an den Gewindebolzen Unterstützungsstäbe verspannt.

Anschließend erfolgt der Auftrag der zweiten Lage Spritzbeton mit 8 mm Körnung in einer Dicke von ca. 8 cm bis zur Unterkante der Mattenbewehrung. Eine dritte Lage Spritzbeton wird in einer Dicke von ca. 7 cm bis 1 cm über der unteren Bewehrungslage aufgespritzt und grob abgezogen, bevor die zweite Bewehrungslage an den Unterstützungskörben verspannt wird.

Bild 4. *Ausbau des großen Konzertsaals: Derzeit wird die Stahlunterkonstruktion eingebracht, die später die Wände und die Bestuhlung tragen wird*

Der Auftrag der vierten Lage Spritzbeton mit 8 mm Körnung wird in zwei Arbeitsgängen in einer Dicke von 4,5 cm so ausgeführt, dass damit gleichzeitig eine ca. 1,5 cm dicke Bewehrungsüberdeckung gewährleistet ist, und anschließend grob abgezogen. Für die letzte Lage kommt ein 4 mm Spritzmörtel ohne Zusatzstoff Microsilica in einer Schichtdicke von 2,5 bis 3,5 cm als Finish zum Einsatz. Die Oberfläche wird abschließend abgezogen und gerieben. Dabei gelten erhöhte Ebenheitsanforderungen gemäß DIN 18202, Tabelle 3, Zeile 2. Zur Erzielung dieser Anforderungen wird mit Lehren gearbeitet. Nach Fertigstellung beträgt die Gesamtdicke der Saaldecke 21 cm.

Bundesgütegemeinschaft
Instandsetzung von Betonbauwerken e.V.

Die Bundesgütegemeinschaft Instandsetzung von Betonbauwerken stellt sich vor
Die Bundesgütegemeinschaft Instandsetzung von Betonbauwerken e.V. (ib) versteht sich als bundesweites Kompetenzcenter für den Schutz und die fachgerechte Instandsetzung von Betonkonstruktionen. Neun Landesgütegemeinschaften und die Bundesgütegemeinschaft Betonflächeninstandsetzung (BFI) haben sich zur ib zusammengeschlossen. Rund 250 Unternehmen stehen mit ihrer Mitgliedschaft für Qualität und Sicherheit in der Betoninstandsetzung ein. Die ib bietet ihren Mitgliedern Informationen zu fachgerechter Betoninstandsetzung, Weiterbildung sowie zu Richtlinien und gesetzlichen Vorgaben. Über die Internetseite www.betonerhaltung.com können Planer und Auftraggeber Kontakt mit qualifizierten Mitgliedsunternehmen in ihrer Region aufnehmen.

Höchste Qualität durch doppelte Sicherung
In dem über 20-jährigen Bestehen hat die ib Standards mitentwickelt, die die Güte von Betoninstandsetzungen sicherstellen und transparent machen. Dazu zählt das Prinzip der Eigen- und Fremdüberwachung, dem sich die Mitglieder verpflichtet haben. Für die Fremdüberwachung unterhält die ib eine eigene Prüf- und Überwachungsstelle, welche sowohl vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) als auch vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) anerkannt ist. Sie vermittelt und koordiniert den Einsatz unabhängiger Güteschutzbeauftragter, deren Berichte für die Vergabe des „ib"-Gütezeichens ausschlaggebend sind und für die Bauabnahme mit herangezogen werden sollten. Das vom Deutschen Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. (RAL) zertifizierte Zeichen steht für fachgerechte Verarbeitung und höchste Qualität in der Betoninstandsetzung. Die ib unterstützt mit dem System aus Eigen- und Fremdüberwachung Architekten und Ingenieure bei der Bauüberwachung. Vorher muss jedoch ein sachkundiger Planer die Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen entsprechend der Instandsetzungs-Richtlinie konzipieren.

Partner für langfristige Werterhaltung
Voraussetzung für eine dauerhafte Instandsetzung ist die Umsetzung eines Instandhaltungsplans, nach dem das Bauwerk entsprechend der Instandsetzungs-Richtlinie regelmäßig überprüft wird. Die ib versteht sich hierbei als Partner: Im Idealfall entwickeln die Experten der Bundesgütegemeinschaft zusammen mit dem sachkundigen Planer ein geeignetes Verfahren. So steht auch nach Abschluss der Arbeiten das Know-how der ib für eine langfristige Werterhaltung zur Verfügung.

Ihr Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Hans Joachim Rosenwald (Geschäftsführer)
Bundesgütegemeinschaft Instandsetzung von Betonbauwerken e.V.
Nassauische Straße 15 ▪ 10171 Berlin ▪ Telefon: (030) 86 00 04-891 ▪ Fax: (030) 86 00 04-43 ▪ www.betonerhaltung.com

In der Herstellungsphase werden die Deckenlasten über das Holorib-Blech abgetragen. Nach Erhärtung der Betonschichten erfolgt der Lastabtrag über die Bewehrung direkt auf die Hauptstahlträger, die in ca. 5 m Abstand verlegt sind.

Bild 5. *Im großen wie im kleinen Konzertsaal ruht die Stahlträgerkonstruktion für die späteren Wandaufbauten auf großen Federpaketen*

Bild 6. *Für die fertiggestellte Oberfläche gelten erhöhte Ebenheitsanforderungen gemäß DIN 18202, Tabelle 3, Zeile 2*

Bild 7. *Einbringen der letzten Lage Spritzbeton – es kommt ein 4-mm-Spritzmörtel ohne den Zusatzstoff Microsilica in einer Schichtdicke von 2,5 bis 3,5 cm als Finish zum Einsatz (Fotos: Bundesgütegemeinschaft Instandsetzung von Betonbauwerken)*

Großer Konzertsaal

In ähnlicher Weise werden ebenfalls die Wandflächen des großen Konzertsaales ausgeführt. Wie die Wände des kleinen Saales ruhen auch sie auf einer Stahlträgerkonstruktion, die auf riesigen Federpaketen gelagert sind. Bedingt durch eine Innenraumgestaltung, die dem Konzept der Weinberg-Architektur folgt – dabei befindet sich das Orchester in der Mitte des Raumes, während sich die Ränge zu einem steilen Zuschauerkessel auftürmen – sind die Wandflächen teilweise positiv und negativ geneigt und unsymmetrisch von Stahlträgern begrenzt. Dabei sind die einzelnen Flächen unterschiedlich groß: Die kleinste Fläche misst 1,1 m^2, die größte 221,7 m^2.

Die Auftragsfläche für den Spritzbeton besteht hier aus vorbereitetem Trapezblech vom Typ 80. Analog zur Ausführung der Decke des kleinen Musiksaales ist ein Auftrag von insgesamt fünf Lagen Spritzbeton vorgesehen. Die Konstruktion verfügt nach ihrer Fertigstellung über eine Gesamtdicke von D = 28 cm. Sie wird entsprechend dem Konzept des Akustikers Yasuhisa Toyota von Nagata Acoustics Inc. abschließend mit einer Wandbeplankung aus individuell gefrästen Gipsfaserplatten versehen. Sie sollen den Klang in jeden Winkel des Raumes reflektieren und so für den perfekten Hörgenuss im gesamten Konzertsaal sorgen.

Die Baudurchführung zeigt beispielhaft auf, dass spezielle Verfahren, die üblicherweise bei Betoninstandsetzungen zur Anwendung gelangen, sich durchaus auch als Lösung von besonderen Aufgaben des Neubaus eignen. Fachunternehmen aus dem Bereich Schutz und Betoninstandsetzung stehen hierfür mit ihrem Know-how zur Verfügung.

Hans Joachim Rosenwald, Rita Jacobs

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-gütegesicherte 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.

Bautafel
Elbphilharmonie – Wand- und Deckenkonstruktionen der Konzertsäle

Baubeginn: April 2007
Bauherr: Elbphilharmonie Hamburg Bau GmbH & Co KG, vertreten durch die ReGe Hamburg Projekt-Realisierungsgesellschaft mbH
Generalplaner: Arbeitsgemeinschaft Herzog & de Meuron, Basel, Höhler + Partner Architekten und Ingenieure, Hamburg
Generalunternehmer: Hochtief Construction AG, Hamburg
Ausführung der Spritzbetonarbeiten: Lenz & Mundt Betonsanierung GmbH, Brandenburg an der Havel

Weitere Informationen:
Bundesgütegemeinschaft Instandsetzung
von Betonbauwerken e.V.,
Nassauische Straße 15, 10717 Berlin,
Tel. (0 30) 86 00 04-8 91, Fax (0 30) 86 00 04-43,
info@betonerhaltung.com, www.betonerhaltung.com