

HEFT 1 – FEBRUAR 2006

www.architektur-online.com

architektur

HEFT 1 / FEBRUAR 2006

architektur

FACHMAGAZIN FÜR DIE PLANENDE, AUSSCHREIBENDE, AUF-
TRAGSVERGEBENDE UND AUSFÜHRENDE BAUWIRTSCHAFT

ISSN 1611-3918
© 2006 Architektur-Verlag, Wien
01317905, 1094, 1006 - 4000

Neubau * Umbau * Sanierung

Altop Design Ltd/AMEC • Proyer & Proyer • rainer.böhm • Reinhard Schäfer •
Richard Meier & Partners • Rüdiger Lainer • sigs • Christian Sumereder • Gerhard Zweier



9 304781 000018

Rechnergestützter Wiederaufbau der Dresdner Frauenkirche

Über 200 Jahre lang war die Dresdner Frauenkirche mit ihrem berühmten Kuppelbau, der „Steinernen Glocke“, das Wahrzeichen von „Elb-Florenz“. 1992 wurde – fast auf den Tag genau 48 Jahre nach ihrer Zerstörung am 20. Februar 1945 – ihr Wiederaufbau beschlossen. Moderne CAD-Technik und traditionelle Handwerkskunst haben den einzigartigen barocken Kirchenbau zu neuem Leben erweckt.

TEXT: MARIAN BEHANECK

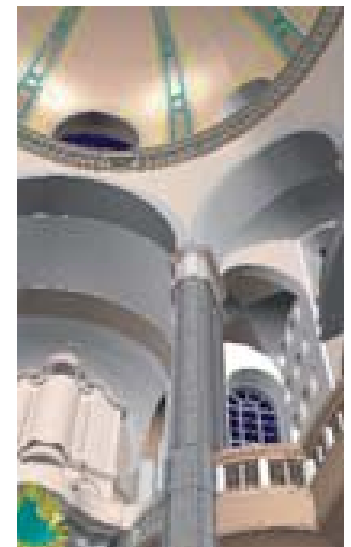
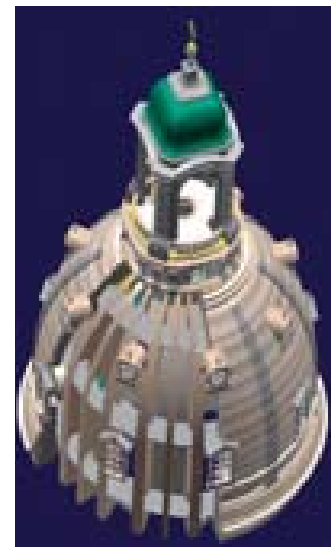
BILDER: IPRO DRESDEN, J. SCHÖNER/DRESDEN, SÄCHSISCHE SANDSTEINWERKE/PIRNA

Die Rekonstruktion des bedeutendsten Sakralbaus des deutschen Protestantismus, fertig gestellt 1743 nach den Plänen von George Bähr, war von Anfang an eine Herausforderung für alle Beteiligten. Nicht nur aufgrund der geschätzten Wiederaufbau-Kosten in Höhe von 125 Millionen Euro und einer geplanten Bauzeit von zwölf Jahren. Herausfordernd war dieses Vorhaben bereits vor Baubeginn. Denn Ausgangspunkt war ein zwei Tage nach der

Lage der Trümmerteile auf dem Gesteinsberg von Vermessungsingenieuren mit einer Mix aus diversen Aufmaßverfahren erfasst. Alle wiederverwertbaren und wertvollen Fundstücke wurden mit einer Digitalkamera dokumentiert und mit einer fortlaufenden Registriernummer versehen, um sie später leichter einbauen zu können. Im Rechner simulierte Studien des Einsturzes der Frauenkirche und des Trümmerbergs ließen Rückschlüsse auf die

nalpläne George Bährs, Aufmaßpläne aus dem 19. und 20. Jahrhundert sowie historische Fotografien. Aufbauend auf diesem Material wurde von der mit der Planung und Bauleitung beauftragten Architekten- und Ingenieurgesellschaft IPRO Dresden ein virtuelles 3D-Modell im Maßstab 1:1 konstruiert. Über die gesamte Bauphase hindurch diente es als Arbeitsgrundlage für die Planung und den Einbau der Fundstücke sowie die Neuerstellung von Mauer-

enkirche im Besonderen überhaupt zeichnerisch erfasst und den Handwerkern vermittelt? Auf welche Weise hat man die notwendige Präzision bei der Bauausführung erreicht und kontrolliert? Wie war diese statische Leistung ohne moderne Berechnungsmethoden wie die bei der Rekonstruktion der Frauenkirche eingesetzte Finite Elemente Methode (FEM) überhaupt möglich? Diese und weitere Fragen erzeugen bei den Baubeteiligten



Bombennacht vom 13. Februar 1945 entstandener 13 Meter hoher und rund 20.000 m³ großer Trümmerberg, der Jahrzehnte in der ehemaligen DDR als symbolisches Mahnmal diente.

Archäologische Rekonstruktion

Für die Abtragung des Gesteinsberges und die Sicherung aller denkmalpflegerisch und bautechnisch relevanten Informationen gestand der ehrgeizige Zeitplan Archäologen und Denkmalpflegern lediglich einhalb Jahre zu. Da alles sehr schnell gehen musste, wurde die

ursprüngliche Lage der Fundstücke im Bauwerk zu. Auch durch den Einsturz der Kirche resultierende Verformungen des Bestandes wurden sichtbar gemacht und in das Computermodell eingearbeitet. Auf dieser Informationsbasis konnte bereits im Planungsstadium festgestellt werden, welche Steine sich wieder einbauen ließen und wie viele neu gefertigt werden mussten.

Computergestützte Planung

Neben den Ruinen standen auch historische Quellen für die Planung des Wiederaufbaus zur Verfügung: Ori-

ginalzeichnungen und Werksteine. Besonders komplizierte Bauteile, zum Beispiel die Kuppelanlaufplatten und deren Tragrippen, setzten sehr geringe Bauleranzien voraus. Sie wurden in Form von Koordinatenangaben, Höhenlinienplänen und 3D-DXF-Daten an die ausführenden Firmen weitergegeben. Nur so war ein millimetergenaues Fertigen und Versetzen der Steine möglich. Was heute dank Computertechnik relativ einfach erscheint, musste die Baumeister damals vor fast unlösbare Probleme gestellt haben. Wie wurde die komplexe Geometrie barocker Bauten im Allgemeinen und der Dresdner Frau-

enkirche im Besonderen überhaupt zeichnerisch erfasst und den Handwerkern vermittelt? Auf welche Weise hat man die notwendige Präzision bei der Bauausführung erreicht und kontrolliert? Wie war diese statische Leistung ohne moderne Berechnungsmethoden wie die bei der Rekonstruktion der Frauenkirche eingesetzte Finite Elemente Methode (FEM) überhaupt möglich? Diese und weitere Fragen erzeugen bei den Baubeteiligten

Ohne 3D-Modell keine Planung

Raffinierte Raumdurchdringungen, wagemutige Gewölbekonstruktionen mit mehrfach gekrümmten Flächen sind auch für anspruchsvollere CAD-Systeme eine Herausforderung. Zum Einsatz bei der IPRO Dresden kam deshalb eine ursprünglich aus dem Flugzeugbau stammende Software für die Konstruktion komplexer 3D-Geometrien. „Die Vorteile eines mächtigen Modellierwerkzeugs, mit dem auch

mehrfach gekrümmte Flächen einfach konstruiert werden können, haben wir schnell zu schätzen gelernt“, so Dipl.-Ing. Architekt Jörg Lauterbach, zuständig für die CAD-Planung bei der IPRO Dresden. Am 3D-Modell waren die Abhängigkeiten, Durchdringungen oder Problembereiche von Bauteilen schnell erkennbar und konstruktiv beeinflussbar. Die CAD-Software wurde konsequent volumenorientiert genutzt, sodass alle Daten, wie Volumen, Flächen, Massen und Koordinaten jederzeit verfügbar waren. „Aus dem von unserem 8-köpfigen Planungsteam erarbeiteten 3D-Modell wurden alle weiteren Informationen für die Entwurfs-, Baueingabe-, Werk- oder Detailplanung abgeleitet. Dieses präzise ‚Urmodell‘ war somit die Grundlage für alle folgenden Planungsschritte“, erläutert Lauterbach mit einem gewissen Stolz. Auch die Statiker, technischen

Baufortschritt war nur möglich, weil neues und altes Baumaterial zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort bereitstand, was eine präzise Logistikplanung voraussetzte. Die gesamte Baustelle war durch ein riesiges Behelfsdach gegen Wind und Wetter geschützt. Hydraulisch angehoben wuchs es mit dem Baufortschritt in die Höhe. Selbst Frost war kein Problem: Die außerhalb lagernden Sandsteinblöcke wurden in speziellen Kammern vorgewärmt, sodass der Mörtel problemlos abbinden konnte. Ein Drittel des Baumaterials besteht aus Originalsteinen, die vom nahe gelegenen Zwischenlager abgerufen wurden. Der neue Sandstein kam, wie zu Zeiten Bährs, aus den Elbsandsteinbrüchen der Sächsischen Schweiz. Für die rund 12.000 Tonnen schwere Kuppel wurden ausschließlich neue Steine verwendet, da das aus den Trümmern geborgene Material für die enormen

auf Basis der Daten der IPRO Dresden 35.000 Versetzpläne und Werkskizzen gezeichnet, nach denen Mauerblöcke, Kämpfer-, Gesims- oder Schlusssteine gesägt und gehauen wurden. Dass auch diese planerische und handwerkliche Leistung moderne Zeichen- und Konstruktionstechniken voraussetzt, ist nahe liegend. Zum Einsatz bei den Sächsischen Sandsteinwerken kam ein bauspezifisches CAD-Programm, das im Unternehmen in der Arbeitsvorbereitung eingesetzt wird. Die 3D-Konstruktionen der Werksteine wurden in 2D-Werkskizzen und Schablonen umgesetzt, wonach die Blöcke aus dem Sandstein gesägt und gehauen wurden.

Traditionelle Bearbeitung

Natürlich wäre es nahe liegend gewesen, die ohnehin vorhandenen CAD-Daten zeitsparend auch für die

rechnergestützte Fertigung zu nutzen. Doch der Einsatz von Maschinen beschränkte sich auf die Vorfertigung der Steinmetzwerkstücke und die Herstellung von Regelsteinen mit Hilfe von CNC-Steinsägen. Zum einen waren die Werksteine teilweise so kompliziert geformt, dass CNC-gesteuerte Maschinen nicht einsetzbar waren. Zum anderen bestand der Bauherr, die Stiftung Frauenkirche, insbesondere bei den Ansichtsflächen der sichtbaren Werksteine auf Maschinenverzicht. Die Kirche sollte möglichst originalgetreu nachgebaut werden. Wäre etwa ein Druckluftmeißel für das „Finish“ der Steine eingesetzt worden, so wäre dies aufgrund einer anderen Oberflächenbeschaffenheit aufgefallen. Trotz Hightech sollte die Dresdner Frauenkirche mit Hilfe überlieferter Handwerkskunst genauso authentisch erstrahlen wie vor über 250 Jahren. ☺



Gebäudeausrüster, Gerüstbauer oder Steinmetze erhielten die gleichen digitalen Basisinformationen. Da dort jeweils andere Systeme verwendet werden, tauschte man grafische Daten fast ausnahmslos im Standardformat 2D/3D DXF aus.

Puzzle aus Alt und Neu

Schicht um Schicht wuchs die Kirche in den vergangenen Jahren gleichmäßig nach oben. Zeitweise waren täglich rund 50–60 Maurer und Steinversetzer im Einsatz, die durchschnittlich 12 Kubikmeter Sandsteine pro Tag vermauerten. Dieser

statischen Belastungen nicht mehr hart genug war.

Sandsteine aus Sachsen

Lieferant neuer Sandsteine waren die Sächsischen Sandsteinwerke in Pirna. Der Elbsandstein aus der Sächsischen Schweiz ist schon seit Jahrhunderten wegen seines hohen Quarzanteils und seiner Härte ein gefragter Baustoff. Bevor der aus dem Berg herausgebrochene und zu Blöcken gesägte Stein eingebaut werden konnte, musste er nach detaillierten Werkstattplänen bearbeitet werden. In vier Jahren wurden

Symbol des Friedens

Dass man 60 Jahre nach der Zerstörung an eine Rekonstruktion überhaupt denken konnte, ist einer glücklichen Fügung zu verdanken: Anlässlich einer nur zwei Jahre vor der Bombennacht durchgeführten Sanierung wurde das gesamte Gebäude aufgemessen und in vielen Details fotografisch erfasst. Nach der Wende starteten Bürger einen weltweiten Spenden-Aufruf. Heute zählt die Gesellschaft zur Förderung des Wiederaufbaus der Frauenkirche Dresden über 6.200 Mitglieder in 23 Ländern. Zu ihnen gehören auch Freundeskreise in Großbritannien und den USA, deren Bomber das Gotteshaus in Schutt und Asche legten. Damit setzt die Wiedergeburt des Dresdner Wahrzeichens auch ein Zeichen für Frieden und Verständigung. Auch in diesem Sinne fand die Weihe der Frauenkirche am 30. Oktober vergangenen Jahres weltweit eine große mediale Beachtung.

Weitere Infos:

www.frauenkirche-dresden.de, www.frauenkirche.ipro-dresden.de, www.mdr.de/frauenkirche, www.wiederaufbau-frauenkirche.de, www.ibm.com/solutions/plm/country/de/frauenkirche