

Pavillon aus Textilbeton

SAn der Mies-van-der-Rohe-Straße in Aachen entsteht ein allseitig verglaster Pavillon, der künftig als Seminar- und Veranstaltungsraum genutzt wird. Besonderes Augenmerk gilt der anspruchsvollen Dachkonstruktion, die sich aus vier filigranen Betonschalen zusammensetzt. Hier wurde eine bekannte Tragwerksform mit einem neu entwickeltem Verbundmaterial, dem Textilbeton, und einem modernen Herstellungskonzept umgesetzt.

Der Entwurf nutzt als Grundelemente schirmartige Schalen, die jeweils aus einer Addition von vier doppelt gekrümmten Flächen, so genannten hyperbolischen Paraboloiden, bestehen, siehe Bild 1. In seiner Formgebung zitiert der Pavillon Entwürfe des spanischen Architekten Felix Candela (1910-1997). Die günstigen Trageigenschaften solcher Schalenträgerwerke beruhen auf ihrer Fähigkeit, Kräfte aufgrund ihrer Krümmung vor allem durch Membranenwirkung abtragen zu können. Insbesondere in den 50er und 60er Jahren des 20.

Jahrhunderts realisierte Candela in Mexiko eine Vielzahl von Bauwerken, die auf Variationen solcher HP-Schalen basieren. Aufgrund der Korrosionsproblematik der Stahlbewehrung und der arbeitsintensiven, aufwändigen Schalung sind Schalenträgerwerke aus Stahlbeton nahezu vollständig aus dem Baugeschehen verschwunden. Hier bietet der textilbewehrte Beton eine Möglichkeit, derartige Tragsysteme mit ihren charakteristisch geringen Bauteildicken auch heute wieder effizient herzustellen.

Textilbeton – ein neuartiger Verbundwerkstoff

Textilbeton ist ein neuartiger Verbundwerkstoff, der aus einem Feinbeton und einer textilen Bewehrung besteht, er wurde maßgeblich an der RWTH Aachen entwickelt. Im Rahmen des Sonderforschungsbereich SFB 532 „Textilbewehrter Beton – Grundlagen für die Entwicklung einer neuartigen Technologie“ (Sprecher: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Josef Hegger) wurden in den letzten zwölf Jahren interdisziplinär die Grundlagen dieser neuen Technologie erforscht. Der Pavillon dient daher auch als ein großformatiges Anwendungsbeispiel,

mit dem die Leistungsfähigkeit des Werkstoffes eindrucksvoll demonstriert werden kann. Die hohe Tragfähigkeit von Textilbeton beruht auf seinen hochfesten Ausgangsstoffen: Die speziell für Textilbeton entwickelte textile Bewehrung besteht aus modernen Materialien wie Carbon oder alkaliresistentem Glas mit extrem hohen Festigkeiten. So besitzt Carbon eine bis zu viermal höhere Zugfestigkeiten im Vergleich zu konventionellem Betonstahl. Die Besonderheit der verwendeten Betone liegt in ihrem sehr feinen Zuschlag und der Zugabe von Kurzfasern. Neben seiner hohen Tragfähigkeit besitzt Textilbeton zwei wesentliche Vorteile: die textilen Bewehrung ist flexibel und rostet nicht! Sie kann sich daher auch komplexen, gekrümmten Geometrien anpassen. Insbesondere lassen sich tragende Betonbauteile mit sehr geringen Dicken realisieren. Die für Stahlbewehrung erforderliche Betondeckung von mehreren Zentimetern zum Schutz gegen Korrosion ist bei Textilbetonbauteilen nicht mehr erforderlich. Die Textilbetonschale des Pavillons konnte daher mit einer Dicke von lediglich 6 cm ausgeführt werden!

Formgebung und Geometrie

Die extreme Schlankheit der Textilbetonschalen wird deutlich bei einem Blick auf deren Abmessungen von 7m x 7 m. Insgesamt wurden vier dieser Schalen hergestellt und in einem 2 x 2 Raster angeordnet, so dass ein quadratischer Baukörper mit Außenabmessungen von 14 m x 14 m und einer Grundfläche von ca. 200 m² entstand, siehe Bild 2. Die Dachelemente lagern in ihren Mittelpunkten jeweils auf einer Stahlbetonstütze auf. Aus der geometrischen Addition der Dachschalen ergeben sich insbesondere gerade Bauteilränder, so dass von außen die Form eines Kubus entsteht, der umlaufend mit einer 4 m hohen Glasfassade geschlossen wird. Die Stützen wurden gegenüber den Schirmkanten um 45 Grad gedreht, so dass die unterseitig an den Schalen verlaufenden Mittelgrate in den Ecken der Stützen eine Fortsetzung finden. Die Dachentwässerung erfolgt durch in den Stützen integrierte Entwässerungsröhre. Bei der Formgebung der Textilbetonschalen hatte das Tragverhalten der Schalen einen maßgeblichen Einfluss auf die Gestalt, um sich möglichst dem oben genannten

50

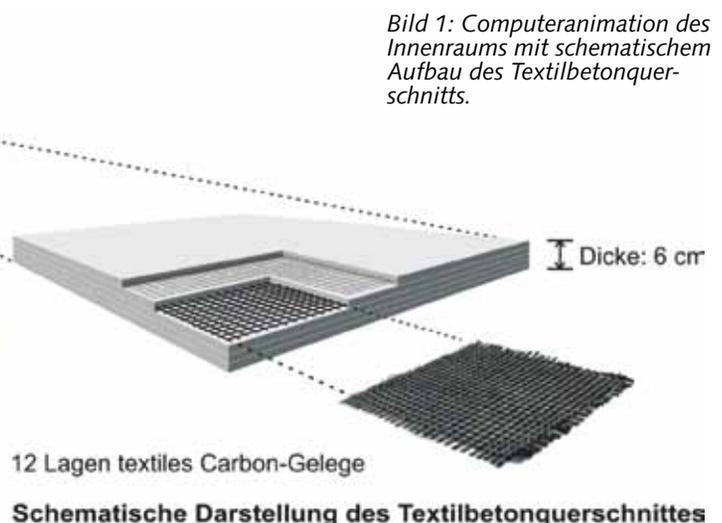


Bild 1: Computeranimation des Innenraums mit schematischem Aufbau des Textilbetonquerschnitts.

Innovativer Baustoff ermöglicht filigranes Schalentragwerk

Membranspannungszustand anzunähern und die Biegebeanspruchung der Schale zu minimieren. Die filigranen Textilbetonschalen müssen als tragende Dachkonstruktion auch extremen Lasten aus Schnee und Wind standhalten. Dass diese sicher abgetragen werden können, wurde mit Hilfe von an der RWTH speziell für Textilbeton entwickelten numerischen Modellen nachgewiesen. Auf Grundlage der Traganalyse und durchgeführten Versuchen an Textilbetonproben wurde die Textilbetonschale mit zwölf Lagen Carbongelege bewehrt. Ferner war es erforderlich, die Geometrie der Schale in einen kurzen Bereich in unmittelbarer Nähe zur Stütze auf 30 cm aufzudicken, um die konzentriert auftretenden Kräfte in der Mitte der Schale sicher in die Stahlbetonstützen einzuleiten.

Herstellung in Fertigteilbauweise
Neben der Bemessung der Tragstruktur war auch die baupraktische Realisierung der 50 m² großen Textilbetonbauteile eine Herausforderung: so galt es die erforderliche textile Bewehrung millimetergenau über die Querschnittshöhe einzubauen. Aus diesem Grund wurde ein Fertigteilkonzept entwickelt, das es erlaubte die Schalen unter baupraktischen Bedingungen herzustellen. Hierfür wurde ein Zelt aufgebaut, in dessen Mitte die Holzschalung für die Textilbetonschalen aufgestellt war. Während der Betonage war jeder Punkt der Schale über ein verfahrbares Gerüst erreichbar, ohne dass die Schale betreten werden musste. Von der Arbeitsbühne aus wurden lagenweise 5 mm dicke Betonschichten aus Spritzbeton

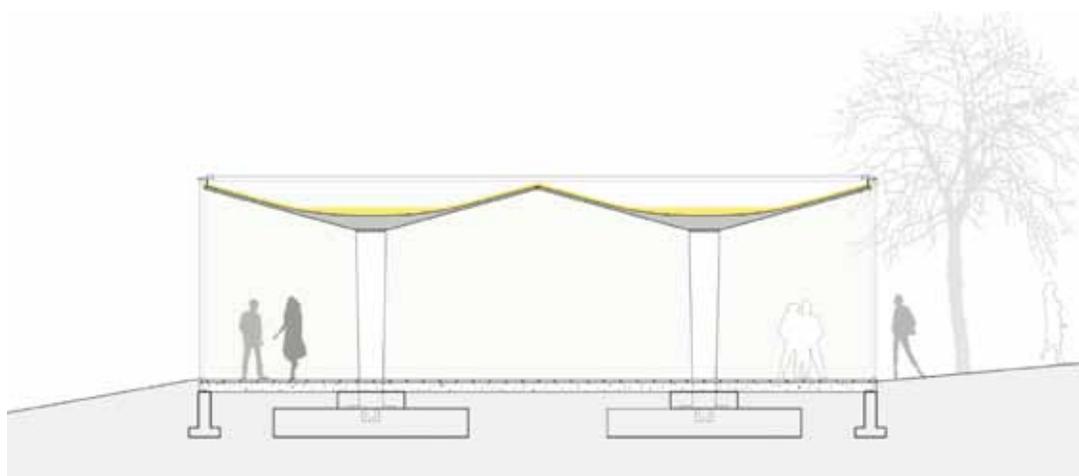


Bild 2: Textilbeton-Pavillon, Schnitt.

*Bild 3: Lagenweise Herstellung der Textilbetonschalen in Spritzbetonbauweise.
Foto: Institut für Massivbau*

Bild 4/5: Umsetzen der vierten Textilbetonschale mit einem Autokran auf die Stütze.
Fotos: Peter Winandy

aufgesprüht und anschließend die textile Bewehrung in den frischen Beton eingelegt, siehe Bild 3. Die Textilien wurden hierbei von Rollen mit vorkonfektionierten Breiten am Gerüst befestigt und in die Schale hinein abgewickelt. Durch eine kontinuierliche Messung der Schichtdicken konnte die geforderte Lagegenauigkeit der Bewehrung sichergestellt werden. Die vier Schalen mit 12 Lagen Carbondtextil wurden jeweils an einem Arbeitstag hergestellt.

Mit einer beheizbaren Einhausung konnte die Herstellung witterungsunabhängig in den kalten Wintermonaten erfolgen. Ein weiterer Vorteil des Fertigteilkonzeptes war, dass alle vier Schalen mit nur einer einzigen Holzschalung hergestellt werden konnten und eine aufwändige Schalung alle Schirme in der geplanten Endhöhe von 4 m vermieden wurde.

Die einfache, ebenerdige Herstellung erforderte allerdings das spätere Umsetzen der Schalen. Die 50 m² große Fläche wurde an nur einem einzigen Punkt, ihrem Mittelpunkt, mit einem Autokran aus der Schalung gehoben, siehe Bild 4 und 5. Aus statischer Sicht entsprach die Belastung beim Ausschalvorgang der Belastung im Endzustand, wenn die Schale an dem gleichen Punkt auf den Stützen auflagert. Bereits nach zehn Tagen Aushärtungszeit hatte die Textilbetonschale eine ausreichende Festigkeit, um die Belastung beim Ausschalvorgang aufzunehmen. Der Kran wurde in Schalenmitte an ein einbetoniertes Stahlbauteil angeschlossen. Auf diese Weise konnte ohne zusätzliche Transportanker die Schale aus der Schalung auf die Stahlbetonstütze gehoben werden. Das Stahlbauteil wurde auch für die späteren Justage und die kraftschlüssige Kopplung zwischen Schale und Stütze genutzt. Über vier aus der Stütze herausragende Gewindestangen, die durch das Stahlbauteil geführt waren, und unten liegende Muttern konnte die Schale

millimetergenau ausgerichtet werden. Darüber hinaus integriert das Stahlbauteil die Leitungsführung der Abwasserrohre. Nach Abschluss der Rohbauarbeiten folgen die Arbeiten an der Glassfassade und am Innenausbau. Aufgrund der hohen Oberflächenqualität wird die Unterseite der Textilbetonschirme sichtbar bleiben. Ende 2012 soll der Pavillon der RWTH zur Nutzung zur Verfügung stehen. Entworfen wurde der Pavillon vom Lehrstuhl für Baukonstruktion in Zusammenarbeit mit dem Institut für Massivbau und dem Institut für Stahlbau. Die eingesetzten, hochfesten Baustoffe wurden vom Institut für Textiltechnik und Institut für Bauforschung entwickelt. Ausführendes Bauunternehmen der Rohbau- und Textilbetonarbeiten war die Firma Quadflieg aus Würselen. Die Kosten des Projekts tragen die Deutsche Forschungsgemeinschaft sowie die RWTH Aachen aus Haushaltsmitteln und Studienbeiträgen. Auch nach Auslaufen des Sonderforschungsbereichs gehen an der RWTH die Arbeiten rund um das Thema Textilbeton im Rahmen von Transferprojekten mit der Industrie weiter. Textilbeton ist hierbei kein Ersatz für die traditionelle Bauweise mit Stahlbeton, sondern ermöglicht – wie das Beispiel der filigranen Textilbetonschalen zeigt – neue Einsatzmöglichkeiten. So sollen mit dem Pavillon auch Architekten und die Industrie anregt werden, weitere innovative Anwendungen zu realisieren.

Autoren:
Dr.-Ing. Rostislav Chudoba und Dipl.-Ing. Alexander Scholzen sind Wissenschaftliche Mitarbeiter am Institut für Massivbau. Dipl.-Ing. Christian Schätzke ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Baukonstruktion II.



