

Vorgespannte Stahlfaserbetondecke Innovative Deckenkonstruktion mit ArcelorMittal Stahlfasern



Bild 1 Spangliedführung
in der Geschossdecke

Der folgende Projektbericht beschreibt die erfolgreiche Umsetzung einer neuartigen Bauweise im Hochbau und zeigt die Möglichkeiten über den Einsatz von Stahlfaserbeton auf.

Der Landkreis Neuburg-Schrobenhausen plante im Jahre 2015 den Neubau der Paul-Winter-Schule in Neuburg. Mit der Objektplanung und Bauleitung wurde die Arbeitsgemeinschaft Behnisch Architekten/Architekturbüro Leinhäupl + Neuber Landshut beauftragt. Die Tragwerksplanung wurde an das Ingenieurbüro Grad Ingolstadt vergeben.

Konstruktion

Das Gesamtgebäude gliedert sich in sechs einzelne Lernhäuser von ca. 31×22 m im Grundriss, wo jeweils beidseits einer über 250 m langen überdachten Schulstraße angeordnet wurden. Die Decken mit Spannweiten zwischen 5 m und 8 m wurden teilweise punktförmig, teilweise durch Stahlbetonwände unterstützt. Dabei kamen zwei verschiedene Bauweisen bzw. Deckensysteme zur Anwendung. Die höher belasteten Zwischendecken, die in Teilbereichen als Abfangdecken für die

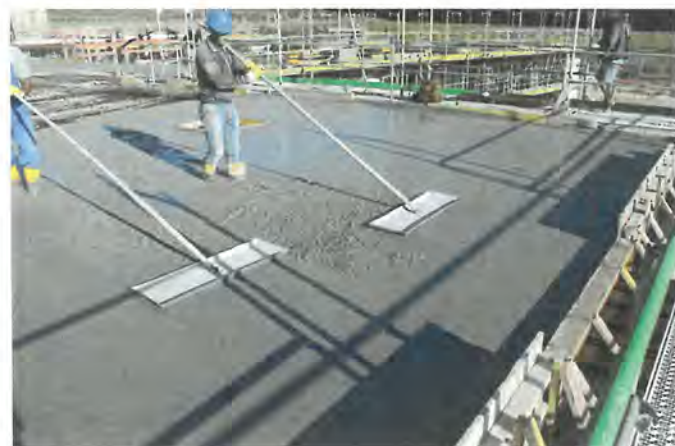


Bild 2 Einbau Stahlfaserbeton

obersten Geschosse dienen, wurden als bauseits vorgespannte Stahlbetondecken geplant. Die obersten Geschossdecken (Dachebene) wurden in Kombination Stahlfaserbeton mit kreuzweise angeordneten Spangliedern dimensioniert.

Hierbei bildet ein Netz von jeweils 12 bis 16 Spanglieder als Bündel das Spannsystem über die Stützen bzw. die maßgeblichen Tragwände.

Die Stützen selbst wurden als Stahlverbundstützen ausgeführt mit deckengleichen Stützenköpfen, die im Jahre 1997 durch das Ingenieurbüro Grad entwickelt und seitdem mehrfach erfolgreich eingesetzt wurden. Als Beton wurde nach Abstimmung mit ortsansässigen Betonwerken ein C30/37 mit einer Leistungs-klasse L 1,8/1,2 eingesetzt, als Spanglieder kamen Monolitzen mit einem Querschnitt von $1,5\text{cm}^2$ St 1570/1770 zur Ausführung.

Stahlfaserbeton

Die erforderliche Leistungs-klasse L 1,8/1,2 des eingesetzten Stahlfaserbetons wurde in einer Erstprüfung entsprechend der aktuell gültigen DAfStb-Richtlinie „Stahlfaserbeton“ (2010) (2012) nachgewiesen. Hierfür hat der Transportbetonhersteller TBI Ingolstadt in enger Abstimmung mit dem Stahlfaserbetonhersteller ArcelorMittal eine pumpfähige Rezeptur unter Verwendung des dafür bestgeeigneten Fasertyps HE 90/60 entwickelt. Die Geometrie dieser Premiumfaser mit einer Länge von 60 mm und einem Durchmesser von 0,9 mm vereint optimal die Eigenschaften hoher Wirksamkeit hinsichtlich Nachrissverhalten des Stahlfaserbetons und einer sehr guten Verarbeitbarkeit.

Die Dosierung der Fasern erfolgte bereits im Betonmischwerk mit anschließendem Transport des Stahlfaserbetons mittels Transportbetonmischfahrzeug auf die Baustelle. Für die Verarbeitung wurde der Beton über mehrere Stockwerke problemlos zur Einbaustelle gepumpt. Eine augenscheinliche und stichprobenartige Überprüfung des Stahlfaserbetons zeigte eine



Bild 3 Pumpen des Stahlfaserbetons

homogene Durchmischung und Verteilung der Stahlfasern vor und nach dem Pumpvorgang. Eine sogenannte „Igelbildung“ (Verklumpung der Fasern) konnte aufgrund der Wahl des Fasertyps (HE 90/60), der gut abgestimmten Betonrezeptur und einer sachgemäßen Beimengung der Stahlfasern gänzlich vermieden werden. Das war auch die Grundlage für einen reibungslosen Einbau und ein schlussendlich ideal funktionierendes Trag-system der Decken.

Berechnung der Deckenkonstruktion

Nachdem das Ingenieurbüro Grad bereits in den Jahren 2004 und 2005 erste Decken in dieser neuen Bauweise geplant und ausgeführt hatte, gemäß dem damals gültigen Merkblatt Stahlfaserbeton (vgl. auch Beton- und Stahlbetonbau 101 (2006), H2), stand jetzt die Herausforderung, die Statik entsprechend der seit 2012 bauaufsichtlich eingeführten Richtlinie Stahlfaserbeton in Verbindung mit den europäischen Normen zu erstellen.

Im Gegensatz zu schlaff bewehrten Bauteilen, in denen man die Zugbeanspruchung der Bewehrung zuweist, wird das Material Stahlfaserbeton als quasi homogener Baustoff angesehen. Bei der Dimensionierung der Deckenkonstruktion wurden gezielt durch Einsatz von Spannritzern auftretende Zugspannungen entsprechend der Tragfähigkeit von Stahlfaserbeton reduziert.



Bild 4 Kombination Vorspannung mit Stahlfaserbeton

In einer nichtlinearen Materialberechnung gelang es den geeigneten Vorspanngrad iterativ unter Einbeziehung der Nachrisszugfestigkeit des Faserbetons zu ermitteln. Insgesamt zeigte sich, dass die neue Normengeneration konzeptionell etwas konservativer ausfällt als die ersten Berechnungsansätze zu Anfang des Jahrtausends, was zu einem etwas erhöhten Spannstahlverbrauch führte.

Vorteile der Bauweise

Eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ergab dennoch eine Kostenreduktion bei dieser Bauweise von ca. 7,50 € je m² Decke (Einsparung 7%) gegenüber der Ausführung mit einer vorgespannten Decke in Kombination mit schlaffer Bewehrung. Die Gesamtersparnis im Vergleich zu einer schlaff bewehrten Decke liegt bei etwa 10% bis 15% der

Herstellungskosten. Hinzu kommt der Vorteil des deutlich schnelleren Baufortschrittes durch den Entfall der zeitintensiven Betonstahlverlegung sowie die Massenreduzierung. Der Gesamtaufwand für den Tragwerksplaner selbst liegt (im Vergleich zur vorgespannten Stahlbetondecke und nach Einarbeitung in die Thematik) nur unwesentlich höher, steht doch dem Mehraufwand in den Berechnungen und der erforderlichen iterativen Ermittlung des Vorspanngrades immerhin der Entfall der Bewehrungspläne gegenüber. Einzuplanen ist für diese Bauweise nach wie vor die Zustimmung im Einzelfall durch die Oberste Baubehörde, die nach Prüfung der Statik durch Hrn. Prof. Keuser, München und der Erstellung des Gutachtens durch Herrn Dr. Müller, Büro Zilch und Müller München, zeitnah und unproblematisch erteilt wurde.

Insgesamt wurden die Erfahrungen, die bei ersten Objekten in den Jahren 2004 und 2005 gewonnen wurden, bestätigt. Die vorgespannte Stahlfaserbetondecke stellt für Decken des üblichen Hochbaus für Spannweiten bis ca. 8 m durchaus eine wirtschaftliche Alternative dar im Vergleich zu konventionellen Decken. Durch den gezielten Einsatz hochwertiger Materialien, hier hochfester Spannstahl in Kombination mit geprüften Stahlfaserbeton, kann im Hochbau sehr effektiv gewirtschaftet werden. Die wesentlichen Vorteile neben der Vereinfachung des Bauablaufes liegen vor allem in Bauzeit-, Material- und Kostenersparnis auch im Hinblick auf ressourcenschonendes Bauen.

Fazit

Innovative Ideen und die Umsetzung solcher Pionierprojekte revolutionieren das Bauen und eröffnen neue Wege für die Zukunft. Immer öfter findet der Baustoff Stahlfaserbeton im Hochbau Anwendung. Die Vereinfachung von Arbeitsschritten und das damit verbundene Einsparungspotential machen neue Konzepte wie dieses äußerst interessant.

Dipl.-Ing. Oliver Reicht, ArcelorMittal Fibres – Sales Manager Bayern Süd-Ost, Österreich und Slowenien sowie Dipl.-Ing. Uwe Kaschner, Grad Ingenieurplanungen Büro für Baustatik und Konstruktion GmbH Ingolstadt

www.arcelormittal.com/steelfibres;
www.grad-ingenieurplanungen.de