

Zukunft Bau

KURZBERICHT

Titel

FIUHFA – Unbewehrte Ultrahochleistungsbeton Fassadenplatten

Wirklichkeitsnahes Tragverhalten von unbewehrten, filigranen Ultrahochleistungsbeton Fassadenplatten
SWD-10.08.18.7-18.49

Anlass/ Ausgangslage

Innovative Entwicklungen im Bereich der Ultrahochleistungsbetone (UHPC) ermöglichen den Bau filigraner und nachhaltiger Architekturbetonfassaden mit wenigen Zentimetern Bauteildicke. Aufwendige Bewehrungslösungen stellen jedoch ein Hemmnis für den flächendeckenden Einsatz von UHPC-Fassaden dar. Für die Ausführung unbewehrter Fassadenplatten fehlen weitergehende Erkenntnisse zu den Einwirkungen und den Widerständen in der Bemessung.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Die großformatige Ausführung der Fassadenplatten aus Ultrahochleistungsbeton bedingt eine mehrfach punktgestützte Lagerung, die eine statische Unbestimmtheit erzeugt. Indirekte Einwirkungen wie Temperaturänderungen, das Schwinden der Vorsatzschale aus Ultrahochleistungsbeton oder hygrische Einwirkungen bewirken daher zusätzliche Beanspruchungen der Fassadenplatte und dessen Verankerung, die in der Bemessung zu berücksichtigen sind. In der Bemessung sind weiterhin mehraxiale Spannungszustände, Maßstabeffekte und der Einfluss erhöhter Temperaturen auf die Festigkeit des Ultrahochleistungsbetons zu berücksichtigen.

Durch das von der Forschungsinitiative ZukunftBau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung geförderte Forschungsvorhaben wurde es ermöglicht, tiefgreifende Untersuchungen zum Trag- und Verformungsverhalten von filigranen, unbewehrten großformatigen Fassadenplatten aus Ultrahochleistungsbeton durchzuführen und die zuvor genannten Erkenntnislücken zu schließen. Mit Hilfe der Unterstützung von Unternehmen aus dem Bereich der Baustofftechnologie sowie aus dem Bereich der Verbindungstechnik konnte die Basis des Vorhabens durch grundlegende experimentelle Untersuchungen zur Zug- und Biegezugfestigkeit von Ultrahochleistungsbetonen gebildet werden.

Experimentelle Materialuntersuchungen an kleinformatigen Probekörpern zum Maßstabeffekt unter zentrischer Zugfestigkeit, uniaxialer bzw. biaxialer Biegezugfestigkeit ermöglichen die gleichungsbasierte Beschreibung der Zusammenhänge der Festigkeiten. Die allgemeingültige Beschreibung der Zusammenhänge ermöglicht den Übertrag auf weitere Betonrezepturen. Weiterhin wurde der Einfluss erhöhter Temperaturen, der Gesteinsart und des Größtkorndurchmessers auf die uniaxiale Biegezugfestigkeit experimentell ermittelt.

Die Bestimmung von Bemessungswerten der zentrischen Zugfestigkeit, der uniaxialen und der biaxialen Biegezugfestigkeit des Ultrahochleistungsbetons wird auf den charakteristischen Wert der uniaxialen Biegezugfestigkeit zurückgeführt. Dieser ist für den jeweiligen spezifischen Ultrahochleistungsbeton aus den Ergebnissen von 3-Punkt-Biegeversuchen an Mörtelprismen mit Abmessungen von 40 x 40 x 160 mm zu bestimmen. Weitere Einflüsse aus der Belastungsart, dem Maßstabeffekt, erhöhten Temperaturen, unterschiedlichen Gesteinsarten und Größtkorndurchmessern werden durch die zuvor abgeleiteten Zusammenhänge dargestellt.

Zur wirklichkeitsnahen Beschreibung von indirekten Einwirkungen wurden experimentelle Untersuchungen zu der Oberflächentemperatur von hinterlüfteten und nicht hinterlüfteten Vorsatzschalen aus Ultrahochleistungsbeton durchgeführt. Dabei wurden unterschiedliche Färbungen des Betons sowie verschiedene Arten zur Nachbehandlung der Betonoberfläche betrachtet. Durch die Ableitung von Faktoren zur Berücksichtigung des Einflusses unterschiedlicher Betonoberflächen kann die maximale Oberflächentemperatur in der Bemessung modifiziert werden. Weiterhin wurden Temperaturexpansionskoeffizienten in Abhängigkeit der Gesteinsart experimentell ermittelt und können somit in der Bemessung berücksichtigt werden. Anschließend wurden experimentelle Untersuchungen zur Bestimmung der Schwinddehnung in Abhängigkeit unterschiedlicher Gesteinsarten bestimmt, ausgewertet und gleichungsbasiert dargestellt.

Im Rahmen des Projektes wurden großformatige Bauteilversuche im Unterdruckversuchsstand durchgeführt, deren Ergebnisse die Basis zur Validierung des Bemessungsmodells sowie numerischer FE-Modelle dienen sollen. Mittels validierter FE-Modelle wurden

Sensitivitätsanalysen zum Einfluss der Unterkonstruktion sowie zur Spannungsverteilung bei einspringenden Ecken durchgeführt. Weiterhin wurden Hinweise zur Schnittgrößenermittlung von Fassadenplatten mittels FE-Methoden definiert.

Zur Bemessung von unbewehrten Fassadenplatten aus Ultrahochleistungsbeton im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und im Grenzzustand der Tragfähigkeit wurde ein konsistentes Konzept erstellt. Dieses wurde abschließend anhand der Ergebnisse von Unterdruckversuchen an großformatigen Fassadenplatten validiert. Durch die Definition von Konstruktionsregeln wird der Übertrag der Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt in die Baupraxis ermöglicht.

Fazit

Die experimentellen Untersuchungen an kleinformatischen Probekörpern ermöglichen die Ableitung grundlegender Erkenntnisse u. a. zum Einfluss des Maßstabeffektes, der Gesteinsart sowie erhöhter Temperaturen auf die Zug- und Biegezugfestigkeit von Ultrahochleistungsbetonen. An großformatigen Probekörpern wurde das wirklichkeitsnahe Tragverhalten der unbewehrten filigranen Fassadenplatten aus Ultrahochleistungsbeton experimentell untersucht. Aufbauend konnte ein Bemessungskonzept abgeleitet und anhand der Versuchsergebnisse validiert werden. Die Definition von Hinweisen für die Schnittgrößenermittlung mittels FEM sowie von Konstruktionsregeln erleichtern den Übertrag in die Praxis.

Eckdaten

Kurztitel: FIUHFA – Unbewehrte Ultrahochleistungsbeton Fassadenplatten

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Matthias Pahn

Forscher:
Dr.-Ing. Milan Schultz-Cornelius
Stefan Carstens, M.Eng.

Gesamtkosten: 240.200,00 €
Anteil Bundeszuschuss: 131.460,00 €

Projektlaufzeit: 24 Monate

BILDER/ ABBILDUNGEN:



Bild 1: Unbewehrte Ultrahochleistungsbeton Fassadenplatte

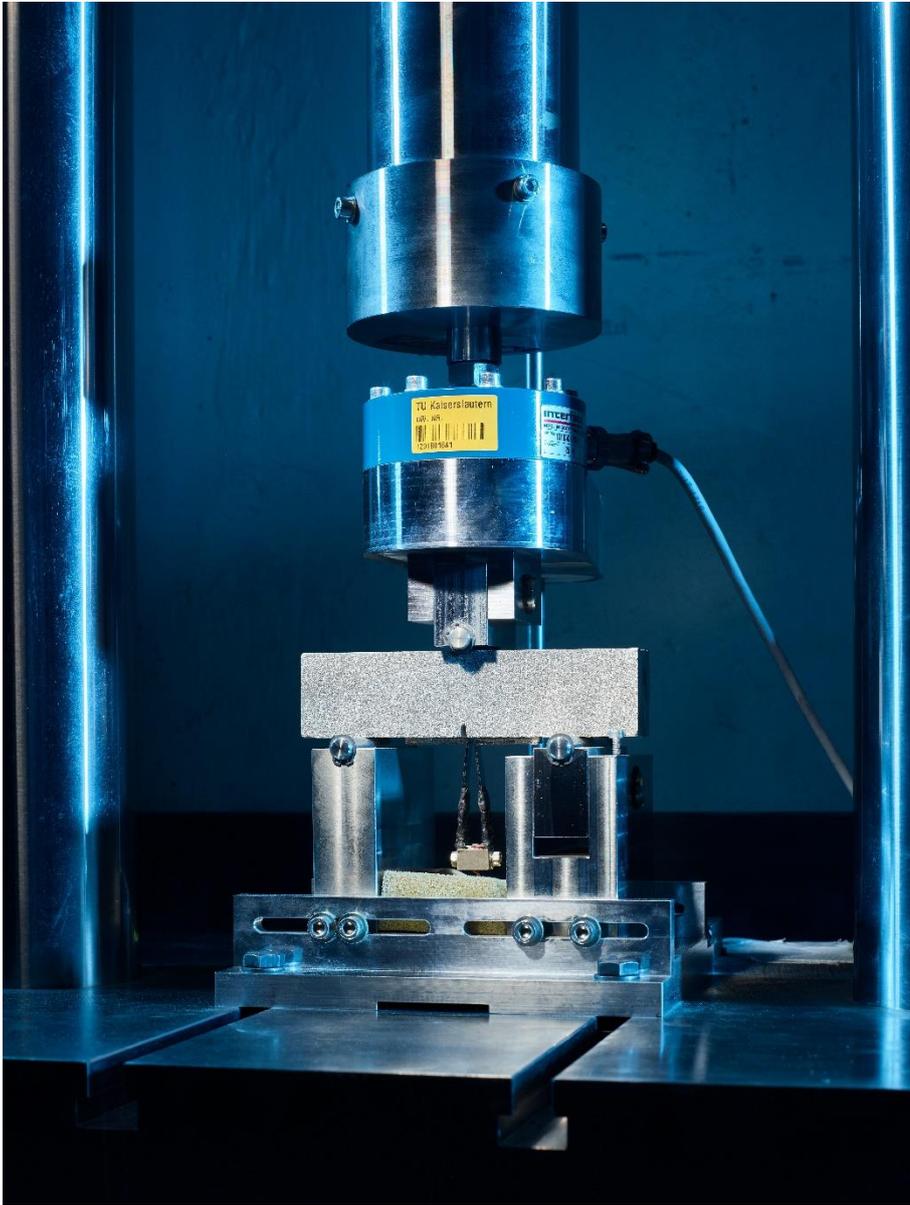


Bild 2: 3-Punkt-Biegeversuch an Prismen aus Ultrahochleistungsbeton



Bild 3: Versuchsstand zur Ermittlung der Oberflächentemperatur von UHPC-Fassadenplatten



Bild 4: Versuchsaufbau für Unterdruckversuche an Fassadenplatten aus Ultrahochleistungsbeton

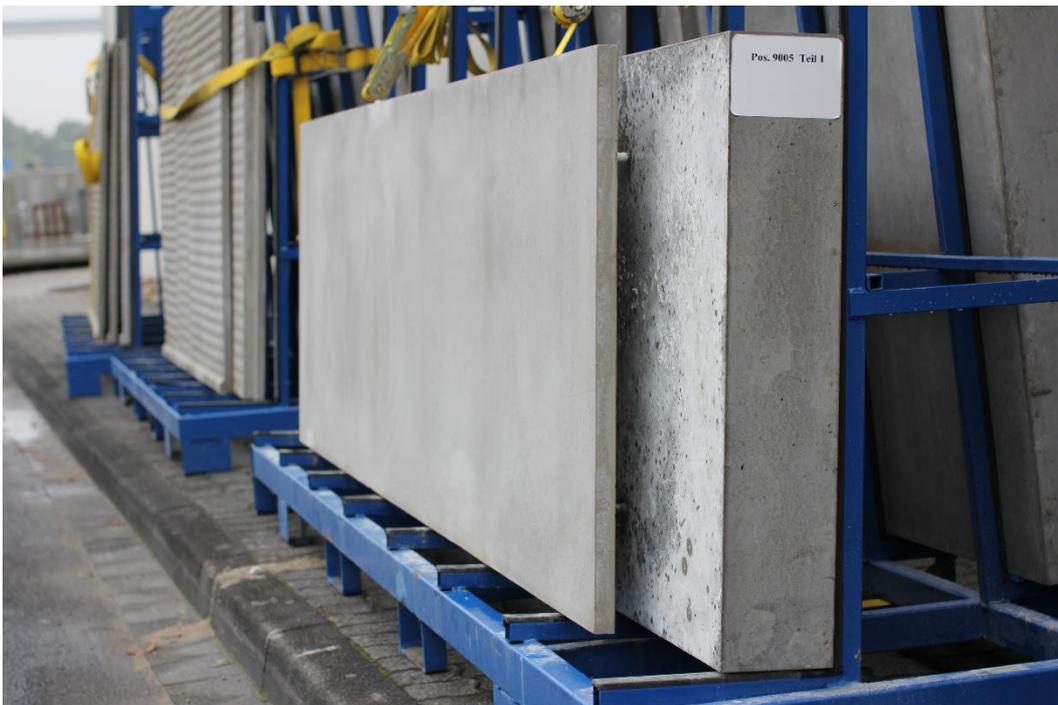


Bild 5: UHPC-Fassadenplatten