

3D*3B

3D-Betondruck und Bewehrung für emissionsarme biegebeanspruchte Tragstrukturen des Hochbaus

Programm / Ausschreibung	ENERGIE DER ZUKUNFT, SdZ, SdZ 8. Ausschreibung 2020	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.09.2021	Projektende	30.11.2024
Zeitraum	2021 - 2024	Projektlaufzeit	39 Monate
Keywords	3D-Betondruck; Stahlbewehrung; BIM-Planung; Ressourcenschonung; Hochbau		

Projektbeschreibung

Der Ausgangspunkt ist die Technologie des 3D Drucks mit mörtelartigen zementbasiertem Material in einem Extrusionsverfahren. Diese Technologie bietet aktuell die Möglichkeit sehr präzise mit kleinen Betonmengen, mit großer Geschwindigkeit und ohne aufwändigen Formenbau vorwiegend unbewehrte Bauteile automatisiert zu erzeugen. Diese beschriebene Charakteristik motiviert diese Technologie in Prozesse des Hochbaus zu integrieren, um dadurch verstärkt Potentiale zur Reduktion von Betonkubatur und den damit verbundenen CO₂ Äquivalenten im Hochbau zu nutzen. Die aktuelle Problematik liegt dabei in der fehlenden richtliniennahen Charakterisierung von unbewehrten und bewehrten Druckmaterial und daraus hergestellten Bauteilen. So kann die Technologie nicht in gängige BIM – compatible Planungs- und Entwurfsprozesse eingebunden werden. Die Anwendung von 3D Druck Bauteilen aus Beton als Aussparungskörper im Bauprozess führt zu einer erhöhten geometrischen Komplexität, die den Anspruch an diese Prozesse auf der Baustelle erhöht. Dies betrifft z.B. den Einbau, das Platzieren der 3D Druck Bauteilen aus Beton, und Stahlbewehrung für Ortbetonergänzungen.

Ziel des Projekts ist es (i) durch eine systematische Entwicklung von Versuchsanordnungen und durch Testserien Grundlagen für numerische Simulationen von unbewehrten und bewehrten 3D Druck Bauteilen aus Beton zu schaffen. Das zweite Ziel ist die Entwicklung von masserelevanten Anwendungen für den Hochbau, wie z.B. verlorene Schalungs- und Aussparungskörper für Wand- und Deckenelemente, aber auch Fassadenplatten. Methoden der Topologie Optimierung unter Berücksichtigung mechanischer, bauphysikalischer und klimarelevanter Randbedingungen werden dabei genutzt. Nach Abschluss des Projekts stehen (i) Daten und Methoden zur Charakterisierung von 3D Druck Bauteilen aus Beton zur Verfügung, die die numerische Simulation in der Planungsphase ermöglichen und auch die Grundlage für eine zukünftige Produktionsüberwachung bieten. Das Projekt klärt und bewertet (ii) anhand ausgewählter Anwendungsbeispiele die Potentiale von 3D Druck Bauteilen aus Beton zur Reduktion von Betonkubatur und den damit verbundenen CO₂ Äquivalenten im Hochbau. (iii) Bauprozesse und Baulogistik (Platzieren von 3D Druck Bauteilen aus Beton und Stahlbewehrung für Ortbetonergänzungen) sind für BIM-compatible Prozesse entwickelt, getestet und bewertet.

Abstract

3D extrusion processes with cement-based mortar materials are the starting point for the present application. This

technology currently offers the possibility of producing unreinforced components very precisely and automatically at high speeds with low material input. This is the first time in the history of concrete and reinforced concrete construction that the construction of a costly formwork, which is essential, is no longer necessary. Due to this characteristic of a formwork printer, the aim is to combine the technology with the standard processes used in building construction in order to make greater use of the potential for reducing concrete cubature and thereby lower CO2 equivalents for load-bearing structures in building construction. A major limitation here is the lack of standardised requirements for the design of unreinforced and reinforced printed concrete materials and the components manufactured using them. This means that the technology is far from being integrated into standard BIM-compatible planning and design processes. The application of 3D printed components as voids in the construction process leads to increased geometric complexity, which in turn increases the demands on the construction site processes. For example, the installation and placement of the 3D printed concrete components and the steel reinforcement for the cast-in-place concrete.

The aim of the project is (i) to establish a basis for numerical simulations of unreinforced and reinforced 3D printed concrete components by means of systematic development of test set-ups and test series. A further objective (ii) is the development of mass-relevant, predominantly flexurally stressed elements and therefore reinforced applications for building construction. Here, the focus is on ultralight façade panels with reinforcement integrated into the printing process and on panel- and slab-like structural elements such as ribbed ceilings that use lost formwork and 3D printed void bodies for mass reduction. Here, the focus is on issues of complementary steel reinforcement and construction logistics.

After completion of the project, (i) data and methods for the characterisation of 3D printed concrete components will be available, which will enable numerical simulation in the design and planning phase and can also provide the basis for future production monitoring. The project clarifies and evaluates (ii) on the basis of selected application examples the potentials of 3D printed concrete components for the reduction of concrete cubature and the associated CO2 equivalents in building construction. (iii) Construction processes and construction logistics (placement of 3D printed concrete components and steel reinforcement for in-situ concrete) are developed, tested and evaluated for BIM-compatible processes.

Projektkoordinator

- Technische Universität Graz Institut für Tragwerksentwurf

Projektpartner

- AVI Alpenländische Veredelungs- Industrie Gesellschaft m.b.H.
- Baunit Beteiligungen GmbH
- Technische Universität Graz Labor für Konstruktiven Ingenieurbau (LKI)
- Universität für Bodenkultur Wien Institut für Produktionswirtschaft und Logistik