Universität Stuttgart
Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

Numerische Untersuchungen zur Statik hybrider 3D-gedruckter Gitterschalen

Kilian Schwarz

Forschungsthema

Im Rahmen eines Forschungsprojekts an der Technischen Hochschule Lübeck sollen ressourcenschonende und tragfähige Dach- und Deckenstrukturen entwickelt werden, welche aus einer Gitterschale aus elastisch gebogenen Holzlamellen und aufgedrucktem 3D-Beton bestehen. Forschungsgegenstand ist die Integration der überhängenden Strukturen in den 3D-Druckprozess. Hierzu wird nach dem 3D-Druck der Wände eine Gitterschalenstruktur aus elastisch gebogene Holz- oder Carbonlamellen auf die Wände aufgelegt. Die Gitterschale soll dabei aus einfachen, geraden Lamellen bestehen, die erst vor Ort in die gewünschte Form gebogen werden. Nach der Fertigstellung dieser Gitterschale wird mittels robotischer Fertigung der Beton unmittelbar auf die Lamellen aufgedruckt. Durch den Verbund der beiden Teilquerschnitte nach dem Erhärten des Betons ergibt sich dann ein wesentlich steiferes und tragfähigeres Gesamtsystem.

Untersuchungen

Um Erkenntnisse über das Tragverhalten solcher hybriden Strukturen zu gewinnen, wurde die in Abbildung 1 dargestellte Geometrie, welche eine 8 m x 5 m große Fläche überspannt, im Rahmen dieser Arbeit mit der FEM-Software SOFISTIK untersucht. Der Fokus lag dabei auf der Modellierung und Untersuchung des gesamten Bauprozesses des hybriden Systems, welcher von den ebenen Holzlamellen über die elastisch gebogene Gitterschale bis zum fertigen Verbundsystem, nach dem Erhärten des Betons reicht.

Holzgitterschale

Um die beim Biegen der Holzlamellen entstehenden Spannungen für die weiteren Berechnungen berücksichtigen zu können, wurden die Holzlamellen in SOFiSTiK als gerade Balkenelemente modelliert und anschließend in die Gitterschalengeometrie gebogen. Auf diesen Formfindungsprozess folgte die Analyse der fertiggestellten, reinen Holzgitterschale unter dem Gewicht des aufgedruckten Frischbetons.

Im Rahmen der Untersuchungen der Holzgitterschale wurde eine Parameterstudie durchgeführt, um den Einfluss der Stichhöhe des Systems, der Lamellenanzahl und der Lamellenhöhe auf das Tragverhalten und die beim Biegen erzeugten Spannungen zu ermitteln. Die gesammelten Erkenntnisse dienen der Optimierung der Gitterschalengeometrie.

Verbundgitterschale

Im nächsten Schritt erfolgte die Modellierung des aufgedruckten Betons als zusätzliche, über den Holzlamellen angeordnete Balkenelemente (vgl. Abbildung 2). Der Verbund wurde dabei durch punktuelle Kopplungs- und Federelemente zwischen den beiden Teilquerschnitten simuliert. Durch die Untersuchungen konnte der Zugewinn an Steifigkeit und Tragfähigkeit durch die Betonschicht gezeigt werden. Zudem stand insbesondere die Auswirkung verschiedener Verbundgrade (starr vs. nachgiebig) im Fokus der Untersuchungen.

Zusammenfassung

Die Arbeit gibt einen grundlegenden Überblick über das Tragverhalten des hybriden Systems in allen Bauphasen. Durch die Parameterstudie und Untersuchungen des Verbundgrades werden die Grenzen, aber auch die Verbesserungspotenziale des Systems beleuchtet, was den Entwurf zukünftiger Verbundgitterschalen erleichtert.

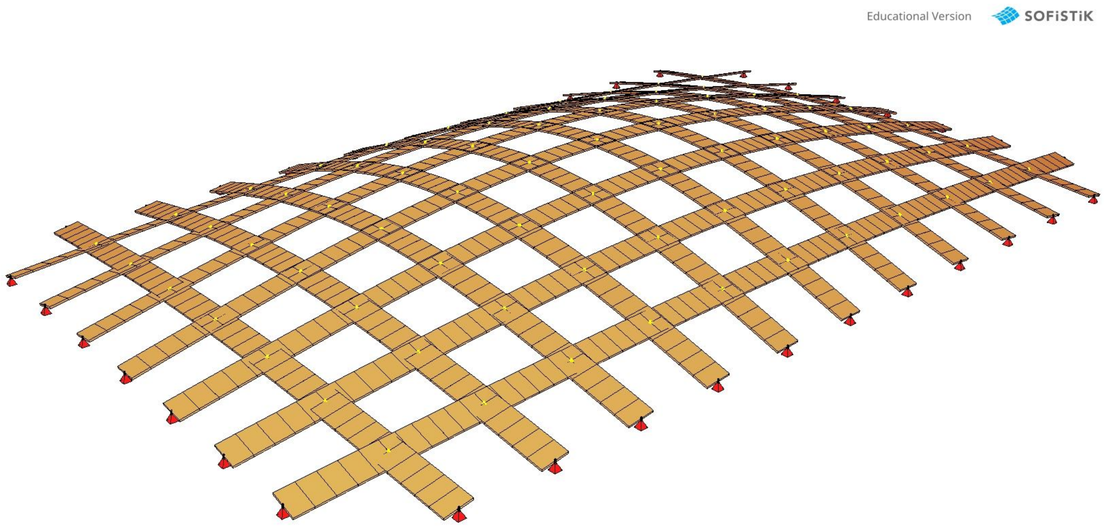

Abbildung 1: In SOFiSTiK untersuchte Holzgitterschale (8m x 5m)

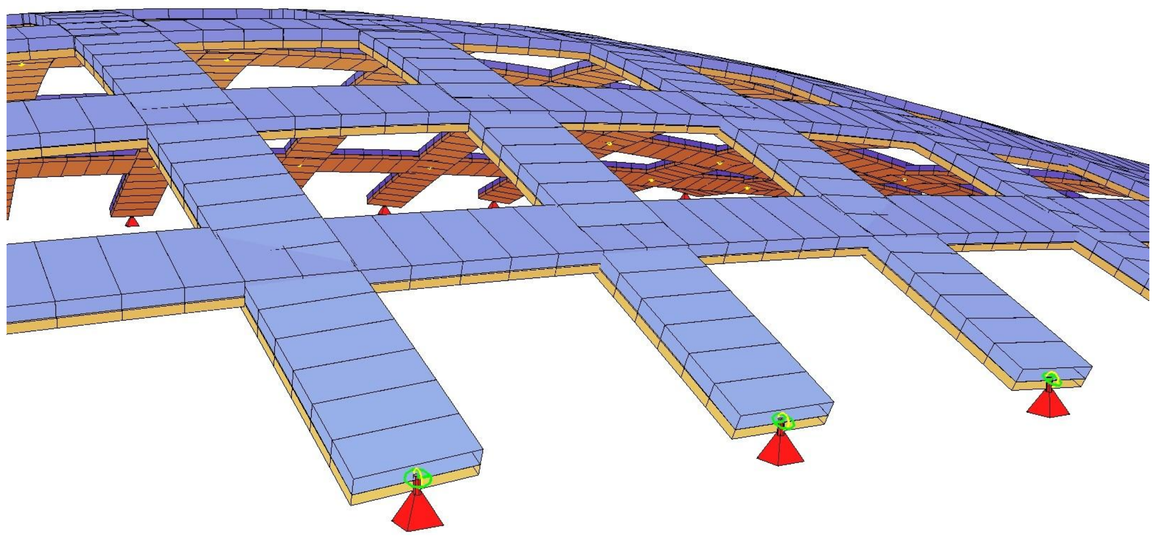

Abbildung 2: Verbundquerschnitt in SOFiSTiK

Betreuung:
Michael Herrmann, Prof. Dr.-Ing.
Lisa-Marie Reinken, M.Sc.

Baustatik und Baudynamik