TOPS

Topologieoptimierte Stahlbetondecken mit digitaler Schalungs und Bewehrung

Programm / Ausschreibung	KNS 24/26, TIKS 2024, Technologien und Innovationen für die klimaneutrale Stadt (TIKS) 2024 - Urbane Technologien	**Status**	laufend
Projektstart	01.03.2025	**Projektende**	28.02.2027
Zeitraum	2025 - 2027	**Projektlaufzeit**	24 Monate
Keywords	Materialeffizienz, Automatisierung, Vorfertigung		

Projektbeschreibung

Die Zementindustrie ist für 8% der weltweiten CO_2-Emissionen verantwortlich, was den ressourceneffizienten Einsatz von Beton zu einem zentralen Hebel zur Erreichung der Klimaziele macht. Neben langfristigen Strategien zur Dekarbonisierung der Betonherstellung besteht ein unmittelbares Reduktionspotenzial durch den optimierten Einsatz von Beton im Bauwesen. Insbesondere Geschossdecken, die bis zu 60% des Betonvolumens eines Gebäudes ausmachen, bieten erhebliche Einsparpotenziale. Traditionell werden diese im Vollquerschnitt gegossen, was zu einem ineffizienten Materialeinsatz führt. Tatsächlich wird nur ein Bruchteil des Betons für die Tragfähigkeit benötigt, während das meiste Material allein aus baupraktischen Gründen verwendet wird.

TOPS widmet sich der Untersuchung zum Potential von materialeffizienten Rippendecken durch den Einsatz digitaler Technologien und Topologieoptimierung, mit dem Ziel, den CO2-Fußabdruck um bis zu 50% im Vergleich zu herkömmlichen Flachdecken zu reduzieren. Diese Reduktion wird durch eine optimierte Struktur erreicht, die Material nur dort einsetzt, wo es statisch erforderlich ist, während in anderen Bereichen Beton und Stahl eingespart werden. Darüber hinaus soll die Herstellung solcher Decken weitgehend digitalisiert werden, um eine wirtschaftliche und ressourcenschonende Produktion zu ermöglichen. TOPS leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung des Bausektors und unterstützt die Erreichung mehrerer Nachhaltigkeitsziele, insbesondere in den Bereichen ressourceneffizientes Bauen (SDG 12.2), moderne Infrastruktur (SDG 9.4) und Produktivitätssteigerung durch technologische Innovation (SDG 8.2).

TOPS bringt wesentliche Innovationen in den Bausektor. Durch die Anwendung der Topologieoptimierung wird eine bisher in der Praxis noch nicht genutzte Methode in die Herstellung von Betondecken eingeführt. Materialeffiziente Rippendecken wurden zwar bereits in der Vergangenheit entwickelt, scheitern aber heutzutage an der aufwendigen Herstellung. Durch digitale Technologien wie File-to-Factory Workflows wird die Herstellung nun effizient und wirtschaftlich realisierbar. Darüber hinaus wird der ökologische Fußabdruck des Projekts durch die Integration nachhaltiger, praxiserprobter Materialien minimiert, während gleichzeitig die industrielle Anwendbarkeit sichergestellt wird.

Im Rahmen des Projekts TOPS wird der Funktionsnachweis von materialeffizienten, topologieoptimierten Rippendecken

mittels eines figtial fabrizierten Demonstartors geliefert. Dazu wird ein File-to-Factory-Workflow entwickelt, der die digitale Planung mit der automatisierten Fertigung von Schalung und Bewehrung verbindet. Die Tragfähigkeit und das Einsparpotential der Decke wird im Vergleich zu konventionellen Lösungen in Belastungstests bewertet. Mit dieser Arbeit soll gezeigt werden, dass eine nachhaltige Reduktion des Materialeinsatzes im Bauwesen durch digitale Prozesse und optimierte Strukturen möglich ist.

Abstract

The cement industry is responsible for 8% of global CO_2 emissions, making the resource-efficient use of concrete a key lever for achieving climate goals. In addition to long-term strategies to decarbonise concrete production, there is immediate potential to reduce emissions by optimising the use of concrete in the construction industry. Floor slabs in particular, which account for up to 60% of the concrete volume of a building, offer significant savings potential. Traditionally, these are cast as solid slabs, resulting in inefficient use of material. In fact, only a fraction of the concrete is needed for the load-bearing capacity, while most of the material is used for construction reasons alone.

TOPS investigates the potential of material-efficient ribbed slabs through the use of digital technologies and topology optimisation, with the aim of reducing the carbon footprint by up to 50% compared to conventional solid slabs. This reduction is achieved through an optimised structure that uses material only where it is structurally necessary, while saving concrete and steel in other areas. In addition, the production of such slabs will be largely digitised to enable economical and resource-efficient production. TOPS thus makes an important contribution to the decarbonisation of the construction sector and supports the achievement of several sustainability goals, in particular in the areas of resource-efficient construction (SDG 12.2), modern infrastructure (SDG 9.4) and increased productivity through technological innovation (SDG 8.2).

TOPS brings significant innovation to the construction industry. The use of topology optimisation will introduce a previously unused method to the production of concrete slabs. Material-efficient ribbed slabs have been developed in the past, but have failed due to the costly production process. Thanks to digital technologies such as file-to-factory workflows, production can now be achieved efficiently and economically. In addition, the environmental footprint of the project will be minimised through the integration of sustainable, proven materials, while ensuring industrial applicability.

In the TOPS project, a digitally manufactured demonstrator will be used to provide functional verification of material-efficient, topology-optimised ribbed slabs. To this end, a file-to-factory workflow is being developed that combines digital design with automated production of formwork and reinforcement. The slab's load-bearing capacity and savings potential will be evaluated in load tests compared to conventional solutions. The aim of this work is to demonstrate that a sustainable reduction in material use in the construction industry is possible through digital processes and optimised structures.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien Institut für Tragkonstruktionen

Projektpartner

- DataB GmbH
- Mesh AG