

V-Form Pilot

V-Form: Aufskalierung pneumatisch hergestellter, ressourcenschonender Gewölbedecken

Programm / Ausschreibung	KNS 24/26, Nationale FT Ausschreibung, Technologien und Innovationen für die klimaneutrale Stadt 2025	Status	laufend
Projektstart	01.07.2026	Projektende	28.12.2027
Zeitraum	2026 - 2027	Projektlaufzeit	18 Monate
Barwert der Projektförderung	€ 214.513		
Keywords	Pneumatische Schalungen, Ressourceneffizienz, Leichtbau, Schalentragwerke, Kreislauffähiges Bauen,		

Projektbeschreibung

Der Bausektor verursacht den Großteil der weltweiten Emissionen – rund die Hälfte dieser sind herstellungs- und transportbedingt und der Großteil dieser bei Gebäuden ist dem Tragwerk, insb. den Geschossdecken zuzuschreiben, welche mit einem Massenanteil von ca. 40% des Gebäudes den größten Hebel für die Reduktion der Emissionen darstellen.

Beton-Gewölbedecken versprechen aufgrund ihrer effektiven Schalentragwirkung und Lastabtragung über Membrankräfte eine signifikante Materialreduktion. Durch den Druckspannungszustand kommt es einer homogenen Spannungsverteilung über den Querschnitt - das bedeutet, dass jede Querschnittsfaser der Schale tragwerkstechnisch genutzt wird. Das führt zu einer wesentlich effizienteren Konstruktion im Vergleich zu STB-Flachdecken, bei denen aufgrund der Biegebeanspruchung nur ein sehr kleiner Teil des Betons ausgenutzt werden kann.

Erste Untersuchungen weisen auf eine Reduktion der CO₂eq Emissionen um 70% des Wertes einer herkömmlichen STB-Flachdecke hin. Durch den Druckspannungszustand entfällt die Notwendigkeit der Bewehrung, was die Ökobilanz signifikant verbessert, die Konstruktion wiederverwendbar, sortenrein rezyklierbar und die Lebenszeit des Bauteils durch Entfall des Korrosionsproblems verlängert wird.

Schalentragwerke sind aufgrund ihrer doppelt gekrümmten Oberfläche jedoch sehr aufwändig in der Herstellung. Eine Schalung mit ebenso komplexer Geometrie muss gefertigt werden - dies ist mit hohem Herstellungsaufwand verbunden und ist meist nicht wiederverwendbar, nicht nachhaltig und unwirtschaftlich.

Mit V-Form wird diese Herausforderung gelöst, indem ein wiederverwendbares und geometrisch variables Schalungssystem für Gewölbedecken entwickelt wird.

Eine flache Membran wird pneumatisch in eine Rippen-Schalenform elastisch umgeformt und dient als Schalung für das Betontragwerk. Der Beton wird im flachen Zustand aufgebracht und dann zusammen mit der Membran in die gezielte Schalenform umgeformt - eine präzise Druckregelung sorgt für einen konstanten Überdruck, um das Abbinden der Schale zu gewährleisten.

Dieser neuartige Ansatz ermöglicht wesentliche Vorteile:

- Mit der pneumatischen Umformung der flachen Membran entfällt die Notwendigkeit des arbeitsintensiven Membranzuschnitts und -konfektion. Mit ein und derselben Membran können unterschiedliche Schalen gefertigt werden. Die geometrisch vielfältigen Anforderungen im Bauwesen werden perfekt bedient.
- Durch Umformen des frischen Betons aus einem flachen Zustand entfällt die bekannte Problematik vom Betonieren auf pneumatischen Membranschalungen. Dadurch kann die Schalenstärkentreue wesentlich einfacher bereitgestellt werden.
- Rippengeometrien erhöhen zudem die Steifigkeit der Schale und verbessern das Tragverhalten der Schale.

Mit dem vorliegenden Projekt soll die Anwendbarkeit dieser Technologie auf den Gebäude-Maßstab erprobt werden. Dies soll mit einer urbanen Pilotdemonstration mit zwei 1:1 Prototypen geschehen. Die Sondierung der Machbarkeit dieses Vorhabens prüfen. Dabei liegt der Fokus auf der Detailentwicklung des Betonschalentragwerks. Gemeinsam mit den industriellen Partnern soll die tatsächliche Umsetzbarkeit in die Praxis und Erfüllung der tragwerkstechnischen Regelwerke entwickelt und geprüft werden. Damit soll die serielle Maßfertigung ressourcenschonender Gewölbedecken mit dem vorgestellten pneumatischen Schalungssystem zeitnah in der gebauten Umwelt Anwendung finden.

Abstract

The construction sector is responsible for the majority of global emissions – around half of these are manufacturing and transport related. The majority of these emissions in buildings can be attributed to the structure, in particular the floor slabs, which, with a mass share of approx. 40% of the building, represent the largest lever for reducing emissions.

Concrete vaulted floor slabs promise a significant material reduction due to their effective shell properties and load transfer via membrane forces. The compressive forces result in a more homogeneous stress distribution across the cross-section – this means that every fiber of the shell is used for the supporting structure. This leads to a much more efficient construction compared to reinforced concrete (RC) flat slabs, where only a very small part of the concrete can be utilized due to the bending stresses.

Initial investigations indicate a reduction in CO₂eq emissions of 70% compared to a conventional RC flat slab. When using recycled materials, including the effect of carbonation and lower transport emissions, this value decreases even further. The compressive stress state eliminates the need for reinforcement, which significantly improves the ecological balance, makes the construction reusable, recyclable and extends the lifetime of the vaulted slab by eliminating corrosion problems. However, shell structures are very expensive to manufacture due to their doubly curved surface. Formwork with an equally complex geometry has to be created – this is associated with high manufacturing costs and is usually not reusable, not sustainable and uneconomical.

This project solves this challenge by developing a reusable and geometrically variable formwork system for vaulted ceilings.

A flat membrane is pneumatically and elastically deformed into a ribbed shell shape and serves as a formwork for the concrete structure. The concrete is applied in a flat state and then formed together with the membrane into the targeted shell shape – a precise pressure control ensures the setting of the shell.

This novel approach offers significant advantages:

- With the pneumatic forming of the flat membrane, the labor-intensive membrane cutting and assembly is no longer necessary. Different shells can be produced with the same membrane, the geometrically diverse requirements in the

construction industry therefore are perfectly served.

- Forming the fresh concrete from a flat state eliminates the well-known problems of concreting on pneumatic and therefore flexible membrane formwork. Furthermore, it is much easier to ensure a homogeneous shell thickness.
- Rib geometries increase the stiffness of the shell and improve its load-bearing behavior. With conventional formwork, the manufacturing effort for this would be enormous.

This project aims to test the applicability of this technology on a building scale. This will be done with an urban pilot demonstration involving two 1:1 prototypes. With the V-Form Pilot project, the feasibility of this endeavor will be explored - focus will be on the detail development of the concrete shell structure. Together with industrial partners, the actual feasibility in practice and compliance with structural engineering regulations will be developed and tested. The aim is to enable the serial production of resource-saving vaulted ceilings using the proposed pneumatic formwork system to be applied in the built environment in the near future.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien

Projektpartner

- Werkraum Ingenieure ZT GmbH & Co KG