

# Forschungsvorhaben Devodeck

Im Rahmen der Förderschleife „KMU Innovativ – Ressourceneffizienz und Klimaschutz – Rohstoffeffizienz“ des Bundesministeriums für Forschung und Bildung wurde das Forschungsvorhaben „Devodeck“ im September 2024 bewilligt. Die Abkürzung Devodeck steht für: „**Demontierbares, vorgefertigtes Flachdeckensystem mit minimalem Materialverbrauch inklusive zusätzlichen Wärmespeicher für eine nachhaltige Bauwirtschaft**“. Das Projekt untersucht die aktuellen Themen wie die Einsparung von Ressourcen, die Wiederverwendbarkeit und die Nachhaltigkeit bei vorgefertigten Betonbauteilen.

## Zielsetzung für die Konstruktion einer Flachdecke

In diesem Vorhaben soll die traditionelle Konstruktion der Flachdecke den heutigen Anforderungen angepasst werden. Dazu gehört ein modifizierter Querschnitt, mit dem Material eingespart wird. Die komplette Struktur wird aus vorgefertigten Bauteilen erstellt. Die einzelnen Bauteile werden wie ein Puzzle zu einer Gesamtheit zusammengefügt. Die Fügung der einzelnen vorgefertigten Elemente erfolgt mit einem neu entwickelten Verbindungsmittel, welches die Toleranzen der Bauteile berücksichtigt und zudem jederzeit auch wieder gelöst werden kann. Dadurch wird die Wiederverwendbarkeit sichergestellt.

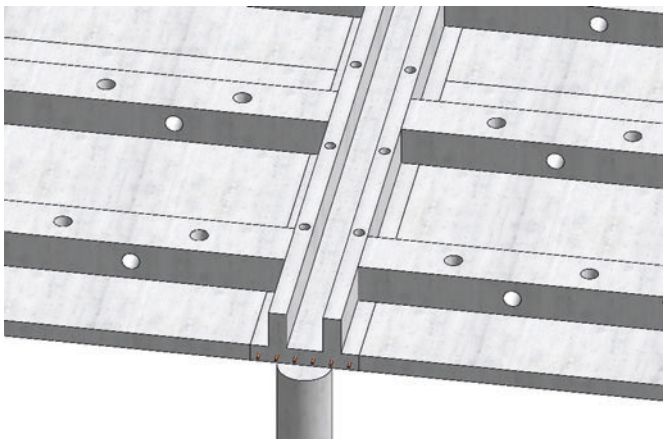
## Aufbau und Herstellen des Sandwichquerschnitts

Um dieses Ziel zu erreichen, wird der Vollquerschnitt der üblichen Flachdecken durch einen aufgelösten Querschnitt ersetzt. Der neu konzipierte Querschnitt besteht aus zwei dünnen Schalen und diskreten Rippen zur schubfesten Ver-

bindung. Damit entsteht wie im Leichtbau ein Sandwichquerschnitt, der jedoch aus dünnwandigen Betonelementen zusammengesetzt wird. Die Abmessung der oberen Schale orientiert sich an der erforderlichen Druckzone. Die untere Schale dient ausschließlich dazu, die Bewehrungselemente für die Zugbeanspruchungen aufzunehmen. Die diskreten, beide Schalen verbindenden Rippen, sorgen für den Schubwiderstand. Der jeweilige Sandwichquerschnitt entsteht erst im Verlauf der Montage, wenn die einzeln gefertigten Schalen zusammengesetzt werden.

## Vollständig aus Fertigteilen hergestellte Flachdeckenkonstruktion

Gemäß diesem Aufbau werden die einzelnen Platten als individuelles Fertigteil hergestellt. Die untere Platte bildet mit den monolithisch verbundenen Rippen eine zusammenhängende und vorgefertigte Einheit. Die obere Platte wird als zweite Einheit gefertigt. Der am Schluss wirksame Sandwichquerschnitt entsteht durch das Zusammenfügen der beiden Plattenelemente vor Ort. Die zusammengesetzte Platte mit Sandwichquerschnitt ist dann i. d. R. in eine Richtung gespannt und entspricht aus statischer Sicht einem Einfeldsystem. Die derart gefügte Platte übernimmt die Einwirkungen aus Eigengewicht und Verkehrslast und trägt diese entlang der Achse zu den Auflagern hin ab. Zur Aufnahme der Auflagerkräfte aus den einachsigen gespannten Platten bedarf es einer weiteren Unterstützung. Diese wird in Form eines vorgefertigten Gurtstreifens bereitgestellt. Analog zu einem Unterzug nimmt der Stützstreifen die Auflagerkräfte aus den einachsigen gespannten Plattenelementen auf und transportiert diese zu den Stützen.



Aufbau der neuartigen Flachdeckenkonstruktion: vorgefertigter Gurtstreifen mit aufgelagerten Rippenplatten



Ergänzung der unteren Platten mit den nach Beanspruchung angeordneten oberen Plattenelementen: Der Sandwichquerschnitt wird damit ausgebildet.

## Vorgefertigter Gurtstreifen

Aufgrund der Beanspruchungen kann der Querschnitt des Gurtstreifens als Kastenquerschnitt ausgebildet werden. Damit wird auch bei diesem Bauteil Gewicht gespart, und zusätzlich lassen sich in dem Hohlraum des Kastenquerschnitt die zentralen Versorgungsleitungen anordnen. Der Kastenquerschnitt besteht aus einem umgekehrten U-Profil. Mit der Montage und der schubfesten Verbindung der oberen Platten entsteht der gewünschte Kastenquerschnitt. Aufgrund der hohen Beanspruchungen wird das U-Profil im Spannbeton vorgespannt.

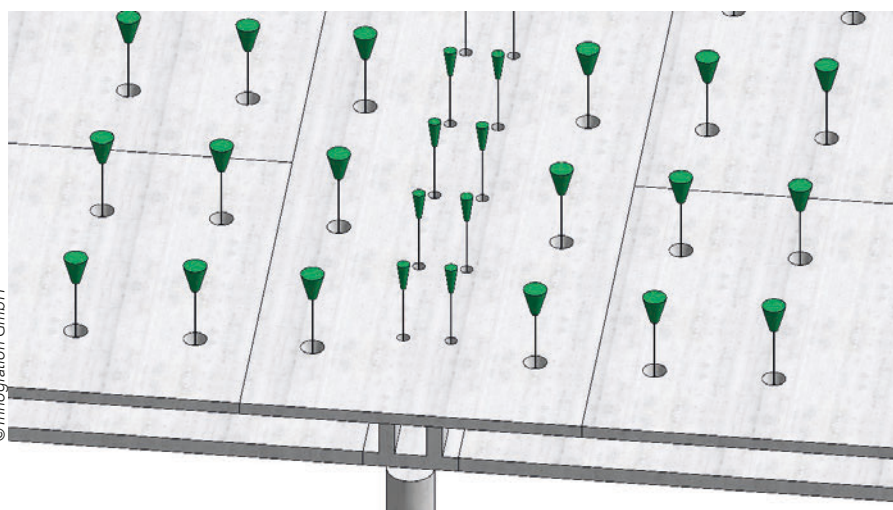
## Anforderungen an die Anordnung der oberen Lage der Platten

Abgestimmt auf das Stützenraster werden die vorgefertigten Balken für die Gurtstreifen und die senkrecht dazu verlaufenden Rippenplatten angeordnet. Maßgebend für die Herstellung des Sandwich- und Kastenquerschnitts ist die Anordnung der oberen Platten. Deren Verlegung entspricht einem gerichteten Puzzle. Je nach Beanspruchung der Decke übernimmt die obere Platte vorwiegend Druckkräfte. Im Bereich des Gurtstreifens übernehmen die oberen Platten jedoch auch Zugkräfte. Entsprechend sind die einzelnen Platten für die obere Lage zu bemessen.

## Betondübel als neuartiges Verbindungsmittel

Die zentrale Aufgabe kommt dem Verbindungsmittel zu, welches die obere Platte mit den jeweiligen Rippen der unteren Platte bzw. des Gurtstreifens schubfest verbindet. Zu diesem Zweck werden die beiden zu verbindenden Bauteile mit konischen Aussparungen versehen. Die Anforderungen an die neue Form der Verbindung sind hoch. Das Element muss in der Lage sein, die Toleranzen zwischen den Bauteilen auszugleichen und weiterhin große Kräfte zu übertragen. Zudem war der Anspruch, die Verbindungen wieder ausbauen zu können, um die Bauteile jederzeit demontieren und gegebenenfalls wiederverwenden zu können.

Diese Aufgaben übernimmt der neu konzipierte Betondübel. Es handelt sich bei dem Dübel nicht nur um einen Fugenverguss, sondern das trockene Vergussmaterial wird in einen entsprechend den Aussparungen geformten Gewebebeutel eingefüllt. Die konischen Aussparungen in den beiden zu verbindenden Bauteilen formen nahezu einen Kegelstumpf. Demzufolge ist der Gewebebeutel nach der Geometrie des Kegelstumpfs geformt. Das Gewebe lässt ausreichend Wasser in die Trockenmischung eindringen, so dass das Material reagieren kann. Der Beutel mit



Schubfeste Verbindung der oberen Platten mit dem neu entwickelten Betondübel, der in die konischen Aussparungen der Bauteile gesetzt wird.



**UNICAM.25**  
INTELLIGENCE  
FOR EFFICIENCY

## Digitale Transformation für die Betonfertigteilindustrie

### UniCAM.infinity

bietet Updates, Service, Finanzierungsoptionen und Entwicklungspartnerschaft.

### CAD-PRO Xpert Laser

bietet präzise Projektionen, hohe Ausfallsicherheit und robuste Technologie.

### PowerView

bietet Echtzeit-Informationen für effizientes Produktionsmanagement.

**bauma** → BESUCHEN SIE UNS!  
7.-13. April 2025, München B1.151

**Unitechnik**  
PERFECTION AUTOMATED.

dem flüssigen Mörtel kann nun nahezu beliebig geformt werden, um somit die Toleranzen auszugleichen. Der in die Aussparungen eingesetzte Gewebebeutel wird ergänzend durch senkrecht aufgebrachten Druck verdichtet und somit an alle Unebenheiten in der Aussparung angepasst. Gleichzeitig wird das überschüssige Wasser ausgepresst und der Mörtel verdichtet. Dank dem speziellen Gewebematerial haftet der Beutel an der Wandung der Aussparung nicht an. Damit kann der Betondübel auch später wieder aus der Aussparung entfernt werden. Der Betondübel mit dem Gewebebeutel lässt sich auch zur schubfesten Verbindung unterschiedlicher Materialien einsetzen. So wird nicht nur die Verbindung von Bauteilen aus Beton/Beton möglich, sondern lässt sich auch bei hybriden Bauteilen wie Beton/Holz einsetzen.

### Multifunktionaler Nutzen der Konstruktion

Der Aufbau mit einem Sandwichquerschnitt ermöglicht, die einzelnen Ebenen individuell zu nutzen. Rohrleitungen in der unteren Schale ermöglichen eine ideale Klimatisierung. Die untere Schale wirkt wie ein großer Heizkörper und funktioniert somit mit einer geringen Vorlauftemperatur. Die nahe der Oberfläche angeordneten Leitungen reagieren schnell, so dass man von einem flinken Heizsystem sprechen kann. Die Betonmasse der einzelnen Schalen ist ausreichend, um Wärmeenergie für mehrere Tage zu speichern und diese dann in den nachfolgenden Tagen zu nutzen. Die Hohlräume erlauben die Installation von weiteren Leitungen der Haustechnik. Ein durchgängiges Netz von Hohlräumen ermöglicht, Leitungen mit Abzweigungen anzuordnen, so dass jeder Punkt in der Fläche erreicht werden kann.

### Projektpartner, Laufzeit und aktueller Stand

Das Projekt wird federführend von der Innogration GmbH aus Bernkastel-Kues geleitet. Der Lehrstuhl für Massivbau der RPTU Kaiserslautern (Prof. Pahn) und die Firma Smart Advanced Systems GmbH aus Rudolstadt sind die weiteren Verbundpartner. Die technische Hochschule Kaiserslautern bringt ihre Erfahrungen bei der Konzeption der Bauteile und Versuchskörper ein und wird die vorgesehenen Versuche durchführen und wissenschaftlich begleiten. Herr Dr. R. Bauer von Smart Advanced Systems GmbH entwickelt und konzipiert die Gewebebeutel. Dabei werden die Gewebe auf die diversen Anforderungen hin abgestimmt.

Das Projekt hat eine Laufzeit von zwei Jahren. Im September 2024 wurde mit den Arbeiten, gemäß Arbeitsplan begonnen. Die ersten Versuche zur Herstellung der Beutel und deren Verwendung in den Aussparungen wurden bereits durchgeführt. Die Gewebe wurden so geschnitten und vernäht, dass die Geometrie des konisch geformten Beutels zuverlässig hergestellt werden kann. Die Befüllung mit Trockenmörtel führt dann zu der geometrischen Form des Kegels. Mit der Wässerung des Beutels wird die Trockenmasse ausreichend flüssig, so dass der gesamte Beutel wie eine plastische Masse sich an die Geometrie der Aussparung anpasst. Der Einbau des Beutels mit der plastischen Masse wurde bereits an den Aussparungen mit unterschiedlichen Geometrien und entsprechenden Toleranzen getestet. Die ersten Push-out-Versu-



© Innogration GmbH

*Erste Versuche mit dem Betondübel mit flüssigem Mörtel in einem geometrisch geformten Gewebebeutel.*

che (Abscherversuche) zur Bestimmung der Kräfte in der Verbindung sind für Februar 2025 geplant. Anschließend sind Versuche an großformatigen Plattenelementen vorgesehen. Schlussendlich wird die neu konzipierte Flachdecke an einem realen Objekt verbaut.

### Aussichten

Mit dieser Entwicklung werden mehrere Ziele erreicht. Flachdecken können zukünftig vollständig aus vorgefertigten Bauteilen hergestellt werden. Das ist auch eine wichtige Antwort auf den Fachkräftemangel. Gleichzeitig wird der bei Flachdecken übliche Vollquerschnitt durch einen Sandwichquerschnitt ersetzt. Das spart Gewicht und Masse und damit Ressourcen. Der neu konzipierte Betondübel als flexibles Verbindungsmittel gleicht Toleranzen aus, übernimmt große Kräfte und kann jederzeit wieder entfernt werden.

Schlussendlich kann industriell im Werk gefertigt werden. Damit wird die Qualität der Bauteile sichergestellt. ■

### WEITERE INFORMATIONEN

innovativ  
**INNOgration**  
integriert

Innogration GmbH  
Cusanusstraße 23  
54470 Bernkastel-Kues, Deutschland  
T +49 6531 968260  
[office@innogration.de](mailto:office@innogration.de)  
[www.innogration.de](http://www.innogration.de)