

## MaBo

Materialeinsparung bei Bohrpfählen - Ein Beitrag zur Reduktion der CO2-Emissionen im Bauwesen

|                                 |  |                       |            |
|---------------------------------|--|-----------------------|------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | Energie- u. Umwelttechnologien, Energie- u. Umwelttechnologien, Technologien und Innovationen für die klimaneutrale Stadt TIKS (früher: Stadt der Zukunft) | <b>Status</b>         | laufend    |
| <b>Projektstart</b>             | 01.06.2024   | <b>Projektende</b>    | 31.08.2025 |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2024 - 2025  | <b>Projektaufzeit</b> | 15 Monate  |
| <b>Keywords</b>                 | Materialeinsparung; nachhaltiges Bauen; Ressourcenschonung; Dekarbonisierung; klimafreundliche Gebäude   |                       |            |

## Projektbeschreibung

Das Forschungsprojekt zielt auf die Reduktion der CO2-Emissionen im Bauwesen ab. Erreicht werden soll dies durch eine Materialeinsparung bei Gründungskörpern im Hochbau, wobei der Fokus hier auf der Materialeinsparung im Bereich der Bohrpfähle liegt.

Ziel ist es, praxistaugliche Lösungen zu entwickeln, um Tragwerksplaner\*innen im Entwurfsprozess von Bohrpfählen hinsichtlich deren Optimierungspotenzials in Bezug auf die Materialeinsparung zu unterstützen. Dies könnten Leitfäden/Tabellen sein, welche beispielsweise die Anordnung von Hohlkörpern innerhalb der Gründungskörper festlegen.

Hierzu werden zunächst numerische Untersuchungen (FEM) zur Bestimmung nicht benötigter Querschnittsbereiche der konventionellen Bohrpfähle durchgeführt. Die reduzierten Bauteile werden hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit und Interaktion mit dem Baugrund erneut berechnet und mittels Bauteilprüfungen verifiziert. D.h.: „Gleiches Lastabtragungsverhalten bei reduziertem Materialaufwand“.

In einem zweiten Teil des Projektes wird der Herstellungsprozess betrachtet, ein Prototyp entwickelt und getestet. Dabei werden die Schritte Bohrlochherstellung, Einbringen der Bewehrung, Einbau der Verdrängungskörper, Betonieren und Ziehen der Rohre berücksichtigt.

Erwartet werden, in Abhängigkeit von Gründungstyp und Bodenbeschaffenheit, Materialeinsparungen hinsichtlich des Betons von zirka 50%.

Die im Forschungsprojekt erarbeiteten Leitfäden/Tabellen zur Materialeinsparung ermöglichen eine praxistaugliche Vorgehensweise bei der Auslegung von Gründungskörpern – hier im Speziellen bei Bohrpfählen. Somit wird ein notwendiger Beitrag zur Reduktion der CO2-Emissionen im Bauwesen geleistet.

## Abstract

The research project aims at reducing CO2 emissions in the construction industry. This is to be achieved through material savings in foundation elements in building construction, with the specific focus on material savings in the area of bored piles.

The objective is to develop practical solutions to assist structural engineers in the design process of bored piles concerning their optimization potential for material savings. These could be guidelines/tables that specify, for example, the arrangement of cavities within the foundation elements.

To achieve this, initial numerical investigations (FEM) are conducted to determine unnecessary cross-sectional areas of conventional drilled piles. The reduced components are recalculated in terms of their load-bearing capacity and interaction with the soil and verified through component testing. In other words, ensuring "consistent load-bearing behavior with reduced material expenditure."

In the second part of the project, the manufacturing process is examined, a prototype is developed, and tested. This involves considering the steps of borehole creation, placement of reinforcement, installation of displacement bodies, pouring concrete, and removing the pipes.

Depending on the foundation type and soil conditions, material savings of approximately 50% are expected regarding concrete.

The guidelines/tables developed in the research project for material savings enable a practical approach in the design of foundation elements—specifically in the case of drilled piles. Thus, a necessary contribution is made to reducing CO2 emissions in the construction industry.

## Endberichtkurzfassung

Das Forschungsprojekt „MaBo – Materialeinsparung bei Bohrpfählen“ demonstriert erfolgreich, wie durch den Einsatz 3D-gedruckter Aussparungskörper (Hohlkörper) in Bohrpfählen Material eingespart und damit der Ressourcenverbrauch sowie CO2-Emissionen im Spezialtiefbau reduziert werden können. Die Neuheit liegt in der gezielten Optimierung von Bohrpfählen und der Ersetzung nicht benötigter Querschnittsbereiche, ohne das Lastabtragungsverhalten (Pfahlspitzendruck, Mantelreibung) zu beeinträchtigen. Damit wird ein bislang wenig erforschtes Anwendungsfeld adressiert und ein unmittelbarer Beitrag zu klimafreundlichem Bauen geleistet.

Zur Erarbeitung der Lösung wurden konventionelle Bohrpfähle modelliert und mittels Finite-Elemente-Methoden analysiert, um optimierbare Querschnittsbereiche zu identifizieren. Darauf aufbauend entstanden praxistaugliche Hohlkörpergeometrien, die numerisch verifiziert und anschließend per Beton-3D-Druck als Prototypen hergestellt wurden. Die Verifizierung im Labor umfasste Druck- und Biegezugversuche sowie Untersuchungen zur Reibung zwischen 3D-gedruckten Oberflächen und Frischbeton, um die Auftriebssicherheit während der Betonage zu belegen. Abschließend wurde der optimierte Bohrpfahl im Feld hergestellt. Die Prozesskette vom Entwurf über die Herstellung bis zur Prüfung wurde dokumentiert und damit die praktische Umsetzbarkeit nachgewiesen.

Die Ergebnisse zeigen: Hohlkörper können so positioniert und dimensioniert werden, dass Tragsicherheit und Steifigkeit

erhalten bleiben, während sich der Materialbedarf reduziert. Die Herstellbarkeit unter realen Randbedingungen – inklusive Einbau der Hohlkörper in den Bewehrungskorb und Betonage bei eingeschränkter Betonierrohr-Einführung – wurde nachweislich dargestellt. Für die Überführung in die Praxis wurden die Erkenntnisse zu Entwurf, Fertigung und Nachweisführung strukturiert aufbereitet. Die Entwicklung eines Bemessungsansatzes auf Basis der numerischen Berechnungen und Bauteilversuche wurde initiiert, um die Erstellung eines Bemessungskonzeptes sowie eines Konstruktionsleitfadens zu ermöglichen. Damit stehen Planerinnen und Planern belastbare Grundlagen zur Verfügung, die den Transfer in Planung, Ausführung und Lehre unterstützen und die breite Umsetzung klimafreundlicherer Bauweisen im Grundbau fördern.

Für Anwenderinnen und Anwender ergeben sich technische und wirtschaftliche Vorteile: effizientere Konstruktionsverfahren bei gleichbleibender Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit, verbesserte Nachhaltigkeitsbilanz und ein Wettbewerbsvorteil durch die Positionierung als Vorreiter im nachhaltigen Bauen. Die konsortiale Zusammenarbeit von Forschung und Industrie, die feldnahe Demonstration sowie die geplanten Verwertungsaktivitäten (Publikationen, Leitfäden, Schulungen) sichern Reichweite und Wirkung der Projektergebnisse in Wissenschaft und Praxis.

## **Projektkoordinator**

- Technische Universität Graz

## **Projektpartner**

- Keller Grundbau Gesellschaft m.b.H.
- FH Kärnten - gemeinnützige Gesellschaft mbH