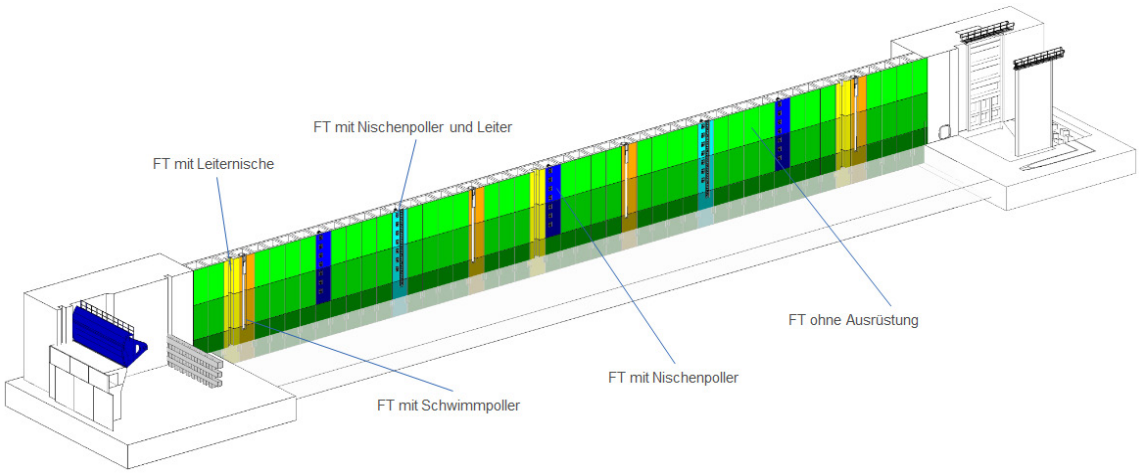
Forschung Xpress



Mögliche Fertigteilrasterung einer Schleusenkammer mit 140 m Nutzlänge; Ausrüstung gemäß DIN 19703

Einsatz von Fertigteilen im massiven Verkehrswasserbau

Im Rahmen des BMDV-Expertennetzwerks „Wissen – Können – Handeln“

1 Aufgabenstellung und Ziel

In den kommenden Jahren steht im Bereich der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung eine Vielzahl an großen Instandsetzungs- und Neubaumaßnahmen im Bereich der massiven Wasserbauwerke an. Diese müssen bei Einhaltung bestehender Anforderungen an die Dauerhaftigkeit mit den zukünftig zur Verfügung stehenden Ressourcen zuverlässig und nachhaltig abgewickelt werden. Der Aspekt der Nachhaltigkeit erfordert dabei Veränderungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette – vom Baustoff bis hin zum Bauwerk. Für Wasserbauwerke sind deshalb zur Optimierung von Baumaßnahmen neue Herstell- und Tragwerkskonzepte erforderlich. Das in das BMDV-Expertennetzwerk eingebundene FuE-Projekt zum Thema Fertigteile im massiven Verkehrswasserbau legt gezielt den Fokus auf die Entwicklung einer massiven Fertigteillösung, die den Baustoff Beton hinsichtlich mechanischer Eigenschaften und Dauerhaftigkeit effizient und differenziert in der Schleusenkammerwand (Titelbild) einsetzt. Bezüglich der Bewertung der Nachhaltigkeit und des Vergleichs zur klassischen Ortbetonbauweise findet ein aktiver Austausch mit dem FuE-Vorhaben „Nachhaltigkeitsbewertung bei Neubau und Instandsetzung von Verkehrswasserbauwerken unter Berücksichtigung etablierter und alternativer Baustoffe und Bauverfahren“ statt. Im Sinne der Kreislaufwirtschaft werden dabei auch Möglichkeiten zum Einsatz von rezyklierten Stoffen geschaffen und Optionen zur Demontage und Wiederverwendung von Bauteilen nach Ende der Nutzungsdauer eruiert. Ferner bietet der Herstellprozess einer Fertigteillösung weitere Vorteile, z. B. können Emissionen von ökologisch sensiblen Bereichen aus dem Umfeld der Baumaßnahme in das Fertigteilwerk verlagert werden. Die im FuE-Projekt gewonnenen Erkenntnisse werden in einen Leitfaden zum Einsatz von Fertigteilen beim Neubau massiver Wasserbauwerke überführt, der als Arbeitshilfe für Planung, Ausschreibung und Herstellung dienen soll.

2 Bedeutung für die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV)

Die WSV steht als Bauherrin und Betreiberin von Wasserbauwerken vor der Herausforderung, die notwendigen Neubaumaßnahmen unter Berücksichtigung heutiger und zukünftiger Randbedingungen zu gewährleisten. Eine zentrale Randbedingung ist hierbei der Aspekt der Nachhaltigkeit. Die Beanspruchungen erfordern häufig massige Betonquerschnitte zur Gewährleistung der

Auftragsnummer:
B3951.01.04.70008

Auftragsleitung:
Stefan Lühr
stefan.luehr@baw.de

Auftragsbearbeitung:
Jacqueline Schmied
jacqueline.schmied@baw.de
Tobias Zowada
tobias.zowada@baw.de

Laufzeit:
2020 bis 2026

Tragfähigkeit. Die Voraussetzungen für diese und die Dauerhaftigkeit stehen sich bei massigen Bauteilen diametral gegenüber. Die benötigten Betone führen bei massigen Bauteilen zu starken Hydratationswärmeentwicklungen. Dies hat Auswirkungen auf die Planung und Baudurchführung, um die gewünschte Oberflächengüte trotz Rissbildung in Folge von Zwangs- und Eigenspannungen zu erreichen. Neben den betontechnologischen Herausforderungen hat ein Neubau in der Regel Teil- oder Vollsperrungen betroffener Streckenabschnitte zur Folge. Besonders bezüglich des Gütertransports müssen aus volkswirtschaftlicher Sicht Sperrzeiten auf ein Minimum reduziert und Baumaßnahmen möglichst vollständig unter Betrieb durchgeführt werden. Daher spielen die Faktoren Bauzeit und Bauausführung ebenfalls eine relevante Rolle. Wie erste Ergebnisse zeigen, können Fertigteile hinsichtlich der Nachhaltigkeit, Dauerhaftigkeit und der Minimierung von Sperrzeiten eine effiziente und robuste Lösung darstellen.

3 Untersuchungsmethoden

Eine Literaturrecherche zum Einsatz von Fertigteilen für massige Betonbauteile lieferte wichtige Grundbausteine für das laufende FuE-Projekt. Zusätzlich erfolgten Experteninterviews, um die Entwicklung praxisrelevanter und bedarfsgerechter Lösungen zielgerichtet voranzubringen. Unter Berücksichtigung der gewonnenen Erkenntnisse konnte in Kombination mit einer multikriteriellen Entscheidungsanalyse (Analytischer Hierarchie-Prozess nach Saaty, T. L.: The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York, 1980) die zielführendste Fertigteilgeometrie bestimmt werden. Anhand eines statischen Berechnungsmodells wird es möglich sein, projektspezifisch notwendige Tragquerschnitte und Bewehrungsgehalte über numerische Parameterstudien zu ermitteln. Das Bemessungsmodell wird gemeinsam mit der RPTU Kaiserslautern-Landau als Kooperationspartner erarbeitet. Offene Fragestellungen bezüglich der Bemessung und Konstruktion werden mithilfe von Laborversuchen beantwortet. Anschließend können die Ergebnisse aus Theorie und Praxis in Pilotanwendungen umgesetzt, validiert und mit der Ortbetonbauweise in Relation gesetzt werden. Es ist vorgesehen, die Pilotmaßnahmen mittels Building Information Modelling (BIM) und gezielten Monitorings zu begleiten, um den gesamten Bauprozess und damit das Lebenszyklusmanagement für zukünftige Bauwerke zu optimieren. Die HSU Hamburg ist zu diesen Themen als Forschungspartner eingebunden.

4 Ergebnisse

Erste Ideen für die Planung und Bemessung von Fertigteilen am System „Teilfertigteil als verlorene Schalung“ sind in Lühr et al. (2020) dargelegt. Es werden mögliche Bemessungsansätze für die Verankerung von Fertigteilen, für den Spaltwasserdruck zwischen Fertigteil und Innenfüllung sowie die dortige Eisbildung und für Zwangsbeanspruchungen aufgezeigt. Durch den Einsatz von Fertigteilen lässt sich zum einen eine hohe Oberflächengüte entkoppelt vom massigen Betonquerschnitt herstellen (Lühr et al. 2020), zum anderen kann je nach konstruktiver Ausgestaltung der Fertigteile ein wesentlicher Anteil der Bauzeit ins Fertigteilwerk ausgelagert werden. Hinzu kommt, dass sich durch die dezidierte Planung und Vorfertigung ein reibungsloser Bauablauf erzielen lässt. Die Ergebnisse der Experteninterviews machen deutlich, dass besonders das Fehlen standardisierter Lösungen und Regeldetails den Einsatz von Fertigteilen im massiven Wasserbau hemmen. Eine Zellenbauweise aus kombinierbaren, volltragenden Hohlprofilen mit Innenfüllung zeigt sich als vielversprechende Fertigteillösung (Hasselder et al. 2022). Durch den Hohlkastenquerschnitt (Bild 1) wird ein differenzierter und somit effizienter Materialeinsatz ermöglicht, was die Nachhaltigkeit gegenüber der klassischen massigen Ortbetonbauweise erhöht. Das Fertigteil ist biegesteif in die aus Ortbeton hergestellte Schleusensohle eingebunden und bildet mit ihr einen Halbrahmen. Der obere Abschluss erfolgt durch einen monolithisch hergestellten Kopfbalken. Der vom Fertigteil geschützte, massige nichttragende Kern kann mit Recycling-Material oder andersartigem Schüttgut ausgeführt werden. Gleichzeitig wird weniger Bewehrungsstahl zur Rissminimierung durch Zwangsspannungen benötigt. Bei Berücksichtigung des Ausrüstungsrasters nach DIN 19703 ergeben sich fünf verschiedene Fertigteiltypen (vgl. Titelbild). Statische Berechnungen zur Querschnittsoptimierung sowie Versuchsplanungen haben in Kooperation mit der RPTU begonnen. Detailplanungen werden sich anschließen.

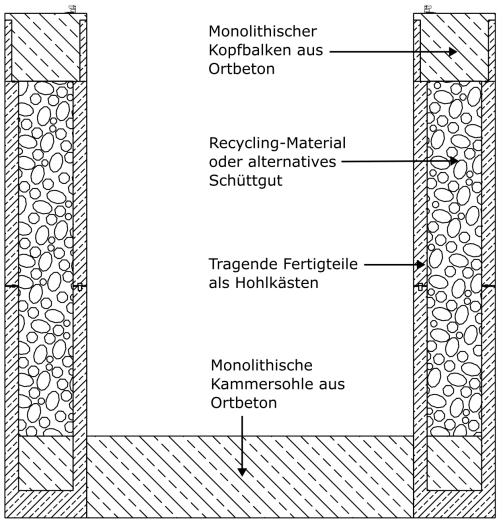


Bild 1: Tragquerschnitt in Zellenbauweise aus Fertigteilen.

Literatur:

Lühr, S.; Westendarp, A.; Stephan, C.; Kunz, C. (2020): Einsatz von Fertigteilen im massiven Verkehrswasserbau. In: Bautechnik 97 (6), DOI 10.1002/bate.202000010.

Hasselder, M.; Lühr, S.; Stephan, C.; Pahn, M.; Kaiser, M. (2022): Fertigteile für den massiven Verkehrswasserbau. Entwicklung einer zukunftsorientierten Bauweise für Schleusenkammerwände. In: punktum.betonbauteile (6-2022).

CC BY 4.0