



Aktuelles zu Betonstrassen und zur Verkehrsinfrastruktur
Ausgabe Dezember 2018

update 52

Fertigteile für den Bau kommunaler Verkehrsflächen

Für den Bau bzw. die Erneuerung hoch belasteter Verkehrsflächen, für die eine schnelle Wiederverfügbarkeit erforderlich ist, stellen Fertigteilssysteme eine dauerhafte Lösung dar. Die Anwendbarkeit wurde in letzter Zeit mehrfach beim Bau kommunaler Verkehrsflächen demonstriert.

Fertigteile für den Bau kommunaler Verkehrsflächen

Stephan Villaret und Tanja Tschernack, Villaret Ingenieurgesellschaft mbH, Hoppegarten

Mit ständiger Zunahme des Verkehrsaufkommens wird die Verfügbarkeit von Straßenverkehrsflächen zunehmend wichtiger. Dies betrifft sowohl die überregionalen Verkehrsverbindungen als auch die Stadtstraßen. Erhaltungssysteme, die einerseits qualitativ hochwertig und dauerhaft sind und andererseits in kürzester Bauzeit ausgeführt werden können, stehen daher im Fokus. Innerhalb mehrerer Forschungsvorhaben wurden Fertigteilssysteme entwickelt, die, angepasst an die Randbedingungen, eine schnelle Instandsetzung hochbelasteter Verkehrsflächen ermöglichen. Eines davon beinhaltet die Erforschung des «Hybriden Ertüchtigungssystems für die Straßenerhaltung unter Einsatz neuartiger Werkstoffe – HESTER», das mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter den Förderkennzeichen 13XP5000 A-H gefördert wurde. Von den Verbundpartnern wurde dabei ein fertigteilbasiertes Oberbau-/Sanierungssystem erarbeitet, das in der Lage ist, die genannten Anforderungen optimal zu erfüllen. Maßgeblich auf den Ergebnissen dieses Forschungsvorhabens basierend, kam die Fertigteilbauweise bereits bei dem Bau mehrerer Bushaltestellenbereiche zur Anwendung.

Allgemeines

Neue Werkstoffe für den Einsatz in urbanen Infrastrukturen tragen dazu bei, Baumaßnahmen mit dem Ziel einer langlebigen und beständigen Konstruktion energie- und ressourceneffizient durchzuführen und somit eine nachhaltige Mobilität zu unterstützen. Eine erfolgreiche Wirtschaft benötigt eine leistungsfähige, dauerhafte und verfügbare Straßeninfrastruktur. Entscheidend sind dabei unter anderem die Lebenszykluskosten, die sich innerhalb der Nutzungsdauer einer Verkehrsfläche akkumulieren.

Straßenbefestigungen sind sowohl verkehrsbedingten als auch klimatischen äußeren Einwirkungen ausgesetzt. Da diese beiden Größen in der letzten Zeit zunehmend Veränderungen unterliegen, kann hinsichtlich der Dauerhaftigkeit der Straßenbefestigungen nur bedingt auf Erfahrungswerte aus der Vergangenheit zurückgegriffen werden.

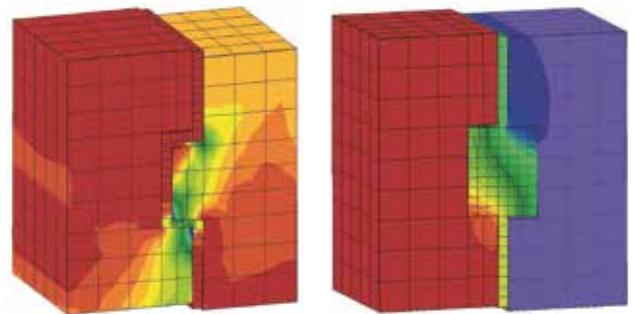
Für die Verfügbarkeit der Straßen werden Ertüchtigungssysteme benötigt, die nach kurzer Sperrzeit wieder nutzbar sein müssen. Priorität sollte dabei die Dauerhaftigkeit der durchgeführten Erhaltungsmaßnahme haben, sodass möglichst große Zeiträume zwischen den Erhaltungsmaßnahmen mit dem Ziel einer hohen Verfügbarkeit erreicht werden können.

Bei einer Fertigteilproduktion können hohe Betonqualitäten erreicht werden. Bauzeiten in situ und damit Verkehrsbehinderungen werden gegenüber monolithisch hergestellten Betonbefestigungen drastisch reduziert. Ziel ist es, die Betonfertigteilbauweise für Straßenbefestigungen zwecks Erhöhung der Dauerhaftigkeit der Befestigungen, Reduzierung der Bauzeiten in situ, Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und Ressourcenschonung zu optimieren. Diese Zielstellung gilt dabei insbesondere für Maßnahmen im Rahmen der Erhaltung.

Forschungsprojekt HESTER

Maßgebende Forschungsergebnisse wurden im Forschungsvorhaben HESTER, das als Verbundvorhaben von den Verbundpartnern Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Otto Alte-Teigeler GmbH (OAT), Heinz Schnorpfeil Bau GmbH, BTE Stelcon GmbH, Technische Universität Dresden (TUD) sowie der Villaret Ingenieurgesellschaft als Verbundkoordinator durchgeführt wurde, erzielt.

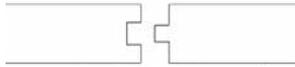
Neben theoretischen Untersuchungen und Berechnungen mit der Finite-Elemente-Methode (FEM) wurden im Forschungsvorhaben verschiedene Materialuntersuchungen durchgeführt. Auf der Grundlage erster Versuche konnten zunächst drei verschiedene Betonrezepturen definiert und jeweils für den Einsatz mit Glas- und Kunststofffasern modifiziert werden. Aus den insgesamt neun Betonrezepturen wurden Probekörper hergestellt, anhand deren die Spaltzug- und Druckfestigkeiten sowie die Nacherhärtung ermittelt werden konnten. Basierend auf diesen Ergebnissen sowie weiterführenden Betrachtungen (Ermittlung von Ermüdungsfunktionen), stellte sich eine Vorzugsbetonrezeptur heraus, die für die im Projekt herzustellenden Platten Verwendung finden sollte. Im Rahmen des Projektes wurden Fertigteilplatten für Laborgroßversuche, für einen Großversuch auf einem Versuchsgelände und schließlich für zwei Demonstratoren hergestellt, eingebaut und messtechnisch überwacht.



3-D-FEM-Details zu möglichen Kopplungssystemen zwischen einzelnen Fertigteilen

**Getestete
Kopplungssysteme:**

Versuch 1



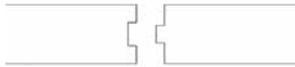
Nut-Feder (Variante 1)

Versuch 5



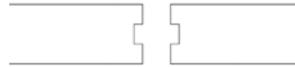
Nut-Nut (Variante 1)

Versuch 2



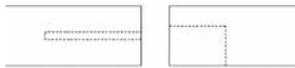
Nut-Feder (Variante 2)

Versuch 6



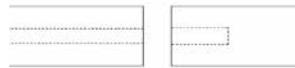
Nut-Nut (Variante 2)

Versuch 3



Dübel-Dübelkammer
(Test 1)

Versuch 7



Schiebedübel und
Aussparung (Test 1)

Versuch 4



Dübel-Dübelkammer
(Test 2)

Versuch 8



Schiebedübel und
Aussparung (Test 2)

Höhenjustierung

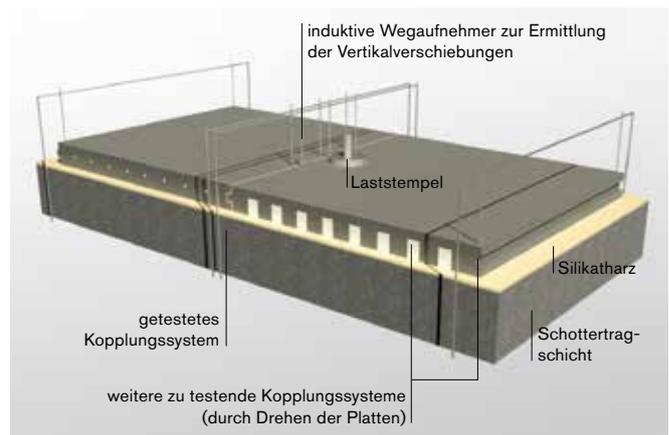
In zuvor durchgeführten Projekten erfolgte die Ausrichtung der Platten stets durch Traversen, die auf der angrenzenden Fahrbahnkonstruktion aufgelegt wurden. Im Zuge des Forschungsvorhabens wurde daher von dem Verbundpartner STELCON das Höhenjustiersystem «HESTER-Kombi» in unterschiedlichen Ausprägungen erarbeitet, das es ermöglicht, die Platten unabhängig von der Bestandsfahrbahn auszurichten. Zudem dienen die Elemente gleichermaßen dem Transport der Fertigteile zur Baustelle und je nach Typ auch zum Einbringen des Unterfüllmaterials. Ein wichtiger Aspekt ist die Möglichkeit, die Punkte, auf denen die Platte durch das Höhenjustiersystem während des Einbaus aufliegt, wieder zu entlasten. Dadurch soll eine vollflächige Auflagerung auf der Unterlage gewährleistet und somit die Dauerhaftigkeit erhöht werden. Dies ist bei allen erarbeiteten Varianten möglich und wurde in der Praxis bereits mehrfach erprobt.

Großversuch Prüfhalle

Parallel zu den Betonversuchen erfolgten Untersuchungen insbesondere im Hinblick auf die Fertigteilkopplung sowie auf die höhen- und lagegerechte Ausrichtung der Fertigteilplatten.

Für die Fertigteilkopplung erarbeiteten die Verbundpartner verschiedene Systeme. Um die jeweilige Anwendbarkeit zu prüfen, wurden in einem Versuch im Labor der TU Dresden in zwei Durchgängen jeweils zwei Fertigteilplatten (je Plattenpaar waren vier Kopplungssysteme möglich) eingebaut und mit einer zyklischen Dauerbelastung mit 1 Mio. LW und 80 kN belastet.

Jeweils vor und nach der Belastung sowie nach dem Durchtrennen im Bereich der Kopplung wurde eine statische Rampe bis 80 kN aufgebracht. Über zuvor an den Fertigteilen angebrachte Dehnmessstreifen und induktive Wegaufnehmer konnten dabei Dehnungen und Verschiebungen gemessen werden. Mit diesem Vorgehen war es möglich, insgesamt acht Kopplungssysteme zu testen. Im Ergebnis konnte festgestellt werden, dass sich alle untersuchten Varianten gleichermaßen eignen, eine Vorzugsvariante daher anhand weiterer Randbedingungen (z.B. Einbautechnologie) zu definieren ist.



Prinzipieller Versuchsaufbau: Im Versuchsstand mit den Abmessungen von 2,50 x 5,00 m wurden unbewehrte Fertigteilplatten auf einer lagenweise eingebrachten und verdichteten Schottertragschicht aufgelegt und mit Silikatharz unterpresst. Ziel war die Evaluierung der (dauerhaften) Querkraftübertragung unterschiedlicher Systeme zur Plattenkopplung. Durch eine gezielte Belastung des Fugenbereichs zweier verbundener Platten und die messtechnische Erfassung der Verformungen und Dehnungen konnten Aussagen über die Effektivität des jeweiligen Querkraftübertragungssystems getroffen werden.



Fertigteil mit eingesetzten Dübeln
(Dübel-Dübelkammer-System)

Großversuch auf dem duraBAST-Gelände

Auf den theoretischen Untersuchungen und den Versuchen im Labor basierend, erfolgte im Juli 2017 schließlich ein Großversuch auf dem Gelände des duraBAST, dem Demonstrations-, Untersuchungs- und Referenzareal der BAST. Auf einer Fläche mit einer Länge von ca. 20 m und einer Breite von 3,90 m wurden die Fertigteilplatten verlegt. Dabei war es unter anderem auch möglich, neben den einzelnen verschiedenen Kopplungssystemen erstmalig auch das neu entwickelte Höhenjustiersystem «HESTER-Kombi» zu testen.

Im Versuch wurden acht Fertigteilplatten mit den Abmessungen je Fertigteil von 2,47 m × 3,90 m × 0,24 m und einem Gewicht je Fertigteil von 5,8 t eingebaut. Für den Einbau und das Unterfüllen der Fertigteile waren zunächst zwei Tage veranschlagt. Das Einheben und Ausrichten der Fertigteile erfolgte innerhalb weniger Stunden, sodass die restlichen Arbeiten bereits am ersten Tag abgeschlossen werden konnten.

Im Ergebnis wurde festgestellt, dass alle Kopplungsvarianten auf der Baustelle praktikabel sind und das Höhenjustiersystem für die vorgesehene Aufgabe geeignet ist.



Verlegung eines Fertigteils
mit Nut-Feder-System

Exakter Einbau des Fertigteils
am Kasseler Bord mit Seitenablauf



Verlegung des ersten Fertigteils am Schacht



Verlegung der zweiten Fertigteilplatte am Schacht
mithilfe des klassischen Verlegesystems (Stahlseile und
Schwerlastanker)

Demonstratoren Bushaltestelle

Mit den Erfahrungen aus den Laborversuchen und dem Großversuch auf dem duraBAST-Gelände sollte ein Demonstrator in situ unter realen Bedingungen erstellt werden. Bereits im Bearbeitungsprozess des Forschungsvorhabens entschied sich der Forschungsverbund dafür, den Demonstrator im Bereich einer innerstädtischen Bushaltestelle anzulegen. Mit der Unterstützung des Berliner Straßen- und Grünflächenamtes Marzahn-Hellersdorf konnte dafür eine geeignete Fläche gefunden werden. Der Fahrbahnbereich der Haltestelle, eine ältere ca. 30 m lange und 3,0 m breite Betondecke, wies bereits vermehrt Risse auf, sodass eine zeitnahe Sanierung ohnehin erforderlich gewesen wäre.

Eine Besonderheit war zudem ein in der Fläche liegender Schacht, der bei der Planung der Fertigteile berücksichtigt werden musste. Vor dem Einbau der Fertigteile wurden bereits die Nebenanlagen erneuert. So wurde durch den Einbau eines Kasseler Bordes fortan das barrierefreie Ein- und Aussteigen an dieser Haltestelle ermöglicht. Ebenso wurde der vorhandene Straßenablauf erneuert und in den Bord integriert.

Ausrichtung und Höhenjustierung der Fertigteile



Alternative Verlegetechnik mittels Hochleistungsgurtbändern

Der Einbau der Fertigteile des Demonstrators erfolgte im August 2017. Innerhalb eines Tages wurden insgesamt 13 Fertigteile mit den Abmessungen von 2,40 m × 3,00 m × 0,24 m eingebaut, lage- und höhenmäßig ausgerichtet, mit Silikatharz unterfüllt und der Fugenverschluss hergestellt. Als Oberflächentextur für die Fertigteile wurde in Abstimmung mit dem Straßen- und Grünflächenamt eine Besenstrichtextur in Querrichtung gewählt.

Hinsichtlich der Verlegetechnik wurde neben dem klassischen System mit Stahlseilen und Schwerlastankern bei zwei Fertigteilen auch ein alternatives System mit Hochleistungsgurtbändern getestet. Hierzu wurde im Vorfeld eine entsprechende Ausparung an der Unterseite der Fertigteilelemente werkseitig berücksichtigt.

Es zeigte sich, dass auch unter realen Bedingungen der Einbau der Fertigteile innerhalb eines Tages erfolgen kann. Eine Befahrung der Fläche wäre bereits kurze Zeit später möglich gewesen. Notwendige Anpassungsarbeiten im angrenzenden Asphaltbereich wurden in den darauffolgenden Tagen durchgeführt.

Im Jahr 2018 wurde ein weiterer Demonstrator hergestellt, um unter anderem ein verbessertes Höhenjustiersystem in der Praxis anwenden zu können. Eine weitere Neuerung war die entgegen der herkömmlichen Platten geänderte Geometrie der Fertigteile. Diese weisen jetzt eine gekrümmte Form auf, die die Geräuschentwicklung bei der Überfahrt reduziert. Zur weiteren Reduzierung der Geräuschemissionen wurde in diesem Fall eine Waschbetonoberfläche ausgeführt.

Der Einbau der Fertigteile erfolgte wiederum in einem Bushaltestellenbereich in Berlin Marzahn und wurde durch das Berliner Straßen- und Grünflächenamt Marzahn-Hellersdorf unterstützt. Die Arbeiten in den Nebenanlagen wurden vor Fertigteileinbau fertiggestellt, die Arbeiten in den angrenzenden Asphaltflächen danach.

Die Betonfläche war 30 m lang, 3 m breit und wurde durch insgesamt 14 Fertigteile erneuert. Innerhalb eines Tages wurden die Fertigteile eingesetzt, höhe- und lagemäßig ausgerichtet, mit Silikatharz unterfüllt und die Fugen mit Kaltverguss verschlossen.



Unterfüllen der Fertigteile nach der Verlegung



Einbringen des Silikatharzes nach dem Verlegen und Ausrichten der Fertigteile



Fertigteil mit gekrümmten Querfugen



Besucher des Internationalen Betonstraßensymposiums beim Fertigteilereinbau

Exkursion zum Internationalen Betonstraßensymposium 2018 in Berlin

Im Rahmen des Internationalen Betonstraßensymposiums, das im Juli 2018 in Berlin stattfand, konnte am Exkursionstag eine Fertigteilbaustelle besichtigt werden.

Diese befand sich im Berliner Stadtteil Charlottenburg-Wilmersdorf im Zuständigkeitsbereich der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, die sich auch hinsichtlich Vorbereitung und Ausführung der Maßnahme eingebracht hatte. Finanziert wurden diese und weitere zwei Bushaltestellen im Berliner Stadtgebiet vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.

Im Rahmen der Baumaßnahme wurden, wie bereits bei vorangegangenen Maßnahmen, die gesamten Nebenanlagen sowie die Tragschicht erneuert.

Der zu ersetzende Betonbereich war rund 50 m lang, 3 m breit und begann an einem Ende im Kurvenbereich des Bordes, was durch eine entsprechende Fertigteilgeometrie berücksichtigt werden musste. Aufgrund der Länge der Haltestelle (Doppelhaltestelle) wurden zwei



Parallel laufende Arbeiten an einer Fertigteilbaustelle

Tage für den Fertigteilereinbau vorgesehen, wobei die Besucher am zweiten Tag erwartet wurden.

Von der Anlieferung der Fertigteile über das Einbringen des Silikatharzes bis hin zu den anschließenden FWD-Messungen konnten die Besucher alle Stationen des Fertigteilereinbaus begleiten. Zudem wurden an einem ausgestellten Musterfertigteil die verschiedenen Einzelheiten erläutert.



Fertiggestellte Bushaltestelle mit Fertigteilen

Zusammenfassung

Die durchgeführten Forschungsprojekte und Erprobungen haben gezeigt, dass die Fertigteilbauweise für den Bau kommunaler Flächen bestens geeignet ist, um Betonflächen schnell herzustellen und wieder für den Verkehr freizugeben. Aufgrund der herzustellenden Nebenanlagen konnte bislang das Potenzial zur Bauzeitverkürzung jedoch noch nicht hinreichend ausgeschöpft werden.

Innerstädtisch ergeben sich für die Fertigteilbauweise weitreichende Einsatzmöglichkeiten auch bei der Sanierung geschädigter Betonfahrbahnen, die hohen Belastungen ausgesetzt sind und bei denen längere Verkehrssperrungen zu massiven Störungen im Verkehrsfluss führen würden. Nach den entsprechenden Vorbereitungen können begrenzte Bereiche innerhalb kurzer Sperrzeiten (z. B. in verkehrsarmen Zeiten) dauerhaft ersetzt werden, sodass der Verkehr nach wenigen Stunden bereits wieder ungehindert die entsprechenden Bereiche passieren kann.

Projektdaten

Forschungsprojekt HESTER, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Baumaßnahmen Berlin durch Unterstützung des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)

Beteiligte Partner

BTE Stelcon GmbH, Germersheim
 Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach
 Heinz Schnorpfel Bau GmbH, Treis-Karden
 Otto Alte-Teigeler GmbH Spezialbau Verkehrsflächen, Bietigheim
 Technische Universität Dresden, Fakultät Bauingenieurwesen, Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau, Dresden
 Villaret Ingenieurgesellschaft mbH, Hoppegarten

Fotos/Bildmaterial

Bundesanstalt für Straßenwesen, TU Dresden,
 Villaret Ingenieurgesellschaft mbH

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Stephan Villaret
 Villaret Ingenieurgesellschaft mbH
www.villaret.de



13. Internationales Betonstraßensymposium 2018 in Berlin: Bushaltestelle in Fertigteilbauweise

Vom 19. bis 22 Juni 2018 fand in Berlin unter dem Motto «Concrete connects» das 13. Internationale Symposium zu Betonstraßen statt. Neben 100 Fachvorträgen standen auch Fachexkursionen auf dem Programm. Darunter die Besichtigung der Baustelle einer Bushaltestelle in Fertigteilbauweise: www.betonsuisse.ch/isb18



Für weiterführende Informationen steht Ihnen der Verein Betonmarketing Österreich jederzeit zur Verfügung.

www.betonmarketing.at



Vereinigung der Österreichischen
Zementindustrie
Franz-Grill-Straße 9, O 214
A-1030 Wien
Tel. +43 (0)1 714 66 81-0



Verband Österreichischer
Beton- und Fertigteilwerke
Gablenzgasse 3 / 5. OG
A-1150 Wien
Tel. +43 (0)1 403 48 00



Güteverband
Transportbeton
Wiedner Hauptstraße 63
A-1045 Wien
Tel. +43 (0)5 90 900-4882



Forum
Betonzusatzmittel
Wiedner Hauptstraße 63
A-1045 Wien
Tel. +43 (0)5 90 900-3749

Vertrieb durch:

BETONSUISSE

BETONSUISSE Marketing AG
Marktgasse 53, CH-3011 Bern
Telefon +41 (0)31 327 97 87, Fax +41 (0)31 327 97 70
info@betonsuisse.ch, www.betonsuisse.ch



InformationsZentrum Beton GmbH
Steinhof 39, D-40699 Erkrath
Telefon +49 (0)211 28048-1, Fax +49 (0)211 28048-320
erkrath@beton.org, www.beton.org



Verein Betonmarketing Österreich
Anfragen für den Bereich Betonstraßen an Zement + Beton
Handels- und Werbeges.m.b.H., Franz-Grill-Straße 9, O 214, A-1030 Wien
Telefon +43 (0) 1 714 66 85-0
zement@zement-beton.co.at, www.zement.at