

UHFB-Overlay auf Fuß- und Radwegbrücke Karl-Heine-Bogen in Leipzig

Bei einer Fuß- und Radwegbrücke über den Karl-Heine-Kanal in Leipzig wurden im Rahmen einer Bauwerksprüfung Undichtigkeiten in der Abdichtungsschicht aus reaktionsharzgebundenem Dünnschichtbelag (RHD) festgestellt. Darüber hinaus waren kleinere Betonschäden in Form von Abplatzungen vorhanden. Um eine langfristige Dauerhaftigkeit zu gewährleisten, wurden die Betonschäden beseitigt und die alte Abdichtung durch eine ultrahochfeste Faserbetonschicht, kurz UHFB-Deckschicht, von 30 mm Stärke ersetzt. Die neue Deckschicht hat nur eine Abdichtungsfunktion, die damit einhergehende Tragfähigkeitssteigerung wurde bei den Überlegungen nicht berücksichtigt. Wegen des möglichen Pannenrisikos für Fahrradreifen wurden anstelle von starren Stahlfasern biegsame PVA-Kunststofffasern verwendet. Auf ca. 160 m² Fläche wurden innerhalb eines Tages insgesamt 6,5 m³ faserverstärkter UHFB händisch verbaut.

Stichworte UHFB; Overlay; Brückensanierung; Brückenabdichtung

1 Ausgangslage

Der Karl-Heine-Bogen überführt einen kombinierten Geh- und Radweg über den Karl-Heine-Kanal in Leipzig und verbindet das EXPO-2000-Gelände (Außenstandort Plagwitz) mit einem überregionalen Rad- und Gehweg entlang des Karl-Heine-Kanals. Bei dem Bauwerk handelt es sich um ein hybrides Stabbogentragwerk mit aufgeständertem Brückendeck, das als Pilotprojekt [1, 2, 3] zur Anwendung von pumpbarem hochfestem Leichtbeton LC70/77 für die Herstellung des Tragbogens bestehend aus einem Stahlrohr mit gefülltem Beton realisiert wurde. Die Errichtung des Brückenbauwerks erfolgte in den Jahren 1999–2000. In Bild 1 ist eine Ansicht der Brücke zu sehen. Bild 2 zeigt den Längsschnitt der Brücke.



Bild 1 Ansicht der Brücke Karl-Heine-Bogen
View of the bridge Karl-Heine-Arch

UHPFRC overlay on foot and bicycle path bridge Karl Heine Arch in Leipzig, Germany

During a regular inspection of a pedestrian and bicycle bridge over the Karl Heine canal, leaks were detected in the waterproofing layer made of a thin layer of reaction resin. To ensure long-term durability, the old waterproofing layer was removed and replaced with an ultra-high-performance fiber-reinforced concrete (UHPFRC) with a thickness of 30 mm. The new layer has only a waterproofing function. The resulting increase in load-bearing capacity was not considered. Because of the possible risk of damages for bicycle tires, flexible PVA plastic fibers were used instead of rigid steel fibers. On an area of approximately 160 m², 6.5 m³ of UHFB were casted within one day.

Keywords UHPFRC; bridge overlay; UHPC-topping; restoring of bridges; sealing of bridge decks

Die ca. 43 m lange und 4,17 m breite Fuß- und Radwegbrücke besteht aus einem Tragbogen mit biegesteif angeschlossenen V-förmigen Stützenpaaren zur punktuellen Aufständigung eines sechsfeldrigen Brückendecks, das als Vollplatte ausgebildet wird. Die instand zu setzende Überbauplatte besteht aus 10 cm dicken Halbfertigteilen und 18 cm Ortbetonergänzung jeweils aus Leichtbeton LC40/44. Die Deckplatte ist mit 24 in der Ortbetonergänzung verlaufenden Monolitzen ohne Verbund (St 1570/1770 – 150 mm²) zentrisch vorgespannt.

In den Fugen zwischen den Fertigteilen wurde nahe der Fertigteil-Unterkante eine Elastomer-Rundschnurdichtung angeordnet bzw. eingepresst, die nach Erhärten der Ortbetonergänzung entfernt und durch ein PCC-System ersetzt wurde. Die Rundschnurdichtung diente somit nur der Abdichtung während der Bauphase. Ebenso wurden die Fugen im Bereich der Randaufkantung nach Erhärten der Ortbetonergänzung mit PCC-Mörtel vollständig verschlossen.

Die V-förmigen Bogenständer und das Rohr des Tragbogens bestehen aus Rundhohlprofilen 168,3 × 10 mm² sowie 355,6 × 12,5 mm² aus Baustahl S 355. Nachdem die gesamte Stahlkonstruktion vorgefertigt und komplett eingehoben wurde, wurde das Rohr des Tragbogens mit einem hochfesten Leichtbeton LC70/77 (Trockenrohddichte 1,95 kg/dm³) durch Einpumpen verfüllt. Die Oberseite des Brückendecks wurde mit einem RHD-Belag mit

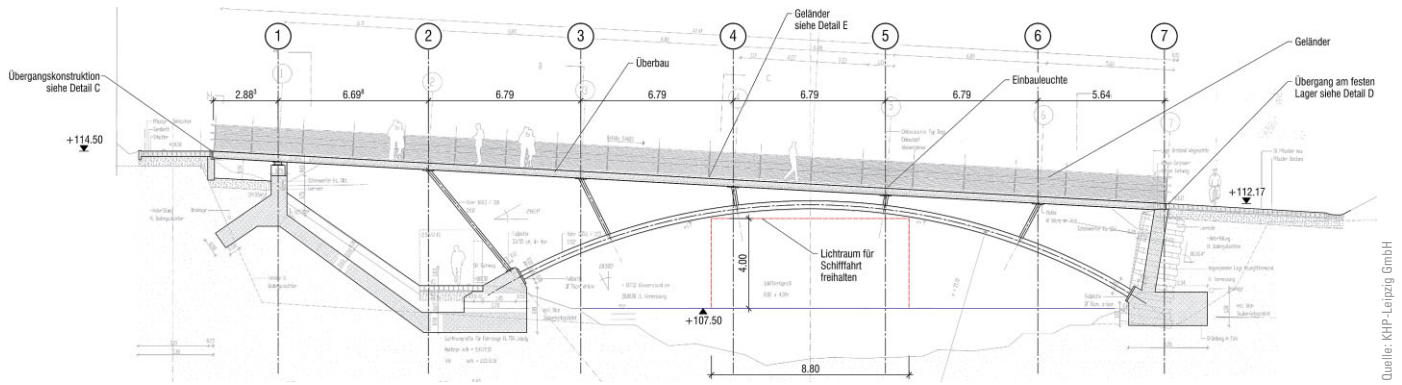


Bild 2 Längsschnitt der Brücke Karl-Heine-Bogen
Longitudinal section of the bridge Karl-Heine-Arch

Sandeinstreuung im Bereich der Ortbetoner-gänzung bzw. zwischen den Gesimsabdeckblechen versiegelt. Die Entwässerung des Brückendecks erfolgt über die Längsneigung von 5,4%.

Nach mehr als zwanzigjähriger Nutzung weist der RHD-Belag des Brückendecks altersbedingte Schäden wie Risse, Hohlstellen sowie Ablösungen und Abplatzungen auf. Darüber hinaus weisen die Gesimskanten in einigen Bereichen der Halbfertigteile an den Oberseiten und den Seitenflächen Längsrisse, Hohlstellen und kleinere Abplatzungen auf, deren Ursache in den Mängeln bei der Herstellung liegen. Die PCC-Vermörtelung in den Fugen zwischen den Halbfertigteilen ist in den Gesimsbereichen schadhaft und herausgebrochen, sodass diese Fugenbereiche undicht sind. Für die damalige Brückenbeleuchtung wurden Vertiefungen im Randbereich des Brückendecks angeordnet, in denen es wegen Undichtigkeiten der Beleuchtungskonstruktion zu Ansammlungen von Feuchtig-

keit und Wasser kam. Bild 3 zeigt den Zustand des Randbereichs des Brückendecks mit vorhandenen Abplatzungen vor der Instandsetzung.

Zur Verbesserung der Verkehrssicherheit und Sicherstellung der Dauerhaftigkeit wurden deshalb aufbauend auf einer objektbezogenen Schadensanalyse im Jahre 2022 verschiedene Sanierungsmöglichkeiten erarbeitet. Eine konventionelle Sanierung durch Erneuerung des RHD-Belags und der Abdichtung der Beleuchtungskonstruktion sowie Reprofilierung der schadhafte Gesimskanten und Ausbesserung der Fugenbereiche mit PCC-Mörtel würde entsprechend den Erfahrungen nach einer Nutzungszeit von ca. 20 Jahren wiederholt werden müssen. Eine Instandsetzung mit UHFB verspricht eine Lebensdauer von mehr als 100 Jahren ohne nennenswerte Unterhaltungsmaßnahmen. Aus diesem Grund wurde entschieden, die Reprofilierung der Gesimskanten und die Fugenabdichtung mit einer 3 cm dünnen Schicht aus



Bild 3 Zustand des Brückendecks vor der Instandsetzung
Condition of the bridge deck bevor repair

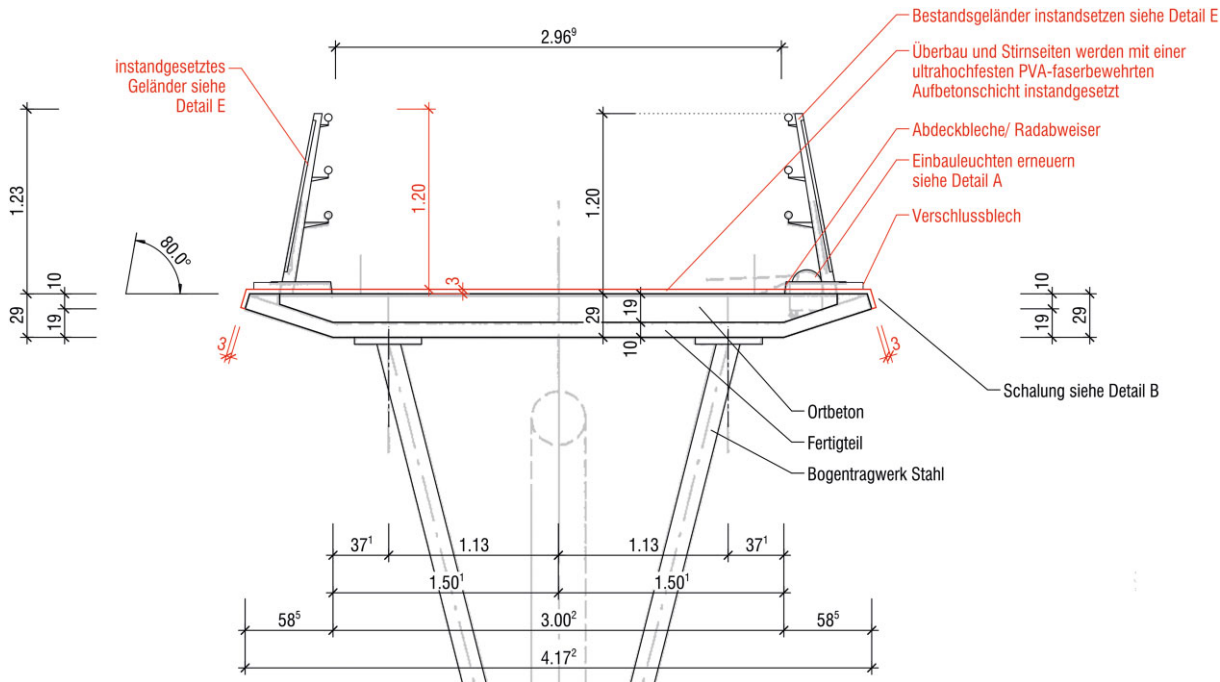


Bild 4 UHPB-Schicht als Abdichtung und direkt befahrbares Brückendeck
UHPB-Overlay for sealing and wearing

Ultrahochfestem Faserbeton (UHPB) vorzunehmen. Die Verfüllung der Aussparungen und das Ausgleichen der Abplatzungen werden ebenfalls mit UHPB vorgenommen. Alle erforderlichen Maßnahmen können somit in einem Arbeitsgang durchgeführt werden. Die dünne UHPB-Schicht übernimmt gleichzeitig die Abdichtungsfunktion. Sie wird bis über die Gesimsaußenkanten in Sichtbetonklasse SB 2 gemäß DBV-Merkblatt heruntergezogen, sodass eine komplette, dauerhafte und gleichzeitig direkt befahrbare Abdichtung der Brückenoberseite gewährleistet wird. In den Bildern 4 und 5 sind der Umfang der Sanierung für den Querschnitt und das Schalungsdetail für die sichere Herstellung der dünnen UHPB-Schicht einschließlich des Bereichs des Gesimses dargestellt.

2 Materialvorgabe

UHPB ist ein Verbundwerkstoff auf Zementbasis. Seine Zusammensetzung und Eigenschaften unterscheiden sich jedoch wesentlich von denen des Normalbetons, aber auch von Hochfestem Beton (HFB). Die erzielten Verbesserungen der Eigenschaften sind auf die hohe Packungsdichte der stofflichen Zusammensetzung, den niedrigen Wasserbindemittelwert und die chemischen Reaktionen von puzzolanischen bzw. latent hydraulischen Zusatzstoffen zurückzuführen. Die Mikrostruktur von UHPB weist kaum Kapillarporen auf. Dies geht mit hervorragenden Dauerhaftigkeitseigenschaften einher. Verschiedene Arbeiten, beispielsweise [4] oder [5], bestätigen, dass UHPB im Vergleich zu Normalbeton einen vielfach höheren Widerstand gegen äußere Umwelteinwirkungen wie Frost-Tausalz-Angriff, Carbonatisierung und Chloriddiffusion hat. Die Druckfestigkeiten von UHPB liegen üblicherweise bei 120–200 N/mm², wobei in Abhängigkeit

von der Zusammensetzung ein E-Modul zwischen 40.000 und 60.000 N/mm² zu erwarten ist. Zur Verbesserung der Duktilität und des Zugtragverhaltens des UHPB werden in der Regel Mikrostahtfasern beigemischt, sodass auch im Fall von Mikrorissen eine absolut dichte Struktur gewährleistet ist und die UHPB-Schicht damit gleichzeitig die abdichtende Funktion übernehmen kann. Im Fall der Fuß- und Radwegbrücke werden die Mikrostahtfasern durch Polyvinylalkohol (PVA)-Kunststofffasern ersetzt, da herausstehende Stahtfasern eine Verletzungsgefahr darstellen und Pannen bei Fahrradreifen verursachen könnten. Um die erforderlichen Eigenschaften von UHPB mit PVA-Fasern sicherzustellen, wurden Vorversuche (4-Punkt-Biegeversuche) am Institut für Betonbau an der TU Graz durchgeführt. In Bild 6 ist das Rissbild (Mehrfachrissbildung) einer Testplatte bei Erreichen der 1,4-fachen Risslast zu erkennen. Zusätzliche Betonstahtbewehrung ist in diesem Vorhaben nicht erforderlich, da bei der hier gewählten Schichtdicke von 3 cm die PVA-Fasern in Kombination mit dem guten Verbund zwischen UHPB und Untergrund das gewünschte feine Rissbild zuverlässig steuern können, sodass im Bauwerk keine Makrorisse zu erwarten sind. Darüber hinaus übernimmt die Aufbetonschicht keine tragende Funktion.

UHPB weist zu angrenzenden Materialien hervorragende Verbundeigenschaften [4] auf und erfordert bei entsprechender Rauigkeit des Untergrunds keine mechanischen Verbundmittel. Um diese Verbundeigenschaften zwischen Altbeton und UHPB sicherzustellen, muss das Korngerüst des Bestandsbetons mittels Strahlen oder gleichwertigen Maßnahmen freigelegt und lose Rückstände entfernt werden. Der UHPB kann somit bei entsprechender Oberflächenvorbereitung einfach direkt auf das Brückendeck aus Leichtbeton aufgebracht werden. Ausreichende Grif-

Detail B

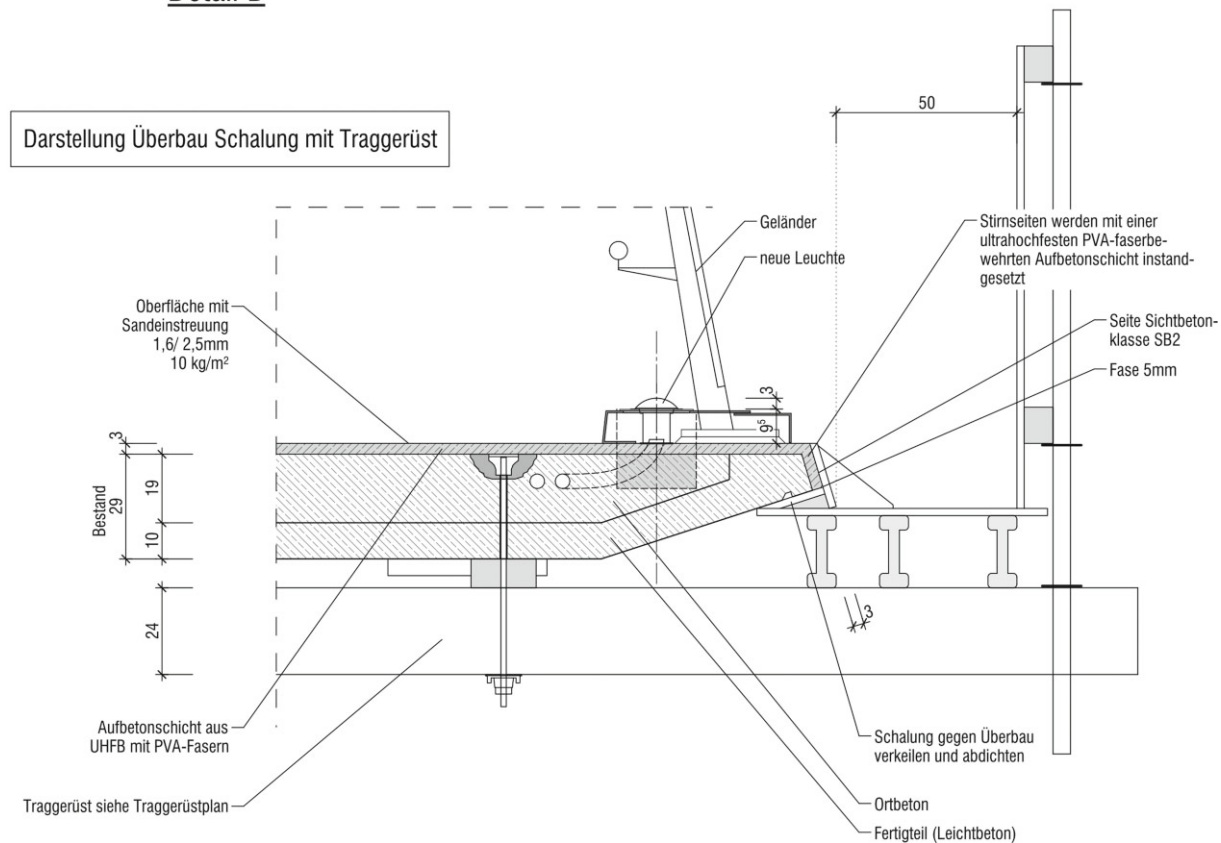


Bild 5 Schalungsdetail zur sicheren Herstellung des Overlays im Randbereich
Detail of the formwork to ensure safe construction of the overlay in the edge area

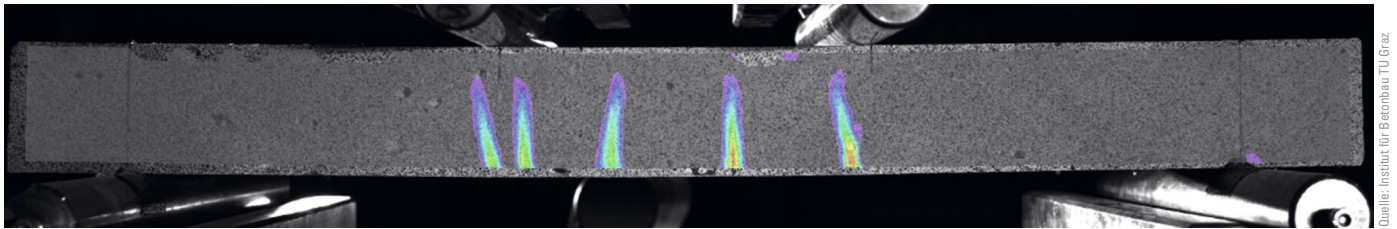


Bild 6 Rissbild bei einer Testplatte bei Erreichen des 1,4-Fachen der Risslast
Crack pattern in a test plate when reaching 1.4 times the crack load (LOP)

figkeit der neuen Brückenoberfläche wird durch das Aufbringen einer Sandeinstreuung auf den frischen Beton hergestellt. Als Qualitätsvorgabe bzw. Referenzoberfläche diente eine an der TU Graz im Vorfeld hergestellte Musterfläche.

Aufbauend auf den Erfahrungen im Rahmen eines Forschungsprojekts [4] und eines Pilotprojekts [6] wurden durch das planende Ingenieurbüro KHP Leipzig die zu erreichenden Festigkeiten festgelegt, wobei die Prüfungen nach der Schweizer UHFB-Richtlinie [7] zu erfolgen hatten:

- Das Ausbreitmaß im Bereich 42 ± 3 cm
- Die Verarbeitungszeit > 1 h
- Mittlere Zylinderdruckfestigkeit ($D/H = 100/200$ mm) nach 28 Tagen $f_{Uc} \geq 120$ MPa
- Mittlere zentrische Zugfestigkeit im gerissenen Zustand $f_{Utu} \geq 4,5$ MPa

Alle verwendeten Ausgangsstoffe müssen das Gütezeichen einer anerkannten Güteschutzgemeinschaft tragen. Für den UHFB war eine Eignungsprüfung vorgeschrieben. Die Baustelle wurde fremdüberwacht.

3 Materialfestlegung

Der Auftrag wurde an die Strabag AG, Direktion Sachsen, Bereich Sonderbau, Gruppe Ingenieurbau vergeben. Diese versuchte zuerst einen anwendungsfertigen Werk trockenbeton zu finden. Dies scheiterte jedoch zum einen an den zu erzielenden Festigkeiten und zum anderen an der vertraglichen Vereinbarung, ausschließlich Baustoffe mit einem CE-Zeichen zu verwenden. Schließlich entschied man sich in Zusammenarbeit mit der Dyckerhoff GmbH aus Wiesbaden zur Entwicklung einer eigenen Rezeptur.



Bild 7 Ultrahochfester Faserbeton UHPFB mit Polymerfasern
UHPFRC with polymer fibers

Diese Mischungszusammenstellung hatte den Vorteil, dass zum einen alle Ausgangsstoffe mit einem CE-Prüfzeichen erhältlich waren. Zum anderen ist die Rezeptur mit einem Normzement preiswerter als ein vorgemischter Werk trockenmörtel oder -beton. Die separate Zugabe von getrocknetem Sand und Zement in den Mischer ist dabei nicht deutlich aufwendiger als bei einem Werk trockenprodukt, wo PCE-Hochleistungsfließmittel, Fasern und Wasser meistens ebenfalls separat abgewogen und zugegeben werden müssen. Es ist auch möglich, den Zement und das Quarzfeinmehl vorab im Zementwerk zu mischen und per Silozug zu einem Transportbetonwerk zu fahren. Dort könnte der Beton sehr preiswert angemischt werden, per Fahrmischer auf die Baustelle gebracht und direkt vor dem Einbaugerät entladen werden. Allerdings entsteht durch das Mischen im Zementwerk ein neues Produkt, nämlich ein unregelmäßiger Werk trockenmörtel, für den es keine Norm, somit kein CE-Zeichen und keine Regelungen zur Güteüberwachung gibt. Die hierfür erforderlichen Regelungen und Nachweise müssen mit den Auftraggebern vorher abgestimmt werden, was naturgemäß Zeitaufwand und Investition bedeutet und sich nur bei Großprojekten lohnen dürfte.

Aufgrund der intensiven Erfahrung der Dyckerhoff GmbH mit ultrahochfestem Beton konnte im vorliegenden Falle innerhalb einer Woche ein Termin für eine Erstprüfung gefunden werden. An diesem Tag wurde im Wilhelm-Dyckerhoff-Institut in Wiesbaden die endgültige Rezeptur mit den bis dahin nicht erprobten Fasern unter Berücksichtigung der Gefälleignung festgelegt und das Zielausbreitmaß bestimmt (Bild 7).

Die hierbei hergestellten Probekörper wurden an der TU Graz nach den Prüfvorschriften von [7] nach sieben Tagen geprüft. Da die erzielten Werte die Anforderungen der Ausschreibung übertrafen, konnten bereits vier Wochen nach dem Erstkontakt von STRABAG und Dyckerhoff die Betonierarbeiten auf der Baustelle durchgeführt werden.

4 Baustellenvorbereitung

Wie in der neuen ÖBV-Richtlinie UHPC [7] vorgeschrieben, war eine Einbauprüfung durchzuführen. Dazu

wurde eine Fläche mit einer Breite von 4,20 m, einer Länge von 3 m und einem Gefälle von 5,5 % hergestellt. Mit dem geplanten Baustellenmischer wurden Probemischungen samt anschließendem Einbau des UHPFB mittels Rüttelbohle durchgeführt. Es konnte gezeigt werden, dass die gewählte Konsistenz des UHPFB zielführend ist und die vorgesehenen Equipments für die Herstellung und den Einbau des UHPFB geeignet sind (Bilder 8 und 9). Die Mitarbeiter konnten sich mit dem Material vertraut machen und lernten, dass wegen der langsamen Wirksamkeit des Fließmittels eine Mischzeit von ca. zehn Minuten normal ist, damit die Mischung ausreichend homogenisiert und verflüssigt wird. Weiterhin wurde festgestellt, dass wegen der begrenzten Motorleistung die vorhandenen Mischer vom Baugeräteverleih nur zu ca. einem Drittel befüllt werden konnten, sodass für einen kontinuierlichen Einbau drei Mischer erforderlich waren. Während das gewünschte Gefälle von 5,5 % problemlos eingestellt werden konnte, erforderte das Einstreuen der rutschhemmenden Sandkörnung geeignete Oberflächeneigenschaften des UHPFB. Ist an der Oberfläche zu viel nasser Leim vorhanden, versinkt die Körnung im weichen Material. Ist die Oberfläche zu trocken, bleiben die Körner nicht haften und es ergibt sich nach dem Abkehren des Sandes eine Sichtbetonoberfläche. Die Einstellung der UHPFB-Konsistenz ist in diesem Zusammenhang deshalb von großer Bedeutung. Als gute Vorgehensweise wurde festgestellt, dass die Konsistenz des UHPFB eher etwas steifer einzustellen ist und die Oberfläche beim Einreiben der Sandkörnung durch das Besprühen mit Wasser feucht zu halten ist. Gemäß [8] ist ein ständig sichtbarer Wasserfilm durch mehrmaliges Besprühen unkritisch, es besteht keine Gefahr, dass dieses Wasser in den UHPFB eindringt und den Wasserbindemittelwert verändert.

Zusätzlich zur üblichen Baustellenausstattung wurde eine Waage mit einem Messbereich von 50 kg und einer Genauigkeit von 20 g vom Betonlabor ausgeliehen. Aus Genauigkeitsgründen erfolgten alle Dosierungen über Gewicht, es wurden keine volumetrischen Dosierungen durchgeführt. Auch die Sackgewichte von Zement und Quarzfeinsand wurden stichprobenartig untersucht, ohne dabei maßgebende Schwankungen festzustellen.



Bild 8 Zwangsmischer und Ausgangsstoffe für die Herstellung von UHPFB
Compulsory mixers and raw materials to produce the UHPFRC



Bild 9 Verwiegen von Wasser und Fließmittel
Weighing water and superplasticizer

5 Bauausführung

Die Arbeiten wurden am 06.10.2022 innerhalb von zehn Stunden in einem Zuge durchgeführt. Dabei betrug die Lufttemperatur zwischen 15° und 20°C, es war teils sonnig, teils herrschte leichter Nieselregen und die Windverhältnisse waren windstill bis leicht böig. Die Witterungsverhältnisse beeinflussten das Arbeitsergebnis nur unwesentlich.

Zu Beginn wurde die Konsistenz mittels Ausbreittisch für jede Mischung aus jedem Mischer geprüft. Mit wachsender Erfahrung konnte die Konsistenz visuell von den Mitarbeitern, sowohl durch das Verhalten im Mischer als auch beim Einfüllen in die Schubkarre (Bild 10), beurteilt werden, sodass die Prüfung der Konsistenz anschließend nur je zwei Stunden durchgeführt wurde. Der UHFB wurde steif angemischt und eingebaut, vor und nach der Rüttelbohle (Bild 11) mit Wasser besprüht, um eine geschlossene Oberfläche herzustellen. Es hat sich gezeigt, dass der kontinuierliche Einbau wesentlich zum Erreichen der geforderten Ebenheit ist. Das Wiederanfahren der Rüttelbohle bewirkt eine erneute Verdichtung des Frischbetons, sodass dieser seitlich unter der Bohle herausgedrängt wird und sich dadurch eine Welle vor und hinter der Bohle bildet. Die Welle vor der Bohle wird durch deren nachfolgende Überfahrt geglättet. Dagegen lässt sich die Welle hinter der Bohle durch nachfolgendes Glätten und Verreiben nicht mehr vollständig korrigieren. Wegen der anfänglichen Streuung der Konsistenz konnte zum Beginn kein kontinuierlicher Einbau erreicht werden.

Unmittelbar nach der Rüttelbohle wurde die Oberfläche mit der Hand abgerieben und geglättet (Bild 12). Anschließend wurde die Oberfläche nochmals mit Wasser besprüht und der Grobsand eingestreut. Nach ca. 0,50 Stunden erfolgte das Abdecken der fertigen Oberflächen mit Folien. Dies war durch die „Zwischenlage“ aus scharfkantigem Einstreusand problemlos möglich. Die verwendeten Fließmittel wirken nämlich stark verzö-



Bild 10 Entleerung des Mischer in die Schubkarre
Deloading of the mixer into the wheelbarrow



Bild 11 Einbau vor der Rüttelbohle
UHFB before the vibrating beam



Bild 12 Nachbehandlung
Curing and finishing

gernd, sodass es bei kühlen Temperaturen mehrere Stunden braucht, bis das Material ansteift, und noch länger, bis es eine nennenswerte Festigkeit entwickelt. Aus diesem Grunde wurde auch ein Wachdienst geordert, damit nachts niemand über den frischen Beton läuft und die neue Oberfläche zerstört. Nach vier Tagen Nachbehandlungszeit konnten die Arbeiten an dem Brückenbauwerk fortgesetzt werden. Sichtbare Risse wurden im weiteren Fortgang der Arbeiten nicht festgestellt. Die Oberfläche einschließlich des Gesimsbereichs zeigt eine zufriedenstellende Qualität (Bild 13).



Quelle: KHP-Leipzig GmbH

Bild 13 Fertige Brückenoberfläche
Finished bridge deck

6 Ausblick

Das Aufbringen einer dünnen UHFB-Schicht, die gleichzeitig der Abdichtung, der Tragfähigkeit und dem Verschleiß dient, ist in den Niederlanden und in der Schweiz seit vielen Jahren mit vielen Objekten als Brückenerhaltung etabliert. In Deutschland ist vor allem die Rheinbrücke Maxau bekannt [9]. Bei mittragender UHFB-Schicht sollte die Schichtdicke nicht kleiner als 50 mm gewählt werden, um gewöhnliche Bewehrung zusätzlich zu Fasern einbauen zu können. Das Zusammenwirken von Fasern und Bewehrung kann für alle Zustände eingesetzt werden. Bei Verwendung als Abdichtung allein kann die Schichtdicke auf 30 mm reduziert und auf die ge-



Quelle: durcrete

Bild 14 Fertige Brücke Karl-Heine Bogen
Finished bridge Karl Heine Arch

wöhnliche Bewehrung verzichtet werden. Wegen der höheren Effektivität zur Begrenzung der Rissbreite sind vorzugsweise Mikrostahtfasern zu verwenden. Die Ergebnisse dieses Pilotprojekts zeigen, dass eine Verwendung von Kunststofffasern für die Erzeugung von Mehrfachrisen ebenso möglich ist. Die erfolgreiche Anwendung (Bild 14) ist eine weitere Bestätigung dafür, dass viele Anwendungen zur Instandsetzung und Verstärkung von bestehenden Bauwerken mit UHFB möglich sind. Im Rahmen der Forschungsarbeiten [4] wurden auch Probenanwendungen zur Sanierung von Flachdachabdichtungen und als fugenloser UHFB-Belag zur Abdichtung und Tragwerksverstärkung von Elementdecken erfolgreich erprobt. Man nutzt hier die einfache, witterungs- und fehlerunempfindliche Ausführung, die auch in einem Arbeitsgang größere Fehlstellen gut ausfüllt und überbrückt. Durch das rein mineralische Material ist eine gute Dauerhaftigkeit gewährleistet.

Literatur

- [1] König, G.; Novak, B.; Fischer, M.; Barthel, K. (2000) *Der Karl-Heine-Bogen in Leipzig – Hybride Brückenkonstruktion unter Verwendung von Hochleistungs-Leichtbetonen*. Bautechnik 77, H. 8, S. 523–535. <https://doi.org/10.1002/bate.200004190>
- [2] Müller, H. S.; Linsel, S.; Garrecht, H.; Wagner, J.-P.; Thienel, K.-C. (2000) *Hochfester konstruktiver Leichtbeton – Teil 1: Materialtechnologische Entwicklungen und Betoneigenschaften*. Beton- und Stahlbetonbau 95, H. 7, S. 392–401. <https://doi.org/10.1002/best.200000720>
- [3] König, G.; Dehn, F.; Fischer, O.; Krill, A. (2000) *Vorgespannter hochfester Leichtbeton – Teil 2: Bemessung und Konstruktion vorgespannter Bauteile*. Beton- und Stahlbetonbau 95, H. 7, S. 402–414. <https://doi.org/10.1002/best.200000740>
- [4] Pauser, M. et al. (2022) *UHPC-Anwendung in der Praxis*. Forschungsbericht. FFG Projektnummer FO999887033.
- [5] Ludwig, H.-M. (2005) *Bewertung ultrahochfester Betone unter dem Aspekt der Dauerhaftigkeit*. Beton- und Stahlbetonbau 100, H. 2, S. 116–123. <https://doi.org/10.1002/best.200590027>
- [6] Hadl, P.; Della Pietra, R.; Reichel, M.; Tue, N. V. (2015) *“Integralization“ with new UHPC Decks for existing motorway bridges*. ICCRRR 2015 4th International Conference on Concrete Repair, Rehabilitation and Retrofitting, Leipzig 2015.
- [7] SIA 2052 (2016) *UHFB: Baustoffe, Bemessung und Ausführung*. Zürich: Schweizer Ingenieur- und Architektenverein SIA.
- [8] Kleiser, M.; Huß, M.; Tue, N. V.; Freytag, B. (2022) *ÖBV-Richtlinie UHPC*. Tagungsband 5. Grazer Betonkolloquium, TU Graz.
- [9] Shepherd, D. A.; Scherer, M.; Katzik, W.; Dehn, F. (2021) *Zur Ertüchtigung der Rheinbrücke Maxau mit hochfestem Beton*. Beton- und Stahlbetonbau 116, H. 10, S.754–764. <https://doi.org/10.1002/best.202100040>

Autoren



Dr.-Ing. habil. Bernhard Sagmeister
(Korrespondenzautor)
sagmeister@durcrete.de
durcrete GmbH
Am Huttig 4
65549 Limburg



Dipl.-Ing. Dipl.-Ing. Dr. techn. Michael Mayer
mayer@khp-leipzig.de
König und Heunisch Planungs-
gesellschaft mbH Leipzig
Niederlassung Graz
Rechbauerstraße 4/ 3. OG/ Top 7
8010 Graz, Österreich



Dipl.-Ing. Dr. techn. Michael Reichel
reichel@khp-leipzig.de
König und Heunisch Planungs-
gesellschaft mbH Leipzig
Sebastian Bach Str. 4-6
04109 Leipzig



Dipl.-Ing. Michael Huß
huss@tugraz.at
Technische Universität Graz
Institut für Betonbau
Lessingstraße 25/1
8010 Graz, Österreich

Zitieren Sie diesen Beitrag

Sagmeister, B.; Reichel, M.; Huß, M.; Mayer, M. (2023) *UHFB-Overlay auf Fuß- und Radwegbrücke Karl-Heine-Bogen in Leipzig*. *Beton- und Stahlbetonbau* 118, H. 9, S. 697–704.
<https://doi.org/10.1002/best.202300050>