



Maschineller Einbau von Ultra-Hochleistungs-Faserbeton.



Abtalschieren und Nachbehandlung des UHPFB hinter dem Einbaufertiger.

Artikelserie Tief- und Strassenbau (6 / 6)

# UHPFB als Baustoff

Kompakt zusammengefasstes Wissen: Die sechsteilige Artikelserie basiert auf dem Nachschlagewerk «Baupraxis – der Tief- und Strassenbau». Der sechste Teil ist dem Thema Ultra-Hochleistungs-Faserbeton (UHPFB) gewidmet.

Von Rolf Steiner und Tobias Frick

Das Nachschlagewerk «Baupraxis – Der Tief- und Strassenbau» liefert zum Thema Tief- und Strassenbau umfassende, praxisnahe Informationen im Zusammenhang mit der Ausführung. Daneben bietet der Band weiterführende Inputs aus den Bereichen Bauwirtschaft Schweiz, Berufe des Bauhauptgewerbes, rechtliche Grundlagen und Normen, Beschaffungswesen, technische

und kaufmännische Arbeitsvorbereitung, Bauablauf oder Terminplanung.

Zukunftsorientierte Technologien und mögliche Beschleunigungsmassnahmen werden ebenfalls behandelt. Zudem liefert das Buch Tipps, wie sich Wissenslücken gleich einem Loch in der Strasse mit Inhalten und Fachwissen auffüllen lassen. Die dazugehörige sechsteilige Artikelserie behandelt ausgewählte Themenbereiche

aus diesem Fachbuch. Die fünfte Folge behandelte das Kapitel grabenlose Bauverfahren (Baublatt Nr. 18 / 2021).

### Vielseitig einsetzbar

Mit Ultra-Hochleistungs-Faserbeton (UHPFB) können Tragwerke und Fertigteile mit deutlich geringeren Eigenlasten und Abmessungen produziert werden. Der Baustoff kann aber auch bei Instandsetzungen ein-

gesetzt werden. Im Fokus stehen vor allem hochbeanspruchte Tragwerke, Kunstbauten und Brücken. UHPFB ist vielseitig bei Neubauten, Instandsetzungen und Verstärkungen sowie bei nichtkonstruktiven Anwendungen einsetzbar (Tabelle 1).

### Eigenschaften und Vorteile

Der Ultra-Hochleistungs-Faserbeton weist gegenüber konventionellen Sanierungsvarianten folgende Eigenschaften und Vorteile auf (Tabelle 2):

- › Durch die Dichtigkeit des Baustoffs kann auf die ursprüngliche Abdichtung verzichtet und gegebenenfalls die Betonüberdeckung reduziert werden.
- › UHPFB weist wesentlich höhere Festigkeitswerte und eine höhere Dauerhaftigkeit auf als herkömmlicher Beton.
- › Ein Teil der Druckbewehrung kann durch das Baumaterial übernommen werden. Dies führt zu einer Reduktion des Bewehrungsgehalts und vereinfacht den Einbau.

- › Die Reduktion der Bauteildicke bringt eine deutliche Gewichtsersparnis mit sich.
- › Der Verschleisswiderstand und die Resistenz gegen chemische Einflüsse wie Tausalz (im Zusammenhang mit Gefrieren und Auftauen) und Chlorid wird verbessert.
- › Der Einsatz von UHPFB bei Brückensanierungen ersetzt die Abdichtung mit Bundessiegel sowie übliche Guss- und

Walzasphaltschichten. Durch die Reduktion der Arbeitsgänge werden nicht nur die Bauzeiten verkürzt, sondern auch die wetterbedingt heiklen Arbeitstage reduziert. Die Kosten für den Einsatz von UHPFB sind höher. Die Einsparungen durch die Gewichtsreduktion im Vergleich zum konventionellen Aufbau des Oberbaus wiegen diese Mehrkosten aber wieder auf. Bei Be-

Neubau	– dünne Platten und Fassadenelemente – schlanke und leichte Träger z.B. bei Balkonkonsolen – verlorene Schalung bei stark beanspruchten Bauteilen – Schallschutzelemente – stark beanspruchte Verkehrs- und Lagerflächen
Instandsetzung und Verstärkungen	– Betonstrassen – Brückenplatten – Pfeiler, Stützen und Träger – dichte und abriebfeste Schutzschicht
Nichtkonstruktive Anwendungen	– Möbel – Kunst- und Designerelemente

Tabelle 1

Eigenschaften	Normalbeton	UHPFB
Dichte [t/m <sup>3</sup> ]	2,20 bis 2,50	2,45 bis 2,55
Druckfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	10 bis 60	140 bis 200
Biegezugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	2 bis 7	35 bis 50
Zugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	1 bis 4	8 bis 12
E-Modul [kN/mm <sup>2</sup> ]	20 bis 40	45 bis 60

Tabelle 2



Ultra-Hochleistungs-Faserbeton wird maschinell eingebaut.



Vibrationsnadeln des Gleitschalungsfertigers beim Einbau von UHFB.



Mobile Betonanlage für Ultra-Hochleistungs-Faserbeton.

trachtung der Lebenszykluskosten fällt der UHFB sogar günstiger aus.

Beim Ultra-Hochleistungs-Faserbeton handelt es sich um einen relativ neuen Baustoff. Das Merkblatt SIA 2052 «Ultra-Hochleistungs-Faserbeton (UHFB) – Baustoffe, Bemessung und Ausführung» enthält die Vorgaben für die Zusammensetzung

des Baustoffs, die Bemessung und die Ausführung.

**Hohe Packungsdichte**

Der Baustoff UHFB besteht aus Zement, Zusatzstoffen, feiner Gesteinskörnung, Wasser, Zusatzmitteln und feinen Kurzfasern. Durch den Einsatz von Mikrosilica,

die Reduktion des Wasser-Zement-Werts (w/z-Wert), die Verwendung einer feinen Gesteinskörnung ohne Grobzuschläge und die Zugabe von feinen Stahlfasern wird der Beton homogen und äusserst dicht. Das verleiht dem Material eine hohe Festigkeit in Bezug auf Druck-, Zug- und Biegezugkräfte, eine hohe Dauerhaftigkeit, Abriebfestigkeit und Schlagzähigkeit. Die hohe Packungsdichte führt aber dazu, dass sich dieser Baustoff sehr viskos (thixotropes Verhalten) verhält und nicht einfach zu verarbeiten ist.

UHFB unterscheidet sich deutlich von herkömmlichen Betonsorten und erfordert

einen leistungsstarken Mischprozess, um die Mischzeit auf einem wirtschaftlich vertretbaren Niveau zu halten. Zudem sind die Mengen der einzelnen Komponenten mit Grosswaagen sehr präzise zu bestimmen, und das Ausgangsmaterial muss vollständig trocken sein, um eine Verfälschung des Wasser-Zement-Werts zu verhindern. Das äusserst viskose Verhalten des Baumaterials erfordert eine stete und leistungsfähige Reinigung der Produktionsanlage.

Jede Produktionsanlage – ob mobil oder fest installiert – muss dem jeweiligen Projekt angepasst gewählt werden. Die Einbau-

geschwindigkeit wird durch die erbrachte Leistung der Anlage pro Stunde bestimmt. Durch die feinen Komponenten wird ein grösserer Füllgrad beim Mischer benötigt. Ein herkömmlicher Betonmischer von zwei Kubikmetern Frischbeton kann zirka 1,3 Kubikmeter frischen UHFB herstellen.

**Vorbereitung des Untergrunds**

Um eine möglichst optimale Verbundwirkung zwischen Untergrund und UHFB-Schicht zu erzielen, muss die Kontaktfläche mit Hochdruckwasserstrahlen oder Sandstrahlen aufgeraut werden. Die erforderliche Rautiefe muss gemäss SIA-

Merkblatt 2052 zwischen drei und fünf Millimeter betragen. Danach ist der Untergrund vor dem Einbau des UHFB gut zu reinigen und von losen Partikeln oder gar Fett- bzw. Ölrückständen zu befreien. Damit der frisch eingebrachte Baustoff dem Untergrund nicht Feuchtigkeit entzieht, muss die Oberfläche während mindestens zwei Tagen vor dem Einbau feucht gehalten werden.

Der Einbau von UHFB sollte möglichst kontinuierlich erfolgen. Auch die kurze Offenzeit von zirka 1,5 bis zwei Stunden beeinflusst die zur Verfügung stehende Zeit für den Transport vom Werk zum Einbau-

**«Baupraxis – Der Tief- und Strassenbau»**

Im Verlag FachWissenBau ist ein praxisnahes Fachbuch und Nachschlagewerk zum Thema Tief- und Strassenbau in zwei Bänden erschienen. Das aufwendig gestaltete und reich illustrierte Werk der beiden erfahrenen Bauingenieure und Dozenten Rolf Steiner und Tobias Frick enthält eine umfassende Auslegeordnung über die Planung und Ausführung von Projekten im Tief- und Strassenbau. Es füllt als Lehrmittel und Fachbuch eine Lücke im vorhandenen Angebot und liefert umfassende Grundlagen für alle relevanten Themen in der praxisorientierten Bauausführung. In diesem Jahr ist dazu eine Beitragsserie im Baublatt mit ausgewählten Themenbereichen aus diesem Fachbuch erschienen.

Die beiden Autoren Rolf Steiner und Tobias Frick verfügen zusammen über mehr als 40 Jahre Berufserfahrung in der Planung und Ausführung von Infrastrukturprojekten in der Schweiz und im Ausland. Ihr beruflicher Werdegang führte sie in namhafte Planungsbüros und Unternehmungen wie Basler & Hofmann AG,

Marti Gruppe und Walo Bertschinger AG. Ihre Erfahrungen in der Geschäftsführung und Projektleitung bringen sie in der Aus- und Weiterbildung an Hochschulen, am Campus Sursee und auch an der Baugewerblichen Berufsschule ein. (pd)

«Baupraxis – Der Tief- und Strassenbau» von Rolf Steiner und Tobias Frick, zweibändige Ausgabe, Schweiz, 536 Seiten, 1. Auflage, 2020, Verlag FachWissenBau GmbH, ISBN 978-3-9525139-1-0, 140 Franken, erhältlich bei [www.fachwissenbau.ch](http://www.fachwissenbau.ch)



Einbau von UHFB mit Hilfe einer mobilen Betonanlage.



Beigabe von Stahlfasern während der Produktion von UHFB.

Produktion	Leistung	Transport	Einbau
Zwangsmischer	0,5 bis 8 m³/Tag	Dumper, Kübel, Schubkarren	von Hand
mobile Betonanlage oder Fertigbetonanlage	8 bis 25 m³/Tag	Dumper, Silowagen	maschinell mit Vibrationsbalken
Baustellenanlage oder Fertigbetonanlage	10 bis 15 m³/h	Dumper, Silowagen, Fahrmischer	maschinell mit Gleitschalungsfertiger

Tabelle 3

Ausführung in UHFB		Herkömmliche Bauweise	
Aufbau	[CHF/m²]	Aufbau	[CHF/m²]
Deckschicht aus Gussasphalt	20.00	Deckschicht	15.00
UHFB-Einbau	140.00	Binderschicht	35.00
Abtrag mit Höchstwasserdruck	12.00	Tragschicht	35.00
		Schutzschicht aus Gussasphalt	20.00
		Polymerbitumenbahn	16.00
		Bundessiegel	14.00
		Reprofilierung	10.00
		Abtrag mit Höchstwasserdruck	12.00
<b>Total pro m²</b>	<b>172.00</b>	<b>Total pro m²</b>	<b>157.00</b>

Tabelle 4

ort. Aus diesem Grund muss auch dem Transport Beachtung geschenkt werden. Stockt der Einbauprozess wegen mangelnden Nachschubs, hat dies einen signifikanten Einfluss auf die Ebenheit der Oberfläche. Muss hingegen der Baustoff zu lange transportiert werden, kann sich eine sogenannte «Elefantenhaut» bilden.

**Rascher Einbau notwendig**

Der Einbau von UHFB kann sowohl von Hand als auch maschinell erfolgen. Der oben stehenden Tabelle 3 können die Leistungswerte der verschiedenen Produktions- und Einbauarten entnommen werden. Unabhängig davon hat der Einbau möglichst rasch und kontinuierlich zu erfolgen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Betonsorten können bei UHFB nachträglich keine kosmetischen Korrekturen mehr vorgenommen werden. Die Vorteile eines maschinellen Einbaus mit einem Gleitschalungsfertiger sind:

- › Grössere Kubaturen können innerhalb kürzerer Zeit verarbeitet werden, was eine Steigerung der Leistungsfähigkeit und der Effizienz bedeutet.

- › bessere Ebenheit und konstantere Schichtdicke durch 3-D-Steuerung des Fertigers (Qualitätssteigerung)
- › Einsparung von Arbeitsschritten durch Automatisierung
- › Ein Fertiger verfügt über die erforderliche Kraft, um die viskose Masse zu verarbeiten, und besitzt genügend Eigengewicht, um dem Auftrieb entgegenwirken zu können.

Beim Einbauzeitpunkt sollte darauf geachtet werden, dass nicht bei hohen Temperaturen (über 30 Grad Celsius) oder bei starker Sonneneinstrahlung eingebaut wird. Je nach Produktionsart und Gegebenheiten vor Ort ergeben sich unterschiedliche Leistungswerte und Anforderungen an den Transport sowie den Einbau.

**Nachbehandlung unerlässlich**

Die Nachbehandlung von frisch eingebautem UHFB ist von höchster Bedeutung für die Qualität und noch elementarer als beim herkömmlichen Betonstrassenbau. Ein rasches Austrocknen des Materials ist unbedingt zu verhindern. Analog zum klas-

sischen Betonbau werden üblicherweise folgende Massnahmen ergriffen:

- › Aufsprühen eines Schutzfilms (Curing Compound)
- › Abdecken mit Plastikfolie und/oder nassem Jutetuch (sofort nach der Applikation ausführen)
- › Abdecken mit Thermomatten
- › leichte und stete Berieselung mit Wasser

Die Nachbehandlung sollte über eine Dauer von fünf bis sieben Tagen ausgeführt werden. Zudem sollte der frisch eingebaute UHFB vor schädlichen Erschütterungen geschützt werden, bis er eine genügende Festigkeit erreicht hat. Im Normalfall ist die eingebaute UHFB-Schicht nach zwölf bis 24 Stunden begehbar und nach 48 bis 60 Stunden befahrbar.

**Geringe Kostenunterschiede**

In der Tabelle 4 wird eine Brückensanierung auf herkömmliche Art und Weise der Variante mit UHFB gegenübergestellt. Verglichen werden der konstruktive Aufbau und die Kosten, wobei es sich um geschätzte Werte handelt.

Die Tabelle zeigt auf, dass sich die Kosten bei der Instandsetzung mit UHFB und die Kosten, die bei der herkömmlichen Bauweise entstehen, nicht gross unterscheiden. Dies hängt aber stark vom Projekt, dessen Geometrie und der eingebauten Schichtdicke des UHFB ab. Denn die Materialkosten des Ultra-Hochleistungs-Faserbetons belaufen sich auf zirka 2500 bis 4500 Franken pro Quadratmeter, bei Normalbeton im Vergleich auf etwa 120 bis 180 Franken pro Quadratmeter. ■

**Themenübersicht der Artikelserie**

- Baublatt vom 8. Januar: Gerätschaften und Inventar
- Baublatt vom 5. März: Auftragsbeschaffung
- Baublatt vom 30. April: Logistik und Transport
- Baublatt vom 25. Juni: Arbeitsvorbereitung und Baustelleneinrichtung
- Baublatt vom 3. September: Ausführung Tief- und Strassenbau
- Baublatt vom 12. November: Ausführung Tief- und Strassenbau**



**Hallenbüros mit Überblick  
Schnelle Realisierung  
Top Service**

**SOSAG BOX**

SOSAG Baugeräte AG  
Allmendstrasse 3  
8422 Pfungen

T: 052 315 39 22  
F: 052 315 39 24  
info@sosag.ch  
www.sosag.ch





**WÄRMEMOBIL**  
HEIZUNG UND WARMWASSER

**WIR BRINGEN WÄRME**

- IM NOTFALL
- BEI HEIZUNGSSANIERUNGEN
- ZUR BAUAUSTROCKNUNG
- VON 22 kW BIS 1'400 kW



**WÄRMEMOBIL AG**  
VERMIETUNG MOBILER HEIZ- UND WARMWASSERZENTRALEN  
GROSSÄCHERSTRASSE 23 | CH-8104 WEININGEN ZH  
T 044 750 66 50 | INFO@WAERMEMOBIL.CH

bodenmannmietkran.ch



**Vermietung von Baukranen jeder Grösse**

- Unterdreher
- Obendreher

**Bitte nehmen Sie Kontakt mit uns auf**  
bodenmann.mietkran@bluewin.ch  
079 3400133