



1 Einführung

Das Zement-Merkblatt Fahrbahndecken aus Beton mit Fließmittel (S 2) ergänzt das Zement-Merkblatt Betonfahrbahndecken für Straßen und Wege (S 1).

Die dort beschriebenen Festlegungen, Erläuterungen und Empfehlungen bilden die Grundlage und werden nicht wiederholt.

Im Zement-Merkblatt Fahrbahndecken aus Beton mit Fließmittel werden die Anforderungen für diesen besonderen Beton und seine speziellen Einsatzbereiche beschrieben.

Grundlage ist die ZTV Beton-StB 01, die noch auf die alte Normengeneration (DIN 1045 7/88) Bezug nimmt. In (*kursiv*) werden Bezüge zur neuen, Normengeneration (DIN EN 206/DIN 1045-2) hergestellt.

2 Allgemeines

Eine wesentliche Voraussetzung für das Erreichen der gewünschten Gebrauchseigenschaften von Decken aus Beton ist der sachgerechte Einbau des Frischbetons. Straßenbeton weist wegen seines niedrigen wirksamen Wassergehalts i.d.R. eine steife Konsistenz auf. Er erfordert für den Einbau und die Verdichtung leistungsfähige Geräte wie z.B. Deckenfertiger.

Diese sind auf beengten Platzverhältnissen, aus Lärmschutzgründen in bewohnten Bereichen oder auch aus wirtschaftlichen Gründen für Reparaturfelder nicht sinnvoll einsetzbar. Das führte bereits in den 80er Jahren zu der Entwicklung des Betons mit Fließmittel und des frühhochfesten Betons.

3 Begriffsbestimmungen

Beton mit Fließmittel (FM) ist ein leicht verarbeitbarer Beton. Je nach Art der Zusammensetzung und Einsatzzweck werden unterschieden:

- „Weicher“ **Straßenbeton mit FM**
= Einbaukonsistenz KR, (*Konsistenzklasse F3*)
Ausbreitmaß zwischen 42 und 48 cm und
- frühhochfester Straßenbeton mit FM**
= Einbaukonsistenz KP, (*Konsistenzklasse F2*)
Ausbreitmaß zwischen 35 und 41 cm.

Ausgangsbeton ist der auf die Baustelle angelieferte und fertiggemischte Beton, dem das Fließmittel noch nicht zugegeben worden ist.

Beton mit Fließmittel darf **ein- oder zweilagig** eingebaut werden. Zweilagig bedeutet, dass Beton gleicher Zusammensetzung in zwei Lagen eingebaut wird.

4 Anwendung

Bei Decken aus Beton mit Fließmittel werden zwei Anwendungsbereiche unterschieden:

„Weicher“ **Straßenbeton mit FM** bringt besonders dort Vorteile, wo der Einsatz von Deckenfertigern nicht möglich oder nicht zweckmäßig ist, wie z.B. bei

- Einzelfeldern
- Reparaturfeldern
- Feldern mit ungünstigen Abmessungen.
- beengten Platzverhältnissen
- Wohngebieten (Lärmschutz)

Frühhochfester Straßenbeton mit FM ist ein Beton, der eine hohe Frühfestigkeit erreicht und bereits im jungen Alter hohen Beanspruchungen ausgesetzt werden kann. Die Anwendung von frühhochfestem Straßenbeton ist besonders dort zweckmäßig, wo nur kurzzeitige Verkehrssperrungen möglich sind, wie z.B. bei Tagesbaustellen, Reparaturfeldern und Straßenkreuzungen.

5 Baugrundsätze

Die Unterlage ist anzufeuchten, wenn zu befürchten ist, dass dem Frischbeton in schädlichem Maße Wasser entzogen wird.



Bild 1: Einbau des Betons mit Fließmittel ohne schwere Einbaugeräte. Der Beton fließt aus dem Fahrermischer über die Rutsche unmittelbar zwischen die vorbereitete Schalung.

Gegebenenfalls kann der Einbau von Unterlagsfolien, z.B. Polyethylen-Folie $\geq 0,2$ mm, zweckmäßig sein.

6 Baustoffe, Baustoffgemische

Kornzusammensetzung des Betonzuschlags (*der Gesteinskörnung*)

Liegt der erforderliche Zementgehalt über 350 kg/m^3 verdichteten Frischbetons, darf der Gesamtanteil kleiner $0,25 \text{ mm}$ 500 kg/m^3 nicht überschreiten.

Zement

Für die Herstellung von Decken aus frühhochfestem Straßenbeton mit FM ist ein Zement der Festigkeitsklasse CEM I 42,5 R zu verwenden.

Betonzusatzmittel

Mit Betonverflüssiger (BV) und Fließmittel (FM) kann die Verarbeitbarkeit des Frischbetons verändert werden. Fließmittel bewirken eine starke Verflüssigung.

Sie können zu einem späteren Zeitpunkt in die Fahrmischtrommel zugegeben werden, da die verflüssigende Wirkung i.A. zeitlich auf etwa 15 bis 45 Minuten begrenzt ist.

Die neue, hochwirksame Generation von FM auf der Basis von Polycarboxylatether weist diesen Nachteil nicht mehr auf; nach einer Stunde ist keine signifikante Konsistenzabnahme zu erkennen. Das FM ist in der Eignungsprüfung (*Erstprüfung*) besonders sorgfältig auf den verwendeten Zement abzustimmen. Die Gesamtmenge an Zusatzmittel darf weder die vom Zusatzmittelhersteller empfohlene Höchstdosierung noch 50 g/kg (Zement und anrechenbare Zusatzstoffe) überschreiten. Bei gleichzeitiger Anwendung mehrerer Betonzusatzmittel darf die insgesamt zugegebene Menge 60 g/kg (Zement und anrechenbare Zusatzstoffe) nicht übersteigen.

Zusatzmittelmengen unter 2 g/kg Zement sind nur erlaubt, wenn sie einem Teil des Zugabewassers zugemischt werden. Falls die Gesamtmenge flüssiger Betonzusatzmittel größer als 3 l/m^3 Beton ist, muss die darin enthaltene Wassermenge bei der Berechnung des Wasserzementwertes berücksichtigt werden. Bei gleichzeitiger Verwendung von Luftporenbildner (LP) und FM oder LP und BV muss im Rahmen einer Wirksamkeitsprüfung die Einhaltung des Abstandsfaktors $AF \leq 0,20 \text{ mm}$ und der Gehalt an Mikroluftporen $L 300 \geq 1,5 \text{ Vol.-%}$ mit dieser Zusatzmittelkombination geprüft werden. Die Wirksamkeitsprüfung ist nach den Zulassungs- und Überwachungsgrundsätzen des Deutschen Instituts für Bautechnik Berlin (DIBt) durchzuführen und das Ergebnis im Prüfbescheid bzw. in der Zulassung aufzuführen.

Bei Decken der Bauklassen V und VI ist für den Beton anstelle von Fließmittel (FM) die Verwendung von Betonverflüssiger (BV) zulässig.

Bei frühhochfestem Straßenbeton mit FM darf das Fließmittel die Erhärtung des Betons nicht verzögern.

Konsistenz

Das Ausbreitmaß des Ausgangsbetons muss mindestens 100 mm geringer sein als das Einbaukonsistenzmaß des „weichen“ Straßenbetons mit FM.

Die zu wählende Konsistenz ist abhängig von den Einbaugeräten, der Temperatur und der Neigung der Fahrbahnflächen. Bei Neigungen über 3% sind besondere Maßnahmen zu ergreifen. (s. Abschnitt 7)

Solche Maßnahmen können z.B. sein:

- Abstimmung der Betonzusammensetzung durch Verringerung der Zugabemenge des Fließmittels

- grobkörnigere Zusammensetzung des Zuschlags (*der Gesteinskörnung*)
- Erhöhung des Anteils an gebrochenem Zuschlag (*gebrochener Gesteinskörnung*)

Luftgehalt

Dem Beton ist ein Luftporenbildner (LP) bereits während der Bereitung des Ausgangsbetons in mindestens solcher Menge zuzugeben, dass der nach Tafel 1 geforderte Luftgehalt unmittelbar vor dem Einbau eingehalten wird.

Hierbei muss der Mindestluftgehalt des Frischbetons bei Verwendung von BV und/oder FM und LP um 1 Vol.-% erhöht werden.

Untersuchungen haben gezeigt, dass z.B. bei ungünstigen Zement/Zusatzmittel-Kombinationen der Luftgehalt insgesamt oder der Anteil der Mikroluftporen, u.a. durch eine entschäu-

Tafel 1: Luftgehalt des Frischbetons

	Mindestluftgehalt des Frischbetons ¹⁾	
	im Tagesmittel Vol.-%	Einzelwerte Vol.-%
Beton ohne BV oder FM	4,0	3,5
Beton mit BV und/oder FM ²⁾	5,0	4,5

¹⁾ Bei Zuschlaggemischen (*Gesteinskörnungen*) mit 16 mm Größtkorn ist der Mindestluftgehalt des Frischbetons um $0,5 \text{ Vol.-%}$, mit 8 mm Größtkorn um $1,5 \text{ Vol.-%}$ zu erhöhen.

²⁾ Werden bei der Eignungsprüfung die Luftporenkennwerte bestimmt und werden hierbei der Abstandsfaktor $0,20 \text{ mm}$ nicht überschritten und der Mikro-Luftporengehalt $L 300$ von $1,8 \text{ Vol.-%}$ nicht unterschritten, ist ein Mindestluftgehalt wie in Zeile 1 ausreichend.

Tafel 2: Beispiel für Mischungszusammensetzungen für Straßenbetone mit FM

	normalfest	frühhochfest
CEM I 32,5 R (42,5 R)	320 bis 360 kg/m^3	350 bis 380 kg/m^3
CEM I 42,5 R		
Wasser	140 bis 160 kg/m^3	
Sand 0/2	30 %	
Kiessand 2/8	15 %	
Edelsplitt 11/16	30 %	
Edelsplitt 16/22	25 %	
LP	bis ca. $0,5 \text{ M.-%}$ v. Zementgehalt	
FM	bis ca. 2 M.-% v. Zementgehalt	

mende Wirkung verflüssigender Zusatzmittel verringert werden kann. Auf die Erhöhung kann verzichtet werden, wenn bei der Eignungsprüfung (*Erstprüfung*) die Luftporenkennwerte am Festbeton bestimmt und dabei festgelegte Grenzwerte eingehalten werden.

7 Ausführung

Unterlage

Wird die Unterlage mit einer Folie abgedeckt, ist wie folgt zu verfahren:

- Folienbahnen in Längsrichtung mindestens mit 5 cm Überlappung verlegen
- an den Stoßstellen der Rollenenden 25 cm Überlappung vorsehen

- in Richtung des Gefälles darf ablaufendes Wasser nicht unter die Folie geraten
- Folie stramm, ohne Falten und nicht verschiebbar verlegen
- Beton darf in keinem Fall zum Beschweren verwendet werden

Herstellen der Betondecke

Allgemeines

Bei der Herstellung von Beton mit Fließmittel ist die „Richtlinie für Fließbeton. Herstellung, Verarbeitung und Prüfung“ des DAfStb zu beachten. (DIN EN 206-1, DIN 1045-2)

Da die Dauer der verflüssigenden Wirkung des Fließmittels zeitlich begrenzt ist, ist das Fließmittel dem Ausgangsbeton i.d.R. erst unmittelbar vor Übergabe des Betons auf der Baustelle bzw. vor seiner Verarbeitung zuzumischen.

Die Mischzeit im Fahrnischer darf nach Zugabe des FM 1 Minute je m³ Beton, jedoch als Mindestzeit 5 Minuten nicht unterschreiten.

Die Mindestzugabemenge von 2 g/kg Zement ist einzuhalten. Ein Nachdosieren ist möglich, dabei darf die insgesamt zugegebene Fließmittelmenge die in der Eignungsprüfung (Erstprüfung) festgelegte Menge nicht überschreiten.

Beton mit Fließmittel muss i.d.R. innerhalb von 30 Minuten verarbeitet sein. Die Lademenge der Mischfahrzeuge ist hierauf abzustimmen.

Einbringen des Betons

Bei Fahrbahnoberflächen mit Neigungen über 3 % sind neben den baustofflichen Maßnahmen (s. Abschnitt 6 - Konsistenz) beim Einbringen des Betons gegebenenfalls weitere Maßnahmen erforderlich wie:

- Zweilagiger Einbau oder
- Abziehen der Oberfläche nach einer Wartezeit (Ansteifen abwarten).

Verdichten des Betons

Beton mit Fließmittel benötigt eine auf die Konsistenz abgestimmte Verdichtung.

Bei mehreren zusammenhängenden Feldern mit Einbaubreiten über 3 m sind maschinell geführte und angetriebene Verdichtungsgeräte zu verwenden. Bei zusammenhängenden Feldern mit Einbaubreiten bis zu 3 m und bei Einzelfeldern dürfen handgeführte Rüttelbohlen eingesetzt werden. Die Verdichtungsgeräte müssen so beschaffen sein und mit pendelnder Glättbewegung so geführt werden, dass die Anforderungen an Ebenheit und Höhenlage der Decke sicher eingehalten werden.



Bild 2: Zum Verdichten und Abziehen sind Doppelbohlen besonders gut geeignet.



Bild 3: Die Oberfläche ist eben und geschlossen.

Bewährt hat sich:

- Verdichten und Abziehen des Betons mit hand- oder maschinengeführter Doppelbohle, mit möglichst geringer Durchbiegung und gleichmäßigen Schwingungen über die gesamte Einbaubreite
- Gleichmäßige Betonvorlage, jedoch max. 2 bis 3 cm Überhöhung
- Kontinuierlicher Vortrieb der Rüttelbohlen (1 bis 1,5 m/min.)
- Eine möglichst geringe Anzahl von Übergängen zur Verbesserung der Güte des Betons an der Oberfläche

Fertigstellen der Oberfläche

Die abschließende Oberflächenbearbeitung ist erst dann durchzuführen, wenn die verflüssigende Wirkung des Fließmittels so weit zurückgegangen ist, dass die aufgebrachte Oberflächenstruktur des Betons erhalten bleibt.

Herstellen der Fugen

Bei Decken aus frühhochfestem Straßenbeton mit FM erfordert die schnellere Erhärtung des Betons ein früheres Einschneiden der Kerben als bei normalem Straßenbeton.

Der Kerbschnitt ist so früh wie möglich durchzuführen, damit keine wilden Risse entstehen. Die Schnittreife ist dann erreicht, wenn die Zuschlagkörner (*Gesteinskörnung*) durch den Schnitt nicht mehr aus der Zementsteinmatrix gelöst werden. Dies kann bei frühhochfestem Straßenbeton z.B. nach 2 bis 4 h der Fall sein.

Schutzmaßnahmen

Für Decken aus frühhochfestem Straßenbeton mit FM sind wegen der raschen Erhärtung des Betons Zelte nach der Deckenherstellung i.d.R. nicht erforderlich.

Anforderungen an die Betondecke (frühhochfest)

Bei der Eignungs- (*Erstprüfung*) und der Eigenüberwachungsprüfung müssen neben den Anforderungen an die Festigkeit und den Luftgehalt die Anforderungen der Tafel 3 eingehalten werden.

Tafel 3: Anforderungen an frühhochfesten Straßenbeton

Bauklasse	Mindestwerte für den frühhochfesten Beton im Alter von 2 Tagen	
	Druckfestigkeit am Würfel von 20 cm Kantenlänge N/mm ²	
1	2	3
SV, I - IV	25	28
V - VI	18	21

Spalte 2: Druckfestigkeit β_{ws} jedes Probekörpers

Spalte 3: Mittlere Druckfestigkeit β_{ws} jeder Serie nach DIN 1045 bei der Eigenüberwachungsprüfung bzw. mittlere Druckfestigkeit in Betondecken gleicher Fertigungsbreite bei der Kontrollprüfung.

Verkehrsfreigabe

Bei frühhochfestem Straßenbeton mit FM wird vor der Verkehrsfreigabe eine Prüfung der Druckfestigkeit an gesondert hergestellten, auf der Baustelle gelagerten Probekörpern durchgeführt (Erhärtungsprüfung).

Für die Verkehrsfreigabe muss die Druckfestigkeit bei Decken der Bauklassen SV, I bis III mindestens 60 %, bei Decken der Bauklassen IV bis VI mindestens 70 % der geforderten mittleren Druckfestigkeit nach 28 Tagen betragen.

8 Prüfungen

Eignungsprüfungen (Erstprüfungen)

Am erhärteten Beton sind im Alter von 28 Tagen Rohdichte, Druckfestigkeit und Biegezugfestigkeit zu ermitteln.

Am frühhochfesten Straßenbeton mit FM sind im Alter von 2 Tagen Rohdichte und Druckfestigkeit zu ermitteln.

Eigenüberwachungsprüfungen

Bei frühhochfestem Straßenbeton mit FM gelten für den Umfang der Eigenüberwachungsprüfungen am erhärteten Beton die Festlegungen der ZTV-Beton StB 01 auch für die 2-Tage-Druckfestigkeit.

9 Technische Regelwerke

Es gelten die Technischen Regelwerke des Zement-Merkblattes S 1 zusätzlich DAfStb-Richtlinie für Fließbeton. Herstellung, Verarbeitung und Prüfung, Ausgabe 1995**)

**) zu beziehen bei Beuth Verlag, Postfach, 10772 Berlin, Tel. 030/26012260, Fax 030/26011231, Fax-Server: 030/26011254, Internet: www.din.de/beuth

10 Ausgewähltes Schrifttum

Siebel, E.: Einflüsse auf die Luftporenkennwerte und den Frost-Tausalz-Widerstand von Beton. Beton 45 (1995) 10, S. 724-730.

Bonzel, J.; Siebel, E.: Zusammensetzung und Eigenschaften von leicht verarbeitbarem Beton mit Fließmittel. Beton 33 (1983) H. 4, S. 137-144 und H. 6, S. 215-223.

Antwerpen, P.; Hersel, O.: Verkehrsflächen aus Beton mit Fließmittel. Beton 39 (1989), H. 10, S. 336-340.

Zement-Merkblätter der Bauberatung Zement, Verlag Bau+Technik VBT, Düsseldorf.

Vollpracht, A.: Straßenbau heute, Fahrbahndecken. Schriftenreihe der Bauberatung Zement, Verlag Bau+Technik VBT, Düsseldorf 1995.

Bauberatung Zement



Wir beraten Sie in allen Fragen der Betonanwendung

Bauberatung Zement Bayern	Rosenheimer Str. 145 g	81671 München	Tel. 089/45098490	Fax: 45098498	eMail:BB_Muenchen@BDZement.de
Bauberatung Zement Bayern	Rotterdamer Straße 7	90451 Nürnberg	Tel. 0911/93387-0	Fax: 9338733	eMail:BB_Nuernberg@BDZement.de
Bauberatung Zement Beckum	Annastraße 3	59269 Beckum	Tel. 02521/ 873020	Fax: 873029	eMail:BB_Beckum@BDZement.de
Bauberatung Zement Düsseldorf	Schadowstraße 44	40212 Düsseldorf	Tel. 0211/353001	Fax: 353002	eMail:BB_Duesseldorf@BDZement.de
Bauberatung Zement Hamburg	Immenhof 2	22087 Hamburg	Tel. 040/2276878	Fax: 224621	eMail:BB_Hamburg@BDZement.de
Bauberatung Zement Hannover	Hannoversche Str. 21	31319 Sehnde-Höver	Tel. 05132/6015	Fax: 6075	eMail:BB_Hannover@BDZement.de
Bauberatung Zement Ost	Luisenstraße 44	10117 Berlin-Mitte	Tel. 030/28002-400	Fax: 28002450	eMail:BB_Berlin@BDZement.de
Bauberatung Zement Ost	Dohnanyistr. 28-30	04103 Leipzig	Tel. 0341/6010201	Fax: 6010290	eMail:BB_Leipzig@BDZement.de
Bauberatung Zement Stuttgart	Leonberger Straße 45	71229 Leonberg	Tel. 07152/71081-82	Fax: 9792960	eMail:BB_Stuttgart@BDZement.de
Bauberatung Zement Wiesbaden	Friedrich-Bergius-Str. 7	65203 Wiesbaden	Tel. 0611/1821170	Fax: 182117-16	eMail:BB_Wiesbaden@BDZement.de

08.02

Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V. · Postfach 510566 · 50941 Köln · <http://www.BDZement.de> · eMail:Bauberatung@BDZement.de

Unsere Beratung erfolgt unentgeltlich. Auskünfte, Ratschläge und Hinweise geben wir nach bestem Wissen. Wir haften hierfür – auch für eine pflichtwidrige Unterlassung – nur bei grobem Verschulden, es sei denn, eine Beratung wird im Einzelfall vom Empfänger unter Hinweis auf besondere Bedeutung schriftlich erbeten und erteilt.

Nr. S 2 BB Nürnberg Dipl.-Ing. Wolfgang Knopp 11.02/10

Beton
Es kommt drauf an, was man draus macht.