

Die zunehmende Verkehrsbelastung und Verkehrsdichte auf unseren Straßen verlangt dauerhafte Fahrbahndecken mit langen Nutzungszeiten, damit Verkehrsstörungen und Staus durch Baustellen so gering wie möglich gehalten werden. Lärm mindernde und griffige Fahrbahnoberflächen werden heute bevorzugt, und die Wiederverwendung des ausgebauten Straßenaufbaus gewinnt an Bedeutung. Darüber hinaus müssen die Kosten für den Baulastträger und den Straßennutzer sowie die Wirtschaftlichkeit der Straßenbefestigung bei der Planung der Baumaßnahme und der Wahl der Baustoffe angemessen berücksichtigt werden. Die Betonbauweisen sind in hohem Maße geeignet, alle diese Anforderungen zu erfüllen.

Betonfahrbahndecken weisen selbst bei hoher Beanspruchung eine lange Lebensdauer auf. Ihre Herstellungskosten sind wettbewerbsfähig, ihre Erhaltungskosten sind gering und bei Lifecycle-Betrachtungen sind sie derzeit die wirtschaftlichste Bauweise. Aktuell wird die Betonbauweise zunehmend auch an hochbelasteten Verkehrsflächen des kommunalen Straßenbaus ausgeführt. Hierbei sind insbesondere Kreisverkehrsanlagen, Busspuren und Kreuzungsbereiche zu nennen.

Beton ist ein umweltverträglicher Baustoff mit mineralischen Ausgangsstoffen. Die Oberfläche einer Betonfahrbahn kann Lärm mindernd und dauerhaft griffig hergestellt werden. Regelbauweise für die Herstellung einer lärm-mindernden Oberfläche ist das Entfernen des Oberflächenmörtels am frisch eingebauten Beton (Waschbeton). Die helle Oberfläche hat insbesondere bei Dunkelheit und Nässe Vorteile.

Betonfahrbahndecken sind deshalb gut geeignet für den Neubau und die Erneuerung von Bundesfernstraßen, Landesstraßen, Ortsumgehungen sowie Bushaltestellen, Kreuzungen, Kreisverkehrsanlagen und Radwegen.



Bild 1: Betonfahrbahndecke im Fernstraßenbau

## ■ 1 Begriffe

**Beton für Fahrbahndecken** ist ein Baustoff, der durch Mischen von Zement, groben und feinen Gesteinskörnungen und Wasser sowie unter Verwendung von Luftporenbildnern und i. d. R. ohne Zugabe weiterer Zusatzmittel und Zusatzstoffe hergestellt wird.

**Ausgangsbeton** ist der auf der Baustelle angelieferte und fertig gemischte Beton, dem das Fließmittel noch nicht zugegeben worden ist.

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

- „weicher“ Straßenbeton mit FM, Konsistenzklasse F3 (Ausbreitmaß zwischen 42 und 48 cm)
- frühhochfester Straßenbeton mit FM Konsistenzklasse F2 (Ausbreitmaß zwischen 35 und 41 cm)

**Waschbeton:** Beton, bei dem der Oberflächenmörtel gezielt nass oder trocken entfernt wird.

## ■ 2 Technische Beschreibung

Die Herstellung, Verarbeitung und Prüfung von Beton für Fahrbahndecken erfolgen im Bereich des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI – früher: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung – BMVBS) nach den jeweils aktuellen Regeln von ZTV-Beton-StB [1], TL Beton-StB [2], und TP Beton-StB [3]. Diese vertraglichen Bauregeln werden i. A. auch von kommunalen, und damit von allen Auftraggebern für den Bau öffentlicher Verkehrsflächen angewendet und sind allgemeingültig für den bundesdeutschen Betonstraßenbau. Die Inhalte dieser Regelwerke basieren auf den bauordnungsrechtlichen



Bild 2: Betonfahrbahndecke im kommunalen Straßenbau

**Tafel 1: Gegenüberstellung der Klasseneinteilung zwischen RStO 12 und RStO 01 <sup>1)</sup>**

Belastungsklasse	Dimensionierungsrelevante Beanspruchung B	Typisches Beispiel	Bauklasse nach RStO 01
Bk100	> 32	Autobahnen, Schnellstraßen	SV
Bk32	> 10 und ≤ 32	Industriestraßen	I
Bk10	> 3,2 und ≤ 10	Hauptgeschäftsstraßen	II
Bk3,2	> 1,8 und ≤ 3,2	Verbindungsstraßen	III
Bk1,8	> 1,0 und ≤ 1,8	Sammelstraßen, wenig befahrene Hauptgeschäftsstraßen	III
Bk1,0	> 0,3 und ≤ 1,0	Wohnstraßen	IV
Bk0,3	≤ 0,3	Wohnwege	V und VI

<sup>1)</sup> Klassenzuordnungen nach allgemeinem und aktuellem Stand der fachlichen Kenntnisse

Hauptnormen für den Beton und dessen Verarbeitung, also auf der DIN EN 206-1 [4] bzw. DIN 1045-2 [5] sowie DIN 1045-3 [6]. Die ZTV-Beton-StB, TL Beton-StB und TP Beton-StB modifizieren, erweitern und präzisieren die jeweiligen Regelwerksinhalte auf die besonderen Anforderungen des Betonstraßenbaus.

Die wichtigsten Planungsgrundlagen für den Aufbau eines Oberbaus mit einer Betondecke sind in den „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ (RStO) [7] festgelegt. Derzeit geltend ist die RStO 12, veröffentlicht in 2012. Die Anforderungen an die Planung und Ausführung einer Betondecke richten sich nach den in der RStO 12 neu formulierten Belastungsklassen. In Tafel 1 ist eine Gegenüberstellung der Belastungsklassen nach RStO 12 zu den sogenannten Bauklassen der vorherigen RStO 01 dargestellt. Diese Gegenüberstellung ist hilfreich, da sich die Regelungen der aktuell gültigen ZTV Beton-StB, der TL Beton-StB und der TP Beton-StB noch auf die „alten“ Bauklassen der RStO 01 beziehen.

### ■ 3 Ausgangsstoffe

Die Anforderungen an den Fahrbahndeckenbeton und seine Ausgangsstoffe sind in den Tafeln 2 und 5 dargestellt.

#### Zement

Für die in Straßendecken eingesetzten Zemente gelten die Regelungen der TL Beton-StB, Tabelle 2. Es sind Zemente nach DIN EN 197-1 [8] oder nach DIN 1164-10 [9] zu verwenden, jedoch werden in der TL Beton-StB über die Norm hinausgehende Anforderungen gestellt.

Es werden Portlandzemente CEM I 32,5 R bzw. CEM I 42,5 N oder in weiterer Absprache mit dem Auftraggeber Portland-Kompositzemente wie Portlandhüttenzement (CEM II/A-S oder CEM II/B-S), Portlandschieferzement (CEM II/A-T, CEM II/B-T) oder Portlandkalksteinzement (CEM II/A-LL) der Festigkeitsklassen 32,5 und 42,5 bzw. hütten sandhaltige Zemente (CEM III/A mindestens der Festigkeitsklasse 42,5 N, Hütten sandanteil ≤ 50 %) verwendet. Für die Herstellung von frühhochfestem Straßenbeton mit FM ist ein Zement CEM I 42,5 R zu verwenden. Bei zweischichtigen Fahrbahndecken müssen Ober- und Unterbeton mit Zement der gleichen Art und Festigkeitsklasse hergestellt werden.

Der erforderliche Mindestzementgehalt richtet sich nach der Belastungsklasse und nach der Art der Oberflächentextur. Er

muss bei Fahrbahndecken der Belastungsklassen Bk100 bis Bk1,8 (RStO 01: Bauklasse SV, I bis III) mindestens 340 kg/m<sup>3</sup> verdichteten Frischbetons betragen. Wird der Beton für eine Fahrbahndecke verwendet, bei welcher der Oberflächenmörtel entfernt wird (Waschbeton), muss der Zementgehalt mindestens 420 kg/m<sup>3</sup> verdichteten Frischbetons betragen.

#### Gesteinskörnungen

Gesteinskörnungen zur Herstellung von Fahrbahndeckenbeton müssen der TL Gestein-StB [10], Anhang G, entsprechen. Bezüglich der durch die Feuchtigkeitsklasse WS geltenden Anforderungen sind für die Belastungsklassen Bk100 bis Bk1,8 die Regelungen des ARS 04/2013 [15] zu beachten.

Die Zusammensetzung der Gesteinskörnungen soll der DIN 1045-2 Bilder L.1, L.2 oder L.3 entsprechen. Werden Gesteinskörnungen mit D = 22 mm verwendet, gilt das Bild L.3 sinngemäß; bei Korngemischen mit D ≤ 8 mm für den Oberbeton gilt das Bild L.1 sinngemäß (siehe Tafel 3).

Die Gesteinskörnungsgemische für den Oberbeton der Belastungsklassen Bk100 bis Bk1,8 (RStO 01: Bauklassen SV, I bis III) müssen mindestens aus drei Korngruppen bestehen. Ist das Korngemisch auf D ≤ 8 mm begrenzt, muss es mindestens aus einer Korngruppe 0/2 oder 0/4 und einer Korngruppe mit D ≤ 8 mm zusammengesetzt sein. Weiterhin sind die Kategorien C<sub>100/1</sub> oder C<sub>90/1</sub> und FI<sub>15</sub> oder SI<sub>15</sub> zu erfüllen. Für Unterbeton der Belastungsklassen Bk100 bis Bk1,8 (RStO 01: Bauklassen SV, I bis III) und Fahrbahnbeton für die Belastungsklassen Bk1,0 bis Bk0,3 (RStO 01: Bauklassen IV bis VI) sind jeweils mindestens zwei Korngruppen ausreichend.



Bild 3: Einbau des Oberbetons, zweischichtige Bauweise

**Tafel 2: Anforderung an die Ausgangsstoffe für Fahrbahndeckenbeton nach TL Beton-StB**

Ausgangsstoff	Vorschrift	zusätzliche Anforderungen				
Zement	DIN EN 197-1 und DIN 1164-10	CEM I, CEM II/A-S, B-S, A-T, B-T, A-LL der Festigkeitsklasse 32,5 R oder alternativ 42,5 N CEM III/A $\geq 42,5$				
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Erstarren bei 20 °C <math>\geq 2</math> Stunden<sup>1)</sup></li> <li>Nur für CEM I 32,5 R oder CEM I 32,5 N:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Mahlfeinheit <math>\leq 3.500 \text{ cm}^2/\text{g}</math></li> <li>Wasseranspruch <math>\leq 28,0 \text{ M.-%}</math></li> <li>2-Tage-Druckfestigkeit <math>\leq 29,0 \text{ N/mm}^2</math></li> </ul> </li> </ul>				
		Festigkeitsklasse 42,5 R Frühhochfester Straßenbeton mit FM				
	Geforderter charakteristischer Wert des Alkaligehalts von Zementen für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton	TL Beton-StB	Zement	Hüttensandgehalt [M.-%]	Alkaligehalt des Zements Na <sub>2</sub> O-Aquivalent [M.-%]	Alkaligehalt des Zements ohne Hüttensand bzw. gebrannten Schiefer Na <sub>2</sub> O-Aquivalent [M.-%]
		CEM I			$\leq 0,80$	
		CEM II/A-S, -T, -LL			$\leq 0,80$	
		CEM II/B-T				$\leq 0,90$
		CEM II/B-S	21 bis 29			$\leq 0,90$
CEM II/B-S		30 bis 35			$\leq 1,00$	
CEM III/A	36 bis 50			$\leq 1,05$		
Gesteinskörnungen	TL Beton-StB bzw. TL Gestein-StB [10]	Oberbeton bzw. einschichtige Betonfahrbahndecke				
		Unterbeton <sup>6)</sup>				
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Hoher Frost-Tausalz-Widerstand: Masseverlust <math>\leq 8 \text{ M.-%}</math><sup>2) 3) 4)</sup></li> <li>Organische Verunreinigungen:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>feine Gesteinskörnung: <math>\leq 0,25 \text{ M.-%}</math></li> <li>grobe Gesteinskörnung: <math>\leq 0,05 \text{ M.-%}</math></li> </ul> </li> <li>Kornform                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Gesteinskörnungen <math>&gt; 8 \text{ mm}</math>: <math>\geq 50 \text{ M.-%}</math> gebrochenes Material der Kategorie C<sub>90/1</sub><sup>5)</sup></li> <li>Gesamtkorngemisch: <math>\geq 35 \text{ M.-%}</math> gebrochenes Material der Kategorie C<sub>90/1</sub><sup>5)</sup></li> <li>Korngemisch D <math>\leq 8 \text{ mm}</math>: Korngruppe d <math>\geq 2 \text{ mm}</math> der Kategorie C<sub>100/0</sub> oder C<sub>90/1</sub></li> <li>Kornform der gebrochenen Gesteinskörnungen: FI<sub>20</sub> oder SI<sub>20</sub><sup>6)</sup></li> </ul> </li> <li>Polierwiderstand<sup>7)</sup>:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Belastungsklassen Bk1,0 bis Bk0,3 (IV bis VI): PSV<sub>angegeben</sub>(42)</li> <li>Belastungsklassen Bk100 bis Bk1,8 (SV, I bis III): (D &gt; 8): PSV<sub>angegeben</sub>(48)</li> <li>Belastungsklassen Bk100 bis Bk1,8 (SV, I bis III): (0/8): PSV<sub>angegeben</sub>(48), bei Waschbeton: PSV<sub>angegeben</sub>(53)</li> </ul> </li> <li>Bezüglich WS-Anforderungen sind die Regelungen des ARS 04/2013 zu beachten</li> </ul>				
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Hoher Frost-Widerstand: F2</li> <li>Leichtgewichtige organische Verunreinigungen: siehe Oberbeton</li> <li>Bezüglich WS-Anforderungen sind die Regelungen des ARS 04/2013 zu beachten</li> </ul>				
Wasser	DIN EN 1008 [11]	Meerwasser und Brackwasser sind nur bedingt, Abwasser ist nicht als Zugabewasser geeignet. Die Verwendung von Restwasser (Recyclingwasser) ist für Straßenbeton nicht zulässig.				
Beton-zusatzmittel	DIN EN 934-2 [12] und DIN 1045-2, Zulassungen, Merkblatt Luftporenbeton ...	Bei gleichzeitiger Verwendung eines Luftporenbildners (LP) und entweder Fließmittels (FM) oder Betonverflüssigers (BV) muss mittels einer Wirksamkeitsprüfung die Einhaltung des Abstandsfaktors von maximal 0,20 mm und des Mikro-Luftporengehalts von mindestens 1,5 Vol-% mit dieser Zusatzmittelkombination nachgewiesen werden.				
Beton-zusatzstoff	DIN 1045-2, DIN EN 450-1 [13]	Anrechnung an den Zementgehalt und Wassergehalt nicht zulässig				

<sup>1)</sup> Gilt nicht für frühhochfesten Straßenbeton der Festigkeitsklasse 42,5 R

<sup>2)</sup> Prüfverfahren: Natriumchlorid-Verfahren nach DIN EN 1367-1, Anhang B

<sup>3)</sup> Bei Frosteinwirkungszone III nach RStO 12 gilt: Masseverlust  $\leq 5 \text{ M.-%}$

<sup>4)</sup> Grobe Gesteinskörnungen mit einem Masseverlust  $> 8 \text{ M.-%}$  dürfen nur eingesetzt werden, wenn die Prüfung am Beton nach DIN 1045-2, Tabelle U.2 einen Masseverlust  $\leq 500 \text{ g/m}^2$  ergibt.

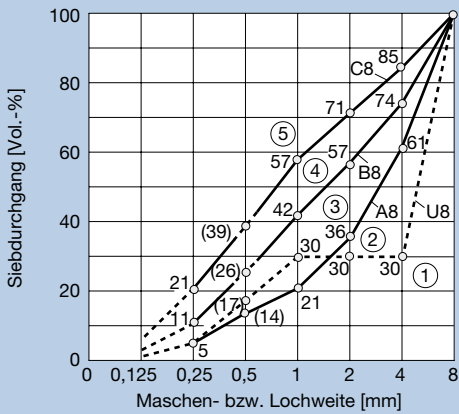
<sup>5)</sup> Gilt nur für die Belastungsklassen Bk100 bis Bk1,8 (RStO 01 Bauklassen SV, I bis III)

<sup>6)</sup> Bei zweischichtiger Herstellang mit einem Oberbeton (0/8): FI<sub>15</sub> oder SI<sub>15</sub> für Kornanteil  $> 2 \text{ mm}$  und  $\leq 8 \text{ mm}$

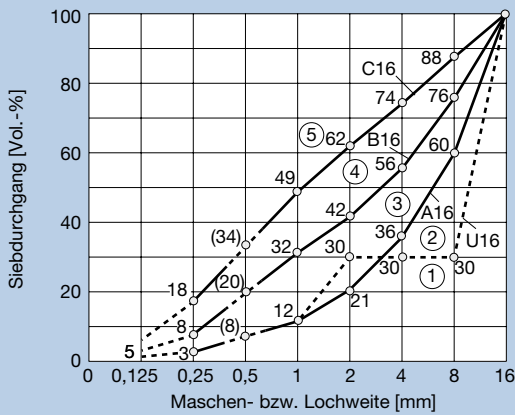
<sup>7)</sup> Polierwiderstand nach TL-Gestein StB

<sup>8)</sup> Gilt bei zweischichtiger Herstellang der Fahrbahndecke

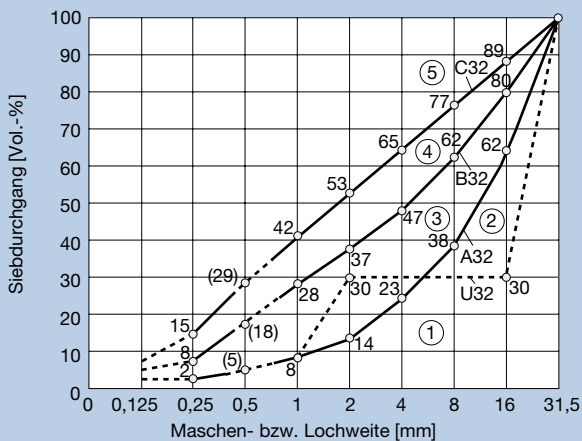
Tafel 3: Sieblinien gemäß DIN 1045-2



Nach Bild L.1, DIN 1045-2:  
Sieblinien mit einem Größtkorn von 8 mm



Nach Bild L.2, DIN 1045-2:  
Sieblinien mit einem Größtkorn von 16 mm



Nach Bild L.3, DIN 1045-2:  
Sieblinien mit einem Größtkorn von 32 mm

Bei zweischichtigem oder mehrlagigem Betoneinbau ist das Größtkorn so festzulegen, dass die Mindestdicke der jeweiligen Schicht oder Lage mindestens dem dreifachen Korndurchmesser des Größtkorns entspricht.

Bei Decken der Belastungsklasse Bk100 bis Bk1,8 (RStO 01: Bauklassen SV, I bis III) ist der Anteil von Gesteinskörnungen mit  $D \leq 2$  mm so zu begrenzen, dass der Siebdurchgang durch das 1-mm-Sieb 27 M.-% und durch das 2-mm-Sieb 30 M.-%, bei Beton mit 8 mm Größtkorn den Wert 35 M.-% nicht überschreitet.

**Gehalt an feinkörnigen Bestandteilen**

Der Beton muss eine Mindestmenge an feinkörnigen Bestandteilen enthalten, damit er gut verarbeitbar ist, ein geschlossenes Gefüge bilden kann und nicht zum Entmischen neigt. Andererseits verschlechtern sich die mechanischen Eigenschaften des festen Betons, wenn der Gehalt an feinkörnigen Bestandteilen im Kornband über ein günstiges Maß hinaus ansteigt. Beim Entwurf der Betonzusammensetzung ist ein Kompromiss zwischen den Belangen des Einbauverfahrens und der Optimierung der technischen Eigenschaften des Festbetons anzustreben. Der Anteil der feinkörnigen Bestandteile setzt sich zusammen aus dem Zement, dem Kornanteil  $\leq 0,25$  mm der Gesteinskörnungen und ggf. dem Zusatzstoff.

Der Gesamtanteil an feinkörnigen Bestandteilen darf  $450 \text{ kg/m}^3$  verdichteten Frischbetons, bei Beton mit 8 mm Größtkorn  $500 \text{ kg/m}^3$  nicht überschreiten.

Wird der Beton für einen Oberbeton verwendet, bei dem der Oberflächenmörtel entfernt wird (Waschbeton), darf der Anteil mehr als  $500 \text{ kg/m}^3$  betragen.

**Anforderungen aus Feuchtigkeitsklassen**

Bei der Planung von Betonbauteilen sind neben den Expositionsklassen auch die Feuchtigkeitsklassen zu berücksichtigen. Die Feuchtigkeitsklassen richten sich nach den Feuchtigkeitsbedingungen, da diese für das Entstehen einer schädigenden Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) bedeutend sind. Die Normung definiert folgende Feuchtigkeitsklassen:

- Feuchtigkeitsklasse WO (trocken)
- Feuchtigkeitsklasse WF (feucht)
- Feuchtigkeitsklasse WA (feucht + Alkalizufuhr von außen)
- Feuchtigkeitsklasse WS (feucht + Alkalizufuhr von außen + dynamische Belastung)

Für die Feuchtigkeitsklassen WO, WF und WA werden die betontechnologischen Maßnahmen, vor allem die Auswahl der Gesteinskörnungen, durch die Alkali-Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) [14] geregelt.

Die Feuchtigkeitsklasse WS wird ausschließlich im Straßenbau angewendet. Nach der geltenden TL Beton-StB gilt, dass in den Belastungsklassen oberhalb BK1,0 eine dynamische Belastung, also die Feuchtigkeitsklasse WS, anzunehmen ist. Lediglich die sehr untergeordneten Verkehrsflächen der Belastungsklassen BK1,0 bis BK0,3 (RStO 01: Bauklassen IV bis VI – Wohnstraßen und Wohnwege) können in die Feuchtigkeitsklasse WA der Alkali-Richtlinie des DAfStb eingestuft werden.

Für den Einsatz von Gesteinskörnungen wurden die Regelungen der TL Beton-StB im Jahre 2013 durch das Allgemeine Rundschreiben Straßenbau (ARS) Nr. 04/2013 [15] des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) erheblich verschärft und erweitert. Die Vorgaben des ARS 04/2013 gelten für den Neubau und für die Erneuerung von Fahrbahndecken aus Beton der Belastungsklassen Bk100 bis Bk1,8 (RStO 01: Bauklassen SV, I bis III). Für diese Belastungsklassen ist damit die Feuchtigkeitsklasse WS maßgebend und ein Nachweis der Unbedenklichkeit der gewählten groben Gesteinskörnung bzw. des Fahrbahndeckenbetons hinsichtlich einer schädigenden AKR zu führen. Die Bewertungskriterien hinsichtlich einer potenziellen schädigenden AKR sind das Überschreiten eines Dehnungsgrenzwerts (mm/m) bzw. eine charakteristische Rissbildung an den Prüfkörpern einer Versuchsreihe. Das ARS 04/2013 formuliert im Anhang drei Nachweisverfahren, welche von Gutachtern durchgeführt bzw. bestätigt werden müssen, die durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) und durch das zuständige Ministerium zugelassen sind:

- AKR-Performance-Prüfung (V1): Gutachten für eine konkrete Betonrezeptur
- WS-Grundprüfung (V2): der groben Gesteinskörnungen ( $d \geq 2$  mm):
- WS-Bestätigungsprüfung (V3): auf Grundlage einer bestandenen AKR-Performance-Prüfung (V1) oder WS-Grundprüfung (V2)

#### AKR-Performance-Prüfung

Hierbei handelt es sich um eine durch einen AKR-Gutachter durchgeführte Prüfung zur Untersuchung der Alkaliempfindlichkeit einer konkreten Betonrezeptur. Die Prüfungen werden gewöhnlich von den Betonherstellern bzw. von Baufirmen in Auftrag gegeben. Art und Umfang der Prüfung basieren auf dem ARS Nr. 04/2013 und ähneln im Vorgehen und den Verfahren der WS-Grundprüfung. Wird die Prüfung bestanden, kann das Ergebnis für die Dauer von vier Jahren für eine Bewertung herangezogen werden, die Rezeptur kann für unterschiedliche Straßenbaumaßnahmen eingesetzt werden. Die Prüfdauer beträgt ca. neun Monate. Zu bemerken ist, dass bei einer AKR-Performance-Prüfung eine frühe Festlegung auf eine Betonzusammensetzung gegeben ist und diese dann über den genannten Zeitraum von vier Jahren abzuprüfen ist.

#### WS-Grundprüfung

Die WS-Grundprüfung ist eine Prüfung zur Beurteilung der Alkaliempfindlichkeit einer groben Gesteinskörnung in Beton für die Feuchtigkeitsklasse WS. Die WS-Grundprüfung wird von den Gesteinskörnungslieferanten bei einem AKR-Gutachter beauftragt, der die Alkaliempfindlichkeit der groben Korngruppen eines Lieferwerks untersucht und bewertet. Die Prüfungsdauer beträgt mindestens ein Jahr. Sie beinhaltet zunächst die Prüfung der Alkaliempfindlichkeit aller zur Verwendung in Fahrbahndecken aus Beton vorgesehenen Korngruppen der Gewinnungsstätte mit einem Schnelltest (z. B. Mörtelschnelltest) nach Teil 3 der Alkali-Richtlinie. Auf diesen Ergebnissen aufbauend erfolgen die mineralogische/petrographische Charakterisierung und danach die Prüfung mittels WS-Betonversuch für ausgewählte Korngruppen zum Nachweis der Eignung der Gesteinskörnung für die Feuchtigkeitsklasse WS (60 °C Betonversuch mit Alkalizufuhr von außen oder FIB-Klimawechselagerung unter Einwirkung einer NaCl-Prüflösung). Je nach verwendeter Betonzusammensetzung wird zwischen einer WS-Grundprüfung für Beton

mit einem Größtkorn der zu verwendenden Korngruppe von  $\leq 8$  mm (= Oberbeton 0/8; „Waschbeton“; Zementgehalt mindestens  $420 \text{ kg/m}^3$ ) und für Beton mit einem Größtkorn  $> 8$  mm (= Oberbeton D  $> 8$  mm und Unterbeton; Zementgehalt mindestens  $340 \text{ kg/m}^3$ ) unterschieden.

#### WS-Bestätigungsprüfung

Eine WS-Bestätigungsprüfung ist eine (Schnell-) Prüfung der Alkaliempfindlichkeit einer oder mehrerer Gesteinskörnungsproube(n) einer aktuellen Probenahme mittels Schnelltest nach Alkali-Richtlinie, Teil 3 und bei Bedarf mit mineralogisch/petrographischer Charakterisierung. Die WS-Bestätigungsprüfung ist vor jeder zur Ausführung stehenden Baumaßnahme durchzuführen. Das Ziel der WS-Bestätigungsprüfung ist, die Eignung der Gesteinskörnung(en) bzw. der Betonzusammensetzung der aktuellen Probenahme – durch Vergleich der aktuellen Ergebnisse mit den Ergebnissen der ursprünglichen WS-Grundprüfung bzw. AKR-Performance-Prüfung – schnell bestätigen zu können. Die Prüfdauer beträgt sechs bis acht Wochen. Der Zeitabstand zwischen der Probenahme für die WS-Bestätigungsprüfung und dem Betonierbeginn darf drei Monate nicht überschreiten.

Die WS-Bestätigungsprüfung auf Grundlage einer WS-Grundprüfung darf durch den AKR-Gutachter oder durch die Überwachungsstelle des Lieferwerks durchgeführt werden. Die Eignung der Gesteinskörnung(en) muss auf Grundlage der WS-Grundprüfung an Proben entweder regelmäßig oder vor Baubeginn eines Bauvorhabens bestätigt werden. Die Ergebnisse der Überwachungsstelle sind dem AKR-Gutachter mitzuteilen und durch diesen zu bestätigen. Die WS-Bestätigungsprüfung ist mit dem gleichen Schnelltest wie in der WS-Grundprüfung durchzuführen.

Wird die WS-Bestätigungsprüfung auf Grundlage einer AKR-Performance-Prüfung durchgeführt, ist neben dem Vergleich der groben Gesteinskörnung auch die feine Gesteinskörnung zu betrachten. Zusätzlich sind Vorgaben zur Betonzusammensetzung wie w/z-Wert, Zementart und -gehalt sowie das  $\text{Na}_2\text{O}$ -Äquivalent des Zements einzuhalten. Die Beurteilung darf ausschließlich durch den vorherigen AKR-Gutachter der AKR-Performance-Prüfung erfolgen.

Informationen zu allen Gesteinskörnungen und Betonen, die eine WS-Grundprüfung oder AKR-Performance-Prüfung bestanden haben, veröffentlicht die Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) in einer Liste, die auf der Internetseite [www.bast.de](http://www.bast.de) eingesehen werden kann. Voraussetzung für eine Veröffentlichung ist die Meldung der geprüften Gesteinskörnung oder Betonzusammensetzung durch den Auftraggeber der Prüfung.

#### Betonzusatzmittel

Jeder Straßenbeton muss künstlich eingeführte Luftporen, sogenannte Mikroluftporen, in ausreichender Menge, Größe und im richtigen Abstand zueinander haben, damit er einen hohen Frost-Taumittel-Widerstand aufweist. Dazu werden Luftporenbildner benutzt. Das „FGSV-Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton“ [16] ist zu beachten.

Andere Zusatzmittel als LP-Bildner dürfen nur mit Zustimmung des Auftraggebers verwendet werden. Durch den Einsatz von Fließmitteln (FM) oder ggf. Betonverflüssigern (BV) wird „weicher“ oder frühhochfester Straßenbeton hergestellt. Wenn verflüssigende Zusatzmittel verwendet werden sollen, müssen diese sorgfältig auf den Luftporenbildner und den

verwendeten Zement abgestimmt werden. Bei gleichzeitiger Verwendung von Fließmitteln und Luftporenbildnern müssen im Rahmen einer Wirksamkeitsprüfung der Gehalt an Mikroluftporen  $A_{300} \geq 1,5 \text{ Vol.-%}$  und die Einhaltung des Abstandsfaktors  $L \leq 0,20 \text{ mm}$  mit der verwendeten Zusatzmittelkombination nachgewiesen werden.

Die Gesamtmenge an Zusatzmitteln darf weder die vom Hersteller empfohlene Höchstdosierung noch 50 g/kg Zement überschreiten. Bei gleichzeitiger Anwendung mehrerer Betonzusatzmittel darf die insgesamt zugegebene Menge 60 g/kg Zement nicht übersteigen. Zusatzmittelmengen unter 2 g/kg Zement müssen zur Dosierung einem Teil des Zugabewassers zugemischt werden. Falls die Gesamtmenge flüssiger Betonzusatzmittel größer als 3 l/m<sup>3</sup> Beton ist, muss die darin enthaltene Wassermenge bei der Berechnung des Wasserzementwerts berücksichtigt werden.

Der Luftporenbildner wird dem Frischbeton während des Mischvorgangs zugegeben. Das Fließmittel bzw. der Verflüssiger können unmittelbar vor dem Einbau zugegeben werden, wenn der Beton mit Mischfahrzeugen angeliefert wurde. Auf eine ausreichende Nassmischzeit im Zwangsmischer des Betonwerks ist zu achten. Bei Verwendung von verflüssigenden Zusatzmitteln ist der Luftporengehalt in der Erstprüfung um 1 % höher einzustellen (z. B. von 4 % auf 5 %). In einem Fahrmischer darf die Mischdauer nach Zugabe eines verflüssigenden Zusatzmittels nicht weniger als 1 min pro m<sup>3</sup> geladenen Betons und, unabhängig von der Lademenge, insgesamt nicht kürzer als 5 min sein. Weitere Regelungen zu den Luftporenkennwerten bei der Erstprüfung sind der TL Beton StB und dem FGSV-Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton [16] zu entnehmen.

Der geforderte Luftporengehalt ist unmittelbar an der Einbaustelle vor dem Einbau nachzuweisen. Einzelwerte dürfen die in Tafel 4 aufgeführten Werte um höchstens 0,5 Vol.-% unterschreiten. Ausnahme für Waschbeton: Wird Beton mit einem Größtkorn von 8 mm der Konsistenzklassen C1 oder C2 mit Fließmittel oder Verflüssiger hergestellt, ist bereits ein Mindestwert von 4,5 Vol.-% für den mittleren Luftgehalt, für den Einzelwert von 4,0 Vol.-% ausreichend, wenn bei der Erstprüfung die Luftporenkennwerte bestimmt und der Mikroluftporengehalt von 1,8 Vol.-% nicht

**Tafel 4: Mindestluftporengehalt des Frischbetons**

Größtkorn [mm]	Mindestwerte für den mittleren Luftgehalt für Frischbeton [Vol.-%]
8	5,5
16	4,5
32 bzw. 22	4,0

unterschritten sowie der Abstandsfaktor  $L$  von 0,20 mm nicht überschritten wird. Für diesen Nachweis bei der Erstprüfung darf der Luftgehalt des Frischbetons 5,0 Vol.-% nicht übersteigen.

Auch ein Überschreiten des maximal zulässigen Luftporengehalts ist nicht erwünscht und muss beachtet werden. Hierbei ist in jedem Falle die geforderte Betondruckfestigkeit einzuhalten bzw. wird empfohlen, die oberen Grenzwerte der EN 206-1/ DIN 1045-2 Abschn. 5.4.3. bzw. des DIN Fachberichts 100 [17] zu beachten.

Bei frühhochfestem Straßenbeton mit Fließmittel darf das Fließmittel die Erhärtung nicht verzögern (Bei Temperaturen über 25 °C können sich z. B die Wirkung von Fließmitteln verändern und Nebenwirkungen auftreten!). Gemäß TL Beton-StB, Abschnitt 4.10.1 muss, wenn keine genaueren Festlegungen erfolgen, beim frühhochfesten Beton in der Erstprüfung nach zwei Tagen eine Druckfestigkeit (Würfel) im Mittel von drei Probekörpern von mindestens 30 N/mm<sup>2</sup> nachgewiesen werden. Weitere, detailliertere Angaben können der TL-Beton-StB entnommen werden.

Bei „weichem“ Straßenbeton mit Fließmittel muss das Ausbreitmaß des Ausgangsbetons ohne Fließmittel mindestens 100 mm geringer sein als das Einbau-Ausbreitmaß. Die zu wählende Einbaukonsistenz ist abhängig von den Einbaugeräten, der Temperatur und der Neigung der Fahrbahnflächen. Bei einem Gefälle über 3 % sind besondere Maßnahmen zu ergreifen. Solche Maßnahmen können sein:

- Abstimmung der Betonzusammensetzung durch Verringerung der Zugabemenge des Fließmittels,
- grobkörnigere Zusammensetzung der Gesteinskörnung,
- Erhöhung des Anteils an gebrochener Gesteinskörnung.



Bild 4: Mobile Baustellenbetonanlage



Bild 5: Stationäre Transportbetonanlage

**Tafel 5: Anforderungen an den Fahrbahndeckenbeton nach TL Beton-StB**

	Anforderungen	
Belastungsklassen	Bk100 bis Bk1,8	Bk1,0 bis Bk0,3
Bauklassen	SV, I bis III	IV bis VI
Expositionsklassen	XF4, XM2 <sup>1)</sup>	XF4, XM1 <sup>1)</sup>
Feuchtigkeitsklasse	WS	WA
Druckfestigkeitsklasse	C30/37	
Zementgehalt	Festlegung aufgrund einer Erstprüfung $\geq 340 \text{ kg/m}^3$ bei Waschbeton $\geq 420 \text{ kg/m}^3$	
Kornzusammensetzung der Gesteinskörnungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mindestens 3 (2) Korngruppen: 0/2, 2/8, &gt; 8 mm oder 0/4, 4/8, &gt; 8 mm oder 0/2 oder 0/4, <math>\leq 8</math> (für Größtkorn 8 mm)</li> <li>- Größtkorn: 8, 16, 22 oder 32 mm</li> <li>- Siebdurchgang: 1 mm <math>\leq 27</math> M.-% 2 mm <math>\leq 30</math> M.-% 2 mm <math>\leq 35</math> M.-% bei Größtkorn 8 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mindestens 2 Korngruppen: 0/4 und &gt; 4 mm</li> <li>- Größtkorn: 16, 22 oder 32 mm</li> </ul>
Gehalt an feinkörnigen Bestandteilen < 0,25 mm	$\leq 450 \text{ kg/m}^3$ $\leq 500 \text{ kg/m}^3$ bei Größtkorn 8 mm $> 500 \text{ kg/m}^3$ bei Waschbeton	
Mindestluftgehalt des Frischbetons <sup>2)</sup>	für Betone ohne BV oder FM: Einzelwert $\geq 3,5$ Vol.-% Tagesmittelwert $\geq 4,0$ Vol.-%  für Betone mit BV oder FM <sup>3)</sup> : Einzelwert $\geq 4,5$ Vol.-% Tagesmittelwert $\geq 5,0$ Vol.-%	
Druckfestigkeit <sup>4)</sup>	nach 28 Tagen: $f_{\text{ck,cube}} = 37 \text{ N/mm}^2$	
Biegezugfestigkeit <sup>5)</sup>	nach 28 Tagen: $f_{\text{cbt}} \geq 4,5 \text{ N/mm}^2$	nach 28 Tagen: $f_{\text{cbt}} \geq 3,5 \text{ N/mm}^2$
Nachbehandlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nassnachbehandlung <math>\geq 3</math> Tage</li> <li>- Nachbehandlungsmittel mit Sperrkoeffizient <math>\geq 75</math> %; bei Lufttemperaturen <math>&gt; 30</math> °C, starker Sonneneinstrahlung, starkem Wind oder relativer Feuchte <math>&lt; 50</math> % zusätzlich Nachbehandlung</li> <li>- Abdecken mit Folie</li> <li>- Wasser erhaltende Abdeckungen <math>\geq 3</math> Tage feucht halten</li> </ul>	

<sup>1)</sup> Nur für Oberbeton

<sup>2)</sup> Für den Nachweis bei der Erstprüfung ist der Mindestluftgehalt des Frischbetons bei allen Größtkörnungen um 0,5 Vol.-% zu erhöhen.

<sup>3)</sup> Werden bei der Erstprüfung die Luftporen bestimmt und werden hierbei der Abstandsfaktor von 0,20 mm und der Gehalt an Mikroluftporen  $A_{300}$  von 1,8 Vol.-% nicht unterschritten, ist ein Mindestluftgehalt wie für Beton ohne BV oder FM ausreichend.

<sup>4)</sup> FrühhoCHFester Beton: Zusätzlich in der Erstprüfung nach zwei Tagen  $f_{\text{cm2,cube}} = 30 \text{ N/mm}^2$  (Mittel aus drei Würfeln, kein Einzelwert darf 26 N/mm<sup>2</sup> unterschreiten)

<sup>5)</sup> Nur bei der Erstprüfung nachzuweisen

### Betonzusatzstoffe

Betonzusatzstoffe des Typs I und II nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 dürfen auch in Straßendeckenbetonen eingesetzt werden, wenn die Vorgaben zur Betonzusammensetzung eingehalten werden. Eine Anrechnung von Zusatzstoffen des Typs II auf den Zementgehalt oder auf den w/z-Wert wird durch die Regelungen der TL Beton-Stb ausgeschlossen.

### ■ 4 Herstellen des Betons

Die Zusammensetzung des Betons ist durch eine Erstprüfung festzulegen. Dabei darf bei Fahrbahndecken der Belastungsklassen Bk100 bis Bk1,8 gemäß RStO 12 (RStO 01: Bauklassen SV, I bis III) ein Wasserzementwert von 0,45 und bei Fahrbahndecken der Belastungsklassen Bk1,0 bis Bk0,3 gemäß RStO 12 (RStO 01: Bauklassen IV bis VI) ein Wasserzementwert von 0,50 nicht überschritten werden.

#### Einwiegen der Bestandteile in der Mischanlage

Um die Gleichmäßigkeit der Kornzusammensetzung der Gesteinskörnungen zu gewährleisten, sind die Gesteinskörnungen nach den angegebenen Korngruppen getrennt abzumessen (Bilder 4 und 5). Der Zement und die Gesteinskörnungen sind stets

in Masseanteilen anzugeben und einzuwiegen. Zusatzmittel und Zusatzstoffe sind getrennt zuzugeben. Förder- und Messgeräte sind in einem sauberen und funktionsfähigen Zustand zu halten.

#### Mischen des Betons

Der Beton ist in Mischanlagen mit Zwangsmischer herzustellen (Bilder 4 und 5). Die Mischzeit muss nach Zugabe aller Bestandteile mindestens 45 Sekunden betragen.

Zur Gewährleistung der Gleichmäßigkeit der Frisch- und Festbetoneigenschaften ist die Belieferung eines Einbaugeräts nur aus einer Mischanlage je einzubauender Schicht zulässig.

#### Konsistenz

Die Betonkonsistenz ist an die Einbau- und Verdichtungsgeräte, die Witterung sowie die Transport- und Verarbeitungszeit anzupassen. Grundsätzlich ist mit Blick auf das Einbauverfahren stets eine möglichst niedrige Einbaukonsistenz anzustreben. Konsistenzschwankungen beeinträchtigen die Ebenheit der Fahrbahndecke und die Kontinuität der Festbetoneigenschaften in der fertigen Straßendecke. Der Beton muss nach dem Glätten eine geschlossene Oberfläche aufweisen. Beim Einbau mit Gleitschalungsfertiger dürfen die Betonkanten nicht absacken.

## Transport des Betons

Zum Transport von Beton für Straßendecken an größeren Bauabschnitten, die mit einem Straßendeckenfertiger hergestellt werden, werden i. A. Kippfahrzeuge ohne Mischeinrichtung eingesetzt. Frischer Beton muss während des Transports gegen Austrocknung, Erwärmung und Niederschlagswasser geschützt sein.

Die ZTV Beton-StB verlangt für die Belieferung von Straßendecken ab der Belastungsklassen BK1,8 (RStO 01: Bauklassen SV, I bis III), die Möglichkeit der unmittelbaren Kommunikation zwischen der Mischanlage und der Einbaustelle zur Abstimmung von Lieferzeitpunkt und Liefermenge. Die Mulden der Kippfahrzeuge dürfen nicht beheizt und nicht aus Aluminium sein. Letzteres ist zugelassen, wenn ein direkter Kontakt zwischen Frischbeton und Aluminium durch geeignete Maßnahmen verhindert wird.

Wenn Mischfahrzeuge eingesetzt werden, muss mit langsam drehender Trommel gefahren werden.

## Temperaturen für den Betoneinbau

Es gelten die Anforderungen der DIN 1045-3.

**Tafel 6: Grenzbereiche der Temperaturen für den Betoneinbau nach TL Beton Stb 07**

Betoneinbau	Lufttemperatur	Betontemperatur
Zulässig	$5\text{ °C} \leq T_L \leq 25\text{ °C}$	$5\text{ °C} \leq T_B \leq 30\text{ °C}$
Nur mit besonderen Maßnahmen zulässig	$T_L < 5\text{ °C}$ $T_L > 25\text{ °C}$	
Unzulässig	Dauerfrost $T_L \leq -3\text{ °C}$	-
	-	$T_B < 5\text{ °C}$ $T_B > 30\text{ °C}$

**Tafel 7: Umfang der Prüfungen gemäß TL Beton-StB (Anhang E)**

Zeile		Erstprüfung	Werkseigene Produktionskontrolle
	1	2	3
1	<b>Zement</b>		
	a) Übereinstimmung zwischen Lieferschein und Erstprüfung		jede Lieferung
2	<b>Gesteinskörnungen</b>		
	a) Kornzusammensetzung	in jedem Fall	- einmal je Tag <sup>1)</sup> für Gesteinskörnungen $\leq 2\text{ mm}$ - einmal je Woche für Gesteinskörnungen $> 2\text{ mm}$ - und stets, wenn nach Augenschein Zweifel bestehen, fallweise durch Vergleich des Lieferscheins
	b) Gesteinseigenschaften	nach Augenschein, im Zweifelsfall nach TL Gestein-StB	jede Lieferung nach Augenschein, im Zweifelsfall nach TL Gestein-StB, fallweise durch Vergleich des Lieferscheins
	c) Feinanteile	nach Augenschein, im Zweifelsfall nach TL Gestein-StB	jede Lieferung nach Augenschein, im Zweifelsfall nach TL Gestein-StB, fallweise durch Vergleich des Lieferscheins
	d) Eigenfeuchte	in jedem Fall	Fallweise festzustellen
3	<b>Frischbeton</b>		
	a) Konsistenz	in jedem Fall	einmal täglich und im Zweifelsfall
	b) w/z-Wert	ist anzugeben	einmal täglich
	c) Zusammensetzung	ist anzugeben	einmal täglich
	d) Rohdichte	in jedem Fall	bei jeder Prüfkörperherstellung <sup>1)</sup>
	e) LP-Gehalt und Lufttemperatur	bei Beton für Fahrbahndecken in jedem Fall bei Verwendung von BV- und LP-Mitteln, siehe Tafel 4	bei Beton für Fahrbahndecken stündlich für Oberbeton <sup>2)</sup> täglich für Unterbeton
f) Betontemperatur	bei Beton für Fahrbahndecken in jedem Fall	bei Beton für Fahrbahndecken alle zwei Stunden bei Lufttemperaturen unter $+5\text{ °C}$ oder über $+25\text{ °C}$	
4	<b>Festbeton</b>		
	a) Rohdichte und Druckfestigkeit	in jedem Fall	
	b) LP-Gehalt, Mikro-Luftporengehalt und Abstandsfaktor (bei zweischichtigen Decken nur am Oberbeton)	ggf. bei Verwendung von BV oder FM- und LP-Mitteln, siehe Tafel 4	
	c) Biegezugfestigkeit	in jedem Fall	
	d) Waschbeton: mittlere Texturtiefe und Wirksamkeit des verwendeten OVZ	Herstellung einer mindestens $900\text{ cm}^2$ großen Musterplatte mit den vorgesehenen Mitteln nach dem vorgesehenen Verfahren und Bestimmung der mittleren Texturtiefe	

<sup>1)</sup> Nur bei Biegezugfestigkeitsklasse F 4,5

<sup>2)</sup> Nur bei Biegezugfestigkeitsklasse F 4,5, bei Biegezugfestigkeitsklasse F 3,5 jedoch mindestens einmal täglich



## ■ 5 Prüfungen

### Erstprüfung

Vor Beginn der Arbeiten ist für jede Betonzusammensetzung eine Erstprüfung gemäß DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit den vorgesehenen Ausgangsstoffen durchzuführen. Die Erstprüfung wird durch den Auftragnehmer durchgeführt bzw. veranlasst (Tafel 7). In der Erstprüfung wird der Nachweis erbracht, dass die geplanten Zieleigenschaften des Frisch- und des Festbetons mit der gewählten Betonzusammensetzung zielsicher erreicht werden. Die Ergebnisse der Erstprüfung müssen in einem Erstprüfungsbericht zusammengefasst werden, der alle geforderten Angaben nach TL Beton-StB enthält. Die Erstprüfung wird vom Auftraggeber genehmigt und ist damit Vertragsbestandteil für die Bauausführung.

Bei Lieferung für gleichartige Baumaßnahmen mit ähnlichen örtlichen und klimatischen Verhältnissen darf auf vorhandene Erstprüfungen zurückgegriffen werden, sofern sich Art und Eigenschaften der Betonausgangsstoffe, die der vorhergehenden Erstprüfung zugrunde lagen, nicht geändert haben und die Prüfzeugnisse nicht älter als zwei Jahre sind.

Von allen für eine Betonzusammensetzung vorgesehenen Ausgangsstoffen sind dem Auftraggeber auf Verlangen Proben zu übergeben (Rückstellproben).



Bild 8: Oberflächentextur „Besenstrich“

### Werkseigene Produktionskontrolle

Es ist eine werkseigene Produktionskontrolle (WPK) durchzuführen. Für Fahrbahndeckenbeton erfolgt die WPK entsprechend der DIN EN 206-1, der DIN 1045-2 und der TL Beton-StB (Tafel 3).

Wird der Beton nicht geliefert, sondern durch den Einbauer hergestellt, entfällt die Überwachung und Zertifizierung durch eine anerkannte Überwachungs- und Zertifizierungsstelle. An ihre Stelle tritt die Kontrollprüfung durch den Auftraggeber.

## ■ 6 Beton im kommunalen Straßenbau

Zu den kommunalen Verkehrsflächen, die sich für eine Ausführung in Beton anbieten, zählen vor allem höher belastete Verkehrsflächen wie Kreisverkehre, Kreuzungsbereiche und Busverkehrsflächen. Kommunale Verkehrsflächen in Betonbauweise sind dadurch charakterisiert, dass die zu verarbeitenden Betonmengen i. A. erheblich kleiner sind, als bei Fernstraßenprojekten. Aus diesem Grund werden kommunale Verkehrsflächen üblicherweise nicht mit baustellenfesten Mischanlagen, sondern mit Transportbeton hergestellt. Da auch Rastanlagen sowie LKW-Stellplätze überwiegend mit Transportbeton hergestellt werden, werden diese ebenfalls in den Regelwerken der kommunalen Verkehrsflächen aufgeführt. Anzumerken ist hierbei, dass die zuletzt genannten Verkehrsflächen verwaltungstechnisch meist dem Fernstraßenbau zugerechnet werden.

Für den Bau kommunaler Verkehrsflächen gelten prinzipiell die gleichen Anforderungen und Regelwerke wie für die oben beschriebenen allgemeinen Fahrbahndecken aus Beton. Regelbauweise für die Herstellung einer kommunalen Verkehrsfläche aus Beton ist der einlagige Betoneinbau, händisch oder mittels Betonstraßenfertiger, mit Abschluss einer „Besenstrich“-Texturierung.

Da die Überfahrgeschwindigkeiten im kommunalen Straßenverkehr i. A. erheblich geringer sind, als z. B. auf Autobahnen, ist eine Lärminderung durch eine Waschbetontextur meist wirkungslos, weshalb auf die aufwendigere, zweischichtige Ausführung verzichtet wird. Faserbetone zur Verbesserung des Schwindverhaltens, der Betonzugfestigkeit und der Duktilität können und wurden bereits mehrfach erfolgreich eingesetzt.



Bild 6: Herstellung einer Beton-Kreisverkehrsfläche im Handeinbau mit Rüttelbohle



Bild 7: Herstellung einer Beton-Kreisverkehrsfläche mit Fertiger

Zusätzlich zu beachtende Details und Besonderheiten wie

- die Plattengeometrie,
- die Fugenplanung und Ausbildung der Fugen,
- die Konstruktion des Anschlusses an angrenzende Asphaltverkehrsflächen (Beton-Asphalt Übergang),
- die technische oder/und gestalterische Texturierung der Fahrbahnoberfläche und
- die Herstellung und der Einbau von Borden und Bordrinnenanlagen

sind im „FGSV-Merkblatt für Planung, Konstruktion und Bau von Verkehrsflächen aus Beton“ (M VaB), Teil 1 [18], enthalten.

## ■ 7 Beispiele für Betonzusammensetzungen

### 7.1 Fahrbahndeckenbeton, Unterbeton

Beton C30/37, XF4 <sup>1)</sup>			
Zement: CEM I 32,5 R			350 kg
Wasser:			147 kg
Konsistenzklasse:			C1
Wasserzementwert:			0,42
Gesteinskörnung, gesamt:			1.821 kg
29 % feine Gesteinskörnung	0/2 mm		526 kg
18 % ungebroschene, grobe Gesteinskörnung	2/8 mm		328 kg
24 % gebroschene, grobe Gesteinskörnung	8/16 mm		437 kg
29 % gebroschene, grobe Gesteinskörnung	16/22 mm		530 kg
Betonzusatzmittel:			
Luftporenbildner (Konzentrat)		0,02 % vom Zementgewicht	

<sup>1)</sup> Feuchtigkeitsklasse WA oder WS in Abhängigkeit der Belastungsklasse gemäß RStO 12 und ARS Nr. 04/2013

### 7.2 Fahrbahndeckenbeton Oberbeton (Waschbeton)

Beton C30/37, XF4, XM2 <sup>1)</sup>			
Zement: CEM I 42,5 N			430 kg
Wasser:			176 kg
Konsistenzklasse:			C1
Wasserzementwert:			0,42
Gesteinskörnung, gesamt:			1.640 kg
33 % feine Gesteinskörnung	0/2 mm		541 kg
67 % gebroschene, grobe Gesteinskörnung	5/8 mm		1.099 kg
Betonzusatzmittel:			
Luftporenbildner		0,40 % vom Zementgewicht	
Betonverflüssiger BV		0,60 % vom Zementgewicht	

<sup>1)</sup> Feuchtigkeitsklasse WA oder WS in Abhängigkeit der Belastungsklasse gemäß RStO 12 und ARS Nr. 04/2013

### 7.3 Fahrbahndeckenbeton (einschichtige Bauweise)

Beton C30/37, XF4, XM2 <sup>1)</sup>			
Zement: CEM II/A-LL, 42,5N			340 kg
Wasser:			153 kg
Konsistenzklasse:			F2
Wasserzementwert:			0,44
Gesteinskörnung, gesamt:			1.859 kg
30 % feine Gesteinskörnung	0/2 mm		546 kg
15 % Edelsplitt	8/11 mm		281 kg
20 % Edelsplitt	11/16 mm		374 kg
35 % Edelsplitt	16/22 mm		658 kg
Betonzusatzmittel:			
Luftporenbildner		0,24 % vom Zementgewicht	
Betonverflüssiger		0,30 % vom Zementgewicht	

<sup>1)</sup> Feuchtigkeitsklasse WA oder WS in Abhängigkeit der Belastungsklasse gemäß RStO 12 und ARS Nr. 04/2013

### 7.4 „Weicher“ Straßenbeton

Beton C30/37, XF4 <sup>1)</sup>			
Zement: CEM I 32,5 R			350 kg
Wasser:			160 kg
Wasserzementwert:			0,46
Gesteinskörnung, gesamt:			1.910 kg
29 % feine Gesteinskörnung	0/2 mm		545 kg
14 % ungebroschene, grobe Gesteinskörnung	2/8 mm		270 kg
29 % gebroschene, grobe Gesteinskörnung	11/16 mm		555 kg
28 % gebroschene, grobe Gesteinskörnung	16/22 mm		540 kg
Betonzusatzmittel:			
Luftporenbildner		bis ca. 0,30 % vom Zementgewicht	
Fließmittel		bis ca. 2,00 % vom Zementgewicht	

<sup>1)</sup> Feuchtigkeitsklasse WA oder WS in Abhängigkeit der Belastungsklasse gemäß RStO 12 und ARS Nr. 04/2013

## ■ 8 Literatur

- [1] ZTV Beton-StB 07, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton
- [2] TL Beton-StB, Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton
- [3] TP Beton-StB 10, Technische Prüfvorschriften für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton
- [4] DIN EN 206-1, Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- [5] DIN 1045-2, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206
- [6] DIN 1045-3, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung – Anwendungsregeln zu DIN EN 13670
- [7] RStO 12, Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen
- [8] DIN EN 197-1, Zement – Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement
- [9] DIN 1164-10, Zement mit besonderen Eigenschaften – Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Zement mit niedrigem wirksamen Alkaligehalt
- [10] TL Gestein-StB, Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau
- [11] DIN EN 1008, Zugabewasser für Beton – Festlegung für die Probenahme, Prüfung und Beurteilung der Eignung von Wasser, einschließlich bei der Betonherstellung anfallendem Wasser, als Zugabewasser für Beton
- [12] DIN EN 934-2, Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Betonzusatzmittel – Begriffe, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung
- [13] DIN EN 450-1, Flugasche für Beton – Definition, Anforderungen und Konformitätskriterien
- [14] DAfStb-Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton“ (Alkali-Richtlinie)
- [15] Allgemeines Rundschreiben Straßenbau (ARS) Nr. 04/2013: Vermeidung von Schäden an Fahrbahndecken aus Beton in Folge von Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR)
- [16] FGSV-Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton
- [17] DIN Fachbericht 100:2010-03, Beton – Zusammenstellung von DIN EN 206-1 Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität und DIN 1045-2 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
- [18] FGSV-Merkblatt für Planung, Konstruktion und Bau von Verkehrsflächen aus Beton (M VaB)



## Beratung und Information zu allen Fragen der Betonanwendung

### Herausgeber

InformationsZentrum Beton GmbH, Steinhof 39, 40699 Erkrath

[www.beton.org](http://www.beton.org)

### Kontakt und Beratung vor Ort

**Büro Berlin**, Kochstraße 6–7, 10969 Berlin, Tel.: 030 3087778-0, [berlin@beton.org](mailto:berlin@beton.org)

**Büro Hannover**, Hannoversche Straße 21, 31319 Sehnde, Tel.: 05132 502099-0, [hannover@beton.org](mailto:hannover@beton.org)

**Büro Beckum**, Neustraße 1, 59269 Beckum, Tel.: 02521 8730-0, [beckum@beton.org](mailto:beckum@beton.org)

**Büro Ostfildern**, Gerhard-Koch-Straße 2+4, 73760 Ostfildern, Tel.: 0711 32732-200, [ostfildern@beton.org](mailto:ostfildern@beton.org)

### Verfasser

Dipl.-Ing. Alexander Grünewald, Dipl.-Ing. Martin Peck, InformationsZentrum Beton GmbH