

Vorteile von Straßen aus Beton

Ärgernis: Über den Straßenbau spricht jeder, weil der mobile Mensch heute täglich über die Straßen aus Asphalt, Beton oder Pflaster fährt und sich über die Baustellen aufregt und die zahlreichen Schlaglöcher besonders nach dem Winter immer für Unmut sorgen. Weitere Schäden können Längs- und Querrisse, Kantenschäden an den Fugen, Abwitterungen (Mörtelverlust), Krakelee- und Netzzrisse sowie Fehlstellen sein. Die Medien greifen das Thema „Betonkrebs“ - richtiger Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) - auf und klären das Publikum über mehr gut als schlecht auf.

» Das Straßennetz in Deutschland besteht mit Stand 12/2008 nach Auskunft des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) aus 23 % Bundesfernstraßen mit 53 800 km. 5 % davon sind Bundesautobahnen mit 12 500 km und 18 % Bundesstraßen mit 41 300 km. Überörtliche Straßen betragen 77 % des Straßennetzes mit 178 300 km. Davon sind 86 800 km Landesstraßen (38 %) und 91 500 km Kreisstraßen (39 %). Die Bundesautobahnen sind zu 30 % in Betonbauweise und 70 % in Asphaltbauweise ausgeführt, was je nach Bundesland sehr unterschiedlich ist.

Die folgenden Ausführungen werden sich auf Vorteile des Betonstraßenbaus beziehen. Betonfahrbahndecken zeichnen sich gegenüber den anderen Bauweisen aus nach /1/, dass diese

- wirksam lastverteilend und tragfähig
- verformungsstabil bei üblichen Temperaturen,
- unempfindlich gegenüber Witterungseinflüssen,
- verkehrssicher, weil hell und dauerhaft griffig,



Kantenschaden an Fugen.

Fotos und Grafiken: Helm

- lärm mindernd aufgrund niedriger Reifen – Fahrbahn – Geräuschpegel,
- umweltschonend, da wieder verwendbar und
- dauerhaft bei geringstem Erhaltungsaufwand sind.

Die Dauerhaftigkeit von Betonstraßen in der Nutzungsdauer von mehr als 30 Jahren muss auch im Zusammenhang mit der baulichen Erhaltung gesehen werden. Die Bauliche Erhaltung wird unterschieden nach dem Merkblatt M BEB /2/ der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) in

- Instandsetzung
- Instandhaltung und
- Erneuerung.

Dazu gehört auch die ständige Kontrolle und Wartung dieser Straßen.

Der Beton im Straßenbau weist eine hohe Lebensdauer auf, wenn alle Randbedingungen hinsichtlich der Auswahl der Betonausgangsstoffe, des Einbaus oder der Instandhaltung bzw. Instandsetzung während der Nutzung in Betracht gezogen werden. Bei der Entscheidungsfindung müssen sowohl die Kosten des Neubaus, die Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten über die gesamte Nutzungs-

dauer berücksichtigt werden, da eine Betonstraße höhere Anschaffungskosten aber eine wesentlich höhere Nutzungsdauer bei ständiger Wartung hat.

Technische Regelwerke des Betonstraßenbaus

Zahlreiche Regelwerke, die Themen des Betonstraßenbaus aufgreifen und anzuwenden sind, sind in letzter Zeit teilweise neu erschienen. Dazu gehören die ZTV Beton – StB 07, die TL Beton – StB 07 und die TP Beton – StB 10. Diese Regelungen ersetzen die Regelungen aus dem Jahre 2001, die ständig über die Allgemeinen



Abplatzungen an Betonoberfläche.

Rundschreiben Straßenbau (ARS) durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) fortgeschrieben wurden und heute mit allen diesen Neuerungen vorliegen. Dieses Regelwerk wird ergänzt durch eine Vielzahl von anderen Regelwerken und Merkblättern, die im FGSV-Verlag erschienen sind. Die wichtigsten Regelwerke sind:

TL Beton – StB 07 - Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton.

ZTV Beton – StB 07 - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton.

TP Beton – StB 10 - Technische Prüfvorschriften für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton.

Die Gliederung in drei Teile ist neu und wurde an die europäischen Regelungen angepasst, die teilweise derzeit erarbeitet werden.

Die TL Beton regelt die Anforderungen an Baustoffe und Baustoffgemische.



„Betonkrebs“ ist in aller Munde.

Grundlagen hinsichtlich der Anforderungen an den Beton beziehen sich auf die DIN EN 206-1/DIN 1045-2, diese Norm ist für den Hochbau relevant. Die ZTV Beton regelt die Herstellung der Fahrbahn-decke aus Beton und Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln, also den Einbau der Baustoffe und Baustoffgemische. In der TP Beton sind alle Prüfvorschriften und Prüfverfahren zusammengetragen, die in den beiden anderen Teilen bereits erwähnt wurden sind.

Regelanforderungen an Beton, Zement und Zusatzstoffe

Damit der Anwender den richtigen Beton auswählen kann, werden folgende Angaben /3,4/ hinsichtlich der Eigenschaften des Betons für den Ober- und Unterbeton festgelegt (s. Tabelle 1). Festgelegt sind damit die Expositionsclassen, Mindestdruckfestigkeitsclassen, der höchstzulässige w/z-Wert und der Mindestzementgehalt. Diese Eigenschaften und Angaben zur Zusammensetzung zeigen die Parallelen zu den Grenzwerten für die Expositionsclassen nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2. Als zusätzliche Forderung für den Betonstraßenbau wird das Ganze ergänzt durch die Biegezugfestigkeit und die erforderliche Feuchtigkeitsklasse. Aus der Feuchtigkeitsklasse werden in Abhängigkeit von der Alkaliempfindlichkeitsklasse E nach der Alkalirichtlinie des DAfStb /5/ die Bedingungen für die Verwendung der Gesteinskörnung und der Zemente abgeleitet.

In der TL Beton - StB 07 wird Bezug genommen auf die Alkalirichtlinie /5/ bei den Feuchtigkeitsclassen, die in diesem Regelwerk festgelegt sind. Diese Feuchtigkeitsclassen wurden 2007 dann auch in die DIN EN 206-1/DIN 1045-2 übernommen.

Im April 2010 und 2011 sind Berichtigungen zur Alkalirichtlinie /5/ vorgenommen wurden und dabei ist die Feuchtigkeitsklasse „WS“ gestrichen worden. Diese Feuchtigkeitsklasse ist bei der Neufassung der Alkalirichtlinie speziell für den Straßenbau aufgenommen worden. Im Betonstraßenbau werden über die Richtlinie hinaus Anforderungen zu den Gesteinskörnungen und zum Zement getroffen, die nicht erfasst werden konnten. Im Moment fehlen die Informationen zur Feuchtigkeitsklasse „WS“ nach der TL Beton - StB 07. In Kürze wird ein neues ARS des BMVBS veröffentlicht werden, das die entsprechenden Festlegungen speziell für den Fahrbahndeckenbeton formulieren wird. Bis zur Veröffentlichung des neuen Rundschreibens gilt noch das ARS 12/2006 des BMVBS vom 17.05.2006. Für die Betone und deren

Gesteinskörnung hat eine Begutachtung im Vorfeld der Straßenbaumassnahme zur Eignung zu erfolgen. Hinsichtlich der Anforderungen an die Gesteinskörnung sind auch die Regelungen der TL Gestein – StB zu berücksichtigen. Bei den Zementen sind CEM I 32,5 oder CEM I 42,5 N ohne Zustimmung des Auftraggebers einzusetzen, Für die Verwendung von CEM II/A-S, B-S, A-T, B-T, A-LL in den Festigkeitsclassen 32,5 oder 42,5 sowie CEM III/A ($\geq 42,5$ N) ist eine Zustimmung einzuholen. Hinsichtlich des Alkaligehalts des Zements sind besondere Anforderungen einzuhalten. Diese Zemente werden als Fahrbahndeckenbeton bezeichnet und sind in der Zementbezeichnung nach der Festigkeitsklasse mit „st“ angegeben.

Zusatzstoffe können verwendet werden, dürfen jedoch nicht auf den w/z-Wert angerechnet werden. Zugelassene Zu-

zu berücksichtigen. Ausgeschlossen ist die Verwendung von Restwasser.

Die vorangestellten Ausführungen stellen nur eine kurze Zusammenfassung der Anforderungen an die Ausgangsstoffe dar. Detailliert ist dies in der TL Beton – StB und ZTV Beton - StB zu finden.

Beim Einbau sind u. a. die Frischbeton- und Lufttemperaturen zu beachten. Die Frischbetontemperaturen sollten mindestens 5 °C und maximal 30 °C betragen. Die idealen Lufttemperaturen zum Betoneinbau liegen zwischen 5 und 25 °C. Bei Temperaturen außerhalb des Bereiches sind Maßnahmen zu ergreifen, etwa bei niedrigen Lufttemperaturen die Frischbetontemperaturen zu erhöhen und bei hohen Lufttemperaturen die Gesteinskörnung zu kühlen. Wenn außerhalb des Temperaturbereiches gearbeitet wird, können sich die Eigenschaften des Be-

Bauklasse	SV, I - III		IV - VI	
	Oberbeton	Unterbeton	Oberbeton	Unterbeton
Expositionsklasse	XF4, XM2 1)	XF4 3)	XF4, XM1 1)	XF4 3)
Feuchtigkeitsklasse	WS	WS	WA	WA
Höchstzulässiger w/z – Wert	0,45	0,50	0,50	0,50
Mindestdruckfestigkeitsklasse	C30/374)			
Biegezugfestigkeitsklasse	F 4,55)		F 3,55)	
Mindestzementgehalt in kg/m³	340	320	320	320
Mindestens erf. Korngruppen nach TL Gestein – StB	0/2, 2/8, >8 0/4, 4/8, >8 0/2 oder 0/4, ≤ 82)		0/4, >4	
	1) Bei Verwendung für Waschbeton entfällt die Obergrenze des Zementgehalts nach DIN 1045-2 2) für Größtkorn 8 mm mindestens 50% der Kategorie C90/1 (gebrochenes Material) 3) Anforderungen an Gesteinskörnungen nach TL Gestein und TL Beton Stb Anhang A 4) Umrechnung bei Lagerung DIN EN 12390-2, Anhang NA beachten 5) Für die Klassifizierung darf die charakteristische Festigkeit (ffk) 28d gemessen an Prismen mit einem Querschnitt von 150 mm x 150 mm verwendet werden. Prüfung nach DIN EN 12390-5 mit Zweipunktlasteintragung			

Tabelle 1: Zusammenstellung der Anforderungen an den Beton nach /3, 4/.

satzmittel sind nur die Luftporenbildner (LP-Bildner), alle anderen Zusatzmittel bedürfen ebenfalls der Zustimmung des Auftraggebers. Da die Expositionsklasse „XF4“ gefordert ist, die für hohen Frostangriff mit Taumitteln steht, ist stets die Verwendung eines Luftporenbetons erforderlich. In der Tabelle 2 sind die besonderen Anforderungen für den Luftgehalt des Frischbetons in Abhängigkeit von der Konsistenzklasse und den Ergebnissen der Erstprüfung dargestellt. Bei Luftporenbetonen ist das Merkblatt /6/ des FGSV

tons, beispielsweise hinsichtlich der Verarbeitung verändern.

Qualitätssicherung durch Prozess-Überwachung

Sind die die Ausgangsstoffe gewählt und alle erforderlichen Erstprüfungen beim Auftraggeber eingereicht, dann kommt es auf den richtigen Einbau an. Alle Qualitätssicherungsmaßnahmen sind darauf hin abgestimmt den Gesamtprozess zu überwachen - von der Entwicklung bis zur



Es gilt, den Betonstraßenbau weiter voran zu treiben, ...

Nutzung. Zur Qualitätssicherung gehören die Erstprüfung für den Beton, die werkseigene Produktionskontrolle, die Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen.

Die Erstprüfung erfolgt im Vorfeld einer Baumaßnahme und dabei müssen alle Ausgangsstoffe auf Ihre Eignung schon vorab überprüft worden sein. Bei den Erstprüfungen werden die bekannten Frisch- und Festbetonprüfungen noch ergänzt durch die Biegezugprüfungen und eventuell durch Luftporenkennwerte (MikroLuftporengehalt A300 und Abstandsfaktor L). Die Ermittlung der Luftporenkennwerte kann gefordert werden, ist jedoch keine Vorgabe. Empfohlen werden noch erweiterte Erstprüfungen, z.B. bei Waschbeton ist zusätzlich eine Probeplatte von 900 cm² zur Beurteilung der Oberflächenstruktur herzustellen.

Die werkseigene Produktionskontrolle stellt die laufende Kontrolle im Herstellwerk dar, damit die Eigenschaften des Betons erreicht werden können. Dazu gehört die laufende Kontrolle der Ausgangsstoffe, die Kontrolle der technischen Ausstattung und die Überprüfung der Frisch- und Festbetoneigenschaften. Im Hinblick auf die Eigenschaften des Betons sind die Kornzusammensetzung, die Konsistenz, w/z-Wert, Betonzusammensetzung, Frischbetonrohddichten, LP-Gehalt, Luft- und Betontemperatur zu prüfen. Die Erstprüfung und werkseigene Produktionskontrolle ist geregelt in der TL Beton – StB. Diese Prüfungen sind als Kontrollinstrument zu sehen und nicht als starres Instrumentarium.

Die Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen sind geregelt in der ZTV Beton – StB.

Die Eigenüberwachungsprüfungen bezeichnen die Prüfungen, die durch den Bauausführenden auf der Baustelle auszuführen sind. In der Verarbeitungsphase sind im Rahmen der Eigenüberwachung vor Einbau des Betons folgende Frischbetonprüfungen erforderlich: Konsistenz,

Temperatur, Rohddichte, LP-Gehalt und w/z-Wert. Die Häufigkeit der Prüfungen ist abhängig davon, ob ein Ober- bzw. Unterbeton eingebaut wird. Probekörper sind noch für die Festbetonprüfung herzustellen. Die Kornzusammensetzung ist ebenfalls nachzuweisen.

Kontrollprüfungen sind die Prüfungen des Auftraggebers, um festzustellen, ob die Eigenschaften des Betons und die fertige Leistung den vertraglichen Anforderungen entsprechen. Vorrangig wird hier die fertige Leistung begutachtet und während des Einbaus der LP-Gehalt in unterschiedlichen zeitlichen Abständen (stündlich oder täglich) ermittelt. Wie die

lingen, die Vorteile der Betonstraßen auch im innerstädtischen Bereich umzusetzen. Dies ist u. a. auch ein Grund, dass derzeit in mehreren Arbeitsgruppen der FGSV Merkblätter erarbeitet werden, die für die Belange der Stadt- und Landstraßen geschrieben werden, u. a. Busverkehrsflächen, Kreuzungen, Kreisverkehre. Die neuen Merkblätter für diese ausgewählten Anwendungsbereiche sind als Ergänzung zu den bestehenden Regelwerken zu sehen und werden auf diese aufbauen.

Da, wie bereits erwähnt, für den innerstädtischen Bereich derzeit noch keine Regelwerke vorhanden sind, ist die Qualitätssicherung nach der TL Beton – StB



...damit Zustände, wie auf der Betonstraße in China bald der Vergangenheit angehören.

Prüfungen auszuführen sind, ist in der TP Beton – StB zusammengetragen.

In den aufgezeigten Regelwerken für die Fahrbahndecken werden noch Beton mit Fließmittel und Waschbeton erläutert. Weiterführende Hinweise sind u. a. auch in MBEB/2/ zur Thematik „Schnellbeton“ zu finden.

Regelungen für die Stadtverkehrsflächen

Die vorgestellten Regelwerke beziehen sich hauptsächlich auf die Autobahnen und Fernverkehrsstraßen. Der kommunale Bereich bleibt unberücksichtigt. Gerade die zunehmende Verkehrsdichte und höheren Achslasten im Schwerlastverkehr hinterlassen ihre Spuren auch im innerstädtischen Bereich und meist reichen die finanziellen Mittel der Kommunen nicht aus für umfassende Instandsetzungsmaßnahmen. Findige Kommunen entwickelten die Idee „Schlagloch – Pate gesucht!“, um eine Finanzierung der Instandsetzung zu ermöglichen. Dies ist sicher nicht die Lösung, aber es muss ge-

07 und ZTV Beton – StB 07 nicht direkt anwendbar. Eine Anlehnung an die DIN 1045-3 wäre eine Möglichkeit, die vorgeschlagen werden könnte. Zur Qualitätssicherung sollten auf der Baustelle im kommunalen Bereich stets die Frischbetontemperatur, Frischbetonrohddichte und der LP-Gehalt ermittelt werden – unabhängig von der eingebauten Betonmenge. Festbetonprüfungen, insbesondere zur Druckfestigkeit, sollten in Abhängigkeit der Einbaumenge festgelegt werden. Die Qualität des Produktes wird zudem entscheidend von der Qualifikation des Personals beeinflusst.

Qualifizierung und Weiterbildung des Personals

Um die Qualifikation des Personals zu verbessern, ist 2010 der „B – StB Schein“ ins Leben gerufen worden, eine Ausbildung zum Fachmann für den Betonstraßenbau. Da der Bedarf an qualifiziertem Personal für die Planung, Konstruktion, Ausführung und Erhaltung von Betonstraßen und –verkehrsflächen besteht, wurde

ein Ausbildungskonzept für diesen Fachmann für den Betonstraßenbau erarbeitet. Ziel dieser Ausbildung ist die Vertiefung der theoretischen und praktischen Kenntnisse zum Baustoff Beton sowie deren Besonderheiten bei Planung, Konstruktion, Ausführung und Erhaltung für Stadt- und Landstraßen sowie besondere Verkehrsflächen.

Der Lehrgang ist als zweiwöchige Ausbildungsveranstaltung aufgebaut, beinhaltet neben dem theoretischen Unterricht auch eine praktische Unterweisung zum Prüfen des Betons und schließt mit einer schriftlichen Prüfung ab. In der ersten Woche werden Grund-

Kenntnisse zum Baustoff Beton zu vertiefen.

Die ersten drei Lehrgänge sind durchgeführt wurden, wobei 42 Teilnehmer die neue Ausbildung erfolgreich abgeschlossen haben und nun im Besitz des „B-StB Scheins“ sind. Die Stimmen zu dieser neuen Ausbildungswarendurchweg positiv und die unterschiedlichen Arbeitsschwerpunkte der Teilnehmer führten zu regen Diskussionen.

Die nächste Staffel der Ausbildungslehrgänge ist bereits geplant. Sie finden vom 13. bis 25. Februar 2012 im Betonzentrum Dresden und vom 27. Februar bis 10. März 2012 an der Bayerischen

sprechen, ist die Ausbildung zum Fachmann des Betonstraßenbaus („B-StB Schein“) ins Leben gerufen wurden. Nur durch das Zusammenwirken aller Beteiligten kann der Betonstraßenbau weiter voran gebracht werden, damit zukünftig nicht solche Zustände auf unseren Straßen zu sehen sind, wie es die Bilder der Betonstraße in China zeigen. (Dr.-Ing. Monika Helm)

✗ SUSA Wegweiser
www.betonbuero.de
www.fgsv.de
www.betonzentrum-dresden.de
www.baybauakad.de

Luftgehalt des Frischbetons			
Größtkorn	Mittlerer Mindest-Luftgehalt ¹⁾ in Vol.-% für Beton der Konsistenz		
mm	C1 ohne FM oder BV	C2 bzw. F2 und F3 C1 mit FM oder BV	Erstprüfung
8	5,5	6,5 ²⁾	≤ 6,0 ³⁾
16	4,5	5,5 ²⁾	≤ 5,0 ³⁾
32 bzw. 22	4,0	5,0 ²⁾	≤ 4,5 ³⁾

¹⁾ Einzelwerte dürfen diese Anforderungen um höchstens 0,5 Vol.-% unterschreiten
²⁾ Wenn bei der Erstprüfung nachgewiesen wird, dass die Grenzwerte für die Luftporenkennwerte am Festbeton entsprechend Merkblatt (Mikro-Luftporengehalt A300 ≥ 1,8 Vol.-% und Abstandsfaktor ≤ 0,20 mm) eingehalten werden, gilt ein um 1 % niedrigerer Mindestluftgehalt. Für diesen Nachweis darf der Luftgehalt des Frischbetons bei einem Größtkorn von 8 mm 6,0 Vol.-%, von 16 mm 5,0 Vol.-% und von 32 mm 4,5 Vol.-% nicht überschreiten.
³⁾ Bei Nachweis der Luftporenkennwerte in der Erstprüfung
Bei Ausbreitmaßklasse F6 sind immer die Luftporenkennwerte am Festbeton nachzuweisen.

Tabelle 2: Luftgehalt des Frischbetons nach /3,4,6/.

lagen zum Baustoff Beton vermittelt und in der zweiten Woche die Anwendungsmöglichkeiten im Straßenbau vertieft. Der Lehrgang ist für Bauleiter und Poliere von klein- und mittelständischen Straßen- und Tiefbauunternehmen und für technisch orientiertes Personal der Transportbetonindustrie gedacht. Mitarbeiter von Planungs- und Ingenieurbüros sowie der Straßenbauverwaltungen können ebenfalls teilnehmen, um ihre

Bau-Akademie in Feuchtwangen statt. Die Ausbildungslehrgänge sollen zukünftig noch durch eine Weiterbildung ergänzt werden.

Fazit: Zusammenwirken bringt den Betonbau voran

Zahlreiche Regelwerke für den Betonstraßenbau sind entstanden oder befinden sich im Entstehen, so dass die Vorteile des Betonbaus noch besser genutzt werden können. In der TL Beton werden die Ausgangsstoffe für einen qualitätsgerechten Beton und deren Einbau beschrieben.

Durch eine umfassende Qualitätssicherung von der Auswahl der Ausgangsstoffe, der Erstprüfung, werkseigene Produktionskontrolle, Eigenüberwachungsprüfung sowie Kontrollprüfung wird in jeder Phase der Herstellung, des Einbaus und nach Fertigstellung die Qualität des Betons in Augenschein genommen. Für die Qualifikation des Personals im Bereich des Betonstraßenbaus, die den Bereich der Planung, Konstruktion, Herstellung und Verarbeitung sowie Entscheider an-

Der B-StB-Schein

Der B-StB-Schein, die Ausbildung zum Fachmann für den Betonstraßenbau, lässt sich bei verschiedenen Anbietern, etwa der Bayerischen Bau-Akademie oder im Betonzentrum Dresden, erlangen. Angesprochen werden Bauingenieure, Ingenieure einer technischen oder naturwissenschaftlichen Fachrichtung und Stahlbetonbaumeister, die den Zulassungsbedingungen des „Ausbildungsbeirates Beton“ beim Deutschen Beton- und Bautechnikverein (DBV) entsprechen. Zu den Lehrgangsinhalten der zweiwöchigen Ausbildung gehören laut Angaben der Bayerischen Bau-Akademie:

- Ausgangsstoffe des Betons
- Beton – Frischbeton, Festbeton
- Einflüsse auf die Eigenschaften des frischen und erhärteten Betons
- Entwerfen von Betonmischungen
- Statistische Auswertung von Prüfergebnissen
- Herstellen, Fördern und Nachbehandeln des Betons
- Konformitätskriterien
- Expositionsclassen
- Betonieren bei extremen Temperaturen
- Beton mit besonderen Eigenschaften
- Verkehrsflächen aus Beton, technische Vertragsbedingungen (TL-, ZTV-, TP-Beton StB)
- Standardisierung und rechnerische Dimensionierung von Betonfahrbahnen
- Stadt- und Landstraßen
- Schäden, Ursachen, Schadensbilder, Risse im Straßenbeton
- Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen einschließlich besondere innerstädtische Maßnahmen
- Fugen
- AKR-Schäden (Ursachen, Prüfverfahren, Behebung)
- Maschinen- und Gerätetechnik für den Betoneinbau
- Beton für den Umweltschutz
- Planung, Dimensionierung und Ausführung von Kreisverkehren, Kreuzungsbereichen und Busverkehrsflächen.

Literatur:

- /1/ Ehrlich, N., Hersel, O.; Straßenbau heute – Betondecken, Herausgeber: BetonMarketing Deutschland GmbH, Erkrath, 2010
- /2/ Merkblatt für die bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen aus Beton (M BEB), FGSV - Verlag, Köln, 2009
- /3/ TL Beton – StB 07, FGSV - Verlag, Köln, 2007
- /4/ Transportbeton nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2- Hinweise für die praktische Umsetzung, Herausgeber: Bundesverband der Transportbetonindustrie e.V. (BTB), Duisburg, 2011
- /5/ DAfStb – Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton“, Herausgeber: DAfStb, Berlin, 2007 + Berichtigungen 04/2010 und 04/2011
- /6/ Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton, FGSV - Verlag, Köln, 2004