

GRIFFIG

Aktuelles über Verkehrsflächen aus Beton



Organisatorische Veränderungen bei der GVB

Zum 1. Juli 2015 wurde das InformationsZentrum Beton GmbH (IZB) neu gegründet (Näheres dazu auf S. 16 dieser Ausgabe). Die damit verbundenen organisatorischen Veränderungen beim Verein Deutscher Zementwerke (VDZ) haben auch Auswirkungen auf die Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e.V. (GVB).

Seit Montag, dem 17. August 2015, erhält die Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e.V. künftig personelle sowie sachbezogene Leistungen vom InformationsZentrum Beton GmbH (IZB).

Zusammen mit Herrn Dipl.-Ing. Klaus Böhme hat als zweiter geschäftsführender Vorstand Herr Dipl.-Ing. Martin Peck seine Arbeit bereits aufgenommen.

Herr Peck ist Büroleiter des IZB in Ostfildern und tritt die

Nachfolge von Dr.-Ing. Norbert Ehrlich an. Als Sekretärin für die Gütegemeinschaft ist Frau Sandra Cirillo tätig, die ihren Arbeitsplatz beim IZB in Ostfildern hat und dort als Assistenz der Geschäftsführung des IZB tätig ist. Frau Sandra Cirillo übernimmt die Aufgaben von Frau Astrid Mehling.

Dies hat auch zur Folge, dass der Geschäftssitz der Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e.V. von Düsseldorf nach Ostfildern verlegt wird.

Die offizielle Anschrift der GVB lautet daher ab 17. August 2015:

Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e.V.

Sandra Cirillo
Assistenz Geschäftsführung
Gerhard-Koch-Straße 2+4
73760 Ostfildern
Telefon: 0711 32732-200
Telefax: 0711 32732-201
sandra.cirillo@beton.org

Der Vorstand der Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e. V. bedankt sich ausdrücklich für die jahrelange

Ostfildern, den 18. August 2015

Dipl.-Ing. Klaus Böhme

Unterstützung seitens des VDZ und ganz besonders bei Frau Astrid Mehling, die in ihrer kompetenten und stets freundlichen Art die Organisation der GVB zuverlässig gemanagt hat.

Wir freuen uns auf die Zusammenarbeit und Nutzung der Synergien mit dem IZB und ganz besonders mit deren Geschäftsführern Herrn Dipl.-Wirt.-Ing. Ulrich Nolting und Professor Dr.-Ing. Matthias M. Middel, die wesentlich zu dieser Lösung für die Nachfolgeregelung von Dr.-Ing. Norbert Ehrlich beigetragen haben.

Dipl.-Ing. Martin Peck

NACHRUUF

Wir trauern um Dr.-Ing. Norbert Ehrlich, der kurz vor seinem 62. Geburtstag plötzlich und völlig unerwartet gestorben ist. Er hinterlässt seine Frau Angela und seine beiden erwachsenen Töchter Melanie und Jennifer. Für die Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e.V., deren geschäftsführendes Vorstandsmitglied er war, ist dies ein schmerzlicher Verlust.

Norbert Ehrlich absolvierte sein Studium an der Hochschule für Bauwesen in Leipzig mit dem Abschluss als Diplomingenieur. Es folgte 1983 die Promotion zum Thema „Betonbau bei der Rekonstruktion in der chemischen Industrie“ an der Technischen Hochschule in Leipzig. Von 1980 bis 1991 war Norbert Ehrlich im Institut

für Aus- und Weiterbildung im Bauwesen in Leipzig tätig. Von 1991 bis 2006 arbeitete er bei der Firma Schwenk KG zunächst als Anwendungstechniker und ab 1996 als Leiter der Anwendungstechnik. Sein Spezialgebiet war der Betonstraßenbau.

Seit September 2006 war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Verein Deutscher Zementwerke e.V. (VDZ) beschäftigt. Im selben Jahr wurde er gleichzeitig zum Geschäftsführenden Vorstand der Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e.V. berufen.

Norbert Ehrlich war in vielen Gremien der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. tätig, hauptsächlich innerhalb der

Lenkungsgruppe 8 „Betonbauweisen“. Er selbst leitete einen Arbeitskreis zum Thema Planung, Konstruktion und Bau von Verkehrsflächen aus Beton. Unter seiner Leitung entstanden zwei Merkblätter, die sich mit Betonflächen außerhalb von Bundesfernstraßen befassen.

Die Interessen der Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e.V. vertrat er durch seine vielen Vorträge, Veröffentlichungen und Mitgliederbetreuungen auf deren Baustellen.

Er war mitverantwortlich für die jährlichen Weiterbildungsveranstaltungen der Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e.V. und die Herausgabe der Vereinszeitschrift „Griffig“.



DR.-ING. NORBERT EHRLICH
* 28. MÄRZ 1953
† 15. MÄRZ 2015

Wir verlieren mit Norbert Ehrlich einen allseits hochgeschätzten Kollegen und lieben Freund.

Norbert, in unseren Gedanken und Herzen lebst Du weiter.

Dipl.-Ing. Klaus Böhme

Merkblatt für Planung, Konstruktion und Bau von Verkehrsflächen aus Beton (M VaB)

Teil 2: Stadt- und Landstraßen sowie plangleiche Knotenpunkte mit Hinweisen zur baulichen Erhaltung

Dr.-Ing. Norbert Ehrlich, Düsseldorf

Unter Beachtung des Lebenszyklus und der minimalen Unterhaltung stellt die Betonbauweise für den kommunalen Straßenbau eine interessante Alternative gegenüber der Asphaltbauweise dar. Insbesondere für stark belastete kommunale Straßen (z.B. Industriestraßen), Abstellflächen in Industriegebieten aber auch plangleiche Knotenpunkte kommen die Vorteile des Betons, wie Verformungswiderstand (Aufnahme von Schubkräften, spurgenaues Fahren), hohe statische Belastung etc. zum Tragen.

Vorbemerkungen

Die Regelwerke für den Straßenbau in Beton (ZTV Beton-StB, TL Beton-StB u.a.) orientieren sich schwerpunktmäßig an Bundesautobahnen und werden künftig durch die neu erarbeiteten Merkblätter für kommunale und besondere Verkehrsflächen ergänzt.

Diese technischen Merkblätter sind für gezielte Ausschreibungen der Betonbauweise erforderlich, um einerseits die Akzeptanz dieser Bauweise zu fördern und andererseits die Kenntnisse der konstruktiven und baulichen Ausführung zu verbessern. Der Arbeitskreis 8.3.3 „Stadt- und Landstraßen sowie besondere Verkehrsflächen“ der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) erarbeitet diese Merkblätter.

Nach dem Vorliegen des Merkblatts für Planung, Konstruktion und Bau von Verkehrsflächen aus Beton (M VaB), Teil 1 – „Kreisverkehre, Busverkehrsflächen und Rastanlagen“ und dem Merkblatt „Whitertopping“ ist Teil 2 „Stadt- und Landstraßen sowie plangleiche Knotenpunkte mit

Hinweisen zur Baulichen Erhaltung“ in der Endbearbeitung.

Merkblatt für Planung, Konstruktion und Bau von Verkehrsflächen aus Beton (M VaB), Teil 2

Unterlage

Als Tragschicht ist eine Asphalttragschicht, eine Tragschicht ohne Bindemittel oder eine

Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln geeignet.

Entwässerung

Um eine ausreichende Entwässerung der Betondecke zu gewährleisten, sollte eine Querneigung von 2,5 % und im Verwindungsbereich eine Schrägneigung von 0,5 % nicht unterschritten werden. Grundsätzlich sollte in den Rollspuren die Anlage von Schächten und Abläufen vermieden werden. Zur Fassung des Oberflächenwassers sind Straßenabläufe mit Pultaufbauten, Seitenabläufe, Linienentwässerungen (Bild 1) oder Bordrinnen vorzusehen.

Borde und Bordrinnen

Ausführungen in Ortbetonbauweise (Gleitschalungstechnik) sowie aufgeklebte Fertigborde auf der Betondecke haben sich bewährt.



Bild 1: Beispiel einer Linienentwässerung

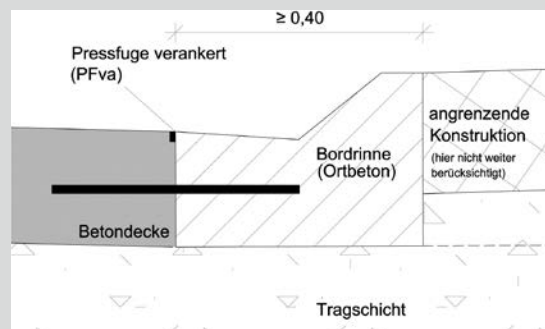


Bild 2: Bordrinne in Ortbetonbauweise



Bild 3: Aufgeklebte Granitborde

Dimensionierung und Fugenplan

Grundlage der Planung einer Verkehrsfläche aus Beton ist die sorgfältige Erstellung eines Fugenplans. Dabei sind Geometrie der Verkehrsfläche, Plattendicke, Unterlage der Betondecke, Entwässerung, Einbauten, Verkehrsführung, Einbauart (Maschineller Einbau oder Handeinbau), Anschluss an Bestand, Bauabschnitte und Markierungsplan zu beachten.

Fugenausbildung

Fugen sollten nach den ZTV Beton-StB und ZTV Fug-StB ausgebildet werden. Zur Querkraftübertragung werden Dübel und Anker eingesetzt. Die Anker dienen zusätzlich zur Verhinderung des Auseinanderwanderns der Platten.

Es werden folgende Fugenarten unterschieden:

- Scheinfugen (SF), verdübelt (SFvd) bzw. verankert (SFva) bzw. verankert und verdübelt (SFvavd)

- Pressfugen (PF), verdübelt (PFvd) bzw. verankert (PFva) bzw. verankert und verdübelt (PFvavd)
- Raumbfugen (RF), verdübelt (RFvd)
- Gleitfugen (GF).

Einbauten

Einbauten wie Abläufe, Schächte, Schieber etc. sind unabhängig von der Befestigungsart/Bauweise, Schwachstellen im Oberbau. Nach Möglichkeit sollten diese vermieden werden. Bei nicht zu vermeidenden Einbauten in Betondecken sind runde Abdeckungen eckigen Abdeckungen vorzuziehen. Weitere Hinweise enthält das Merkblatt.

Anschluss an angrenzende Verkehrsflächen

Beim Anschluss an vorhandene Befestigungen sollte darauf geachtet werden, dass in Folge des Rückbaus der vorhandenen Befestigung keine Unterläufigkeiten bzw. Auflockerungen entstehen. Gegebenfalls ist ein ausreichender Rückschnitt erforderlich.

Anschlussfugen an Betonflächen sind als verdübelte bzw. verankerte Pressfuge oder als verdübelte Raumbfuge auszubilden.

Beim Anschluss unterschiedlicher Plattendicken wird empfohlen, den Dickenunterschied in der Anschlussplatte auf voller Länge gleichmäßig durch Verziehen herzustellen. Hierbei sollte die Anschlussplatte bewehrt werden.

Ein rechtwinkliger Anschluss an Asphaltflächen sollte vermieden werden.

Anforderungen an die Baustoffe

Hinsichtlich der Anlieferung des Betons sollte eine kontinuierliche Belieferung und Qualität (Gleichmäßigkeit des Betons) sichergestellt werden. Des Weiteren sollte eine den Baustellenbedingungen entsprechend ausreichende Verarbeitbarkeitszeit (abhängig von Einbaumenge, -art, -temperatur und Transportentfernung) gewährleistet werden. Die Verwendung von ausschließlich natürlich gerundeten Gesteinskörnungen ist für die im Merkblatt behandelten Anwendungsbereiche in den Belastungsklassen $\leq$ Bk32 zulässig, wenn einige Randbedingungen (Biege- und Spaltzugfestigkeit, Frost-Tausalz-Widerstand, Griffigkeit) erfüllt werden.

Bei Verwendung von PCE als Fließmittel ist die Verträglichkeit der Ausgangsstoffe sicherzustellen.

Bei allen verwendeten Gesteinskörnungen ist das Allgemeine Rundschreiben des BMVBS ARS Nr. 04/2013 zu beachten, wobei regionale Lösungen angestrebt werden sollen.

Ausführung

Die Bauweise einlagig/einschichtig (Einbau einer Betonsorte in einer Lage/Schicht) ist allen anderen Möglichkeiten vorzuziehen. Beim einlagigen Einbau sind Dübel und Anker vor dem Betonieren auf speziellen Stützkörpern (Bild 5) lagegenau und verschiebesicher auf der Unterlage zu fixieren.

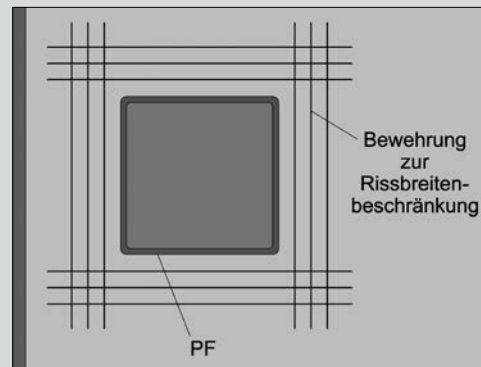


Bild 4: Beispiel einer rissbreitenbeschränkenden Bewehrung an einem Straßenablauf in künftiger Betonfläche



Bild 5: Einbau der Dübel auf Stützkörben

Der Verlegeabstand, Abmaße und Höhenlage der Dübel und Anker sollten sich nach den Regelungen der ZTV Beton-StB richten

Für den Einbau mit Gleitschalungsfertiger sollte ein Konsistenzbereich von C1 eingestellt werden. Der Handeinbau erfolgt in einem plastischen Konsistenzbereich (C2 bzw. F2/F3). Je weicher der Beton eingestellt wird, desto größer ist die Gefahr von Unebenheiten in der Betonoberfläche.

Die Einbautechnologie wird wie folgt unterschieden:

- Maschineller Einbau (Gleitschalungsfertiger bzw. Walzenfertiger)
- Handeinbau (handgeführtes Einbaugerät – Rüttelbohle mit Vibration)

Fertigstellen der Oberfläche

Die Bearbeitung der Oberfläche mit Rotationsglättern ist nicht zulässig. Für planglei-

che Knotenpunkte und Straßen ohne Lärm-anforderungen ist der Besenstrich anderen Texturierungen vorzuziehen. Ansonsten ist die Bauweise Waschbeton einzusetzen. Die Abhängigkeiten zwischen Verarbeitbarkeitszeit des Betons und den Texturierungsmöglichkeiten sollten beachtet werden.

Anforderungen an den Beton

Es ist ein Beton der Festigkeitsklasse C30/37 mit den Expositionsclassen XM2 und XF4 sowie der Feuchtigkeitsklasse WS zu verwenden.

Die Verträglichkeit und Wirksamkeit der Zusatzmittel (Betonverflüssiger, Fließmittel, Luftporenbildner) und/oder Zusatzstoffe (z.B. Pigmente) untereinander und mit dem vorgesehenen Zement sollten in einer erweiterten Erstprüfung nachgewiesen werden.

Prüfungen des Betons (Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfung)

Die Prüfung des Frischbetons hat in jedem Fall an der Einbaustelle zu erfolgen. Vor Erstausslieferung des Betons sollte auch an der Mischanlage der Frischbeton geprüft werden. Die Frisch- und Festbetonprüfungen sollten nach Größe der Fläche gestaffelt werden. Beim Betoneinbau mittels Pumpe sollte die Probenahme nach der Pumpe (Schlauchende) erfolgen.



Bild 6: Einbau mit Gleitschalungsfertiger



Bild 7: Einbau mit Walzenfertiger



Bild 8: Einbau mit Rüttelbohle



Bild 9: Einbringen und Verdichten

Tafel 1: Eigenüberwachungsprüfungen am Frisch- und Festbeton

Prüfung	Zusammenhängende Fläche		
	< 100 m ²	≤ 500 m ²	> 500 m ²
Konsistenz	jedes Fahrzeug	jedes Fahrzeug	ZTV Beton-StB
w/z-Wert	nach Bedarf	nach Bedarf	ZTV Beton-StB
LP-Gehalt Rohdichte	jedes Fahrzeug	jedes Fahrzeug	ZTV Beton-StB
Luft- und Frischbetontemperatur	jedes Fahrzeug	jedes Fahrzeug	ZTV Beton-StB
Dichte und Druckfestigkeit	1 Probekörper (Würfel)	3 Probekörper (Würfel) je Tagesleistung/Projekt	ZTV Beton-StB ¹⁾
Fotodokumentation (z.B. Dübellage)	erforderlich	nach Bedarf	nach Bedarf

¹⁾ Unter Beachtung technologischer Besonderheiten (z.B. Anzahl der Betonierabschnitte oder bei Handeinbaufeldern) ist eine Verringerung der Probekörperanzahl möglich.

Der empfohlene Prüfumfang ist Tafel 1 zu entnehmen.

Bohrkerne im Rahmen der Kontrollprüfung sollten nur im Zweifelsfall gezogen werden. Zerstörungsfreie Prüfungen sind zerstörenden Prüfungen vorzuziehen. Die Dicke der Decke sollte z.B. durch Abstandsmessung von einer Schnur (gemäß TP D-StB) ermittelt werden.

Zur Beurteilung der Druckfestigkeit können die Ergebnisse der Eigenüberwachung mit herangezogen werden.

Besonderheiten für Stadtstraßen

Für die verschiedenen Nutzungsansprüche bei Stadtstraßen und unter Beachtung der anzutreffenden Verkehrsarten gibt es eine Vielzahl von Querschnittslösungen. Die Querschnitte für Stadtstraßen sind in den Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt) systematisiert. Im Folgenden werden beispielhaft für einige typische Querschnitte der RASt Vorschläge für die Betonbauweise dargestellt. Eine Anwendung

der Betonbauweise bei Stadtstraßen mit hohen Schwerverkehrsanteilen wie z.B. in Gewerbe- und Industriegebieten ermöglicht es, die Vorteile der Bauweise optimal zu nutzen. Dies kann unabhängig von der Bauweise der Nebenanlagen geschehen.

Fugenausbildung

Bei der Erstellung der Fugenpläne ist vorab zu klären, ob die Stadtstraße markiert werden soll (z.B. Mittelmarkierung). Die Fugen sind dann so anzuordnen, dass die geplante Markierung weitgehend ohne Konflikte erstellt werden kann.

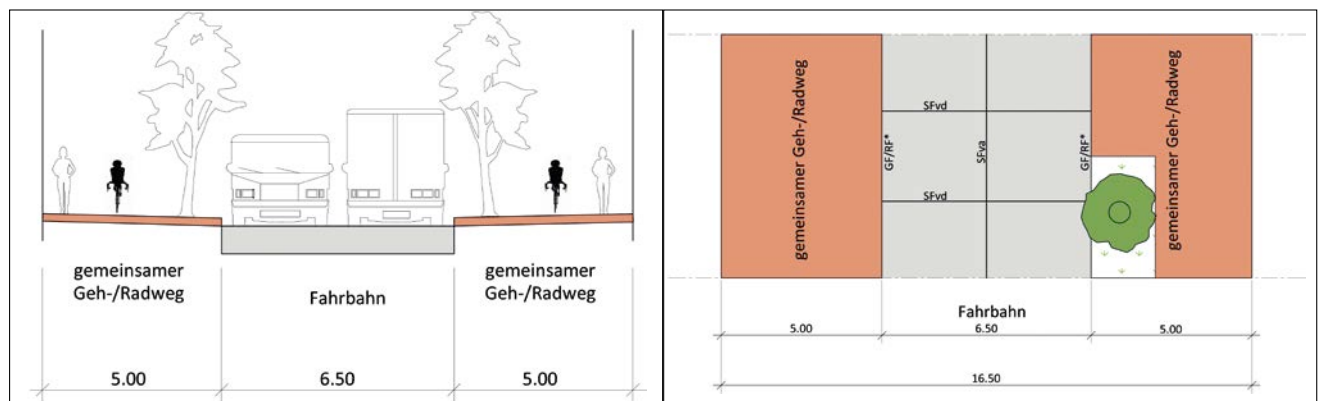


Bild 10: Beispiel einer Sammelstraße Typ 3.4 nach RAST

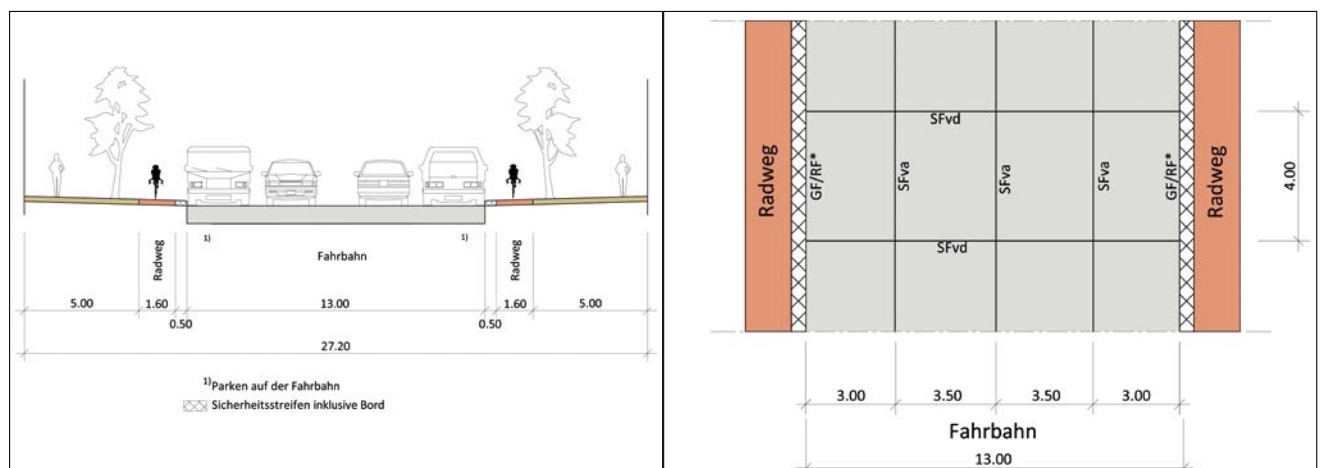


Bild 11: Beispiel einer Industriestraße Typ 10.2 nach RAST

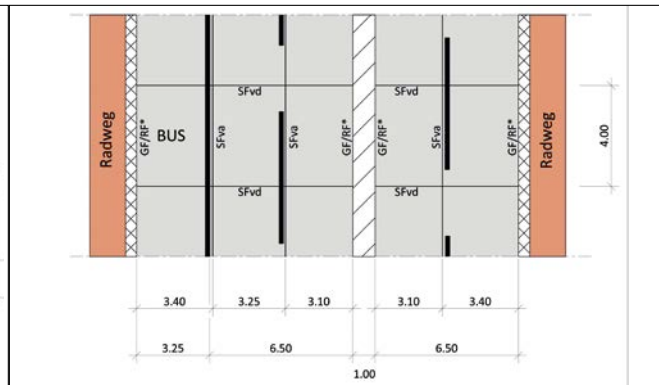
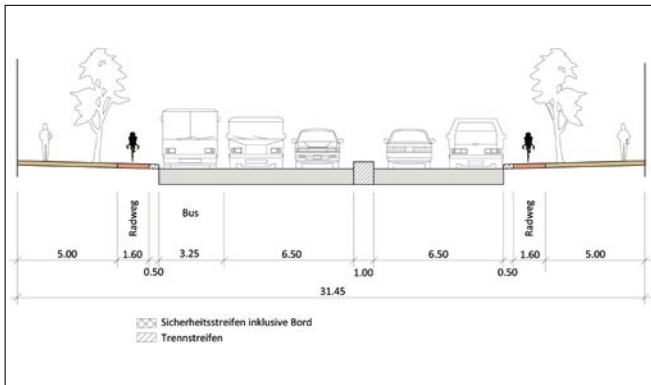


Bild 12: Beispiel einer Verbindungsstraße mit Busfahrstreifen Typ 11.6 nach RAST (Busfahrstreifen in Beispiel nur in einer Richtung)

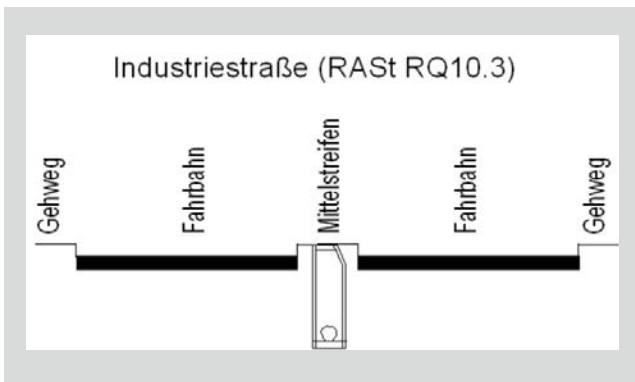


Bild 13: Lage eines Kanals im Mittelstreifen – Prinzip nach RAST

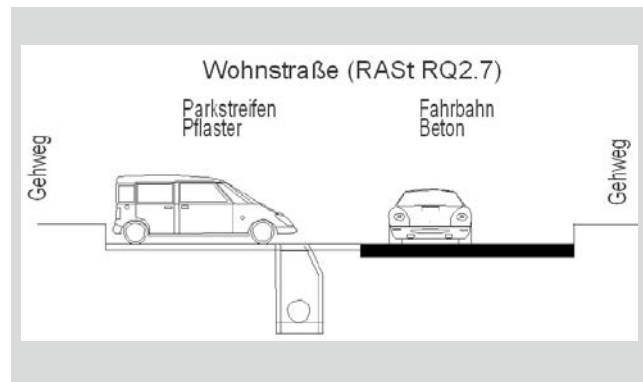


Bild 14: Lage eines Kanals im Parkstreifen – Prinzip nach RAST

Einbauten

Kleinere Einbauten, wie z.B. Schieberkappen von Gas- oder Wasserleitungen sollten möglichst in den Fugenverlauf integriert werden.

Fernmeldeschächte sind in das Fugenbild zu integrieren, wobei die Schächte, wenn möglich, nicht in der Fahrspur liegen sollten. Die Platte sollte zweilagig konstruktiv bewehrt werden. Die Schächte sind durch eine Raumfuge von der Betondecke zu trennen.

Die Schlitzte zum Einbau von Induktionsschleifen stellen grundsätzlich eine Schwächung der Betondecke dar. Diese kann



Bild 15: Beispiel Fugenbild am Fernmeldeschacht

ausgeglichen werden, indem die Gesamtdicke im Bereich der Induktionsschleifen um das Maß der Schlitztiefe erhöht wird.

Alternativ kann eine Bewehrung aus Glasfasern eingesetzt werden (Bild 17).

Besonderheiten von Landstraßen

Die im Merkblatt behandelten Außerortsstraßen sind Landstraßen im Sinne der Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL). Bedingt durch die fahrdynamische



Bild 16: Induktionsschleife in Betonfahrbahn



Bild 17: Verwendung von Bewehrung aus Glasfasern für den Bereich der Induktionsschleifen

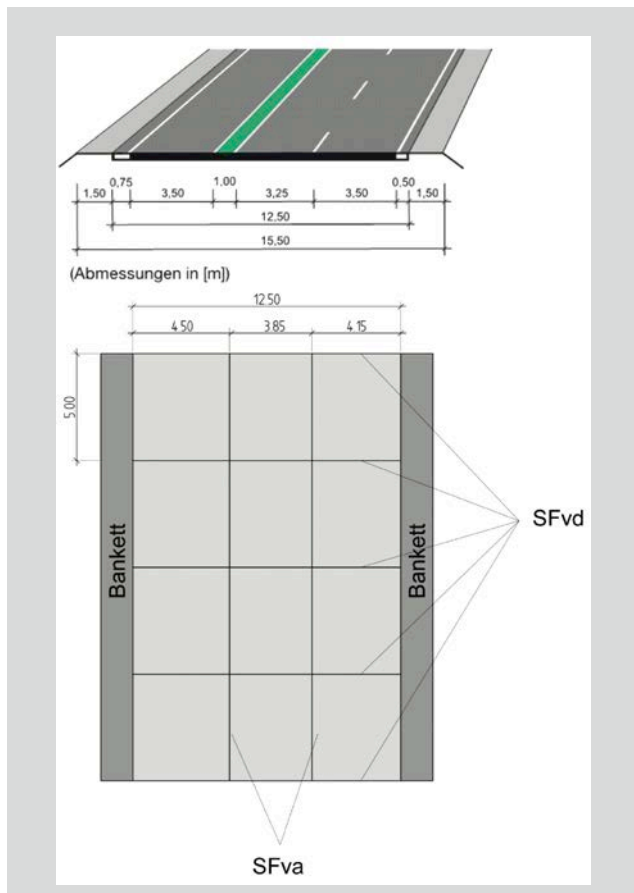


Bild 18: Geeignetes Fugenbild für Landstraßen der Entwurfsklasse 1 – Regelquerschnitt 15,5 m (EKL 1 – RQ 15,5)

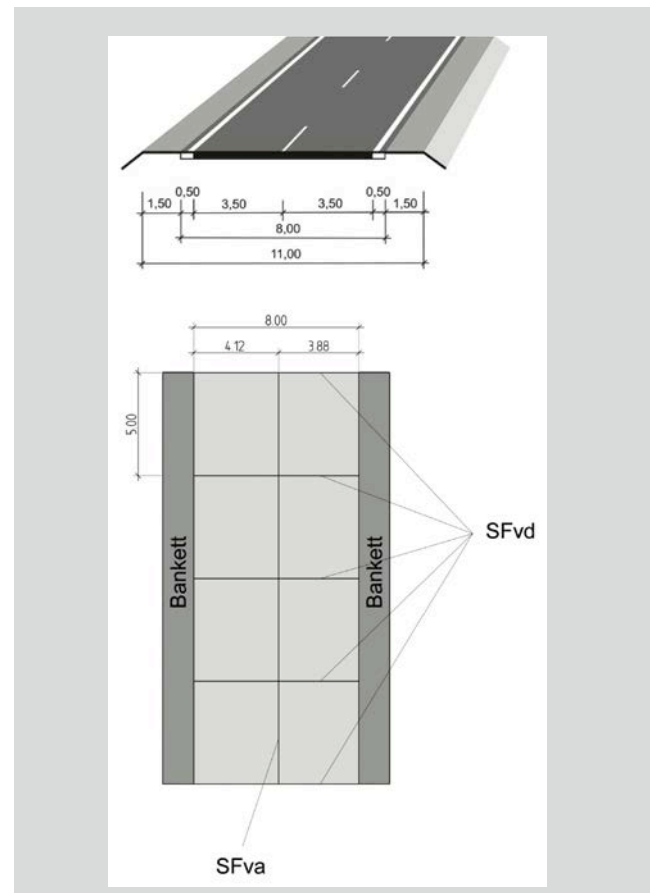


Bild 19: Geeignetes Fugenbild für Landstraßen der Entwurfsklasse 3 – Regelquerschnitt 11,0 m (EKL 3 – RQ 11)

Trassierung dieser Straßen können in engen Kurvenbereichen Fahrbahnverbreiterungen am Innenrand erforderlich werden.

Die folgenden Bilder zeigen ausgewählte Regelquerschnitte für Straßen der Entwurfsklassen 1 bis 3 mit sinnvollen Plattengeometrien. Diese Regelausbildungen berücksichtigen auch die Markierungen, um eine Überlagerung zu vermeiden.

Besonderheiten für plangleiche Knotenpunkte

Beim Entwurf von plangleichen Kreuzungen in Betonbauweise sollte der Fugenplan so ausgebildet werden, dass die Hauptrichtung das Fugenbild beibehält. Des Weiteren ist die besondere Lage der Markierung in Kreuzungsbereichen zu beachten. Die Fu-

gen sollten so geplant werden, dass eine Markierung nur in Ausnahmefällen über diesen liegt.

Die an die Hauptrichtung anschließenden Äste der Nebenrichtung werden in den meisten Fällen über Raumfugen angeschlossen, um das Längs- und Querverhaltensverhalten konstruktiv zu berücksichtigen und somit Zwangsspannungen zu vermeiden.

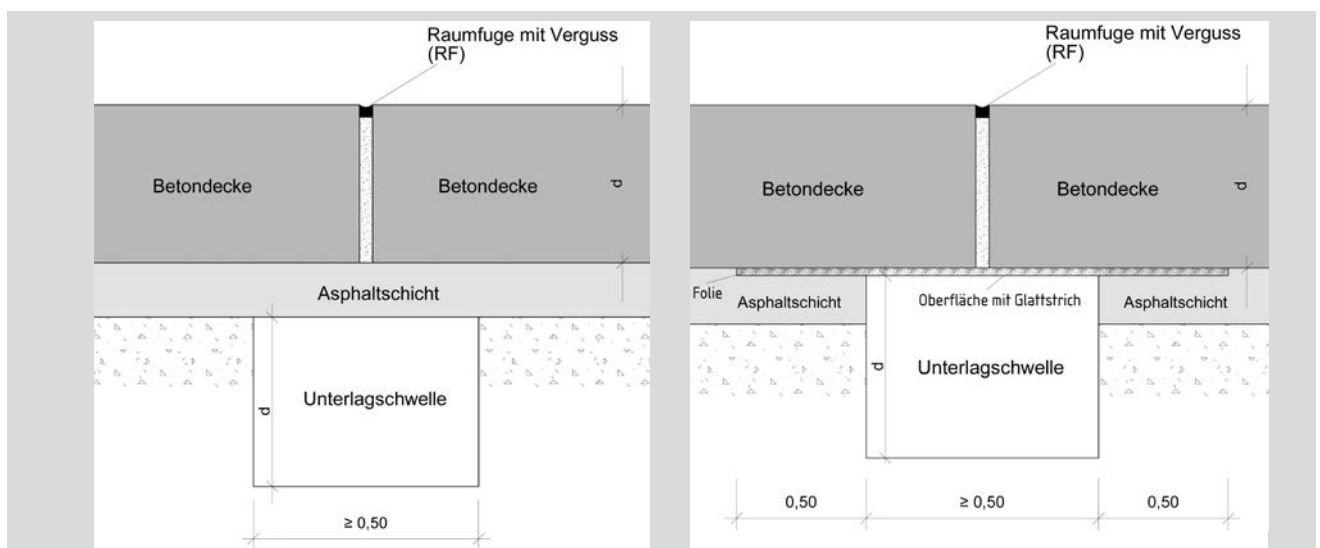


Bild 20: Beispiele einer Unterlagschwelle mit unverdübelter Raumfuge

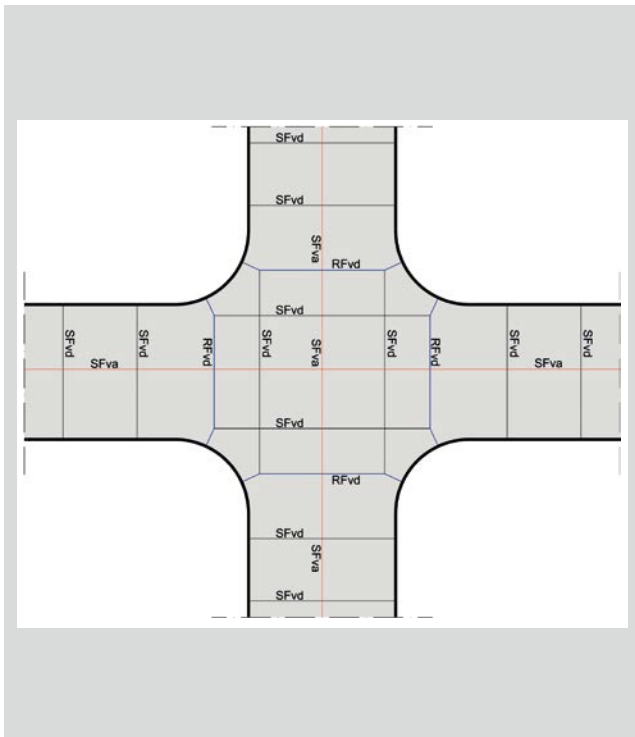


Bild 21: Beispiel für eine Fugeneinteilung eines plangleichen Knotenpunktes an einer Stadtstraße mit verdübelter Raumfuge (alternativ wie oben mit Unterlagschwelle)

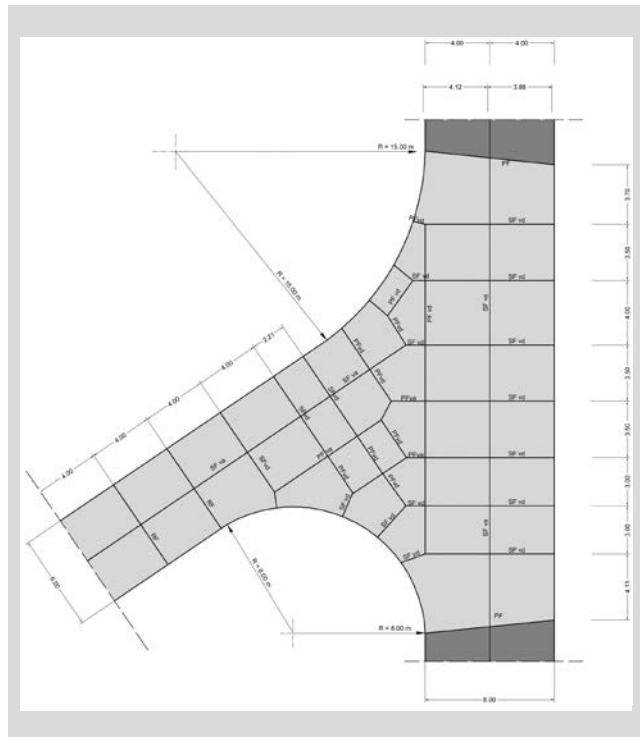


Bild 22: Beispiel Knotenpunkt einer Betonstraße mit Fugeneinteilung im Knotenpunktsbereich (Vollausbau in Betonbauweise)

Besonderheiten bei Aufgrabungen

Die Betondecke in der Aufbruchsstelle sollte mit einem Fugenschneidgerät in voller Deckendicke getrennt werden. Dies muss durch ein auf die Betondeckendicke abgestimmtes Sägeblatt gewährleistet werden. Beim Aufbruch des Betons sollte sichergestellt werden, dass die verbleibenden Anschlussplatten und deren Unterlage nicht beschädigt werden. Daher sollten Anker- und Dübelverbindungen zuerst getrennt werden. Außerdem können auch zusätzliche Entlastungsschnitte in der Aufbruchfläche angeordnet werden.

Bei hohen Temperaturen dehnt sich die Betondecke aus und steht gegebenenfalls unter einer horizontalen Vorspannung. Das Heraustrennen von Platten und Plattenteilen kann dadurch erschwert werden. Trennarbeiten sollten daher vorzugsweise bei kühleren Witterungsbedingungen ausgeführt werden. Hinsichtlich des schonenden Ausbaus von Platten und Plattenteilen wird auf die ZTV BEB-StB verwiesen.

Der Rückschnitt für die endgültige Wiederherstellung der Fahrbahn sollte über die gesamte Dicke der gebundenen Deck- und Tragschichten durchgeführt werden. Durch die Rücknahme der ungebundenen Schichten bis zum Planum kann sichergestellt werden, dass aufgelockerte Bereiche in der

Böschungsschulter ausreichend verdichtet werden können.

Der Bereich der Fahrbahndecke kann mit frühfesten Betonen verschlossen werden, um eine Verkehrsfreigabe zu beschleunigen.

Zusammenfassung

Das vorliegende Merkblatt gibt Anregungen für Planung, Konstruktion, Ausschreibung

und Bau von Stadt- und Landstraßen sowie plangleichen Knotenpunkten aus Beton und deren Bauliche Erhaltung.

Die aufgezeigten Lösungen sind Beispiele und sollten durch ingenieurmäßiges Herangehen erweitert werden. Grundlage sind die aktuellen Regelwerke der FGSV, die durch Merkblätter ergänzt werden, die einen empfehlenden Charakter haben.

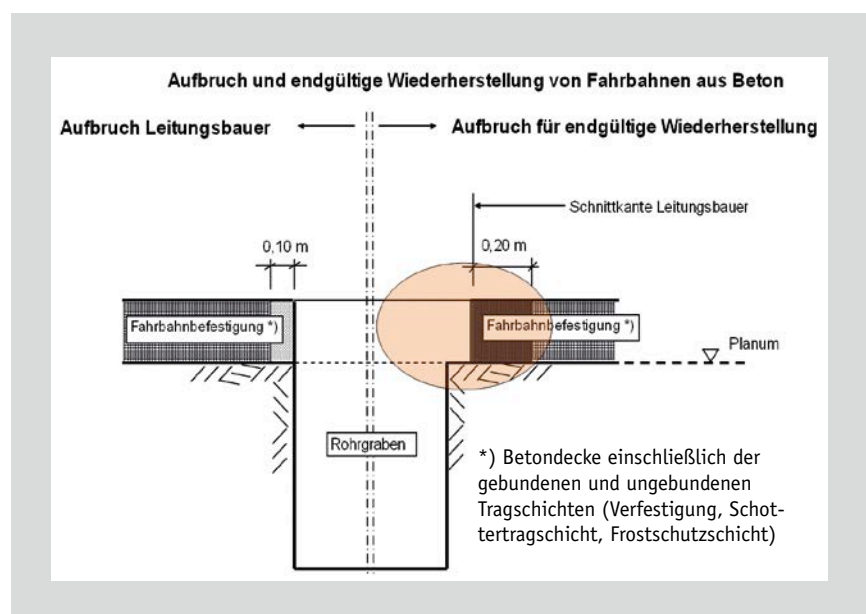


Bild 23: Prinzipskizze zum Entfernen und zur Wiederherstellung des Oberbaus

Schwinden von Fahrbahndeckenbetonen

Dr.-Ing. Eberhard Eickschen, Dr.-Ing. Norbert Ehrlich, Düsseldorf

Zum Vermeiden von wilden Rissen und zum Ausgleich von Längenänderungen ist die Betonfahrbahndecke durch Fugen zu unterteilen. Die Fugen werden mit Heiß- oder Kaltvergussmassen oder Fugenprofilen entsprechend den ZTV Fug-StB („Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fugen in Verkehrsflächen“) abgedichtet. In den letzten Jahren haben sich Schäden bei Verwendung von Heißvergussmassen des Typs N2 bereits nach kurzer Nutzung während der Anspruchsfrist für Mängelansprüche gezeigt. Festgestellt wurden u.a. eine zu geringe Dauerhaftigkeit der Fugenmassen selbst oder Ablösungen des Fugenmaterials von den Flanken (zu geringe Flankenhaftung zwischen Beton und Fugenmasse).

1 Einleitung

Als mögliche Ursache der Schäden wurde auch vermutet, dass sich das Schwindverhalten aktueller Fahrbahndeckenbetone im Vergleich zur Vergangenheit z.B. durch Veränderungen der Zemente oder durch die Einführung der Waschbetonbauweise nennenswert verändert hat. Ein größeres Schwinden könnte vergrößerte Fugenöffnungen hervorrufen und Schäden an Fugenmassen begünstigen.

Im Auftrag der Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e.V. wurden daher im VDZ Untersuchungen zum Schwinden von Fahrbahndeckenbetonen mit aktuellen Zementen und Betonzusammensetzungen durchgeführt und mit Ergebnissen alter Untersuchungen des Vereins Deutscher Zementwerke (VDZ) aus dem Zeitraum 1995 bis 1997 [1] verglichen. Durch den Vergleich sollte eine Aussage über ein möglicherweise verändertes Schwindverhalten der Betone getroffen werden.

Einfluss auf die Schwindverformung einer Betonfahrbahndecke hat insbesondere das Trocknungsschwinden und in geringerem Maße das chemische Schwinden [1, 2]. Das Gesamtschwinden des Betons wird in erster Linie durch die umgebungsbedingten Feuchteänderungen beeinflusst. Je geringer die mittlere relative Luftfeuchte und je höher die Windgeschwindigkeit ist, umso größer ist das Endschwindmaß. Das Schwinden ist umso größer, je größer die einer Trocknung ausgesetzten Außenflächen U eines Bauteils sind und umso kleiner, je größer die Querschnittsfläche A_c ist (Tafel 1).

2 Veränderung der Bauweise

2.1 Zement

Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) überprüft zur Erfahrungssammlung die eingesetzten Zemente und stellt die Prüfer-

gebnisse in Jahresberichten zusammen [z.B. 3, 4]. Tafel 2 zeigt einen Überblick über die seit 2004 eingesetzten Zementarten und Festigkeitsklassen. 2004 wurden fast ausnahmslos Portlandzemente der Festigkeitsklasse 32,5 R entsprechend dem alten Standardzement PZ 35 F verwendet. Nach der Absenkung des Alkaligehalts im Jahr 2005 zur Verringerung des Risikos einer schädigenden Alkali-Kieselsäure-Reaktion auf 0,80 M.-% (ARS 15/2005) [5] fiel der Anteil der Zemente der Festigkeitsklasse 32,5 stetig. Ursache hierfür ist, dass mit sinkendem Alkaligehalt des Zements die Anfangsfestigkeiten ab- und die 28-Tage-Festigkeiten zunehmen [6, 7]. Der niedrigere Alkaligehalt führte bei vergleichbaren Mahlfineinheiten vereinzelt zur Überschreitung der Anforderung an die 28-Tage Normfestigkeit für Portlandzement der Festigkeitsklasse 32,5 R. Daher entsprechen die Zemente heute i.d.R. der höheren Festigkeitsklasse 42,5 N. Diese zementbedingten Veränderungen dürften das Schwinden des Betons kaum beeinflussen [1, 8].

2.2 Waschbetonbauweise

Die Waschbetonbauweise wurde als Standardbauweise für lärm mindernde Betonfahrbahndecken mit dem Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau ARS 14/2006 [9] eingeführt und 2008 auch in das neue Regelwerk (TL und ZTV Beton-StB 07 [10, 11]) übernommen. Bereits zuvor waren langjährige Erfahrungen mit Waschbeton gemacht worden (Tafel 3). Bei der Waschbetonherstellung wird in zweischichtiger

Bauweise ein dünner Oberbeton mit einem Größtkorn von 8 mm und einem Zementgehalt von mindestens 420 kg/m³ eingebaut.

Danach wird ein Verzögerer auf die frisch verdichtete Betondecke gesprüht. Die Gesteinskörnungen werden freigelegt, indem die oberflächennahe Mörtelschicht ausgebürstet wird. Im Vergleich zur bisherigen Standardbauweise weist Waschbeton einen von 340 kg/m³ auf 420 kg/m³ erhöhten Zementgehalt bei etwas verringertem w/z-Wert auf. Der insgesamt höhere Zementsteingehalt kann ein etwas größeres Schwinden hervorrufen. Bisher ist kein Schaden durch ein erhöhtes Schwinden bekannt.

3 Versuchsdurchführung

3.1 Ausgangsstoffe und Betonzusammensetzungen

Zur Überprüfung des Schwindens aktueller Fahrbahndeckenbetone wurden vier Betone hergestellt: zwei Betone mit Kiessand 0/16 mm und zwei Betone mit Splitt (Tafel 4). Es wurde ein in einer aktuellen Baumaßnahme eingesetzter CEM I 42,5 N verwendet. Die chemischen und physikalischen Kennwerte sind in Tafel 5 zusammengestellt. Der Zement entsprach den Anforderungen der TL Beton-StB 07 an einen Fahrbahndecken zement. Für die Versuche mit Kiessand wurden die in [1] eingesetzten Gesteinskörnungen verwendet: Quarzmehl 0/0,2 mm, Quarzsand 0/1 mm, Rheinsand 0/2 mm, Rheinkies der Korngruppen 2/8 und 8/16 mm. Für die Splittbetone wurde Splitt (Diabas) der Korngruppen 2/5, 5/8, 8/16 und 16/22 mm eingesetzt. Der Luftgehalt wurde mit einem synthetischen LP-Bildner-Konzentrat eingestellt.

Die erste Betonzusammensetzung „Kiessandbeton 0/16 mm ohne LP“ orientierte sich an den in [1] beschriebenen Versuchen. Der Zementgehalt betrug 350 kg/m³ und

Tafel 1: Endschwindmaße $\varepsilon_{cs\infty}$ nach EC 2 und CEB-FIP Model Code 90 von Bauteilen bei 50 und 80 % relativer Feuchte (r.F.)

Innenräume r.F. = 50 %			Im Freien r.F. = 80 %		
Wirksame Bauteildicke $h_o = 2 A_c / U$ [mm]					
50	150	600	50	150	600
Endschwindmaß $\varepsilon_{CS,\infty}$ [mm/m]					
-0,57	-0,56	-0,47	-0,32	-0,31	-0,26

Tafel 2: Entwicklung der Verwendung verschiedener Zemente in Betonfahrbahndecken (Auswertung der Jahresberichte der BAST)

Zement		Anzahl der Zemente in Abhängigkeit des Jahres										
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
CEM I	32,5 R	41 (93 %) ¹⁾	22 (65 %)	11 (55 %)	11 (65 %)	20 (51 %)	6 (29 %)	– (0 %)	2 (6 %)	– (0 %)	– (0 %)	– (0 %)
	42,5 N	3	12	9	6	19	15	13	32	35	32	30
	42,5 R	–	–	–	–	–	–	3	1	–	–	–
	52,5 N	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–
CEM II/A-S 42,5		–	–	–	–	2	5	3	–	4	1	–
CEM II/B-S 42,5		–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–
CEM II/B-S 32,5 R		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
CEM III/A 42,5 N		–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–
Summe		44	34	20	18	41	26	19	35	43	33	30
Anforderung Alkaliegehalt z.B. für CEM I	1,0	bis 5/2005	ab 6/2005	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		1,00	0,80									

¹⁾ Prozentanteil der Festigkeitsklasse 32,5 bei den Portlandzementen

der w/z-Wert 0,45. Als Gesteinskörnung wurde Quarzmehl 0/0,2 mm und Quarzsand 0/1 mm sowie Rheinkiesand 0/16 mm verwendet. Um den direkten Vergleich zu ermöglichen, wurde auf einen LP-Bildner verzichtet.

Die zweite *Betonzusammensetzung „Kies-sandbeton 0/16 mm mit LP“* entsprach dem ersten Beton mit dem Unterschied, dass der Luftporengehalt auf $(4,5 \pm 0,5)$ Vol.-% eingestellt wurde.

Die dritte *Betonzusammensetzung „Unterbeton Splitt 2/22 mm mit LP“* wurde mit dem Sand der ersten beiden Betone und Splitt 2/22 hergestellt. Der Zementgehalt betrug 350 kg/m^3 und der w/z-Wert 0,41. Der Luftgehalt sollte $(4,5 \pm 0,5)$ Vol.-% betragen.

Die vierte *Betonzusammensetzung „Waschbeton Splitt 2/8 mm mit LP“* wurde ebenfalls mit dem Sand der ersten beiden Betone und Splitt 2/8 mm hergestellt. Der Zementgehalt betrug 420 kg/m^3 und der w/z-Wert 0,40. Der Luftgehalt sollte $(6,0 \pm 0,5)$ Vol.-% betragen.

3.2 Herstellung der Betone

Die Zugabemenge des LP-Bildners wurde bei den drei LP-Betonen so eingestellt, dass bei einer Mischzeit von zwei Minuten der Luftgehalt des Betons geprüft mit dem 8 l-Drucktopf zehn Minuten nach Mischende $(4,5 \pm 0,5)$ Vol.-% (Kiessand- bzw. Splittbeton mit LP) bzw. $(6,0 \pm 0,5)$ Vol.-% (Waschbeton) betrug. Von jedem Beton wurden rund 100 l Frischbeton hergestellt. Zement und Gesteinskörnungen wurden in einem 250 l-Zwangsmischer 15 Sekunden trocken vorgemischt. Der LP-Bildner wurde unmittelbar vor dem Mischen des Betons dem Zugabewasser zugegeben. Die Misch-

zeit nach Zugabe aller Bestandteile betrug zwei Minuten.

a) Frischbetonuntersuchungen

10 und 30 Minuten nach der Herstellung (Mischende) wurden der Luftgehalt mit dem 8 l-Drucktopf sowie die Konsistenz mit dem Verdichtungsmaß bestimmt. LP-Topf und Verdichtungskasten wurden auf dem Rütteltisch verdichtet. Die Durchführung der Prüfungen entsprach den Normen der Reihe DIN EN 12350.

b) Festbetonuntersuchungen

Zehn Minuten nach der Herstellung (Mischende) wurden für die Prüfungen am Festbeton Probekörper in Stahlformen hergestellt. Die Probekörper wurden auf

dem Rütteltisch verdichtet. Es wurden drei Würfel (150 mm Kantenlänge) zur Bestimmung der 28-Tage-Druckfestigkeit und zwei Balken (100 mm x 100 mm x 500 mm) für die Schwindprüfungen hergestellt.

3.3 Lagerung und Prüfung

Die für die Schwindprüfung vorgesehenen Balken wurden direkt nach der Herstellung mit einer Plastikfolie und zusätzlich mit einer Glasscheibe abgedeckt. Alle Probekörper wurden in ihren Formen (24 ± 1) Stunden im Klimaraum bei einer Lufttemperatur von $(20,0 \pm 2,0)^\circ\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchtigkeit von $> 95\%$ in einem Feuchtkasten gelagert. Anschließend wurden die Probekörper ausgeschalt. Die drei Würfel und die zwei Balken wurden danach wie folgt gelagert und geprüft:

a) Druckfestigkeit

Die drei Würfel mit 150 mm Kantenlänge wurden nach dem Ausschalen entsprechend DIN EN 12390-2: Berichtigung 1 bis zum Alter von 7 Tagen unter Wasser und danach bis zur Prüfung der Druckfestigkeit im Alter von 28 Tagen nach DIN EN 12390-3 im Klimaraum bei einer Lufttemperatur von $(20,0 \pm 2,0)^\circ\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchtigkeit von $(65 \pm 5)\%$ gelagert.

b) Schwinden der Balken

Direkt nach dem Ausschalen wurden die Balken entsprechend der Vorgehensweise in [1] mit Messmarken versehen. Auf den beiden Seitenflächen (500 mm x 100 mm) der Balken wurden jeweils zwei Messmarken mittig im Abstand von 400 mm angebracht. Unmittelbar im Anschluss an die Nullmessung im Alter von einem Tag wurden die Balken bis zum Alter von drei Tagen in enganliegende Folie luftdicht verpackt. Durch diese Lagerung wurde eine dreitägige

Tafel 3: Erfahrungen mit Waschbeton [12]

Strecke	Baujahr	Länge [m]
Gebaute Strecken		
A19 Wittstock	1993	1.150
A 93 Brannenburg	1995	950
B56 Düren	1997	600
A38 Nordhausen	1998	2.400
A4 Aachen	2000	400
A9 Coswig	2003	600
A 93 Kiefersfelden	2004	11.800
A5 Darmstadt	2004	250
Geplant (Stand 2004)		
A5 Karlsruhe	2005/06	6.000
A 44 Unna	2005/06	8.000
A38 Leipzig	2006	500

Tafel 4: Mischungszusammensetzung der Betone

Bestandteile	Kiessandbeton 0/16 mm ohne LP	Kiessandbeton 0/16 mm mit LP	Unterbeton Splitt 2/22 mm mit LP	Waschbeton Splitt 2/8 mm mit LP
Zement CEM I 42,5 N [kg/m³]	350	350	340	420
w/z-Wert	0,45	0,45	0,41	0,40
Wasser [kg/m³]	157,5	157,5	139	168
LP-Bildner [M.-% v. z.]	–	0,050	0,045	0,050
Quarzmehl 0/0,2 (2,65 kg/dm³)	37,5	36,3	34,5	31,3
Quarzsand 1/2 (2,61 kg/dm³)	148,8	142,5	136,0	122,5
Sand 0/2 (2,65 kg/dm³)	426,3	408,8	388,6	350
Kies 2/8 (2,62 kg/dm³)	665,0	636,3	–	–
Kies 8/16 (2,61 kg/dm³)	596,3	571,3		
Splitt 2/5 (2,85 kg/m³)	–	–	151,5	546,3
Splitt 5/8 (2,85 kg/dm³)			151,0	725,6
Splitt 8/16 (2,85 kg/dm³)			563,6	–
Splitt 16/22 (2,85 kg/dm³)			543,5	
LP-Gehalt [Vol.-%]	1,5	4,5	4,5	6,0
Frischbetonrohddichte [kg/m³]	2.381	2.303	2.448	2.364
Zementleimgehalt [l/m³]	270,4	270,4	249,1	303,5

Nachbehandlung simuliert. Im Alter von drei Tagen wurden die Balken aus der Folie entnommen und im Klimaraum bei einer Lufttemperatur von $(20,0 \pm 2,0)$ °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von (65 ± 5) % gelagert. Der Abstand der Messmarken an den Balken wurde mit einem Setzdehnungsmesser gemessen und die Dehnung der Betonbalken berechnet. Nach der Nullmessung im Alter von einem Tag wurden weitere Messungen nach 3, 7, 14, 28, 56, 90, 120, 182, 238, 301 und 365 Tagen durchgeführt und hieraus das Schwinden der Balken in Längsrichtung bestimmt. Die im Folgenden angegebenen Messwerte sind Mittelwerte aus jeweils zwei Probekörpern.

Tafel 5: Chemische und physikalische Kennwerte des CEM I 42,5 N

Kennwert		CEM I 42,5 N
Na ₂ O-Äquivalent	[M.-%]	0,41
Erstarrungsbeginn	[Min.]	231
Wasseranspruch	[%]	26,0
Spez. Oberfläche nach Blaine	[cm²/g]	3.120
Druckfestigkeit 2 Tage	[MPa]	23,9
28 Tage		57,1

4 Versuchsergebnisse

Die Ergebnisse der Frischbetonuntersuchungen und der Druckfestigkeitsprüfung sind in Tafel 6 zusammengestellt. Die Druckfestigkeit entsprach den Anforderungen der TL Beton-StB. In Bild 1 ist der Verlauf und die Streubreite des Schwindens von zwölf Betonen mit zwölf verschiedenen PZ 35 F aus [1] bis zu einer Lagerungsdauer von einem Jahr dargestellt. Diese Betone weisen die Mischungszusammensetzung des aktuellen Kiessandbetons 0/16 mm ohne LP-Bildner auf. Das Schwinden der zwölf „alten“ Betone betrug nach sieben Tagen 0,15 mm/m bis 0,25 mm/m, nach 28 Tagen 0,3 mm/m bis 0,4 mm/m und nach 365 Tagen 0,5 mm/m bis 0,7 mm/m. In der Tendenz nahm bei den damaligen Versuchen das Schwinden des Betons mit zunehmendem

Alkaligehalt und zunehmendem Wasseranspruch des Zements geringfügig zu [1]. Mit diesen rund 20 Jahre alten Versuchsergebnissen können die Schwindwerte der vier aktuellen Betone verglichen werden. Der aktuelle Kiessandbeton ohne LP liegt entsprechend dem geringen Alkaligehalt des Zements im unteren Streubereich der zwölf Betone nach [1]. Durch die Zugabe eines LP-Bildners erhöht sich erwartungsgemäß das Schwinden infolge des erhöhten Zementsteingehalts und des geringeren Gehalts an aussteifender Gesteinskörnung. Der Unterbeton mit Splitt 2/22 mm liegt im Streubereich der zwölf Kiessandbetone. Der Waschbeton mit Splitt 2/8 mm schwindet aufgrund des höheren Zementsteingehalts rund 0,1 mm/m mehr als der Unterbeton mit Splitt 2/22 mm. Das Schwinden des Waschbetons liegt geringfügig oberhalb des Streu-

bereichs der zwölf Kiessandbetone. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Waschbeton als LP-Beton etwas stärker schwindet als die zwölf Kiessandbetone ohne LP-Bildner. Die orientierenden Versuche zeigen, dass sich das Schwindverhalten der untersuchten aktuellen Fahrbahndeckenbetone im Vergleich zur Vergangenheit nicht nennenswert verändert hat.

5 Zusammenfassung

Die Praxisbedingungen sind von wesentlicher Bedeutung für die baupraktische Bewertung der Versuchsergebnisse. Gegenüber den Laborbedingungen mit der ständigen Lagerung im Klimaraum 20°C/65 % r.F. und der daraus resultierenden mittleren Schwinddehnung im Alter von einem Jahr

von rund 0,6 mm/m verringert sich die Schwinddehnung in der Praxis wegen der wesentlich höheren Umgebungsfeuchte und der häufigen Wiederbefeuchtung der Betonfahrbahnplatte auf etwa 0,3 mm/m [13]. Als Schwindverkürzung einer 5 m langen Betonfahrbahnplatte wird in den ersten 10 Jahren nach dem Einbau ein Wert von bis zu 1 mm entsprechend 0,2 mm/m angegeben [14]. Die an die reduzierte Umgebungsfeuchte angepassten Laborwerte und die Praxiswerte entsprechen den in Tafel 1 angegebenen Richtwerten von rund 0,3 mm/m.

Darüber hinaus wird die Verformung der Betondecke je nach Verbund mit der Unterlage behindert. Das Schwinden des Oberbetons (Waschbeton) wird beispielsweise vom weniger stark schwindenden Unterbeton (Bild 1) behindert und damit verringert.

Betonfahrbahndecken unterliegen zudem einer Vielzahl von Belastungen durch Verkehr und Klima, die sich häufig überlagern. Bei einem Temperaturunterschied von 40 °K entstehen z.B. temperaturbedingte Verformungen von rund 0,40 mm/m. Geringfügige Unterschiede der Betone hinsichtlich des hygrischen Verformungsverhaltens wirken sich daher kaum auf die Gesamtverformung aus, so dass die im Labor ermittelten Unterschiede baupraktisch keine nennenswerte Rolle mehr spielen.

Die Versuche zeigen, dass sich das Schwindverhalten der untersuchten aktuellen Fahrbahndeckenbetone im Vergleich zur Vergangenheit nicht nennenswert verändert hat. Geringfügige Unterschiede der Betone im hygrischen Verformungsverhalten wirken sich außerdem kaum auf die Gesamtverformung einer Betonfahrbahnplatte aus. Als Ursache der Schäden an den Fugenmassen kann daher ein verändertes Schwinden des Betons ausgeschlossen werden. Zurzeit wird in Forschungsvorhaben an einer Erweiterung und Verbesserung der Prüfungen für die Fugenmaterialien gearbeitet.

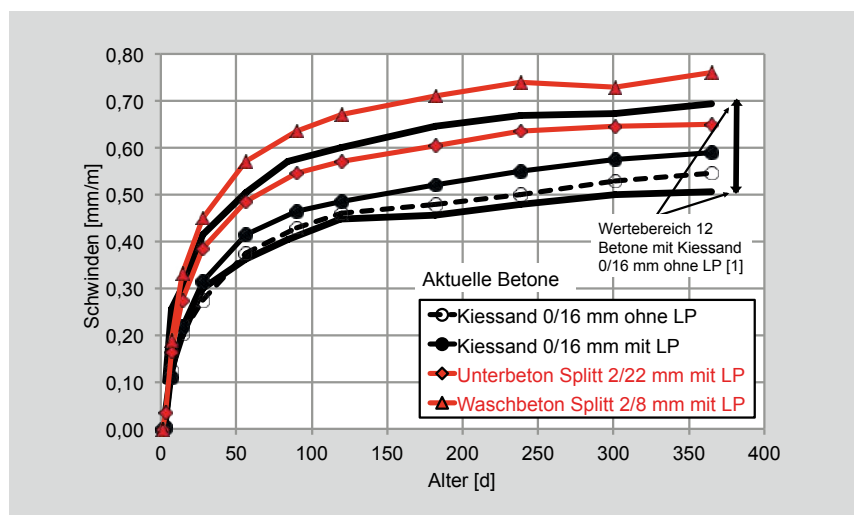


Bild1: Schwinden der Balken in Abhängigkeit vom Alter der Probekörper (Mittelwerte)

6 Literatur

- [1] Eickschen, E.; Siebel, E.: Einfluß der Ausgangsstoffe und der Betonzusammensetzung auf das Schwinden und Quellen von Straßenbeton: Teil 1, Teil 2. beton (1998) Heft 9, 10, S. 580–586, 641–646
- [2] Zement-Taschenbuch 2008, 51. Ausgabe, Verein Deutscher Zementwerke e.V. Verlag Bau + Technik GmbH (2008)
- [3] Rossbach, W.: Eigenschaften von Zementen für Fahrbahndecken aus Beton, Jahresabschlussbericht 2009. Bundesanstalt für Straßenwesen, 2010
- [4] Rossbach, W.: Eigenschaften von Zementen für Fahrbahndecken aus Beton, Jahresabschlussbericht 2010. Bundesanstalt für Straßenwesen, 2011
- [5] Der Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Allgemeines Rundschreiben Straßenbau (ARS) Nr. 15/2005 vom 02.06.2005, Sachgebiet 06.1: Straßenbaustoffe; Anforderungen, Eigenschaften und 06.2: Straßenbaustoffe, Qualitätssicherung; „Vermeidung von Schäden an Fahrbahndecken aus Beton in Folge von Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR)“, Bonn 2005
- [6] Locher, F. W.: Zement – Grundlagen der Herstellung und Verwendung. Verlag Bau + Technik GmbH, Düsseldorf 2000
- [7] Richartz, W.: Einfluss des K₂O-Gehalts und des Sulfatisierungsgrads auf Erstarren und Erhärten des Zements. ZKG INTERN. 39 (1986) No. 12, S. 678–687
- [8] Fleischer, W.: Einfluß des Zements auf Schwinden und Quellen von Beton. Dissertation der TU München (1992)
- [9] Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn: Allgemeines Rundschreiben Straßenbau ARS Nr. 14/2006
- [10] Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton. TL Beton-StB 07, Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung Straßenbau
- [11] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton. ZTV Beton-StB 07, Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung Straßenbau
- [12] Sulten, P.; Wolf, T.: Waschbeton – Eine alternative Betonoberfläche. Straße und Autobahn, 4/2006
- [13] Springenschmid, R.: Die Ermittlung der Spannungen infolge von Schwinden und Hydratationswärme in Beton. Beton- und Stahlbetonbau 79 (1984) H. 10, S. 263–269
- [14] Eisenmann, J.; Leykauf, G.: Betonfahrbahnen. Verlag Ernst und Sohn, 2. Auflage, Berlin 2003

Tafel 6: Frisch- und Festbetoneigenschaften

Kennwert	Kiessandbeton 0/16 mm ohne LP		Kiessandbeton 0/16 mm mit LP		Unterbeton Splitt 2/22 mm mit LP		Waschbeton Splitt 2/8 mm mit LP	
	10 Min.	30 Min.	10 Min.	30 Min.	10 Min.	30 Min.	10 Min.	30 Min.
Luftgehalt [Vol.-%]	1,0	—	4,5	4,2	4,9	4,4	5,5	5,0
Frischbetonrohddichte LP-Topf [kg/dm³]	2,42	—	2,30	2,28	2,44	2,46	2,39	2,42
Verdichtungsmaß	1,21	1,26	1,13	1,20	1,33	1,37	1,30	1,33
28 Tage-Druckfestigkeit [N/mm²]	61,3		45,1		48,0		52,0	

NA-Zemente: Kein Allheilmittel zur Vermeidung von AKR-Schäden an Betonfahrbahndecken

Hinweise zum Einfluss von Gesteinskörnungen und Zementen auf das AKR-Schädigungspotenzial bei einer Alkalizufuhr von außen

Dipl.-Ing. Ingmar Borchers, Düsseldorf

Durch eine schädigende Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) sind in den letzten Jahren immer wieder Betonschäden auf Autobahnen aufgetreten. Die betroffenen Autobahnen wurden in den 1990er Jahren vor allem in Mitteldeutschland gebaut. Zur Vermeidung künftiger AKR-Schäden wurden 2005 und 2013 neue Anforderungen an Gesteinskörnungen und Betone für Fahrbahndecken festgelegt. Zusätzlich zu diesen Anforderungen wird aktuell in einigen Ausschreibungen zu Betonfahrbahndecken für CEM I-Zemente ein Alkaligehalt (Na_2O -Äquivalent) von $\leq 0,60$ M.-% gefordert. Aus diesem Anlass stellt der folgende Beitrag die Anforderungen an Fahrbahndeckenzemente, die wesentlichen Einflüsse auf den Widerstand eines Fahrbahndeckenbetons gegen eine AKR sowie nationale und internationale Erfahrungen zur Vermeidung von AKR-Schäden dar.

1 Festlegungen zu Fahrbahndeckenzementen

Anforderungen an Zemente für Betonfahrbahndecken, die über die DIN EN 197-1 oder DIN 1164-10 hinausgehen, legt die TL Beton-StB 07 [1] fest. Gemäß TL Beton-StB 07 müssen Fahrbahndeckenzemente u.a. die charakteristischen Werte des Alkaligehaltes (Na_2O -Äquivalent) nach Tafel 1 erfüllen. Bei CEM I-Zementen ist das Na_2O -Äquivalent auf $\leq 0,80$ M.-% begrenzt, welches regelmäßig durch die Werke selbst und durch eine Überwachungsstelle überwacht wird. Auch das Allgemeine Rund-

schreiben Straßenbau (ARS) Nr. 04/2013 [2] verweist auf die Anforderungen der TL Beton-StB 07.

2 Einfluss von Gesteinskörnungen und Zementen auf das AKR-Schädigungspotenzial bei einer Alkalizufuhr von außen

Der Widerstand eines Fahrbahndeckenbetons gegen eine AKR hängt u. a. von der Gesteinskörnung, dem verwendeten Zement und der Alkalizufuhr von außen ab. Der Ver-

lauf einer schädigenden AKR in Betonfahrbahndecken wird im Wesentlichen durch die Alkalireaktivität der Gesteinskörnung, die Alkalizufuhr von außen und den wirksamen Alkaligehalt des Zements beeinflusst. Um deren Einfluss zu verdeutlichen, prüfte der VDZ verschiedene Fahrbahndeckenbetone mit dem „60 °C-Betonversuch mit Alkalizufuhr von außen“ [9].

Bei dem Verfahren werden Betonprismen zunächst für 28 Tage vorgelagert. Anschließend werden sie durch mindestens zehn Zyklen einer 14-tägigen Wechsellagerung beansprucht. Während eines Zyklus werden die Probekörper 5 Tage bei 60 °C getrocknet. Danach werden jeweils drei Probekörper 2 Tage parallel in eine 3%ige und eine 10%ige Natriumchlorid-Lösung (NaCl) eingelagert. Anschließend werden sie 6 Tage in einer Prüfruhe bei 60 °C und mindestens 98 % relativer Luftfeuchte und zum Schluss eines jeden Zyklus für 1 Tag bei 20 °C und 98 % relativer Luftfeuchte gelagert. Am Ende jeder Wechsellagerung wird die Länge der Betonprismen bestimmt.

Ein Beton hat einen ausreichenden Widerstand gegen AKR in der Feuchtigkeitsklasse WS, wenn die Dehnungen der Betonprismen

Tafel 1: Charakteristischer Wert des Alkaligehaltes (Na_2O -Äquivalent) von Zementen für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton gemäß TL Beton-StB 07, Tabelle 2

Zement	Hüttensand- gehalt [M.-%]	Alkaligehalt des Zements Na_2O -Äquivalent [M.-%]	Alkaligehalt des Zements ohne Hüttensand bzw. gebranntem Schiefer Na_2O -Äquivalent [M.-%]
CEM I und 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	–	$\leq 1,05$

nach zehn Zyklen der Wechsellagerung (168 Tage inkl. der Vorlagerung) $\leq 0,5$ mm/m (10%ige NaCl-Lösung) und $\leq 0,3$ mm/m (3%ige NaCl-Lösung) betragen [8, 9]. Mit der 3%igen NaCl-Lösung scheint die Prüfung nach gegenwärtigem Kenntnisstand praxisgerechter zu sein [8].

Bild 1 zeigt den Einfluss der Alkalireaktivität der groben Gesteinskörnung und der Alkalizufuhr von außen. Der Beton mit der ausreichend alkaliunempfindlichen (nichtreaktiven) Gesteinskörnung (links) zeigt im 60 °C-Betonversuch unabhängig von der Art der Prüflösung keine signifikanten Dehnungen. Der zweite Beton mit einer reaktiven Gesteinskörnung (rechts) dehnt sich bei einer Alkalizufuhr von außen deutlich: Die Dehnungen nehmen mit steigender Natriumchlorid-Konzentration der Prüflösung zu. In der Praxis wäre bei einer

Fahrbahndecke aus diesem Beton mit einer Schädigung durch AKR zu rechnen. Wird der Beton nur mit Wasser beaufschlagt, dehnt sich der Beton vernachlässigbar gering.

Auch der Zement beeinflusst den Verlauf einer AKR. In Bild 2 links sind die Dehnungen von drei Betonen dargestellt, die mit einer reaktiven Grauwacke und verschiedenen Portlandzementen hergestellt wurden. Im 60 °C-Betonversuch mit Alkalizufuhr von außen nahmen die Dehnungen mit abnehmendem Alkaligehalt des Zements ab. In Bild 2 rechts wurde die gleiche Grauwacke in einer anderen Betonrezeptur verwendet. Das Ergebnis zeigt, dass auch mit einem Zement, dessen Na_2O -Äquivalent mit 0,62 M.-% knapp oberhalb der NA-Grenze von 0,60 M.-% lag, die Dehnung erheblich über dem Beurteilungswert von 0,3 mm/m lag. In der Praxis hätten wir dann mit einer

schädigenden AKR zu rechnen. Dies verdeutlicht, dass nur durch Verwendung nichtreaktiver Gesteinskörnungen AKR-Schäden in Betonfahrbahndecken zuverlässig vermieden werden können und nur in Einzelfällen NA-Zemente eine schädigende AKR verhindern können. Als generelle Maßnahmen zur Verhinderung einer schädigenden AKR bei Betonfahrbahndecken sind sie nicht geeignet.

3 Stand der Wissenschaft zur Verwendung von NA-Zementen in Fahrbahndeckenbetonen

Untersuchungen anderer Forschungsinstitute bestätigen, dass NA-Zement nicht immer geeignet ist, um AKR-Schäden zu

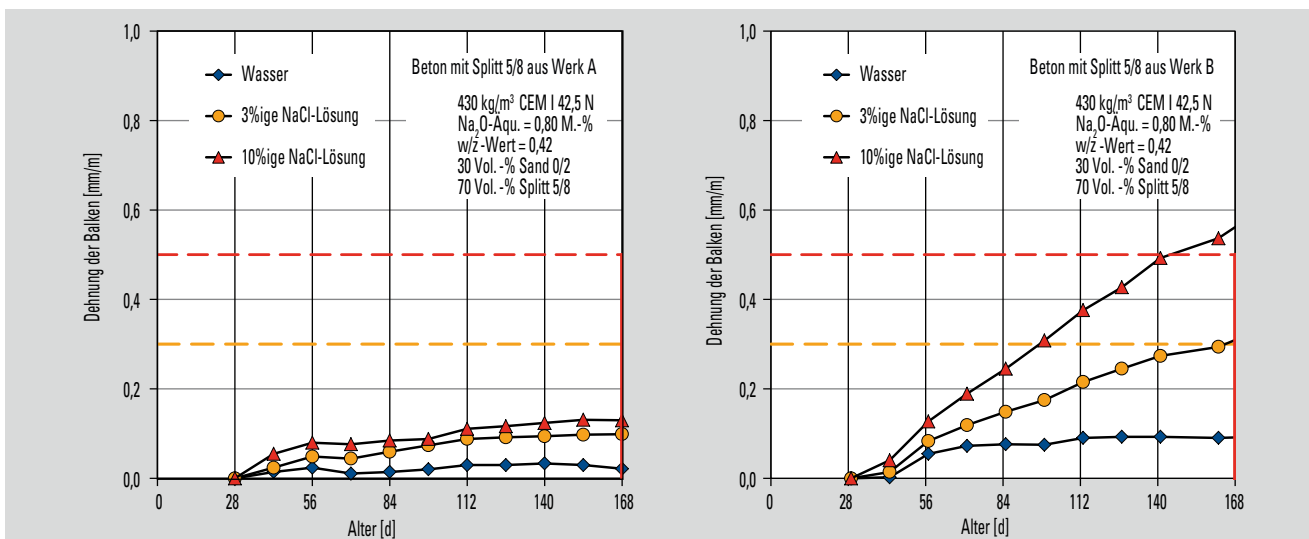


Bild 1: Dehnung von Fahrbahndeckenbeton mit zwei unterschiedlichen groben Gesteinskörnungen der Korngruppen 5/8 mm im 60 °C-Betonversuch mit Beaufschlagung von Wasser sowie mit einer Alkalizufuhr von außen durch eine 3%ige und eine 10%ige Natriumchlorid-Lösung; nichtreaktive grobe Gesteinskörnung (links), alkalireaktive grobe Gesteinskörnung (rechts)

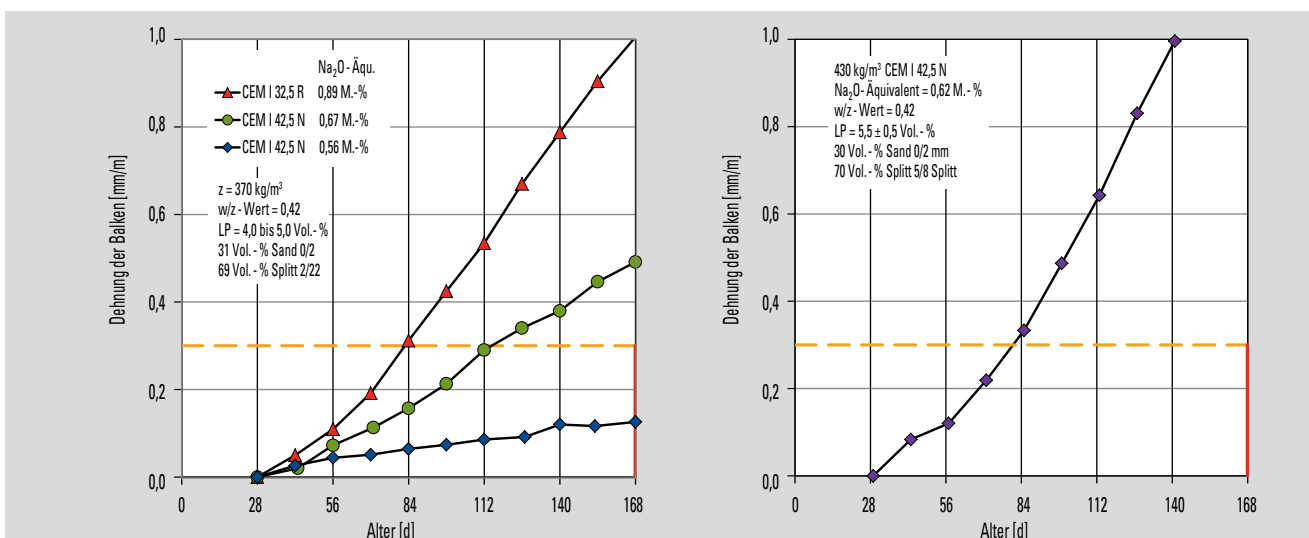


Bild 2: Dehnung von Fahrbahndeckenbeton mit Grauwacke-Splitt (hohe Alkali-Kieselsäure-Reaktivität) im 60 °C-Betonversuch mit einer Alkalizufuhr von außen durch eine 3%ige Natriumchlorid-Lösung, entnommen [3]

vermeiden. So fasst das F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde (FIB) seine Erfahrung zur Vermeidung von AKR-Schäden an Betonfahrbahndecken wie folgt zusammen [4]:

- „Entscheidend für das Vermeiden einer betonschädigenden AKR ist die *konsequente Auswahl ausreichend alkaliunempfindlicher Gesteinskörnungen*. Das gilt insbesondere für Betone, die während der Nutzung einer Alkalizufuhr von außen durch Taumittel ausgesetzt sind.“
- „Der Einfluss einer Alkalizufuhr von außen durch Taumittel überdeckt den Einfluss des Alkaligehalts des Zements früher oder später. Niedrige Alkaligehalte im Zement wirken zwar zunächst schadensverzögernd, können jedoch bei Einsatz von alkalireaktiven Gesteinskörnungen und einer Alkalizufuhr durch Taumittel eine betonschädigende AKR nicht dauerhaft verhindern.“
- Die Einhaltung des in der TL Beton-StB 07 [1] „vorgeschriebenen Grenzwerts von 0,80 M.-% für das Na_2O -Äquivalent (CEM I und CEM II/A) ist ausreichend hinsichtlich Vermeidung einer betonschädigenden AKR, wenn die eingesetzten Gesteinskörnungen ausreichend alkaliunempfindlich sind.“

Colin Giebson [5] fasst seine Erfahrungen folgendermaßen zusammen:

„In Betonen mit alkalireaktiven Gesteinskörnungen können NA-Zemente (CEM I) den Ablauf einer AKR unter äußerer Alkalizufuhr zeitlich verzögern, aber nicht dauerhaft verhindern. Die Dauer der Verzögerung hängt vom Alkaligehalt des Zements, maßgeblich aber von der Alkalireaktivität der Gesteinskörnungen und der Art des Enteisungsmittels ab.“

Auch Mielich [10] bestätigt auf der Grundlage eigener Arbeiten die oben genannten These, dass bei einer Alkalizufuhr von außen „eine schädigende AKR auch dann nicht

dauerhaft verhindert werden kann, wenn Zemente mit einem niedrigen Alkaligehalt (NA-Zemente) eingesetzt werden“, da „eine alkaliempfindliche Gesteinskörnung weiterhin ein schädigendes Potenzial besitzt, wenn wieder Alkalien von außen zugeführt werden“.

Zudem ist international anerkannt, dass eine Begrenzung des Na_2O -Äquivalents im Zement keine bedingungslos sichere Maßnahme zur Vermeidung von AKR-Schäden ist [6]. So schädigte alkalireaktiver Sand Betonfahrbahndecken in Dänemark, obwohl Zement mit einem Na_2O -Äquivalent von rund 0,6 M.-% eingesetzt wurde [7] (ein vergleichbarer Fall wie in Bild 2 rechts).

Damit belegen sowohl wissenschaftliche Ergebnisse als auch praktische Erfahrung, dass bei einer Alkalizufuhr von außen AKR-Schäden nicht in jedem Fall sicher durch die Verwendung von NA-Zementen zu vermeiden sind.

4 Fazit

Um AKR-Schäden an Betonfahrbahndecken sicher zu vermeiden, müssen ausreichend alkaliunempfindliche Gesteinskörnungen eingesetzt werden. Das ARS Nr. 04/2013 [2] trägt dieser Tatsache Rechnung, indem ein AKR-Gutachter grundsätzlich die Eignung jeder groben Gesteinskörnung oder jedes Betons vor der Verwendung für Fahrbahndecken bestätigen muss. Dazu untersucht der AKR-Gutachter entweder die Alkalireaktivität der groben Gesteinskörnung in einer WS-Grundprüfung oder den Widerstand des Betons gegen Alkali-Kieselsäure-Reaktion i. d. R. in einer AKR-Performance-Prüfung.

5 Literatur

[1] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg): Technische

Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton – TL Beton-StB 07; Ausgabe 2007. Köln: FGSV-Verl., 2007

- [2] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS): Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 04/2013 und Anlage zum ARS: Vermeidung von Schäden an Fahrbahndecken aus Beton in Folge von Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR), Bonn, 22.01.2013
- [3] Borchers, I.; Müller, Ch.: Praxisgerechte Prüfung der Alkaliempfindlichkeit von Betonen für die Feuchtigkeitsklassen WF und WA in AKR-Performance-Prüfungen. beton 64 (2014) 10, S. 403–409
- [4] Stark, J.; Freyburg, E.; Seyfarth, K.; Giebson, C.: AKR-Prüfverfahren zur Beurteilung von Gesteinskörnungen und projektspezifischen Betonen: Kombination aus Mörtelschnelltest und petrographischer Untersuchung. beton 56 (2006) 12, S. 574–581
- [5] Giebson, C.: Die Alkali-Kieselsäure-Reaktion in Beton für Fahrbahndecken und Flugbetriebsflächen unter Einwirkung alkalihaltiger Enteisungsmittel. Bauhaus-Univ. Weimar, Weimar 2013
- [6] Idorn, G. M.: Concrete progress: From antiquity to third millennium. Thomas Telford Ltd., London 1997
- [7] Chatterjee, S.; Fördös, Z.; Thaulow, N.: Alkali-silica reaction – Danish experience. In: Swamy, R. N. (Hrsg): The Alkali-Silica Reaction in Concrete. Glasgow; London: Blackie, 1990 (1992)
- [8] Müller, C.; Borchers, I.; Eickschen, E.: Erfahrungen mit AKR-Prüfverfahren: Hinweise zur Ableitung praxisgerechter Bewertungskriterien für Performance- und WS-Grundprüfungen. beton 62 (2012) 10, S. 397–404
- [9] Müller, C.; Borchers, I.; Eickschen, E.: AKR-Prüfverfahren: Auf dem Weg zur Performance-Prüfung. Beton- und Stahlbetonbau 102 (2007) 8, S. 528–538
- [10] Mielich, O.: Beitrag zu den Schädigungsmechanismen in Betonen mit langsam reagierender alkaliempfindlicher Gesteinskörnung. Beuth-Verlag, Berlin 2010 (DAFStb: Schriftenreihe 583)

Neues InformationsZentrums Beton (IZB)

Über 150 Gäste aus der Zement- und Betonindustrie haben am 1. Juli auf der Zeche Zollverein in Essen die Gründung des neuen InformationsZentrums Beton (IZB) gefeiert. Im Zuge der Neugründung wurden die drei bisherigen regionalen Betonmarketinggesellschaften und die BetonMarketing Deutschland aufgelöst und zu einer gemeinsamen Gesellschaft, der InformationsZentrum Beton GmbH, verschmolzen.

Einziger Gesellschafter der neuen Gesellschaft ist der Verein Deutscher Zementwerke e.V. (VDZ). Die Geschäftsführung übernehmen Prof. Dr.-Ing. Matthias Middel und Dipl.-Wirt.-Ing. Ulrich Nolting, Torsten Bernhofen ist Prokurist. Das IZB mit Hauptsitz in Erkrath ist weiterhin über Büros in Ostfildern, Beckum und Hannover regional vertreten. Prof. Matthias Middel dazu: „Wir werden uns so wie bisher mit einer starken regionalen Präsenz auszeichnen, um mit der technischen Beratung weiterhin eng am Baustoffent-

scheider und -anwender agieren zu können. Diese regionale Kompetenz kann in der neuen Struktur viel besser national koordiniert werden. Damit wird es in Zukunft möglich sein, nationale Schwerpunkte und Kampagnen und die regionale Umsetzung effektiv miteinander zu vernetzen.“

Dr. Dirk Spinner, Vizepräsident des Vereins Deutscher Zementwerke e.V. betont die Synergieeffekte durch die neue Organisation: „Mit der neuen Struktur – die straffer ist und zugleich

schlagkräftiger – werden wir die Baustoffentscheider von morgen noch besser für unseren Baustoff und seine faszinierenden Einsatzmöglichkeiten begeistern.“

Das Ziel der neuen Ausrichtung und der neuen Struktur sei es, noch besser und vernetzter bestehende Märkte zu sichern und neue Märkte zu erschließen, so Torsten Bernhofen. „Das IZB sieht sich als Partner in allen Belangen, in denen es um den qualitätsvollen und nachhaltigen Einsatz des Baustoffs Beton geht.“

Das InformationsZentrum Beton entwickelt die Tradition fort, im Auftrag der Zement- und Betonindustrie unternehmensübergreifend und flächendeckend über die Betonbauweise, und besonders über ihre technische Umsetzung, zu informieren. Als

INFO

An welchen Themen sind Sie besonders interessiert?

Oder möchten Sie die kostenlose Zeitschrift „Griffig“ bestellen?

Bitte senden Sie uns Ihre Vorschläge oder Bestellung

per E-Mail an:
sandra.cirillo@beton.org

oder per Fax an:
(0711) 32732-201.

Wissensvermittler zwischen Herstellern und Anwendern zementgebundener Baustoffe nimmt es die wichtigsten Märkte für den Baustoff Beton in den Fokus und setzt entsprechende Maßnahmen um, die von einem breiten Spektrum an Informationsschriften unterstützt werden.

Bericht über die Weiterbildung 2015 der GVB

Im Februar dieses Jahres fanden wieder die beiden zweitägigen Weiterbildungsveranstaltungen der Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e.V. (GVB) statt. Beide Termine waren mit 95 bzw. 98 Teilnehmern sehr gut ausgelastet.

Das Vortragsprogramm beinhaltete einen Mix aus Erfahrungsberichten von der Herstellung von Betonstraßenflächen sowohl außerhalb von Autobahnen als auch auf Autobahnen selbst. Speziell eingegangen wurde auf die Herstellung oder Sanierung

von Fugen mit verschiedenen Fugenfüllsystemen. Ein Vortrag befasste sich mit einem Forschungsprojekt über das Schwinden von Fahrbahndeckenbetonen im Zusammenhang mit Fugenöffnungen. Weiter wurde berichtet über den aktuellen

Stand des lärmoptimierten Grindings und den Erfahrungen aus bisherigen Erprobungsstrecken. Weitere Themen aus Forschung und Praxis waren Berichte über die Lärminderung im Betonstraßenbau und die Vorstellung des Leitfadens zum Umgang mit Hitzeschäden. Im Rahmen von Vorträgen über die Betontechnologie wurde vorgetragen über mögliche Inhalte einer erweiterten Erstprüfung und die richtige Anwendung von Betonzusatzmitteln. Mit großem

Interesse folgten die Zuhörer dem Vortrag über den Einsatz von Betonfertigteilen im Zuge der Erhaltung. Insgesamt, dazu gehört natürlich auch die gemeinsame Abendveranstaltung, fand die diesjährige Weiterbildungsveranstaltung der GVB ein sehr positives Echo bei den Teilnehmern. Die Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e.V. wird daher im kommenden Jahr 2016 ihre 10. Weiterbildungsveranstaltung anbieten.

IMPRESSUM

Aufgaben der Gütegemeinschaft

Die Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e.V. hat die Aufgabe, die Qualität von Straßen und sonstigen hochbelasteten Verkehrsflächen aus Beton zu fördern und zu sichern. Dabei sind insbesondere die Anforderungen der Belastbarkeit, der Wirtschaftlichkeit, der Ökologie und der Sicherheit an derartige Verkehrsflächen maßgebend. Gleichzeitig hat die Gütegemeinschaft die Aufgabe, diese Qualitätsmerkmale gegenüber Dritten, insbesondere den zuständigen Behörden, zu vermitteln.

Dazu werden

- alle technologischen Erkenntnisse aus Wissenschaft und Forschung sowie die Erfahrungen aus dem Verkehrswegebau mit Beton ausgewertet und umgesetzt,
- der Erfahrungsaustausch zwischen den für den Verkehrswegebau zuständigen Behörden und Ministerien, den bauausführenden Unternehmen und der Forschung gefördert und
- die Einhaltung der durch die Gütegemeinschaft von ihren Mitgliedern geforderten Qualitätsstandards kontrolliert.



Herausgeber
Gütegemeinschaft
Verkehrsflächen aus Beton e.V.
Gerhard-Koch-Straße 2+4
73760 Ostfildern
Telefon: 0711/32732-200
Telefax: 0711/32732-201
ib-boehme@email.de
sandra.cirillo@beton.org

Gesamtproduktion
Verlag Bau+Technik GmbH,
Düsseldorf 2015
www.verlagbt.de

Nachdruck, auch auszugsweise, mit Quellenangabe und Genehmigung des Herausgebers gestattet.

www.guetegemeinschaft-beton.de

GRIFFIG 1/2015