

GRIFFIG

Aktuelles über Verkehrsflächen aus Beton



Förderpreis der „Otto-Graf-Stiftung“

Anlässlich der Betonstraßentaugung 2009 in Würzburg wurde durch die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen der „Förderpreis Verkehrsbau“ der Otto-Graf-Stiftung an Dipl.-Ing. Thomas Wolf verliehen.

Mit dem Preis werden Vertreter des akademischen Nachwuchses geehrt, die sich durch besondere Arbeiten auf dem Gebiet des Verkehrswegebau mit Beton ausgezeichnet haben.

Thomas Wolf setzt sich dabei in seinem täglichen Geschäft mit

den Grundlagen der Betonbauweise und deren Anwendung in der Praxis auseinander. Schwerpunkte sind die Erstellung von Erstprüfungen, die Bearbeitung von baustofftechnologischen und bautechnischen Fragestellungen, die Qualitätssicherung von der Auswahl der Baustoffe bis zur fertigen Leistung aller Gewerke, die Eigenüberwachung der Baustellen sowie die Disposition von Spezialgeräten mit den entsprechenden Mannschaften. Außerdem hat Herr Wolf interne Forschungs- und Entwicklungsaufgaben übernommen und in Weiterbildungsveranstal-

tungen sein Wissen und seine Erfahrungen an Fachkollegen weitergegeben.

Thomas Wolf gehört sicher auf Grund seiner Herangehensweise, seiner praktischen und theoretischen Erfahrungen und seines Engagements zum wissenschaftlichen Nachwuchs auf dem Gebiet des Betonstraßenbaus. Er hat sich in der Vergangenheit sehr für die Betonbauweise eingesetzt – und zwar auf einem breiten Gebiet – und wir hoffen, das wird auch in der Zukunft so bleiben.

Nord-Umgehung Hörselberg übergeben

Die 25 km lange Nord-Umgehung der Hörselberge bei Eisenach wurde Anfang Januar 2010 für den Verkehr freigegeben. Der 6-spurige Autobahnabschnitt wurde in Waschbeton durch die EUROVIA Beton GmbH ausgeführt. Die Gesamtleistung erfolgte durch die Via Solutions Thüringen GmbH & Co. KG, ein Konsortium der Baufirmen Hochtief und Vinci. Das Gesamtvorhaben wurde als PPP-Betreiberprojekt ausgeführt.



Berichtigung

Im Artikel „CEM II-Zement im aktuellen Einsatz“ ist im Heft Griffig 1/2009 ein Fehler bei der Bezeichnung des Zementes aufgetreten. Es muss richtig lauten:

„Als Besonderheit in Deutschland wurde ein Portlandhüttenzement CEM II/B-S 32,5 R von der HOLCIM AG für Unter- und Oberbeton eingesetzt.“

KOMMENTAR



Verkehrswegebau der Zukunft

Zum 1. April 2008 hat Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil G. Leykauf die Leitung des Lehrstuhls und Prüfamtes für Bau von Landverkehrswegen, München, an mich als seinen Nachfolger am umgewidmeten Lehrstuhl und Prüfamt für Verkehrswegebau übergeben. Mit der erfolgten Neuberufung sind auch gewisse Änderungen in der Forschungsstrategie und der Ausrichtung einer derartigen Einheit verbunden. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass Bewährtes beibehalten werden muss und der Erfahrungsschatz und die vorhandenen Ressourcen optimal genutzt werden sollen. Dazu zählt u. a. auch das Beibehalten einer Forschungsstrategie bestehend aus den drei grundlegenden Säulen der Theorie, welche sich insbesondere auf die Grundlagenforschung bezieht, der Laborversuche, die im Rahmen von Komponentenprüfungen oder Prüfungen im Maßstab 1 : 1 durchgeführt werden und zum Dritten bestehend aus Messungen an Betriebsstrecken, die der Verifikation von theoretisch abgeleiteten Erkenntnissen und Versuchen im Labor dienen. Diese Ausrichtung ist Basis für innovative Technologien.

Zu den Aktivitäten der Forschungsbereiche im Verkehrswegebau gehören neben den Oberbauten für Straßen auch die Oberbauformen für spurgeführte Systeme wie dem Rad-Schiene-System, die Oberbausysteme auf Flugplätzen als auch auf Containerterminals, die dem Umschlagen von Gütern dienen. So wurde beispielsweise im konventionellen Betondeckenbau zu Beginn der 70er Jahre die raumfugenlose Bauweise in Deutschland eingeführt. Es wurde möglich, in dem im Abstand von 5 m in Längsrichtung der Betondecke sog. Querscheinfugen mit Dübeln zur Querkraftübertragung

Fortsetzung auf Seite 16

Betondecken mit CEM II / CEM III-Zementen – Zustandsbewertung

Dipl.-Ing. (FH) Marko Wieland, BASt, Bergisch Gladbach/

Dr.-Ing. Norbert Ehrlich, Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e.V., Düsseldorf

Zielstellung

In der heutigen Zeit wird zunehmend bei der Herstellung von Straßen neben den Gebrauchseigenschaften, der Dauerhaftigkeit und der Wirtschaftlichkeit auch die Ökologie betrachtet, um die Nachhaltigkeit der Bauwerke zu prüfen. So werden neben Kostennutzenanalysen auch umweltbezogene Lebenszyklusanalysen durchgeführt, in denen z. B. alle stofflichen und energetischen Ein- und Ausgänge der verschiedenen Prozesse Beachtung finden. Hier ergibt sich u. a. bei der Verwendung geeigneter Zemente ein nennenswertes Optimierungspotenzial.

So können durch Substitution des Portlandklinkers natürliche Rohstoffressourcen (Kalkstein, Ton und Mergel) sowie die zum Brennen des Portlandklinkers erforderliche Energie eingespart werden. Bezogen auf die Emission von Luftschadstoffen wird bei der Herstellung von CEM II- und CEM III-Zementen wesentlich weniger CO₂ freigesetzt als bei der Herstellung von Portlandzement.

Im benachbarten Ausland finden derartige Zemente seit längerer Zeit im Betonstraßenbau Anwendung. Neben Belgien ist an dieser Stelle Österreich zu nennen. Hier werden seit vielen Jahren ausschließlich CEM II/A-S (DZ) und seit ca. 5 Jahren auch CEM II/B-S (DZ) als „Deckenzemente“ (DZ) eingesetzt. In Deutschland kamen bisher vorzugsweise Portlandzemente zur Anwendung, obgleich schon erste Regelwerke des Betonstraßenbaus, z. B. die „Anweisung für den Bau von Betonfahrbahndecken“ von 1937 [1], den Einsatz von Eisenportlandzement (heute: CEM II/...-S) sowie Hochofenzement (heute: CEM III) zuließen.

Aus diesem Grund wurde im AA 8.2 der FGSV eine allgemeine Zustandsbewertung der im bundesdeutschen Fernstraßennetz vorhandenen mit CEM II- und CEM III-Zementen ausgeführten Betonfahrbahndecken angeregt. Dabei sollte der Umfang der CEM II- und CEM III-Betondecken erfasst und eventuelle zementartspezifische Unterschiede durch eine Bewertung der Oberflächensubstanz abgeleitet werden. Die Untersuchungen erfolgten durch den Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e. V. (BDZ), die Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e. V. und die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt).

Bei der Herstellung von Betonfahrbahndecken kommen in Deutschland vorzugsweise Portlandzemente zur Anwendung, da mit dieser Zementart hinreichende Erfahrungen vorliegen. In vielen Bereichen des Betonbaus werden jedoch seit einigen Jahren zunehmend CEM II- und CEM III-Zemente verwendet. Durch den gezielten Einsatz von CEM II- und CEM III-Zementen im Betonstraßenbau lässt sich z. B. die Ökologie des Bauwerkes „Betonstraße“ verbessern, da u. a. bei der Herstellung dieser Zemente vergleichsweise weniger CO₂ emittiert wird. Um diesen Vorteil nutzen zu können, sollte eine allgemeine Erfahrungssammlung erstellt werden. Hierfür wurden die im bundesdeutschen Fernstraßennetz befindlichen Betonfahrbahndecken mit CEM II- und CEM III-Zementen ermittelt sowie deren Oberflächensubstanz begutachtet und bewertet. Ferner wurde auf Verkehrsflächen aus CEM II-Beton nach sehr langer Nutzungsdauer ein Gebrauchs- bzw. Substanzwert < 1,5 ermittelt.

Das Ziel der Arbeit bestand neben der Erfahrungssammlung darin, allgemeine Angaben – bezogen auf die Dauerhaftigkeit bzw. die Eignung derartiger Betone – im Betondeckenbau abzuleiten.

Methodik des Vorgehens

Die Ermittlung der Verkehrsflächen aus CEM II- und CEM III-Beton erfolgte in einer bundesweit angelegten Recherche, in der Regelwerke, themenverwandte Veröffentlichungen, Erhebungen der BASt sowie der Zementindustrie Berücksichtigung fanden. Für eine ganzheitliche Betrachtung wurden auch jene Verkehrsflächen ermittelt, die nicht dem primär zu betrachtenden bundesdeutschen Fernstraßennetz zuzuordnen waren. In einem weiteren Schritt erfolgte eine Auswahl bzw. Unterteilung der Verkehrsflächen nach folgenden Kriterien:

- Länge eines Streckenabschnittes > 500 m
- Unterteilung in die Straßenklasse (BAB, BS oder sonstige Verkehrsflächen)
- Unterteilung nach Deckenalter (hohes Alter: > 20 Jahre, mittleres Alter: ≤ 20 und ≥ 10 Jahre, geringes Alter: < 10 Jahre)
- Unterteilung nach der Oberflächentextur (Typ I: Besenstrich, Kunstrasen oder Jutetuch sowie Typ II: Waschbeton).

Bei einer ersten Befahrung wurden zunächst die einzelnen Streckenabschnitte in ihrer Gesamtheit besichtigt und dann drei Teilabschnitte mit je 50 m Länge, die das Gesamtbild der Strecke gut widerspiegeln, für die anschließende visuelle Begutachtung und Dokumentation festgelegt. Für die Bewertung der Oberflächentextur wurde auf diesen Flächen die Makrotexturtiefe mittels Sandfleckmethode und auf Waschbetonoberflächen zusätzlich die Profilspitzenzahl (Gesteinskörner: d ≥ 4 mm) als Mittel aus 3 Teilflächen von je 25 cm² bestimmt. Die Auswahl der Messstellen erfolgte grundsätzlich in Abhängigkeit der vorgefundenen Oberflächenverhältnisse und nicht gemäß Regelwerk. Geplant ist weiterhin, die ZEB-Daten in die allgemeine Zustandsbewertung der untersuchten Strecken einzubeziehen.

Zemente im Betondeckenbau

Das derzeit gültige Regelwerk, die TL Beton-StB 07 [6], erlaubt für die Herstellung von Fahrbahndecken aus Beton verschiedene Normzemente (DIN EN 197-1) bzw. Normzemente mit besonderen Eigenschaften (DIN 1164-10) der Festigkeitsklassen 32,5 oder 42,5. In Abstimmung mit dem Bauherrn können neben dem im Regelfall zu verwendenden Portlandzement (32,5 R oder 42,5 N) jedoch auch folgende Zementarten der Festigkeitsklassen 32,5 oder 42,5 verwendet werden:

- Portlandhüttenzement CEM II/A-S oder CEM II/B-S
- Portlandschieferzement CEM II/A-T oder CEM II/B-T
- Portlandkalksteinzement CEM II/A-L und
- Hochofenzement CEM III/A (mind. 42,5 N).

Für CEM I-Zemente (32,5 R) werden dort die Anforderungen an bestimmte Eigenschaften, wie Wasseranspruch, max. Druckfestigkeit nach 2 Tagen und Mahlfineinheit festgelegt. Ferner werden für alle Zemente der Erstarrungsbeginn sowie der Gesamtschaligehalt (Na₂O-Äquivalent) bezogen auf die Zementart geregelt.

In der BASt werden u. a. von den im Bundesfernstraßenbau verwendeten Zementen Rückstellproben verwahrt. Die Zusammenstellung der in den letzten 15 Jahren eingegangenen Proben ergab, dass es sich zu 97,6 % um CEM I-, zu 1,7 % um CEM II- und zu 0,7 % um CEM III-Zement handelte. Die

Abbildung 1 zeigt die Anzahl der eingegangenen Rückstellproben, unterteilt nach der Zementart, für die Jahre 1994 bis 2008.

Verkehrsflächen mit CEM II- und CEM III-Zementen in Deutschland

Insgesamt konnten für die Herstellung von Verkehrsflächen aus Beton über den Zeitraum der letzten 31 Jahre 24 Anwendungen mit CEM II- bzw. CEM III-Zementen ermittelt werden [9] – [13]. 16 Anwendungen fallen dabei in die Straßenklassen „Bundesautobahn“ und „Bundesstraße“. Hinzu kommen weitere 8 Verkehrsflächen, die einer starken Verkehrsbelastung unterliegen, z. B. Werkstraßen oder Flugverkehrsflächen.

Es wurden nur Verkehrsflächen des Bundesfernstraßennetzes, deren Länge mind. 500 m beträgt, berücksichtigt. So fallen in das Untersuchungsprogramm insgesamt 15 Strecken. In Tabelle 1 ist die Anzahl der Strecken, Straßenklasse „Bundesautobahn“ / „Bundesstraße“, bezogen auf die Kriterien Deckenalter und Oberflächentextur dargestellt.

Die Länge des deutschen Autobahnnetzes beläuft sich derzeit auf rd. 12.500 km. Für die 12 Streckenabschnitte auf Bundesautobahnen mit einer Gesamtlänge von ca. 60 km ergibt sich somit ein Anteil von 0,5 %. Bezogen auf den Anteil an Betonstraßen, der rd. 30 % des Autobahnnetzes beträgt, ergibt sich dieser zu rd. 1,6 %.

Für Betondecken, deren Herstellung weit vor 1978 mit EPZ oder HOZ erfolgte, ist anzunehmen, dass sie nach Ablauf ihrer Lebensdauer erneuert oder überbaut wurden. So berichtet z. B. [3] von Verkehrsflächen auf Bundesautobahnen, deren Herstellung vor 1940 erfolgte. Insbesondere wird ein Teilabschnitt der BAB A4 (AS Meerane - AS Glauchau) benannt, dessen Herstellung zwischen 1936/37 mit einem EPZ erfolgte. Diese Betondecke wurde 1992, nach 55-jähriger Nutzung, mit Asphalt überbaut und später erneuert. Unter anderem wird in [14] über Versuchsstrecken berichtet, die zwischen 1935 und 1938, zur Vertiefung der Erkenntnisse, mit EPZ und HOZ gebaut wurden. Ferner wird in [15] über EPZ- und HOZ-Betondecken im Bereich von Landes- und Bundesstraßen berichtet.

Ergebnisse der Streckenbesichtigungen

Ergänzend zu den in den ZTV ZEB-StB [16] aufgeführten Zustandsmerkmalen für Betonoberflächen wurde der Zustand anhand weiterer Substanzmerkmale (Oberflächenmerkmale) erfasst. Diese eingeführten

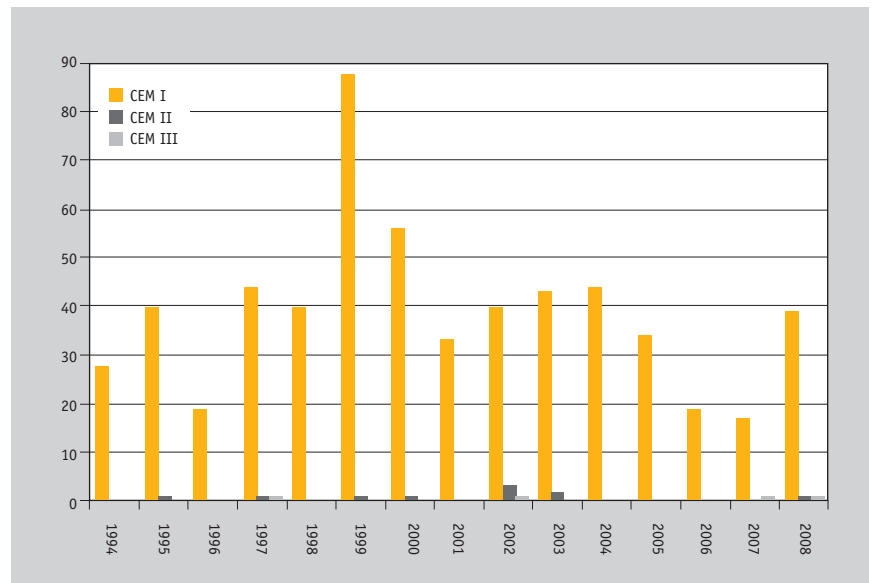


Abb. 1: Anzahl der zwischen 1994 und 2008 registrierten Zementrückstellproben in der BAST.

Tabelle 1: Anzahl der Bundesfernstraßen (Länge ≥ 500 m) mit CEM II- bzw. CEM III-Zementen (1978 bis 2009) bezogen auf die Unterteilungskriterien Straßenklasse, Alter und Texturtyp

Kriterium		Alter [J] > 20	Alter [J] ≤ 20 u. ≥ 10	Alter [J] < 10	Texturtyp I (Besenstrich, Jutetuch, Kunstrasen)	Texturtyp II (Wasch- beton)
Anzahl	Bundesautobahn	2	2	8	10	2
	Bundesstraße	0	1	2	0	3

Tabelle 2: Zustandsmerkmale lt. ZTV ZEB und zusätzliche Oberflächenmerkmale

Zustandsmerkmale lt. ZTV ZEB	Zusätzliche Oberflächenmerkmale
- Längsrisse - Querrisse - Eckabbrüche - Kantenschäden	- Poren an der Betonoberfläche - Krakelee- und Netzzrisse - Kornausbrüche - Fehlstellen (Abplatzungen, Substanzverluste, ...) - Abwitterungen (Mörtelverlust)

Merkmale sind in Tabelle 2 aufgelistet und werden nachfolgend kurz umschrieben und fotografisch dargestellt.

Zustandsmerkmale lt. ZTV ZEB Zusätzliche Oberflächenmerkmale

- ▶ Längsrisse
- ▶ Querrisse
- ▶ Eckabbrüche
- ▶ Kantenschäden
- ▶ Poren an der Betonoberfläche
- ▶ Krakelee- und Netzzrisse

- ▶ Kornausbrüche
- ▶ Fehlstellen (Abplatzungen, Substanzverluste, ...)
- ▶ Abwitterungen (Mörtelverlust)

Poren an der Betonoberfläche

Die auf einigen Betonoberflächen festgestellten Poren „Wattwürmer“ besitzen eine mehr oder weniger ausgeprägte trichterförmige Öffnung. Die Abbildung 2 zeigt

derartige Poren mit einem Durchmesser von ca. 0,7 mm, 1,0 mm und 3 mm.

Krakelee- und Netzzrisse

Bei mehreren Strecken mit Jutetuchtextur zeigten sich verschiedenartig ausgeprägte

Krakelee- und Netzzrisse, wie in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt. Die Rissöffnungsweiten lagen hier zwischen 0,10 mm und > 1 mm.

Die nachfolgend beschriebenen Kornausbrüche betreffen maßgeblich Betonoberflächen mit einer Waschbetontextur. Unter

Kornausbrüchen ist der Verlust einer oder mehrerer Gesteinskörner aus der Betonoberfläche zu verstehen. Diese Stellen sind an der Fahrbahnoberfläche insofern zu erkennen, als dass sie in der Mörtelmatrix ein Negativ (Formabdruck) des abgelösten Gesteinskornes erkennen lassen. Die in

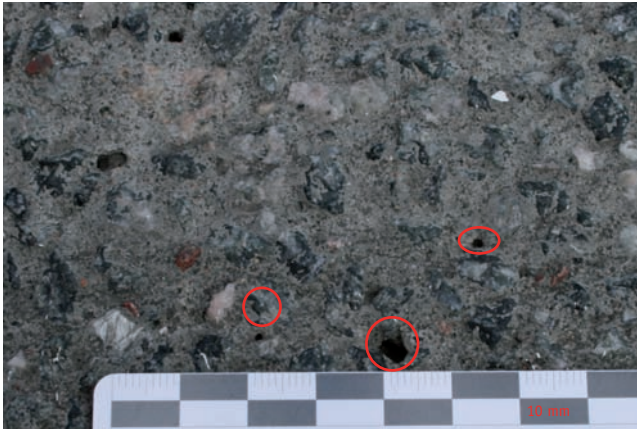


Abb. 2: Geöffnete Poren auf einer Betonoberfläche mit Jute-tuchtextur



Abb. 3: Krakeleerisse mit einer Rissöffnungsweite von 0,10 mm bis 0,25 mm



Abb. 4: Krakeleerisse mit einer Rissöffnungsweite von 0,10 mm bis >1,0 mm



Abb. 5: Kornausbrüche auf einer Waschbetonoberfläche



Abb. 6 bis 8: Abplatzungen an einer Betonoberfläche im Standstreifen (Bilder links), Fehlstelle (Bild rechts)



Abb. 9: Betonoberfläche mit heterogen ausgebildeten Abwitterungen

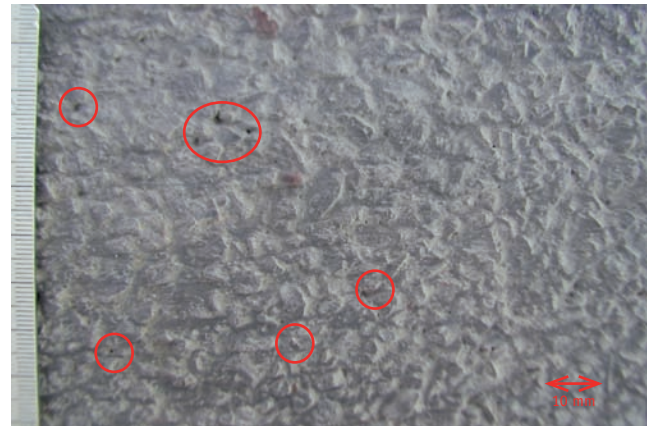


Abb. 10: Makroaufnahme einer Waschbetonoberfläche mit CEM III/A-Zement

Abbildung 5 dargestellte Oberfläche weist mehrere solcher Kornausbrüche auf.

Fehlstellen

Dem Merkmal Fehlstellen werden im Rahmen dieser Untersuchungen einige festgestellte Auffälligkeiten an der Betonoberfläche zugeordnet. Neben den Fehlstellen, die z. B. durch fehlenden Deckenschluss, Auswaschungen (Regenfeld), übermäßiges Ausbürsten etc. bei der Betondeckenherstellung entstehen und nach jahrelanger Nutzung nicht immer als solche zu erkennen sind, zählen auch Substanzverluste, die beispielsweise durch Abplatzungen entstehen, dazu. Die Abbildungen 6 bis 9 zeigen derartige Auffälligkeiten auf Betonoberflächen mit Jutetuchtextur.

Unter dem Merkmal Oberflächenabwitterungen ist maßgeblich der Verlust von kleinen oder größeren Mengen des Oberflächenmörtels und / oder Gesteinskörnung infolge Frost- und / oder Tausalzangriff zu verstehen. Dieses Oberflächenmerkmal beinhaltet gezwungenermaßen auch anteilig Verluste infolge Abriebs durch Verkehrsbelastung, lokal anzutreffende kleine Abplatzungen (pop-outs) usw., da eine genaue Unterteilung der Verluste bezogen auf die einzelnen Wirkmechanismen nicht möglich ist. Dabei ist grundsätzlich in homogen oder heterogen abgewitterte Oberflächen zu unterscheiden. Die Abbildung 9 zeigt die Oberfläche eines CEM II- Deckenbetons mit Jutetuchtextur, der heterogen ausgebildete Abwitterungen aufweist.

Abwitterung

Rautiefen und Profilspitzen

Unabhängig von der vorhandenen Oberfläche flächentextur wurde die Rautiefe im Hauptfahrstreifen und sofern vorhanden im Seitenstreifen an ausgewählten Stellen ermittelt. Die minimalen, maximalen und mittleren Rautiefen [mm] der bisher untersuchten Strecken sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Die Profilspitzenanzahl wurde auf 4 Untersuchungsstrecken an mehreren repräsentativen Stellen ermittelt. Zum Vergleich wurden die Profilspitzen auch auf zwei sich unmittelbar anschließenden – mit CEM I hergestellten Betonflächen – ermittelt. In Tabelle 4 ist die minimale, maximale und mittlere Anzahl an Profilspitzen für einige Waschbetonstrecken dargestellt. Die Abbildung 10 zeigt die Makroaufnahme einer

Tabelle 3: Rautiefen der untersuchten Betonoberflächen

Klasse	Bundesautobahn												Bundesstraße		
Texturtyp	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	II
lfd.-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
s _{min} [mm]	0,4	0,2	/	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	/	0,6	0,6	/	0,4	0,6
s _{max} [mm]	0,6	1,1	/	0,4	0,4	0,7	0,7	0,9	0,8	/	1,0	0,9	/	0,7	1,4
Mittel s [mm]	0,5	0,6	/	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	/	0,8	0,7	/	0,6	1,0

Legende

I - Besenstrich, Kunstrasen,
Jutetuch

II - Waschbeton

/ - es liegen noch keine Ergebnisse vor

Alter

■ ≥ 20 Jahre

■ < 20 u. ≥ 10 Jahre

□ < 10 Jahre

Tabelle 4: Mittlere Profilspitzenanzahl der untersuchten Waschbetonoberflächen

Straßenklasse	Bundesautobahn								Bundesstraße			
Strecke (Zement)	A (CEM II)		B (CEM II)		C1 (CEM III)		C3 (CEM I)		D1 (CEM III)		D2 (CEM I)	
Minimale u. Maximale Profilspitzenanzahl	43	59	36	43	39	41	39	43	24	65	26	63
Mittlere Profilspitzenanzahl	50		40		40		41		47		46	

Waschbetonoberfläche mit einer mittleren Profilspitzenanzahl von 47 direkt nach der Herstellung. Ferner sind an der Betonoberfläche Poren zu erkennen, die sich zum Betrachtungszeitpunkt noch weitgehend durch einen Mörtelschleier verdeckt darstellten.

Festgestellte Auffälligkeiten

In Tabelle 5 sind alle an der Betonoberfläche erfassten Auffälligkeiten aufgeführt, die im Rahmen der partiell durchgeführten Oberflächenbegutachtung per Augenschein festgestellt werden konnten.

Ergebnisse aus anderen Untersuchungen

Zementuntersuchungen

Bei den in der BASt durchgeführten Standarduntersuchungen an den Zementrückstellproben, hier werden 13 der insgesamt 15 zu untersuchenden Strecken abgedeckt, konnten keine Auffälligkeiten festgestellt werden.

Makrotexturtiefen und Anzahl der Profilspitzen

Für einige Strecken konnten Ergebnisse aus der Fremd- bzw. Eigenüberwachung

zur Verfügung gestellt werden. Hier war festzustellen, dass die im Rahmen der Untersuchung ermittelten Messwerte i. d. R. gut mit denen der Fremd- und Eigenüberwachung übereinstimmen. In einem Fall wiesen die Ergebnisse der Überwachung eine sehr viel größere Anzahl an Profilspitzen auf. Hier ist zu vermuten, dass bei der Zählung auch Gesteinskörnungen < 4 mm Beachtung fanden.

Diskussion der Ergebnisse

Makrotexturtiefen und Profilspitzen

Die mittels Sandfleckmethode ermittelten Rautiefen weisen auf den einzelnen Streckenabschnitten mit der Oberflächentextur vom Typ I zum Teil große Unterschiede auf, die jedoch mit den visuell erfassten Eindrücken übereinstimmen. Die mittleren Rautiefen ergaben sich unabhängig vom Deckenalter zwischen 0,3 mm und 0,6 mm. Selbst nach fast 30 Jahren Nutzung konnten maximale Rautiefen von 0,6 mm und 1,1 mm sowie im Mittel von 0,5 mm bzw. 0,6 mm festgestellt werden. Dabei ergaben sich die kleineren Rautiefen wie erwartet im Bereich der Rollspuren und die größeren in Plattenmitte des Hauptfahrstreifens bzw. auf dem Seitenstreifen.

Auf Strecken mit stark inhomogenen Abwitterungserscheinungen besteht für diese Zusammenhänge keine Gültigkeit. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass die Strecken i. Allg. einem mehr oder weniger starken Abwitterungsprozess unterliegen, der beispielsweise auf sehr alten Strecken eine mittlere Rautiefe von 0,6 mm bewirken kann. Da die Rautiefe der Fahrbahnoberfläche im Zusammenhang mit dem Zustandsmerkmal „Griffigkeit“ (GRI) betrachtet werden kann, lässt der Messwert eine gute Griffigkeit annehmen. Diese Vermutung konnte durch die ZEB-Daten bestätigt werden, da hier die Griffigkeit des gesamten Streckenabschnittes in die Zustandsklasse „besser als 1,5“ fällt. Vergleichsweise wurden bei einer wesentlich jüngeren Betondecke (< 10 Jahre) Rautiefen von maximal 0,4 mm und im Mittel von 0,3 mm festgestellt. Die Zustandsnoten der ZEB 2005 für die Griffigkeit lagen im gesamten Streckenabschnitt > 1,5. Für die Oberflächentexturen vom Typ II ergaben sich mittlere Rautiefen im Bereich von 0,6 mm bis 1,0 mm, welche die in den ZTV Beton-StB [17] festgelegte Anforderung an die Texturtiefe erfüllen.

Die Anzahl der Profilspitzen wurde in Anlehnung an das österreichische Normenwerk ermittelt. Für eine Waschbetonoberfläche

Tabelle 5: Ergebnisse der Streckenbegutachtung

Klasse	Merkmale lfd.- Nr.	LR	QR	EA	KS	AW	PO	KR	KA	FE
Bundesautobahnen	1 (CEM II)	0	0	1	0	4	3	0	0	0
	2 (CEM II)	1	0	0	0	4	2	0	1	1
	3 (CEM II)	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
	4 (CEM II)	0	0	1	2	4	1	2	1	1
	5 (CEM II)	0	0	0	0	4	0	2	0	2
	6 (CEM II)	0	0	0	2	4	1	3	0	1
	7 (CEM II)	0	0	0	0	4	1	0	0	1
	8 (CEM II)	1	0	0	1	4	0	4	1	3
	9 (CEM II)	0	0	0	0	4	0	3	0	3
	10 (CEM III)	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
	11 (CEM II)	0	0	0	0	0	2	0	1	0
	12 (CEM II)	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Bundesstraßen	1 (CEM III)	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
	2 (CEM II/A)	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	3 (CEM III)	0	0	0	2	4	1	0	1	1

Merkmale

LR - Längsrisse
QR - Querrisse
EA - Eckabbrüche
KS - Kantenschäden
k. A. - keine Angaben

AW - Abwitterungen
PO - Poren
KR - Krakeleerisse
KA - Kornausbrüche
FE - Fehlstellen

Verteilung

0 - nicht vorhanden
1 - vereinzelt
2 - an vielen Stellen
3 - an sehr vielen Stellen
4 - flächendeckend

Alter [J]

> 20
≤ 20 und ≥ 10
< 10

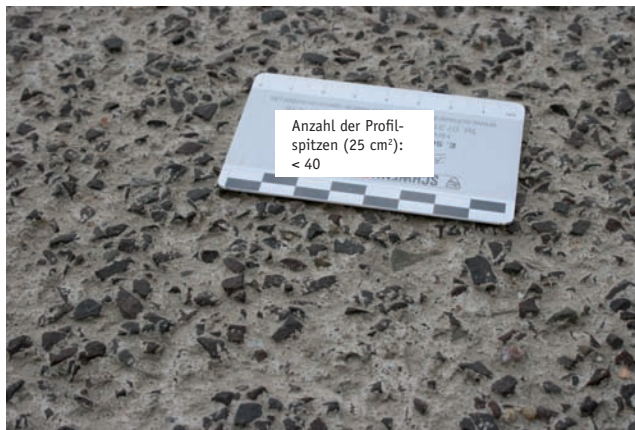


Abb. 11 und 12: Verschiedene Waschbetonoberflächen



Abb. 13 und 14: Luftporen an der Betonoberfläche (links CEM I Waschbeton nach ca. 2 Jahren und rechts CEM II-Beton mit Besenstrich nach ca. 30 Jahren)

(GK 8 mm) wird hier ein Richtwert von 60 Profilspitzen ($GK \geq 4\text{mm}$) auf einer Prüffläche von 25 cm^2 empfohlen. Auf den untersuchten Flächen konnte i. d. R. nur eine geringere Anzahl an Profilspitzen ermittelt werden.

Die Abbildungen 11 und 12 zeigen beispielhaft zwei verschiedene Waschbetonoberflächen, die eine mittlere Profilspitzenanzahl von < 40 bzw. > 55 aufweisen.

Abbildung 15 zeigt die Häufigkeitsverteilung der untersuchten Oberflächenmerkmale. In der weiteren Ergebnisdiskussion werden nur jene Merkmale beachtet, die mindestens auf 5 der 12 betrachteten Strecken festzustellen waren.

Auf eine Diskussion der klassischen Zustandsmerkmale Längs- und Querrisse sowie Eckabbrüche bzw. Kantenschäden wird an dieser Stelle verzichtet, da sie nur vereinzelt auftraten. Ferner zeigen die ZEB-Daten, die in vielen Fällen einen direkten Vergleich mit den Anschlussstücken aus CEM I-Beton zuließen, dass die Ergebnisse als nicht

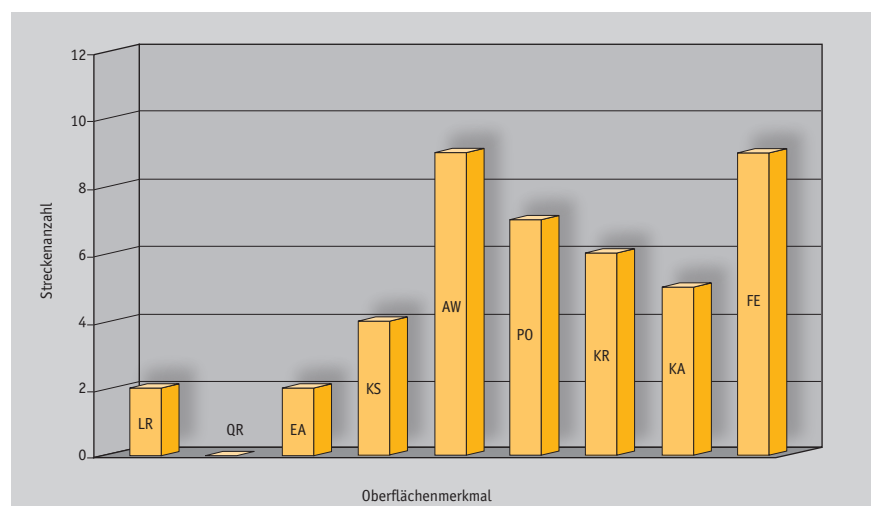


Abb. 15: Häufigkeitsverteilung der untersuchten Oberflächenmerkmale

auffällig einzustufen sind. Die sog. zusätzlichen Oberflächenmerkmale Abwitterung, Poren an der Betonoberfläche, Krakelee- bzw. Netzrisse, Kornausbrüche und Fehlstellen waren jeweils auf mind. 5 der bisher 12 untersuchten Strecken vorzufinden.

Das Merkmal Abwitterung ist als besonders auffällig zu bewerten, da es auf 9 Strecken festgestellt wurde. Betroffen sind hier hauptsächlich Strecken mit Oberflächentexturen vom Typ I. Auf Waschbetonflächen ist allerdings ein Abwitterungsprozess nur

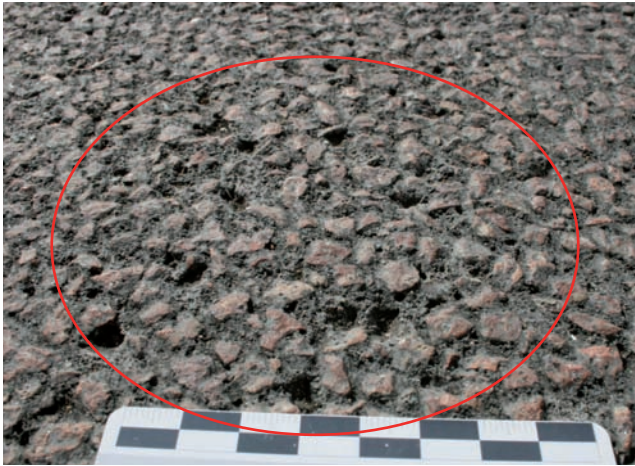


Abb. 16 u. 17: Ausgeprägtes und nicht ausgeprägtes Ausbruchverhalten auf Betondecken mit CEM I-Zement

schwer erkennbar, da dieser im Normalfall nur eine Zunahme der Rautiefe bewirkt.

Auf 7 Strecken konnten Poren an der Betonoberfläche festgestellt werden. Davon betroffen waren sowohl Oberflächenstrukturierungen vom Texturtyp I als auch vom Typ II. Gleichmaßen wurden diese auch an CEM I-Streckenabschnitten ausgemacht. Derartige Poren sind direkt nach der Herstellung oft nur schwer erkennbar, wie Abbildung 10 zeigt. Die Abbildungen 13 und 14 zeigen solche Poren nach ca. 2 bzw. 30 Jahren. Insbesondere für Waschbetonoberflächen, die derzeit standardmäßig als Oberflächentextur ausgeführt werden, ist die Problematik durch entsprechende Untersuchungen abzuklären.

Krakelee- bzw. Netzzrisse konnten auf 6 Betonoberflächen vom Texturtyp I und vereinzelt an einer Waschbetonoberfläche festgestellt werden. Da sich Risse mit sehr geringer Rissöffnungsweite ($< 0,1$ mm) nur sehr schwer erkennen lassen, kann nicht 100-prozentig ausgeschlossen werden, dass diese auch auf anderen Waschbetonstrecken vorkommen. Die Ursachen für derartige Risse können sehr vielfältig sein. Sie sind jedoch oft auf eine zu spät, unzureichend oder falsch ausgeführte Nachbehandlung zurückzuführen. Hier ist zu klären, welchen Einfluss diese Risse auf die Dauerhaftigkeit des Betons besitzen.

Kornausbrüche konnten auf insgesamt 4 Strecken erkannt werden und sind in erster Linie für Waschbetonoberflächen von Bedeutung. Betroffen waren Betondecken mit CEM I-, CEM II und CEM III-Zementen. Die Abbildungen 16 und 17 zeigen exemplarisch ein ausgeprägtes und ein nicht ausgeprägtes Ausbruchverhalten auf zwei verschiedenen Betondecken mit CEM I-Zement. Die Ursachen sind auch hier als vielfältig einzustufen. So können Kornausbrüche schon direkt bei der Herstellung entstehen, wenn z. B.

der Zeitpunkt für das Ausbürsten falsch gewählt wird. Zur genauen Ursachenermittlung sind entsprechende Untersuchungen notwendig. Grundlegend ist dabei anzuregen, Einflussgrößen wie Kornform, Korngröße, Bruchflächigkeit, Kornoberfläche, Anteil an Größtkorn, Texturtiefe bzw. Einbindetiefe der Gesteinskörnung im Oberflächenmörtel usw. zu berücksichtigen.

Fehlstellen konnten an sehr vielen Strecken festgestellt werden. Wie erwartet ist für dieses Merkmal auch kein direkter Zusammenhang zur verwendeten Zementart zu erkennen, da derartige Erscheinungen auch auf CEM I-Strecken anzutreffen waren. Vielmehr ist zu unterscheiden, ob diese Auffälligkeiten schon im Neuzustand – also direkt nach der Herstellung – oder erst im Laufe der Nutzung entstanden sind. Für den ersten Fall können als Ursache z. B. unzureichender Deckenschluss bei der Fertigung, Konsistenzprobleme im Frischbeton oder Regenereignisse in der Erhärtungsphase angeführt werden. Während der Nutzung können z. B. Abplatzungen infolge chemischer Treibreaktionen oder unzureichende Frost-Tausalz-Beständigkeit zu Substanzverlusten führen, deren genaue Ursachen im Allgemeinen nur durch umfangreiche Laboruntersuchungen abgeklärt werden können.

Zusammenfassung

Tendenziell lässt sich aus den derzeit vorliegenden Ergebnissen ableiten, dass bei Verwendung von CEM II-Zementen im Vergleich zu CEM I-Zementen hinsichtlich der Dauerhaftigkeit des Deckenbetons sowie dessen Gebrauchseigenschaften keine signifikanten Unterschiede bestehen. Unterstützt werden hier Ergebnisse der ZEB (2005) herangezogen werden, wonach z. B. der Gebrauchs- bzw. Substanzwert einer mit CEM II-Zement hergestellten Betonfahrbahndecke nach fast 30 Jahren

Nutzungsdauer (20.001 bis 30.000 Kraftfahrzeuge je 24 Stunden im Jahresmittel 2005 – DTV –) [20] noch nahezu vollständig in der Zustandsklasse „besser als 1,5“ liegt. Ferner ist zu beachten, dass der Anteil an CEM II- und CEM III- Betonfahrbahndecken im deutschen Fernstraßennetz in Betonbauweise einen sehr geringen Anteil besitzt. Daher werden an dieser Stelle nochmals die langjährigen Erfahrungen mit CEM II/A-S Zementen aus Österreich angeführt. Für CEM III-Zemente stehen zur Erfahrungssammlung nur zwei sehr junge Strecken zur Verfügung, die folglich keine abgesicherten Aussagen erlauben.

Abschließend ist zu erwähnen, dass der derzeitige Bearbeitungs- und Erkenntnisstand noch keine endgültige Bewertung der Strecken zulässt. Ferner ist zu beachten, dass die im Rahmen dieser Untersuchung ermittelten Ergebnisse auf einer rein visuellen Begutachtung basieren und demzufolge nur eine sehr allgemeine Beurteilung der Strecken zulassen.

Literatur

- [1] Direktion der Reichsautobahnen (1937): Anweisung für den Bau von Betonfahrbahndecken. Verlagsanstalt Ernst Mauckisch, Freiberg i. Sa.
- [2] Dittrich, R. (1937). Straßen aus Beton, Deutscher Beton-Verein unter Mitwirkung der Wirtschaftsgruppe Bauindustrie und des Deutschen Zement-Bundes: Neues Bauen in Eisenbeton. Zementverlag GmbH, Berlin-Charlottenburg 2.
- [3] Lang, E. (1999). Untersuchungen an altem Fahrbahndeckenbeton mit Eisenportlandzement. Beton-Informationen, Ausgabe 5/6.
- [4] Bundesministerium für Verkehr (1995), Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 19/1995: Zemente für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton. BMV, Bonn

- [5] Fleischer, W. (1999). Erfahrungen mit Betonstraßen I. Beton, Ausgabe 6/1999.
- [6] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2007): Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton (TL Beton-StB 07). FGSV Verlag GmbH, Köln.
- [7] Schweizer Verband der Straßen- und Verkehrsfachleute (2008): SN 640 461b Betondecken - Konzeption, Anforderungen, Ausführung und Einbau. Zürich 2008
- [8] Österreichische Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr (2007): RVS 08.17.02 Betondecken-Deckenherstellung. Ausgabe 03/2007, Wien 2007.
- [9] Lang, E.; Lehmann, K. (1999). Bau einer Werkstraße mit Portland- und Portlandhüttenzement. Report des Forschungsinstituts der FEhS, Heft 2.
- [10] Bilgeri, P. (2001). Erfahrungen mit Hochofenzement im Verkehrsbau – Betonfertigteile, Betonwaren und Ort beton. Beton-Informationen, Ausgabe 5.
- [11] Bilgeri, P.; Fuchs, A.; Henneken, R. (2004). Fahrbahndeckenbeton auf der BAB A44 mit Hochofenzement CEM III/A 42,5 N. Straße + Autobahn, Heft 9.
- [12] Bollmann, K.; Lyhs, P. (2009). Hüt tensandhaltiger Zement für Betonfahrbahndecken – CEM II/B-S 42,5 N (st). Beton-Information, Ausgabe 1/2.
- [13] Ehrlich, N.; Mellwitz, R.; Rother, K.-H. (2008). Fahrbahndecke mit Hochofenzement CEM III/A. Beton, Ausgabe 11/2008.
- [14] Forschungsgesellschaft für Straßenwesen E.V. (1953). Entwicklung des Betonstraßenbaues im Inland und Ausland. Schriftenreihe der Arbeitsgruppe Betonstraßen, Heft 4. Kirschbaum Verlag, Bielefeld
- [15] Eisenportlandzement, Taschenbuch 6. Auflage. Verlag Stahl und Eisen, Düsseldorf
- [16] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2006): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Zustandserfassung und -bewertung von Straßen (ZTV ZEB-StB). FGSV Verlag GmbH, Köln.
- [17] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2007): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton (ZTV Beton-StB 07). FGSV Verlag GmbH, Köln.
- [18] Stark, J.; Ehrhardt, D. (2008). CEMII/B-S Zementsysteme im Betonstraßenbau. Abschlussbericht, BMV- FE 08.183/2005/LGB.
- [19] Ehrhardt, D.; Stark, J. (2008). Optimierte Nachbehandlung von Straßenbeton unter Verwendung von hüt tensandhaltigen Zementen – Pilotstudie. BAST, Abschlussbericht Nr. 10ZBFE 96 (unveröffentlicht).
- [20] Bundesanstalt für Straßenwesen (2008): Straßenverkehrszählung 2005, Verkehrsstärken auf Bundesautobahnen und Bundesstraßen – Gesamtverkehr –

Dipl.-Ing. (FH) Marko Wieland
Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST)
Brüderstraße 53
51427 Bergisch Gladbach
E-Mail: wieland@bast.de

Dr.-Ing. Norbert Ehrlich
Gütegemeinschaft Verkehrsflächen
aus Beton e.V.
Tannenstrasse 2
40476 Düsseldorf
E-Mail: ehrlich@bdzement.de

Bericht über die Betonstraßentagung 2009

Die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen hatte die Fachwelt zur Betonstraßentagung 2009 nach Würzburg eingeladen. Dabei wurden aus verschiedenen Blickwinkeln die aktuellsten Entwicklungen auf dem Gebiet des Betonstraßenbaus behandelt.

Dr.-Ing. Walter Fleischer begrüßte als Leiter der Arbeitsgruppe „Betonbauweisen“ die Teilnehmer und eröffnete zusammen mit dem stellvertretenden Vorsitzenden der Forschungsgesellschaft Dr.-Ing Michael Bröhl die Veranstaltung. Herr Dr. Bröhl nahm auch die Verleihung des Förderpreises „Verkehrsbau“ der Otto-Graf-Stiftung vor. Der Preis ging dieses Jahr an Herrn Dipl.-Ing. Thomas Wolf, HEILIT+WOERNER Bau GmbH. Herr Wolf wurde für seine zahlreichen Veröffentlichungen und seine engagierte Mitarbeit in der Forschungsgesellschaft geehrt.

Der Preisträger der letzten Betonstraßentagung, Herr Dr.-Ing. Jürgen Huber, berichtete anschließend von seiner mit diesem Preis verbundenen Reise über Betonstraßenbau in Ungarn.

Herr Dr. Fleischer informierte die Teilnehmer über die Forschung und Entwicklung im Bereich der Betonbauweisen von 2007 bis 2009.

Insgesamt gab es drei Vortragsreihen. Die erste behandelte die Ergebnisse von Untersuchungen und Forschungen. Dabei lieferten die beiden ersten Vorträge Resultate von Untersuchungen an der Whitetopping-Bauweise. Zwei weitere Vorträge beschäftigten sich noch einmal mit der Alkali-Kieselsäure-Reaktion, wobei ein direktes Prüfverfahren zur Beurteilung der Alkali-Empfindlichkeit von Gesteinskörnungen vorgestellt wurde. Schließlich wurde über die neuesten Untersuchungsergebnisse an der Bauweise „Durchgehend bewehrte Betondecke“ und an Betondecken mit CEM II/ CEM III-Zementen berichtet.

Die zweite Vortragsreihe behandelte „Regelwerke, Dimensionierung und Erprobungen“. Im ersten Vortrag wurde die TP Beton-StB 10 als zu erwartendes Regelwerk vorgestellt. Zwei weitere Vorträge befassten sich mit der Dimensionierung von unbewehrten Betondecken

für Sonderlasten und alternativen Tragschichten ohne Bindemittel unter Betondecken. Der vierte Vortrag in dieser Reihe thematisierte die Eigenschaften von Betonstraßen im Hinblick auf ihre Lärmemissionen. Die dritte Vortragsreihe vermittelte Erfahrungen mit Betonbauweisen. Feste Fahrbahn in Beton, Betonfahrbahnen an der BAB A 11 in Brandenburg sowie Erfahrungen mit Waschbeton in den Niederlanden waren hier Themen. Ein Vortrag befasste sich mit Betonfahrbahnen außerhalb von Autobahnen. Hier wurde über die möglichen Anwendungsgebiete der Betonbauweise in innerstädtischen Infrastrukturen wie Bushaltestellen, Kreisverkehre etc. berichtet. Mit dieser Thematik befasst sich auch der neu gegründete Arbeitskreis 8.3.3 der Arbeitsgruppe 8 der FGSV.

Insgesamt war dies wieder eine gelungene Veranstaltung mitten im Herzen der Altstadt am optimalen Veranstaltungsort des Congress Centrums Würzburg.

Dipl.-Ing. Klaus Böhme

Tragschichten ohne Bindemittel unter Betondecken

Dr.-Ing. D. Birmann, Prüfamf für Verkehrswegebau der Technischen Universität München

Einleitung

Betondecken auf Schottertragschichten sind bewährte Bauweisen (Bild 1), deren Aufbau in den RStO 01 [1] geregelt ist. An die Schottertragschichten unter Betondecken (STSuB) werden besondere Anforderungen nach TL / ZTV SoB-StB 04 [2,3] gestellt. Damit soll eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit und Umlagerungs- und Erosionsbeständigkeit sichergestellt werden.

Nach früheren Untersuchungen am Prüfamf kann bei Kiestragschichten mit einem optimierten Anteil an gebrochener Gesteinskörnung eine gleich hohe Standfestigkeit wie bei Schottertragschichten erreicht werden. Ob damit auch die geforderte Umlagerungs- und Erosionsbeständigkeit unter Betondecken erreicht werden kann, sollte an Tragschichten ohne Bindemittel (ToB) in einem Großprüfstand im Maßstab 1:1 untersucht werden. Die Untersuchungen an fünf ToB wurden im Auftrag des BMVBS mit Betreuung durch die BAST durchgeführt [4].

Beanspruchung im Fugenbereich von Betondecken

Betonfahrbahnen unterliegen im Bereich der Fugen einer besonderen Beanspruchung, die unter Verkehrslast bezüglich der Beton-Biegezugbeanspruchung [5] und der Beanspruchung der ToB unter der Betondecke maßgebend ist. Der Lastfall Fugenrand ist der ungünstigste Lastfall.

Durch die Einflusslinien der Einsenkung wird der Einsenkungsverlauf bei Überfahrt eines



Bild 1: Einbau einer zweischichtigen Betondecke auf STSuB mit einem Betondeckenfertiger

Fahrzeuges über eine Fuge dargestellt. Bild 2 zeigt die Einflusslinien für einen Wirksamkeitsindex von 80 % (intakte Verdübelung [5]) und für einen Wirksamkeitsindex von 0 % (unverdübete Fuge oder Riss). Die Darstellung des quantitativen Verlaufs beruht auf den Tabellen und der Grafik in [6] mit Berechnungen an einer halbinendlichen Platte auf Federn. Der Abstand ist auf die elastische Länge l bezogen, die Einsenkung wird aus der Einsenkungsgröße λz und weiteren Faktoren berechnet [6]. Die impulsartige Einsenkungsänderung bei Überfahrt wird besonders deutlich bei Darstellung der

relativen vertikalen Fugenrandbewegung (Bild 3) [7]. Dieser Verlauf konnte in situ an zahlreichen Betondecken-Messstrecken verifiziert werden. Unter Betondecken kann dieses Pumpen insbesondere unter Rissen oder nicht verdübten Fugen bei Vorhandensein von Wasser zu Kornumlagerungen und Erosionserscheinungen führen [8].

Der Verlauf der Einflusslinien wurde zur realitätsnahen Simulation der Biegelinien im Laborversuch herangezogen, siehe Seite 12.

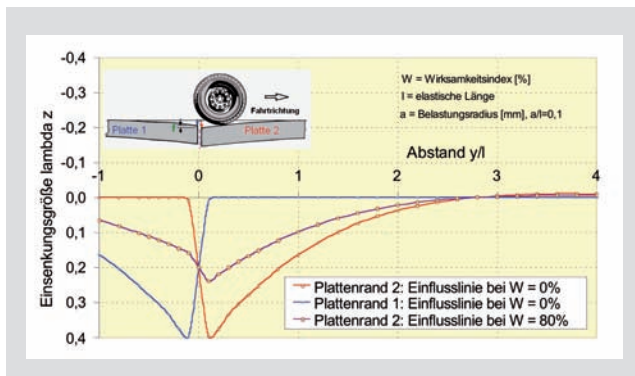


Bild 2: Einflusslinien der Einsenkung eines Fugenrandes mit einem Wirksamkeitsindex von 0 und 80% [5]

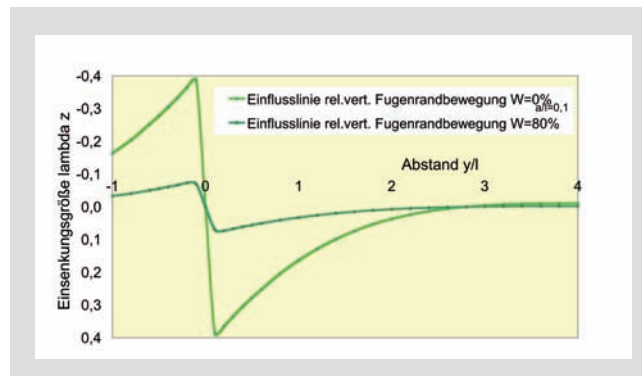


Bild 3: Einflusslinien der relativen vertikalen Fugenrandbewegung bei einem Wirksamkeitsindex von 0 und 80%, aus Bild 2 abgeleitet

Technisches Regelwerk

Wird eine Schottertragschicht unmittelbar unter der Betondecke angeordnet, muss sie nach RStO [1] erhöhten Anforderungen genügen: Nach den ZTV SoB [3] muss bei Auflagerung der mindestens 30 cm dicken STSuB (Bauklasse SV) auf FSS von mindestens $E_{v2} = 120 \text{ N/mm}^2$ ein Verformungsmodul auf O.K. Schottertragschicht von $\geq E_{v2} 180 \text{ N/mm}^2$ erreicht werden, siehe Bild 4. Bei Auflagerung nach RStO 01 Tafel 2 Zeile 3 „Schottertragschicht auf frostunempfindlichem Material“ wird $E_{v2} \geq 150 \text{ N/mm}^2$ gefordert.

In den ZTV SoB wird für STSuB eine Korngrößenverteilung des Baustoffgemisches 0/32 angegeben, eine Begrenzung der Korngrößenverteilung auf 23 bis 28 % bei der Siebennöffnungsweite von 2 mm (Bild 5) und Anforderungen an den maximalen Feinanteil $< 0,063 \text{ mm}$ mit $\leq 3 \text{ M.-%}$ sowie an den Feinanteil im eingebauten Zustand mit $\leq 5,0 \text{ M.-%}$.

Der CBR-Wert nach DIN EN 13286-47 [9], nach Abtrennung des Anteils $> 22 \text{ mm}$ am Baustoffgemisch 0/22 mm nach 4 h Wasserlagerung bestimmt, soll $\geq 80 \%$ sein.

Untersuchte fünf Tragschichten ohne Bindemittel

Die zu untersuchenden fünf ToB 0/32 mm in jeweils 30 cm Schichtdicke wurden entsprechend dem Versuchsprogramm nach Korngrößenverteilung (Bild 5) und dem Anteil gebrochener Korngruppen ausgewählt.

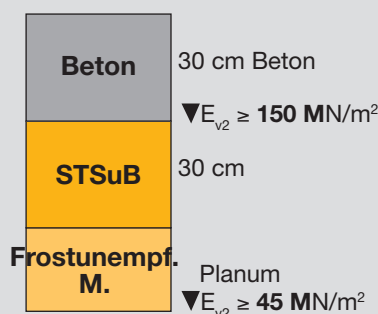
Bewährte Bauweise:

- S1** Schottertragschicht STSuB aus gebrochenem Felsgestein (Kalkstein) nach TL / ZTV SoB-StB 04. Auf dieser Schottertragschicht sollte ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 180 \text{ N/mm}^2$ erreicht werden.
- S2** Der auf der Oberfläche der Schottertragschicht (Zusammensetzung der STSuB wie S1) vorgesehene E_{v2} -Wert $\geq 150 \text{ N/mm}^2$ konnte durch Anordnung eines zusätzlichen Vlieses auf der Unterlage erreicht werden. Dies entspricht der Anforderung bei Auflagerung auf einer Schicht aus frostunempfindlichem Material nach RStO (Bild 4).

Zum Vergleich:

- KTS** Kiestragschicht ausschließlich aus ungebrochener Gesteinskörnung und an der oberen Grenze des Sieblinienbereichs nach TL/ZTV SoB-StB.

RStO Tafel 2 Zeile 3



ZTV SoB-StB 04 Ziff 2.3.4.2

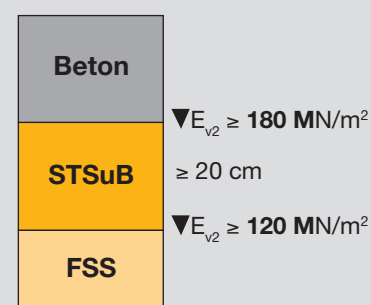


Bild 4: Anforderungen an die STSuB nach RStO und nach ZTV SoB-StB 04 bezüglich der Tragfähigkeit für einen Aufbau nach Bauklasse SV

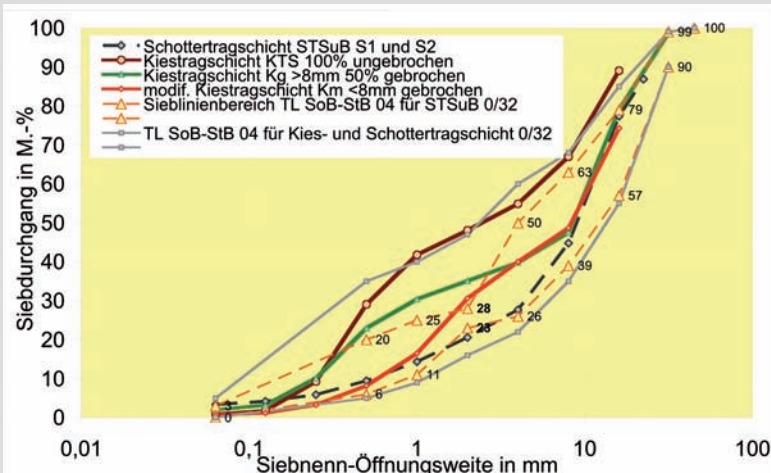


Bild 5: Korngrößenverteilung der fünf untersuchten ToB 0/32, Ergebnisse der Kontrollprüfung am angelieferten Baustoffgemisch vor Einbau

Neu - modifizierte Kiestragschichten mit Zusatz von gebrochener Gesteinskörnung:

- Kg** Bei dieser Kiestragschicht ist die Korngruppe über 8 mm zu über 50 % gebrochen (gebrochener Kies).
- Km** Modifizierte Kiestragschicht, Bezeichnung „Km“, aus 4 Korngruppen zusammengesetzt, wobei in Umkehrung zu „Kg“ unter 8 mm eine gebrochene Gesteinskörnung vorhanden und die Korngruppe 0/2 mm gewaschener Brechsand aus gebrochenem Kies ist. Die Korngrößenverteilung liegt etwas über dem Sieblinienbereich einer STSuB bei 2 mm Öffnungsweite.

Versuchsdurchführung

In einem Großprüfstand wurde ein Versuchsaufbau mit 30 cm ToB eingerichtet (Bild 7). Auf den ToB und mit dem Betonplattenstreifen wurde folgendes Versuchsprogramm durchgeführt:

- Statische Plattendruckversuche auf der ToB an zwei Lastpunkten (Bild 6),
- Dauerschwellversuche mit einer Lastplatte auf ToB an zwei Lastpunkten mit 10.000 Lastwechseln,
- Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit an drei Messorten mit einem am Prüfmittel erstellten Doppelinginfiltrometer mit kontinuierlicher Messwertaufzeichnung (Bild 15),
- Dauerschwingversuch an der auf ToB aufgesetzten Betonplatte mit unverdübelter Fuge in 4 Phasen mit stufenweise vergrößerter Schwingweite und mit Wasserzugabe über die Fuge ($> 3 \text{ Mio LW}$),
- Beurteilung der ToB-Oberfläche nach dem Dauerschwingversuch,
- Statische Plattendruckversuche und Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach dem Dauerschwingversuch.

Beim Dauerschwellversuch mit Lastplatte auf der ToB (Bild 6) wurden 6000 Lastwechsel mit 35 kN Oberlast (Maximallast des Plattendruckversuchs) und 4000 Lw mit 50 kN Oberlast (max. Einzel-Radlast eines Lkws) aufgebracht. Damit sollte die

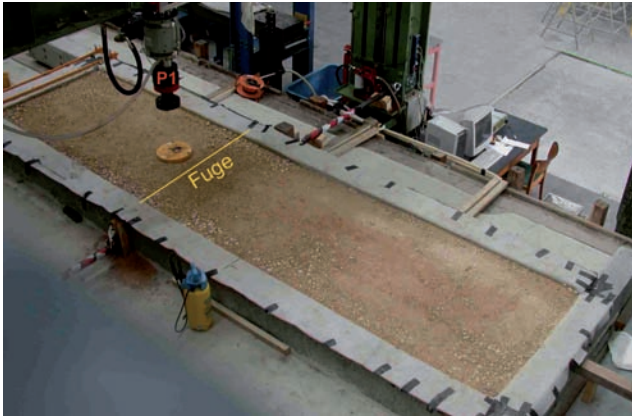


Bild 6: Großprüfstand; unter dem Prüfzylinder P1 am späteren Fugenrand ist die Lastplatte für den Plattendruckversuch aufgelegt

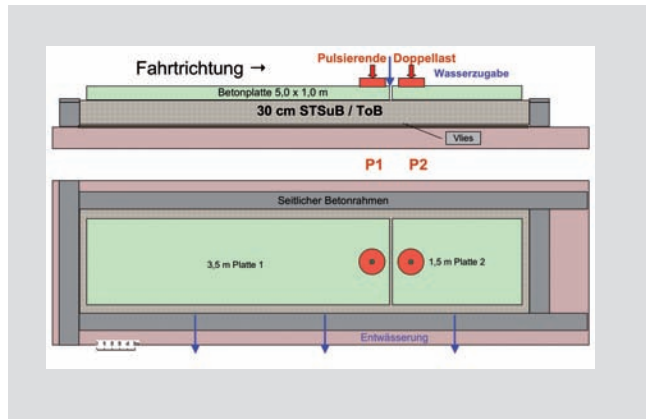


Bild 7: Großprüfstand für Versuche mit STSuB / ToB unter Betondecke (Längsschnitt und Aufsicht)

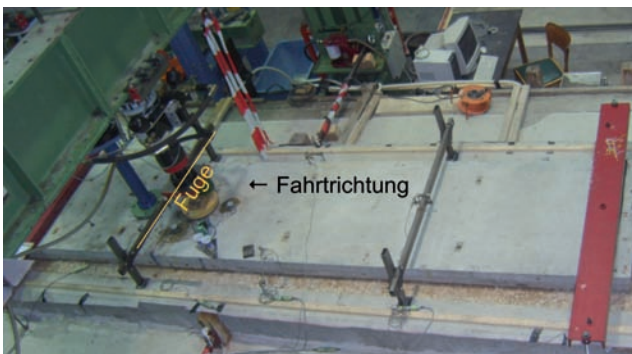


Bild 8: Großprüfstand mit Betonplatte und Messeinrichtungen; an den Fugenrändern gegenüberliegend je ein unabhängig servohydraulisch gesteuerter Prüfzylinder

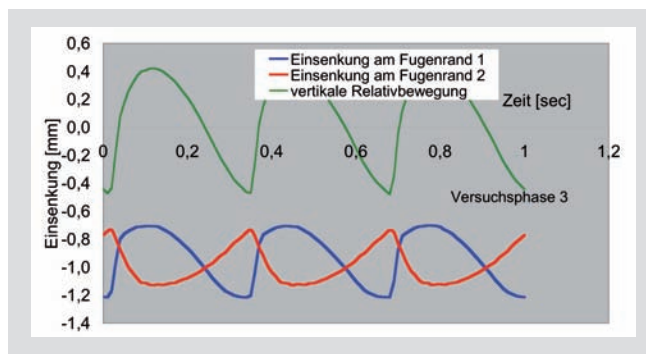


Bild 9: Verlauf der gemessenen Einsenkung an den beiden Fugenrändern und vertikale Relativbewegung; die unterschiedliche, impulsartige Belastungsgeschwindigkeit entspricht der Überfahrt über die Querfuge mit einem Wirksamkeitsindex = 0 %; Belastungsfrequenz 3 Hz

Beanspruchung durch sehr starken Baustellenverkehr simuliert werden.

Für den Dauerschwingversuch wurde zur Simulation der dynamischen Beanspruchung der ToB unter Betondecken im Querfugenbereich wie in situ bei Überfahrt mit einem schweren Lkw eine Prüfeinrichtung konzipiert. Dazu wurde im Großprüfstand ein Betonplattenstreifen in einer Länge von 5,0 m aufgelegt, der durch eine unverdübelte Fuge getrennt ist (Bild 7). Die Betonplatten wurden im Fugenbereich gegenüberliegend mit zwei Prüfzylindern, die unabhängig und phasenverschoben gesteuert werden können, pulsierend belastet (Bild 8).

In umfangreichen Vorversuchen wurde die Steuerung der beiden Prüfzylinder so abgestimmt, dass der zeitliche Verlauf der Belastungen und damit der Einsenkung (Bild 9) den oben beschriebenen Verhältnissen bei Überfahrt einer Fuge mit konstanter Überfahrtsgeschwindigkeit und verschiedenem Wirksamkeitsindex entspricht. Weiter wurden die Prüflasten so eingestellt, dass ein größtmögliches Maß an Übereinstimmung der Einsenkung der Platten im Großprüf-

stand mit der in situ unter Verkehrslast besteht. Die Belastung wurde kraftgesteuert aufgebracht, um durch diese gleichgroße Belastung bei einer bleibenden Einsenkung der Platten wirklichkeitsnahe Verhältnisse wie unter Verkehrsbelastung zu schaffen.

Die Einsenkung wurde in 4 Versuchsphasen (ab 2. Phase Wasserzugabe über die Fuge) mit insgesamt > 3,1 Mio LW bei einer Belastungsfrequenz von 3 Hz stufenweise gesteigert.

V Versuchsergebnisse

Bei allen untersuchten ToB ist im Dauerschwellversuch mit Lastplatte bei 35 kN Oberlast eine degressive Zunahme der Verformungen zu verzeichnen, wie dies auch bei früheren Untersuchungen an ToB festgestellt wurde [10]. In der Versuchsphase mit 50 kN Oberlast zeigt sich erwartungsgemäß ein deutlicher Anstieg der Verformungen, mit zunehmenden Lastwechseln jedoch ebenfalls abklingend. Im halblogarithmischen Maßstab stellt sich das plastische Verformungsverhalten der ToB bei 35 kN

Oberlast in einer linearen Zunahme dar (Bild 10). Eine Reihung der untersuchten ToB bezüglich Zunahme der Verformung und bleibender Verformung (Bild 11) stellt sich wie folgt dar:

S1 (gering) – S2 – Km – Kg – KTS (am größten).

Dauerschwingversuch an der Fuge der Betonplatte: Die Zunahme der bleibenden Einsenkung der Fugenränder [mm/log(n)] bei Versuchsphase 1 mit 0,2 mm Schwingweite ist etwa proportional zur Zunahme beim Dauerschwellversuch mit Lastplatte auf ToB (Bild 11 und Bild 12). Wie in früheren Versuchen [10] zeigt die Kiestragschicht KTS das ungünstigste Verformungsverhalten. Eine ausführliche Beschreibung dieser Versuchsergebnisse ist in [4] enthalten.

Die größere Einsenkung und bleibende Einsenkung am „zuletzt befahrenen“ Fugenrand steht in Übereinstimmung mit den Beobachtungen der Stufenbildung in situ (in Fahrtrichtung abwärts) und unterstreicht die Wirksamkeit der gewählten Belastung und Versuchsanordnung.

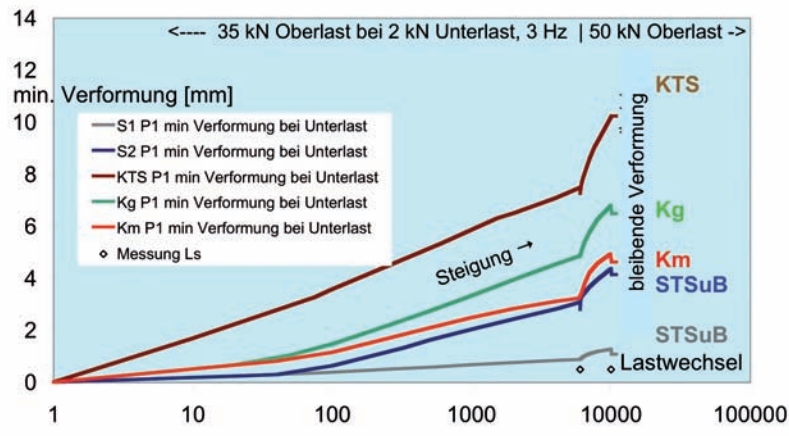


Bild 10 Verformung bei 2 kN Unterlast (und 35 bzw. 50 kN Oberlast) beim Dauerschwellversuch auf den ToB, Messort P1; Mittelwert aus 2 Versuchsreihen; logarithmische Teilung der Lastwechselzahl

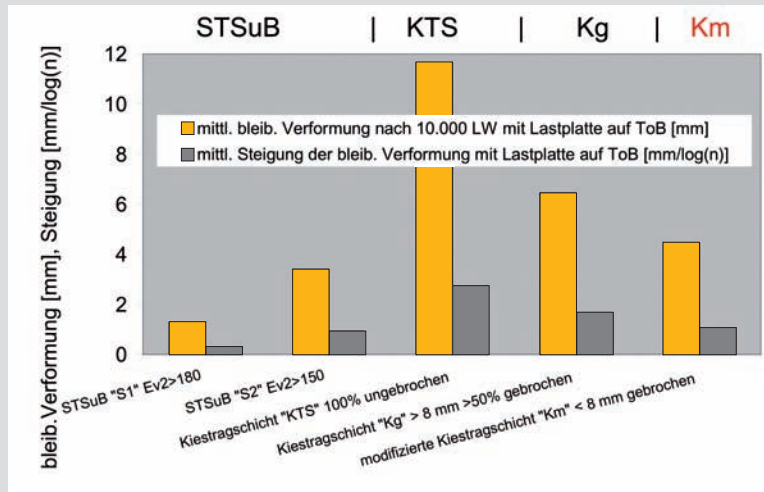


Bild 11: Bleibende Verformung nach dem Dauerschwellversuch mit Lastplatte auf ToB und Steigungsrate der Verformung, Mittelwert aus zwei Versuchen

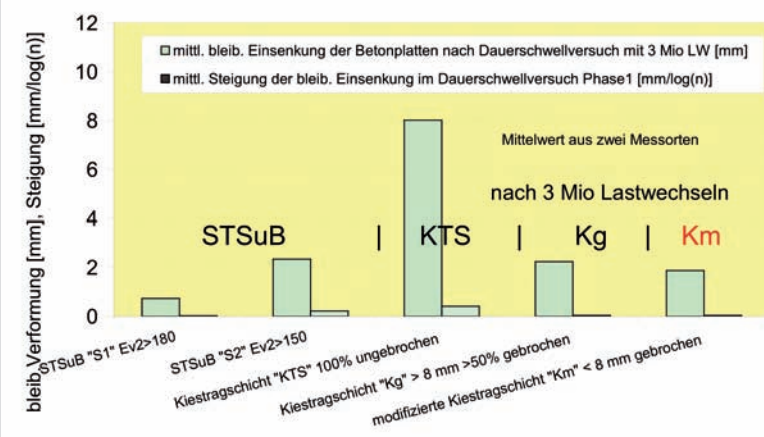


Bild 12: Bleibende Verformung nach dem Dauerschwingversuch mit ToB unter Betonplatten und Steigungsrate in Phase 1

Nach Abschluss des Dauerschwingversuchs wurde die Oberfläche der ToB durch Abheben der Betonplatten freigelegt (Bild 13). Gegenüber dem Zustand vor den Dauerschwingversuchen zeigte sich durch Einfluss der Wasserzugabe an der Fuge und durch das Pumpen infolge der phasenverschobenen Belastung der Fugenränder ein Freilegen der groben Gesteinskörnung im Fugenbereich. Dies war – wie in situ – am (zuletzt befahrenen) Fugenrand 2 stärker ausgeprägt. Die Veränderung trat bei den ToB in unterschiedlichem Ausmaß auf, besonders bei der Kiestragschicht Kg wurden feine Gesteinskörnungen parallel zur Fuge an den Plattenrand gepumpt und dort abgelagert (Kornumlagerung, Bild 14).

Eine eindeutige Feinkornumlagerung an die Unterseite der ToB konnte aus den ermittelten Kornverteilungen von Proben von der Ober- und Unterseite der ToB nach Abschluss der Dauerschwingversuche nicht festgestellt werden.

Der Durchlässigkeitsbeiwert wurde mit dem Doppelringinfiltrimeter auf der im Prüfstand eingebauten ToB gemessen (Bild 15). Der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert, der im Laborversuch am Baustoffgemisch nach DIN 18130-1 [11] ermittelt wurde, entspricht für S1 und Km bei vergleichbarer Wasserdrukshöhe dem Durchlässigkeitsbereich „stark durchlässig“ [12] und hatte damit eine sehr gute Übereinstimmung zum Durchlässigkeitsbeiwert aus der Doppelringinfiltrimeter-Messung, die bei KTS und Kg ohne gebrochene Gesteinskörnung jedoch unterschiedlicher war.

Eine tendenzielle Veränderung der Wasserdurchlässigkeit vor und nach dem Dauerschwingversuch war bei allen ToB nicht festzustellen.

Bei der Bestimmung des CBR-Wertes wird auf das abgesiebte Baustoffgemisch 0/22 der ToB eine konzentrierte Druckspannung von 6 bis 13 N/mm² bei 2,5 mm Weg eingeleitet und ist ca. um den Faktor 100 größer als die spätere Beanspruchung unter der Betondecke (Bild 16). Die Berechnungen wurden mit dem Näherungsverfahren an einer elastisch gelagerten Platte (siehe Bild 17) durchgeführt [4,13]. Bei der durchgeführten Versuchsreihe waren die CBR-Werte der modifizierten Kiestragschichten größer als die der Schottertragschicht! Der CBR-Wert ist kein geeignetes Kriterium für die Beurteilung der Tragfähigkeit einer ToB unter Betondecken.

Unter Berücksichtigung des Verformungsverhaltens der modifizierten Tragschicht „Km“ 0/32 im Dauerschwing- und Dauerschwellversuch, des Verhalten bei Wasserzugabe und der geringen Kornumlagerung an der



Bild 13: Freigelegte Oberfläche der modifizierten Kiestragschicht Km nach dem Dauerschwingversuch mit Wasserzugabe; simulierte Fahrtrichtung von rechts nach links; das weiße Maßband markiert den Verlauf der – zunächst als verdübelt, dann in der Schlussphase als unverdübelt simulierten – Fuge

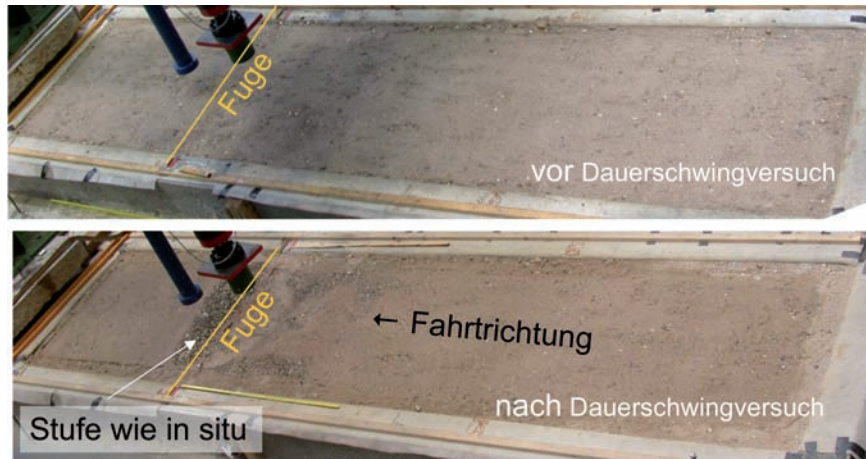


Bild 14: Freigelegte Oberfläche der Kiestragschicht KT vor und nach dem Dauerschwingversuch mit Wasserzugabe, Angabe der simulierten Fahrtrichtung

Oberfläche kann eine weitere Anwendung empfohlen werden.

Ausblick

Anhand einer theoretischen Untersuchung an einem mehrschichtigen Aufbau kann gezeigt werden, dass eine Reduzierung des E_{v2} -Wertes auf OK einer ToB von 180 N/mm^2 auf 150 N/mm^2 unter Verkehrslast eine nur 3 % größere Biegezugspannung bewirkt (Bild 17). Dies wurde in [14] genauer untersucht. Es werden keine Auswirkungen auf das Langzeitverhalten gesehen. Deshalb genügt aus Sicht der Dimensionierung ein E_{v2} -Wert von 150 N/mm^2 , wenn ein vorschriftsgemäßer Einbau der 30 cm dicken Schottertragschicht auf Frostschutzschicht mit $E_{v2} \geq 120 \text{ N/mm}^2$ gewährleistet ist. Der E_{v2} -Wert von 180 N/mm^2 ist ein zusätzliches Hilfskriterium für die Verdichtung der eingebauten ToB.

Bei Einsatz modifizierter KTS mit einem optimierten Anteil an gebrochener Gesteinskörnung können die Anforderungen an den Verformungsmodul auf der Oberfläche der ToB mit $E_{v2} \geq 150 \text{ N/mm}^2$ beibehalten werden.

Anhand der Untersuchungen sind an eine modifizierte Kiestragschicht 0/32 zur Anwendung unter Betondecken folgende Anforderungen zu stellen:

- Korngrößenverteilung: korngestuftes Baustoffgemisch aus gebrochener Gesteinskörnung $< 8 \text{ mm}$; Korngruppe 0/2 mm aus gewaschenem Brechsand aus gebrochenem Kies; Verwendung von ungebrochener Gesteinskörnung $> 8 \text{ mm}$, Erweiterung des Sieblinienbereichs von STSuB bei 2 mm von 28 auf 31 %; Feinanteil $< 0,063 \text{ mm}$ im eingebauten Zustand $< 5 \text{ Masse-\%}$,



Bild 15: Messen der Wasserdurchlässigkeit der ToB/STSuB im Großprüfstand mit dem Doppelring-Infiltrometer

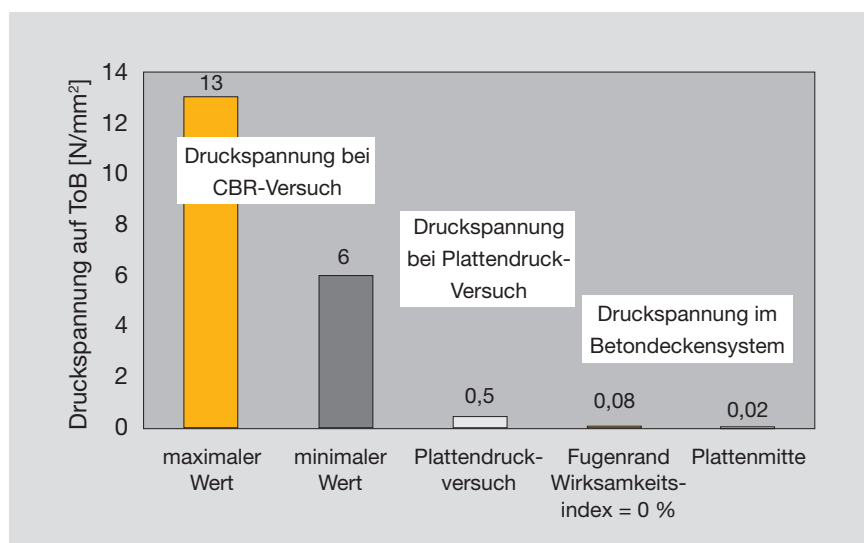


Bild 16: Druckspannung auf ToB beim CBR-Versuch, beim Plattendruckversuch und im Betondeckensystem unter Verkehrslast

- Wasserdurchlässigkeit: in der Laborprüfung Durchlässigkeitsbeiwert $k \geq 5,4 \cdot 10^{-5}$ m/sec; der CBR-Versuch kann entfallen,
- Tragfähigkeit beim Plattendruckversuch: $E_{v2} \geq 150$ N/mm² (auch von der Dimensionierung her bei Auflagerung auf Frostschutzschicht).

Im Rahmen einer Betondecken-Versuchsstrecke sollte die modifizierte Kiestragschicht 0/32 „Km“ unter Baustellenbedingungen erprobt werden, insbesondere hinsichtlich Transport, Einbau und Standfestigkeit.

Eine weitere Anwendung wird als ToB unter Fester Fahrbahn gesehen, deren Betontragplatte eine durchgehende Längsbewehrung aufweist [15].

Literatur

- [1] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrg.): RStO 01 – Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen FGSV-Nr. 499
- [2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrg.): Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau TL SoB-StB 04, Ausgabe 2004
- [3] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrg.): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau ZTV SoB-StB 04, Ausgabe 2004
- [4] Leykauf, Günther, Birmann, Dieter und Olaf Weller: Dicke Betondecke auf Schichten ohne Bindemittel (SoB/STSuB); Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen – Straßenbau – Heft S 55, 2008 (ISSN 0943-9323, ISBN 978-3-86509-835-1) 28 S.
- [5] Eisenmann, Leykauf: Betonfahrbahnen – 2. Auflage. Handbuch für Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbau; Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin (2003) ISBN 3-433-01241-1
- [6] Birmann, Dieter: Einfluss hydraulisch gebundener Tragschichten auf die Beanspruchung von Betondecken – Experimentelle und theoretische Untersuchungen unter besonderer Berücksichtigung der Randbelastung; Mitteilungen des Prüfamtes für Bau von Landverkehrswegen der Technischen Universität München Heft 35 1981
- [7] Birmann, Dieter: Bewertung von Betondecken für eine Sanierung mit einer dünnen Asphaltdecke; Mitteilungen des Prüfamtes für Bau von

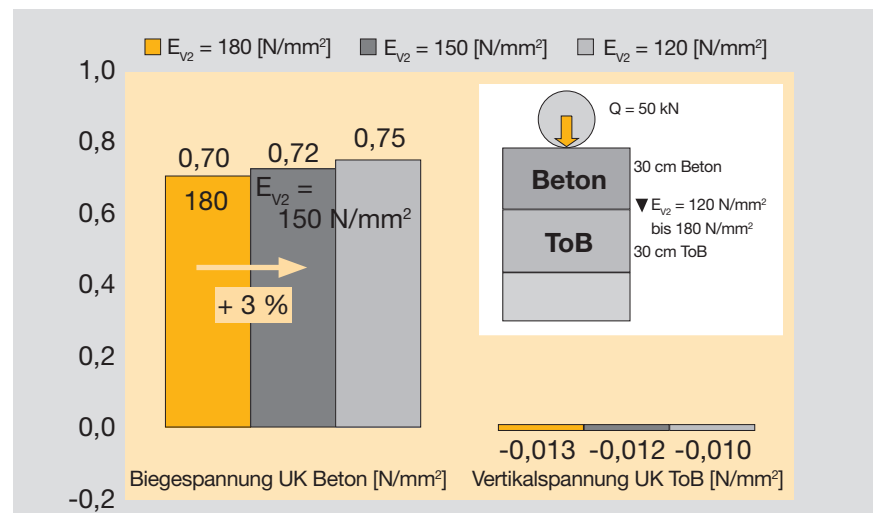


Bild 17: Auswirkung des E_{v2} -Wertes der ToB auf die Beanspruchung eines Betondeckensystems entsprechend Bauklasse SV

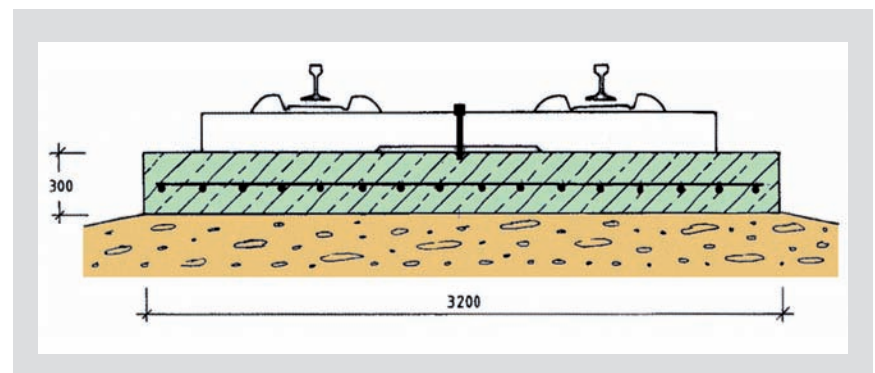


Bild 18: Gleisrost mit durchgehend bewehrter Betontragplatte mit gesteuerter Rissbildung auf ToB [15]

- [8] Eisenmann, J., Birmann, D.: Experimentelle Untersuchung des Abriebes und der Erosion von gebundenen Tragschichten unter Betondecken; Erosion zementgebundener Tragschichten unter Betondecken; Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 725, 1996
- [9] DIN EN 13286-47 Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische – Teil 47: Prüfverfahren zur Bestimmung des CBR-Wertes (California bearing ratio), des direkten Tragindex (IBI) und des linearen Schwellwertes; Deutsche Fassung EN 13286-47:2004, Ausgabedatum: 2004-04-00
- [10] Leykauf, G. und D. Birmann: Kies und Sand im Verkehrswegebau – neue Erkenntnisse und Entwicklungen. – In: Kies + Sand Gesteins-Perspektiven (2004) 2, S. 28
- [11] DIN 18130-1 Baugrund – Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts – Teil 1: Ausgabedatum: 1998-05-00
- [12] Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen (1998) FGSV Nr. 947
- [13] Eisenmann, Leykauf: Verkehrsflächen aus Beton; Betonkalender 2007 Teil II S. 95 – 263
- [14] Weller, Olaf: Das Tragverhalten ungebundener Schichten und der Einfluss von Wasser unter Betondeckensystemen; Mitteilungen des Prüfamtes für Bau von Landverkehrswegen der Technischen Universität München Heft 83 2008
- [15] Lechner, Bernhard: Dimensionierung und konstruktive Durchbildung von Feste-Fahrbahn-Systemen mit Tragschichten ohne Bindemittel; ZEVrail Glasers Annalen 131 (2007) S.292-302

Dr.-Ing. D. Birmann

Prüfamt für Verkehrswegebau der Technischen Universität München
Baumbachstr. 7, 81245 München
Tel.: 089 / 289-27036,
Fax.: 089 / 289-27042
E-Mail: d.birmann@vwvb.bv.tum.de

der Lasten von einer Platte zur benachbarten unbelasteten Platte eingesetzt werden.

Eine neuere Bauweise, wie sie auch aus dem Ausland bekannt ist, stellt die Betondecke mit durchgehender Bewehrung dar. Diese Bauweise wurde in Deutschland bereits an mehreren Versuchsstrecken realisiert, zuletzt auf der BAB A5 bei Darmstadt im Jahr 2004. Der Vorteil dieser Bauweise liegt darin, dass bei der konventionellen Betondeckenkonzeption der sensible Fugenbereich vermieden wird und damit auch aus wirtschaftlichem Aspekt die Fugenpflege eingespart werden kann. Neuere Überlegungen führen nun dazu, die hervorragenden Eigenschaften der Tragfähigkeit einer Betondecke mit den guten Oberflächeneigenschaften einer Asphaltdecke zu kombinieren und diese Kompositbauweise einer dünnen Asphaltdeckschicht auf Beton zu erproben. Dabei bietet sich die durchgehend bewehrte Betondecke als lastabtragende Schicht an, die mit einer dünnen Asphaltdecke überzogen wird. Der Vorteil dieser Kompositbauweise ist, dass aufgrund der geringen Rissöffnungsweite einer durchgehend bewehrten Betondecke mit sehr regelmäßigem Rissabstand, keine Reflexionsrissbildung in der darüber liegenden Asphaltdeckschicht zu erwarten ist. Damit kann die durchgehend bewehrte Betondecke direkt mit dem Asphalt überbaut werden und jegliche Fugenpflege bei dieser Mischbauweise eingespart werden. Große Sorgfalt beim Bau ist allerdings dem Verbund zwischen der durchgehend bewehrten Betondecke und der Asphaltdeckschicht zu widmen.

Im Verkehrswegebau der Zukunft werden wir uns sehr stark auf die Lärmemissionen, die durch den Straßenverkehr verursacht werden, konzentrieren müssen. So werden sicherlich die derzeit bestehen-

den Immissionsgrenzwerte, welche vor den Fenstern der betroffenen Bebauungen gemessen werden, in ihren Größen hinsichtlich der Lärmvorsorge und der Lärmsanierung angeglichen werden müssen. Aktuell kann es durchaus vorkommen, dass zwischen den Lärmvorgewert, der bei Neu- und Ausbaumaßnahmen an Strecken gilt, und dem Lärmsanierungswert, der bei bestehenden Strecken anzuwenden ist, ein Unterschied in den Anforderungen an die Immissionsgrenzwerte von 13 dB(A) vorliegt. Um eine derartige Reduzierung der Immissionswerte zu erreichen, sind enorme Ansprüche an alle Beteiligten im Straßenverkehr gerichtet. Untersuchungen der Reifenindustrie zeigen, dass hinsichtlich der Gestaltung der Reifen ein Verbesserungspotenzial von 2,5 dB(A) bei gleicher Reifengröße und gleicher Reifenkategorie erkannt wird. Für die Straßenoberfläche geht man aber von einem Verbesserungspotenzial bis zu 10 dB(A) aus. Gerade im Betondeckenbau ist hier noch erheblicher Forschungsbedarf gegeben, da derzeit lediglich die Waschbetonbauweise eine Verbesserung der DStro-Werte um 2 dB(A) bringt. Erste Forschungsskizzen zu diesem Thema zeigen, dass durchaus auch in der Betondeckenbauweise Verbesserungen der Lärmemissionen durch eine Optimierung der Fahrbahnoberfläche von mehr als 5 bis sogar 10 dB(A) erreicht werden können.

Aber wir werden uns nicht nur hinsichtlich des Lärms über die Einflüsse des Straßenverkehrs auf die Umwelt Gedanken machen müssen, sondern wir werden die Verkehrsökologie global beachten müssen. So haben beispielsweise die G8-Staaten sich in L'Aquila im Juli 2009 dazu bekannt, dass der CO₂-Ausstoß bis zum Jahr 2050 global um 50 % reduziert werden muss. In die gleiche Kategorie fällt ein Beschluss der EU aus dem Jahr 2007, die den CO₂-Ausstoß bis zum Jahr 2020 bereits um 20 % senken möchte und zwar im Vergleich zum Jahr 1990. Deutschland nahm sich verschärfend vor, sogar 40 % bis zum Jahr 2020

einsparen zu wollen. Lediglich im Verkehrsbereich hat eine deutliche Zunahme der CO₂-Emissionen stattgefunden. Daraus wird ersichtlich, dass speziell im Verkehrsbereich auf eine Reduzierung der CO₂-Emissionen insbesondere in Verknüpfung mit den Zielen der Politik, geachtet werden muss. Mit der Festlegung die CO₂-Emissionen global um ein beträchtliches Maß zu reduzieren, muss auch die kontraproduktive Entwicklung der Verkehrsbelastung und des Verkehrsaufkommens berücksichtigt werden. So werden wir nach einem Gesamtverkehrskonzept aus Österreich im Jahr 2020 eine 50%-ige Steigerung des Güterverkehrsaufkommens im Vergleich zum Jahr 2000 zu realisieren haben. Die Frage, die sich stellt ist, was können wir von Seiten der Fahrbahnkonstruktion dafür tun, dass günstige Effekte hinsichtlich der Verkehrsökologie erreicht werden. So wird es zukünftig wichtig sein, Verkehrsprojekte nicht nur nach deren Baukosten zu bewerten und auch zu vergeben, sondern die Projekte müssen nach deren Ökobilanz in Verbindung mit einer Lebensdauerbetrachtung bewertet werden. Für eine Bewertung der Emission von Treibhausgasen müssen u.a. Transportwege, Aufwendungen für den Ein- und Ausbau, für die Gewinnung der Gesteinskörnungen, der Tragschichtherstellung und dgl. mit einbezogen werden. Ebenso kann bei Baumaßnahmen überlegt werden, ob durch spezielle Aufwendungen zusätzlicher Verkehr verhindert werden kann und dadurch der CO₂-Ausstoß entsprechend reduziert werden kann. Auch im Rahmen des Raumordnungsverfahrens kann durch entsprechende Trassenvergleiche auf eine verkehrsökologische Bewertung zurückgegriffen werden.

Zukünftig müssen auch die Energiepotenziale, die im Straßenbereich erschöpft werden können, besser genutzt werden. Dies hat bereits begonnen mit dem Anbringen von Solarkollektoren an Böschungswänden, auf Dächern von Einhausungen oder an Lärmschutzwänden. Wir werden aber auch die Geothermie

nutzen um Energie oder Wärme zu gewinnen, die lokal etwa in der Eisfreihaltung der Fahrbahnoberfläche dienen kann. Ebenso gibt es erste Versuche, die Wärme, die im Fahrbahnaufbau, insbesondere in den Sommermonaten vorhanden ist, über Pufferspeicher zu nutzen.

Als weiteren Punkt künftiger Innovationspotenziale im Straßenbau werden wir versuchen müssen, in die Straßenoberfläche Intelligenz zu implementieren. Dies ist uns aus heutiger Sicht nicht unbekannt, da insbesondere vor Ampelanlagen bereits Kontaktschleifen eingebaut sind, die eine entsprechende Steuerung der Lichtsignale nach Verkehrsaufkommen ermöglicht. Dies stellt aber erst den Anfang der Möglichkeiten eines intelligenten Straßenaufbaus dar. So können beispielsweise über kleinste RFID Chips Informationen an beliebiger Stelle im Fahrbahnaufbau gespeichert werden, die als Fahrerassistenzsysteme dienen können und damit letztendlich auch konstruktiv für den Fahrbahnaufbau genutzt werden können.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich speziell hinsichtlich der Verkehrsökologie eine Vielzahl an Innovationspotenzial für den Verkehrswegebau der Zukunft ergeben. Unsere Gesellschaft wird es sich nicht länger leisten können, auf Kosten nachfolgender Generationen lediglich auf die Wirtschaftlichkeit von verschiedenen Verkehrssystemen und Verkehrsaufbauten zu achten, sondern wir müssen vermehrt Ökologie und Ökonomie in Einklang bringen. Damit können effektive Maßnahmen hinsichtlich einer Reduzierung der Umweltwirkungen im Straßenverkehr identifiziert werden, so dass die ökologischen Belange als ein wesentlicher Aspekt der Nachhaltigkeit verbessert werden können.

Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Stephan Freudenstein,
Technische Universität München,
Baumbachstraße 7, 81245 München
stephan.freudenstein@wbv.bv.tum.de

An welchen Themen sind Sie besonders interessiert? Oder möchten Sie die kostenlose Broschüre „Griffig“ bestellen? Bitte senden Sie uns Ihre Vorschläge oder Bestellung an E-Mail: ehrllich@bdzement.de oder per Fax an: (0211) 4578-44721.

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.



Konzept/Realisation
diba komm e.K.,
Düsseldorf
Gestaltung/Layout
B. Birnbaum, Düsseldorf

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

Herausgeber

Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e.V.
Tannenstraße 2
40476 Düsseldorf
Telefon: 0211/436926-627
Fax: 0211/4578-44721
E-Mail: ehrllich@bdzement.de
klaus.boehme@f-kirchhoff.de

Herstellung
Werbedruck GmbH
Horst Schreckhase
Dörnbach 22
34286 Spangenberg