

GRIFFIG

Aktuelles über Verkehrsflächen aus Beton



Vom tieferen Sinn der höheren Gewalt

Höhere Gewalt ist ein juristischer Begriff. Sie liegt dann vor, wenn „...ein schadenverursachendes Ereignis von außen einwirkt, also seinen Grund nicht in der Natur der gefährdeten Sache hat und das Ereignis auch durch eine äußerst zumutbare Sorgfalt weder abgewendet noch unschädlich gemacht werden kann“. Juristen versuchen mit dem Begriff plötzliche und unerwartete, akute und meist kurzzeitige Ereignisse mit möglicherweise längerfristigen Auswirkungen zu fassen. Für die – das ist ein wesentlicher Punkt – niemand persönlich verantwortlich gemacht werden kann.



Ist eine Pandemie also Höhere Gewalt? Sie ist plötzlich, unerwartet, akut – ja, aber kurz? Und längerfristige Auswirkungen? Auf jeden Fall wird die ganze Zeit irgendwie Schaden angerichtet, aber niemand ist Schuld daran – unter dem Strich also eindeutig Höhere Gewalt.

Pandemie als Höhere Gewalt?

Ganz ohne Galgenhumor: Fakt ist, dass die letzten 16 Monate der Pandemie für uns alle anders verlaufen sind, als wir geplant haben oder hätten voraussehen können.

Bei all dem können wir uns durchaus glücklich schätzen, denn der reguläre Geschäftsbetrieb unserer Industrie wurde von den „Lockdowns“ bisher kaum beeinträchtigt. Dennoch hat die Pandemie auch für den Betonstraßenbau die Spielregeln spürbar verändert. Vielleicht (und zum Glück) nicht dort, wo der Gleitschalungsfertiger läuft. Aber in jedem Falle dort, wo normalerweise fachlicher Austausch und Weiterbildung stattfinden, wo Technologie und Technik entwickelt und in Regelwerke umgesetzt werden. Üblicherweise würden wir an dieser Stelle von FGSV-Fachveranstaltungen berichten, von unserer traditionellen Weiterbildungsveranstal-

tung im Februar des Jahres, von Wahlen und Preisverleihungen oder vom B-StB-Schein-Kurs. Das meiste wurde abgesagt. Nur der B-StB-Schein-Kurs im ABZ Mellendorf konnte in einer Inzidenzlücke als Präsenzveranstaltung stattfinden.

Fachlicher Austausch ohne physische Präsenz? Zunächst schwer vorstellbar. Aber in der zweiten Hälfte des zurückliegenden Jahres wurden die digitalen Möglichkeiten des fachlichen Fernaustauschs über internetbasierte Sitzungsportale immer selbstverständlicher genutzt. Tatkräftig und gewohnt freundlich öffneten uns die KollegInnen der FGSV die digitalen Räume ebenso zuvorkommend wie vorher die Sitzungs- und Veranstaltungssäle. Und auch menscheln tat es hin und wieder: Kinder im Homeschooling oder durchs Bild laufende Haustiere sei Dank.

Fachaustausch ohne physische Präsenz?

Wie verhält es sich also mit dem tieferen Sinn der Höheren Gewalt? Wir haben uns in kürzester Zeit eine neue Dimension der Gremienarbeit und des Austauschs erschlossen. Durch den Wegfall der langen Reisezeiten gewonnene, zusätzliche Zeit sinnvoller und effizienter genutzt. Vieles wird uns auch nach der Pandemie zur Verfügung stehen und erhalten bleiben.

Tieferer Sinn der höherer Gewalt?

Die Pandemie ist noch immer eine der größten wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Herausforderungen der letzten 70 Jahre. Aber letztlich bestimmen wir, ob wir an ihr wachsen und die viel zitierte Rückkehr zur Normalität zu einem Aufbruch in eine neue Alltäglichkeit gestalten.

Vielleicht ist uns das ein tieferer Sinn der höheren Gewalt.

Dipl.-Ing. Martin Peck
Geschäftsführender Vorstand
Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e.V.

Betonstraßentagung des FGSV

Die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) lädt auch 2021 zu ihrer Betonstraßentagung. Die Fachwelt trifft sich am 5. und 6. Oktober in der Ruhr-Univer-

sität Bochum, um sich über neueste Entwicklungen im Betonstraßenbau zu informieren. Das Programm soll in Kürze auf www.fgsv.de erscheinen.



Bild: RUB/Nelle

Der Zentrale Omnibusbahnhof in Singen (Hohentwiel), Ldkr. Konstanz, Baden-Württemberg

Alexander Grünewald, Ostfildern

Der Zentrale Omnibusbahnhof (ZOB) in Singen musste als bedeutender Verkehrsknotenpunkt baulich, verkehrstechnisch und gestalterisch modernisiert werden. Die Verantwortlichen entschieden sich für den Einsatz von Beton als Deckenbaustoff, da die Fläche vergleichsweise hochbelastet war und die üblichen Instandhaltungszyklen der klassischen Asphaltbauweise im vorliegenden urbanen Kontext immer wieder zu kritischen Bausituationen geführt hätten. Der Zielwert der Dimensionierung verspricht eine nahezu erhaltungsfreie Nutzungsdauer von mindestens 30 Jahren. Ausgeführt wurde die Fläche in unbewehrter, segmentierter Plattenbauweise. Der nun sanierte ZOB ist ein kluges und nachhaltiges Beispiel für den Einsatz von Beton im modernen Straßenbau.

Ausgangssituation und Planungsentscheidungen

Der ZOB Singen ist einer der bedeutendsten Haltepunkte des Nahverkehrsnetzes im Raum Singen und bindet diesen an den

Regional- und Fernverkehr der Bodensee-region an. Der Bedeutung eines Fernverkehrsknotenpunktes angemessen, war es ein dringendes Anliegen der Stadt Singen, den vor dem Hauptbahnhof liegenden Zentralen Omnibusbahnhof baulich, verkehrstechnisch und gestalterisch zu mo-

dernisieren. Der ZOB wird von allen Stadtbuslinien angefahren. Für die Anbindung des näheren Singener Umlandes sorgen mehrere Regionalbuslinien. Vom Singener Bahnhof aus verkehren mehrmals täglich Züge in Richtung Offenburg, Konstanz, Stuttgart, Schaffhausen oder Friedrichshafen in umsteigefreien Verbindungen. Die erkennbaren Überlastungen des baulichen Bestandes legten eine grundhafte Neuplanung nahe. Die neuen Halteplätze wurden barrierefrei gestaltet. Als Aufstellungsform für ein unabhängiges Ein- und Ausfahren aus den Halteplätzen wurde überwiegend eine Sägezahn-Ausrichtung gewählt (die Bushaltestellen können so vom Straßenraum her schräg abbiegend angefahren werden). Zwei Kreisverkehre an den Zu- und Ausfahrten des ZOB unter-



Bild: A. Grünewald

Bild 1: Das Hauptbaufeld des Zentralen Omnibusbahnhofes in Singen

stützen das rasche An- und Abfahren der Busse in alle Richtungen und beschleunigen den Geschäfts- und Alltagsverkehr vor dem Hauptbahnhof.

Im Mai 2015 wurde das Verkehrsanlagenplanungsbüro Rapp Regioplan GmbH in Konstanz mit der Generalplanung des ZOBs beauftragt. Für die gestalterischen Aspekte der Entwurfs- und Ausführungsplanung des ZOBs (Bussteigdach, Bussteigausrüstung, Beleuchtung, Grünplanung) wurde das Planungsbüro „faktorgrün“ aus Freiburg beauftragt.

Um die zentrale Bedeutung des Singener Bahnhofes auch im baulichen Ensemble zu unterstreichen, wurde der Bahnhofesplatz mit einer einheitlichen Materialität ausgestaltet. Die Fahrwege der Verkehrsflächen des motorisierten Verkehrs wurden mit einer Ortbetondecke ausgeführt und die Flächen für Fußgänger mit hellen und optisch ansprechenden Betonpflastersteinen ausgebildet.

Die Vorteile der Betonbauweise gegenüber der Asphaltbauweise sahen die Verantwortlichen hauptsächlich in der erheblich längeren Nutzungsdauer, der hohen Belastbarkeit und in der Breite der gestalterischen Möglichkeiten.

Die vertieften Kenntnisse zum Betonstraßenbau wurden im Rahmen einer Fachplanung durch das Büro Müller Engineering GmbH, Schweiz eingebracht. Aufgrund der hohen Belastung mit vielfach spurgebundener Befahrung kam der Dimensionierung des Oberbaus besondere Bedeutung zu. Um die Verkehrsflächen möglichst genau auf die Nutzungslasten hin auszulegen und für die geplante, lange Nutzungsdauer zusätzliche Dauerhaftigkeitsreserven vorzuhalten, wurden die Flächen rechnerisch dimensioniert. Die Dimensionierung wurde durch Herrn Prof. Andreas Grossmann, Hochschule Konstanz, durchgeführt.

Als Dimensionierungsgrundlagen wurden die in den FGSV-Merkblättern M VaB, Teile 1 und 2, gegenüber den ZTV Beton-StB modifizierten Anforderungen z.B. zur Fugenplanung zugrunde gelegt. Darüber hinaus wurden die Fugenverläufe auch mit Blick auf die überwiegenden Verkehrsbewegungen wie z.B. stehendem oder spurgeführtem Verkehr, typische Brems- und Einmündungsbereiche sowie Übergänge zur Asphaltbauweise kritisch analysiert und optimiert. Aus diesen Betrachtungen lassen sich günstige geometrische Merkmale der Plattengestaltung ableiten, die letztlich maßgebend für die Dimensionierung und somit die Dickenfestlegung der Betondecke ist. Allein diese Differenzie-

rung legte die Anwendung einer rechnerischen Dimensionierung nahe.

Die Herstellung von Verkehrsflächen aus Beton im kommunalen Kontext legt stets eine Oberbaukonstruktion mit einer Asphalttragschicht (ATS) nahe.

Unter Berücksichtigung der technischen Regelwerke wurde eine 10 cm dicke Asphalttragschicht AC 22 TN mit einem Bindemittel 70/100 gewählt. Die Ermittlung der Belastungsklasse (Bk) über die dimensionierungsrelevante Beanspruchung (B-Zahl) ergab die Belastungsklasse Bk 32. Über die Belastungsklasse hinaus wurden zur Dimensionierung der Betondecke weitere Aspekte berücksichtigt, die letztlich auch in die Festlegung der Betondeckendicke eingeflossen sind:

- Die Dicke der Betondecke soll um 2 cm erhöht werden, wenn keine Verankerung möglich ist.
- Wenn bei Busverkehrsflächen keine Verankerung möglich ist, sollte zur Dimensionierung die nächsthöhere Belastungsklasse gewählt werden.

Beide Aspekte betrafen vor allem die freien Plattenränder zu den seitlichen Borden. Zur Absicherung dieser konstruktiven Situation wäre eine Erhöhung der Plattendicke um 2 cm eine richtige Maßnahme.

Bei Erhöhung der Belastungsklasse würde die Belastungsklasse Bk100 maßgebend. In Kombination aller Maßnahmen würde sich die Plattenmindestdicke zu 28 cm ergeben.

Mit Blick auf die besonderen Belastungssituationen, auf die uneinheitlichen Plattengeometrien sowie auf die kombinierte Nutzung als Busverkehrsfläche und für den fließenden Durchgangsverkehr erschien diese Plattendicke allerdings nicht hinreichend.

Nach einer rechnerischen Dimensionierung mit dem Rechenprogramm AWD Stako wurde unter Betrachtung aller vorliegenden baulichen und nutzungstechnischen Umstände eine Deckendicke von 34 cm festgelegt. Diese Plattendicke liegt nach den bisherigen Erfahrungen auch unter Einbeziehung der vorliegenden Besonderheiten und Erschwerisse für eine Mindestnutzungsdauer von 30 Jahren auf der sicheren Seite und trägt ein besonderes Nachhaltigkeitsmerkmal: Jeder zusätzliche Zentimeter Plattendicke ergibt einen erheblichen Dauerhaftigkeitszuwachs, kostet in der Herstellung aber nur etwa 1 €/m². Im vorliegenden Fall kann davon ausgegangen werden, dass die Dimensionierung voraussichtlich eine deutlich erhöhte Dau-

erhaftigkeit über den Zielzeitraum hinaus erwarten lässt, was die geringen Mehrkosten zu einer nachhaltigen Investition in die Zukunft macht.

Ausführung

Betontechnologie und Bautechnik

Wie bereits beschrieben, ergab sich für den Aufbau der Betondecke der in Bild 2 dargestellte Konstruktionsaufbau.

Neben der technisch hohen Wertigkeit in der Asphalttragschicht innerhalb der Oberbaukonstruktion hat die Asphalttragschicht zusätzliche Vorteile, die vor allem beim Bauen im üblicherweise räumlich stark beschränkten urbanen Bereich von besonderer Bedeutung sind:

- Sehr gute Ebenheit und exaktes Höhen-nivellement (exakte Drahtführung beim Einbau mit Fertiger)
- Hohes und gleichmäßiges Steifigkeitsmodul in der Tragschicht
- Schadloose Zwischennutzung für Baustellen-, Liefer- und Umleitungsverkehre
- Fester Untergrund zum einfachen und sicheren Befestigen der Randschalung sowie der Dübel und Ankerkörbe
- Saubere oder leicht zu säubernde Tragschichtoberfläche

Wie bereits an zahlreichen Projekten erfolgreich ausgeführt, wurde die deutsche Regelbauweise mit unbewehrten Platten und Fugen ausgeführt. Durch die sachgerechte Anordnung der Fugen werden Zugspannungen, die durch das Abbinden bzw. Schwinden des Betons und durch spätere Temperatureinwirkungen aus Witterungseinflüssen entstehen können, im Gesamtsystem ausgeglichen, ohne dass unplanmäßige Risse entstehen. Bei dieser Bauweise werden die Fugen zwischen den Platten, entweder als Raumfugen oder als Sollriss-

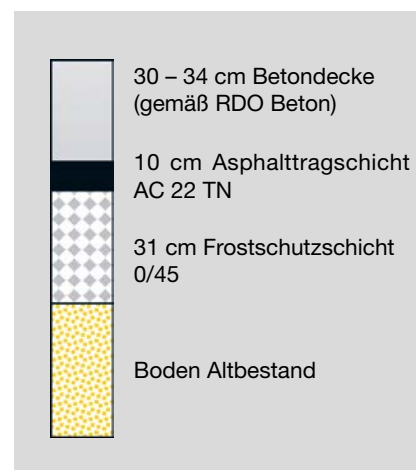


Bild 2: Aufbau Gesamtquerschnitt ZOB Singen

stellen (Schein- bzw. Pressfugen), bereits durch die Planung vorgegeben. In den Fugen werden die Querkraftübergänge zwischen den einzelnen Platten mit Ankern und/oder Dübeln gesichert. Die Dübel wurden etwa mittig der Plattendicke in Fahrtrichtung und im Abstand von 25 cm zueinander in vorgefertigten Körben vorgelegt und überbetoniert. Sie erlauben eine Fugenöffnung, wenn sich die aneinandergrenzenden Platten durch das Schwinden des Betons oder bei Temperaturänderungen verformen. Die Anker wurden quer zur Fahrtrichtung in gleichmäßigem Abstand eingelegt. Anker erlauben nur sehr geringe Relativbewegungen zwischen den Platten und sichern die Querkraftübertragung über die Fuge durch die Rissverzahnung.

Hinsichtlich der Plattengeometrie können die in der Merkblattrihe für Planung, Konstruktion und Bau von Verkehrsflächen aus Beton, M VaB Teile 1 und 2, formulierten geometrischen Grundsätze nicht immer eingehalten werden. Einzelne Platten, die diesen Grundsätzen nicht entsprechen, z.B. mit einem ungünstigen Längen-Breiten-Verhältnis oder unvermeidbaren spitzen Winkeln, sollen zusätzlich mit einem Flächengewicht von mindestens 6 kg/m² bewehrt werden (hier Q 335, obenliegend, Betondeckung $\geq$ 5 cm).

Der zeitlich eng getaktete Bauablaufplan mit seinen vorgegebenen Ausführungs- und Pufferzeiten wegen des Wetters konnte nicht immer eingehalten werden, so dass die Arbeiten zum Erstellen der Betondecke letztendlich in mehrere Bauabschnitte aufgeteilt wurden. Dies bedeutete einen leicht erhöhten Aufwand für die Einbaukolonnen, konnte aber durch intensive Gewerkeabstimmung in Grenzen gehalten werden.

Ausführungsbeginn war im April 2019, die letzten Straßenbetonarbeiten fielen in den Oktober 2020. Eingebaut wurde überwiegend streifenweise mit manueller Vorverdichtung und Oberflächenabschluss mit Rüttelbohle, welche auf der Schalung bzw. halbseitig auf einer bereits betonierten Teilfläche auflag.

Für die Deckenkonstruktion wurde ein Beton nach den TL Beton-StB festgelegt. Der Einbau sollte im Grundsatz nach den ZTV Beton-StB, bei nötigen Abweichungen aber in enger Anlehnung an die zutreffenden Regelungen des M VaB, Teil 1 erfolgen. Hinsichtlich bestimmter Arbeitsgänge (Oberflächenabschluss, Nachbehandlung) wurden einzelvertraglich besonders qualitätsfördernde Regelungen aufgerufen.



Bild: A. Grünewald

Bild 3: Betoneinbau mit manueller Vorverdichtung und Rüttelbohle



Bild: A. Grünewald

Bild 4: Seitenschalung, Asphalttragschicht und vorbereitete Dübelkörbe

Zum Einsatz kam Transportbeton mit einer in der Erstprüfung abgesicherten Würfeldruckfestigkeit von mindestens 37 MPa und einer Biegezugfestigkeit von mindestens 4,5 MPa nach 28 Tagen.

Den Regeln der TL Beton-StB entsprechend wurde zur Absicherung des Frost- und Tausalzwidestandes ein Beton mit künstlich eingeführten Mikroluftporen vorgesehen (LP-Beton gem. Expositions-kategorie XF4).

Hierbei richtet sich der minimale Luftporengehalt, gemessen am Frischbeton, nach dem Größtkorn des im Beton enthaltenen Gesteinskörnungsgemisches und danach, ob zusätzlich noch ein verflüssigendes Zusatzmittel (Fließmittel) eingesetzt wird.

Aufgrund des eingesetzten Größtkorns von 22 mm sind nominal mindestens 4 % Luftporen im Frischbeton nachzuweisen. Da in vorliegendem Fall zusätzlich ein Fließmittel

tel eingesetzt wurde, war der Mindestgehalt an Mikroluftporen im Nachweis um 1 % auf 5 % zu erhöhen.

Die Mikroluftporen dienen nach dem Erhärten des Betons dazu, das Eindringen von Oberflächenfeuchte in das Betongefüge durch Verringerung der Kapillarwirkung zu vermindern und beim Gefrieren von Wasser in Porengefüge Spannungsräume für die Eisbildung zur Verfügung zu stellen. Mit beiden Effekten können innere und äußere Frostschäden wirksam verhindert werden.

Straßendeckenbetone für Fahrbahnflächen der hohen Belastungsklassen fallen unter die Feuchtigkeitsklasse WS und damit unter die Regelungen des Allgemeinen Rundschreibens Straßenbau ARS 04/2013. Die sogenannten WS-Regelungen erfordern eine genauere Untersuchung und Auswahl der Gesteinskörnung und dienen dazu, eine schädigende Reaktion zwischen der Gesteinskörnung und bestimmten Alkalien aus dem Zement und den winterlichen Tausalzen zu verhindern.

Die letzte Oberflächentexturierung wird bei kommunalen Verkehrsflächen aus Beton üblicherweise mit einem Besenstrich erzeugt. Der bei den geringen Überfahrgeschwindigkeiten innerorts meist senkrecht zur Fahrtrichtung aufgebraachte Besenstrich sorgt für eine gute Griffbarkeit und gibt die seitliche Ablaufrichtung des Regenwassers vor.

Während der Betonierarbeiten wurden neben dem Luftporengehalt auch die auf die Konsistenzklasse F2 beschränkte Betonkonsistenz und die Nachbehandlung intensiv überwacht. Aufgrund des bei Betondecken zum Volumen sehr großen Anteils ungeschalteter, freier Fläche wurde bei diesem Betonstraßenbauprojekt einzelvertraglich eine zwei-, bei Extremtemperaturen auch dreistufige Nachbehandlung gefordert und ausgeführt. Sobald der eingebaute Beton seinen Besenstrich erhalten hatte und eine mattfeuchte Oberfläche erkennbar war, wurde mit Handsprühgeräten ein flüssiges Nachbehandlungsmittel aufgetragen, was bei hohen Temperaturen oder Windgang wiederholt wurde. Nach Erreichen der Trittfestigkeit wurde die junge Betonfläche außerdem mit wasserhaltenden Vlieslagen bzw. auch mit wasserdichten Folien abgedeckt und zusätzlich gewässert.



Bild: A. Grünewald

Bild 5: Nachbehandlung der Betonplatten; sie wurden mit wasserhaltenden Vlieslagen oder strapazierfähiger Folie bedeckt, eingepackt und gewässert.



Bild: A. Grünewald

Bild 6: Besenstrich-Textur des fertiggestellten Kreisverkehrs am westlichen Ende des Erneuerungsbereichs

Fugenschnitt

Noch während des Nachbehandlungszeitraumes wurden die zum Ausführungskonzept gehörenden Scheinfugen geschnitten. Der Schnittzeitpunkt liegt im Ermessen der ausführenden Firma und verlangt ein hohes Maß an Erfahrung. Ab mittleren Tagestemperaturen von ca. 20 °C muss diesem Arbeitsgang besondere Aufmerksamkeit

gewidmet werden, da sich das Zeitfenster für den Fugenschnitt mit steigenden Temperaturen rasch stark verkürzen kann.

Scheinfugen werden je nach Fugenart bis max. 45 % der Plattendicke eingeschnitten und provozieren damit einen spannungsentlastenden Riss unterhalb des Schnitts.

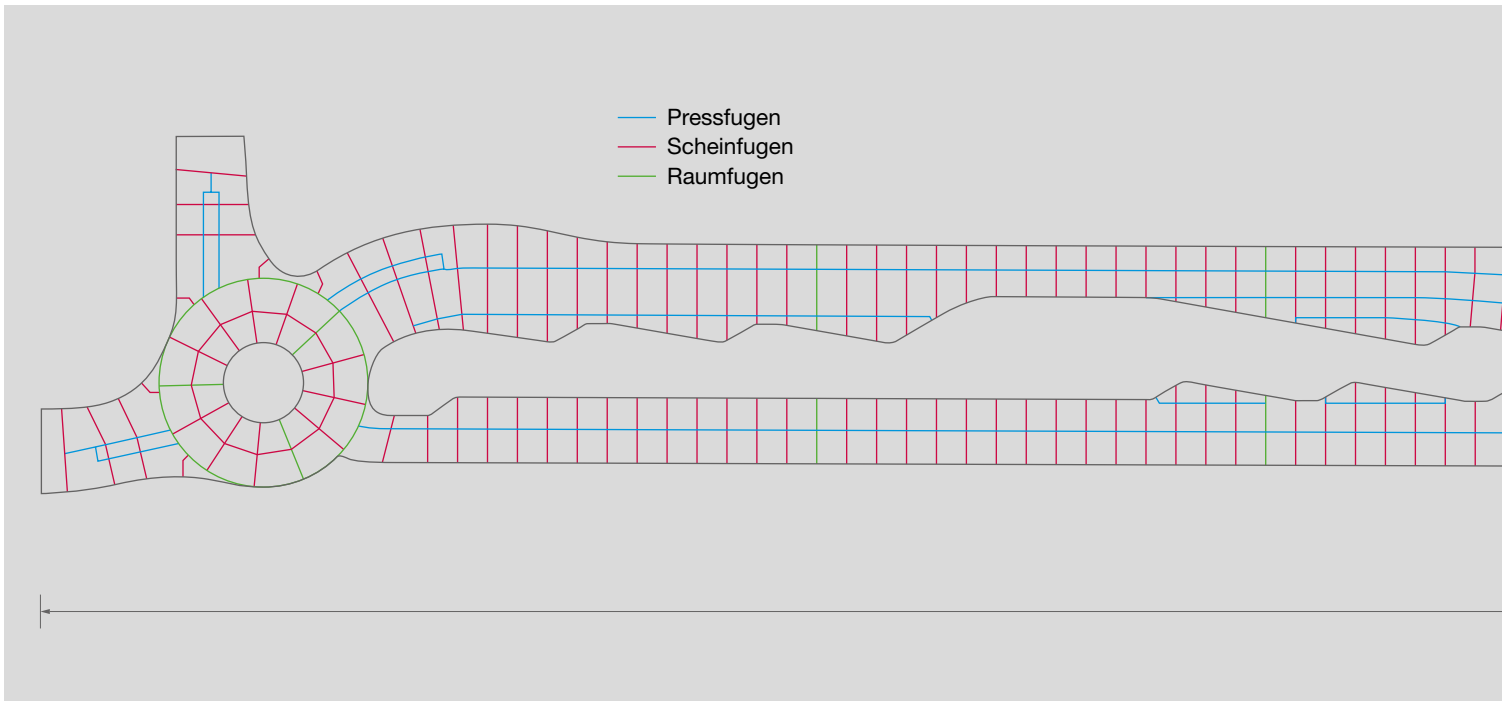


Bild 7: Fugenplan (Skizze, Grobdarstellung)

Erfolgt der Schnitt zu früh, kann die Fläche durch die Maschinenteknik oder den Fugenschneidvorgang mechanisch verletzt werden – meist gut erkennbar an Ausbrüchen an den Fugenkanten. Führt man den Scheinfugenschnitt zu spät aus, können unplanmäßige Risse auftreten: die Fläche reißt „wild“ und ungesteuert, das ursprünglich geplante Fugensystem entsteht nicht, Dübel und Anker sind wirkungslos und der Querkraftübergang zwischen den Rissufern ist nicht mehr gewährleistet.

Auch aus optischen und ästhetischen Gründen sind unplanmäßige Risse in kommunalen Verkehrsflächen aus Beton dringend zu vermeiden. Risse in bewehrten Flächen sind allerdings durch die Bewehrung gesichert und gelten nicht als unplanmäßig.

Die sachgerechte Herstellung von Fugen erfolgt nach ZTV Fug-StB in drei Hauptschritten:

1. Kerbschnitt (Schnitttiefe ca. 25 bis 30 % der Plattendicke bei Querscheinfugen bzw. 40 bis 45 % bei Längsscheinfugen)
2. Aufweitungsschnitt zur Herstellung der Fugenkammer mit Anfasung
3. Verfüllen der Fugenkammer (hier Unterfüllschnur, zweikomponentiger Verguss)

Borde

Beim ZOB in Singen entschied man sich für drei Varianten des Bordeinbaus. Zur Anwendung kamen je nach konstruktiver Situation:

- die klassische Hochborde mit Rückenstützenbeton,
- aufgeklebte Borde sowie
- rückverankerte Schrammborde.

Die Klebeborde wurden auf den hierfür geplanten Betonüberstand der Fahrbahnplatte mit zweikomponentigen Klebharzen anprallsicher und unverrückbar aufgeklebt. Die bisherigen Erfahrungen mit aufgeklebten Borden zeigen, dass für einen guten Haftverbund neben der geforderten Oberflächenzugfestigkeit vor allem auf die entsprechende Vorbereitung eines tragfähigen, sauberen und trockenen Untergrunds und eine vollflächige Verklebung geachtet werden muss.

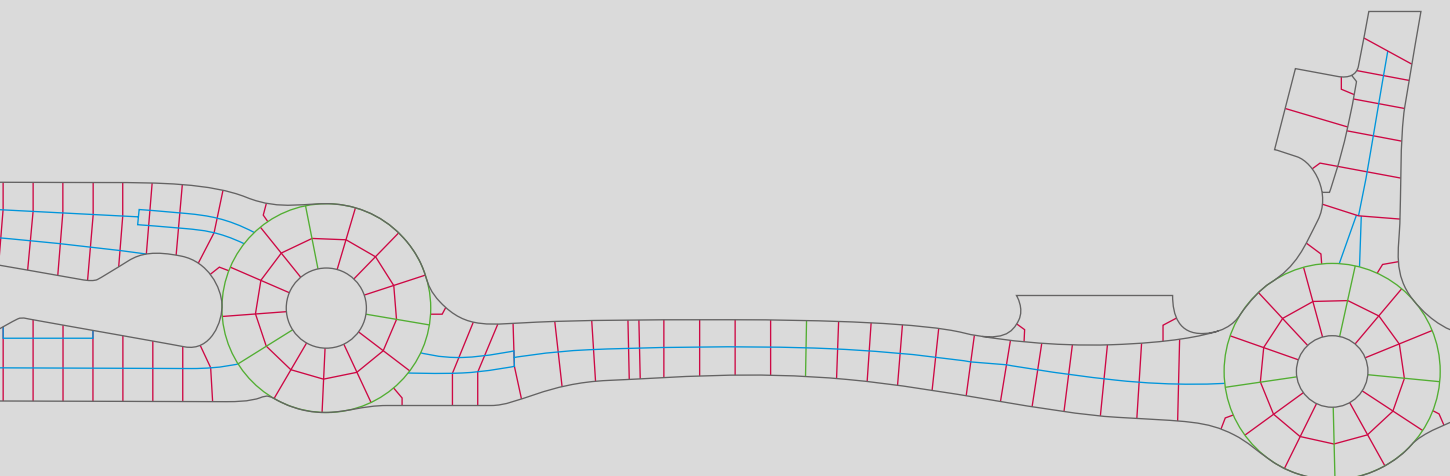
Rückverankerte Schrammborde werden zweckmäßig zur Abgrenzung der Kreisfahrbahn zur innenliegenden Zentrumsfläche eingesetzt. Im vorliegenden Fall wurden anthrazit eingefärbte Ringborde erhöht eingebaut, so dass ein bewusstes Überfahren bereits durch die optische Wirkung der Borde ausgeschlossen wird.

Überwachung und Qualitätskontrolle

Die Prüfung des Frisch-/Festbetons zur Qualitätssicherung wurde einerseits, wie bei Transportbeton stets üblich, im Zuge der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) im Transportbetonwerk durchgeführt. Zusätzlich erfolgte an der Baustelle im Zuge des Einbaus des Betons eine kontinuierliche Annahmeproofung. Diese Eigenüberwachung umfasst die Prüfungen durch den Auftragnehmer oder durch ein externes Betonlabor im Auftrag des Ausführenden.

Zu diesen Prüfungen an der Baustelle gehört auch die Herstellung einer ausreichenden Anzahl an Probewürfeln zum Nachweis der Festigkeitseigenschaften des eingebauten Betons und/oder zur Feststellung der Freigabefestigkeit. Einen Vorschlag zur Prüfhäufigkeit zum Nachweis der Druckfestigkeit gibt das bereits mehrfach zitierte M VaB, Teil 1.

Am Frischbeton wurde vor dem Einbau an jedem Fahrzeug die inhaltliche Kontrolle der Lieferscheine und des Luftporengehalts durchgeführt. Hinsichtlich der Konsistenz wurde mindestens eine Sichtkontrolle bei der ersten Tageslieferung und im Zweifel eine Messung des Ausbreitmaßes vorgenommen. Bei der Entnahme



Gesamtlänge ca. 420 m
 Betonverkehrsfläche ca. 7.500 m²
 Betonmenge ca. 2.500 m³

Grafik: update 59

von Würfelproben wurden in jedem Fall die Konsistenz, der LP-Gehalt, die Frischbetonrohddichte sowie die Luft- und die Betontemperatur bestimmt.

Zusammenfassung

Die Bauzeit für die Realisierung der Betonfahrbahnen beim ZOB und der Bahnhofstraße Ost erfolgte unter Aufrechterhaltung des Verkehrs und betrug etwa eineinhalb Jahre.

Im Zeitraum von April 2019 bis Oktober 2020 wurden 2.500 m³ Beton auf einer Fläche von 7.500 m² und über 420 m Länge verbaut und tragen nun zu einem reibungslosen Verkehrs- und Beförderungsaufbau bei.

Die Stadt Singen und die gesamte Bodensee-Region haben bereits mehrfach gute Erfahrungen mit Verkehrsflächen aus Beton im kommunalen Straßenbau gemacht. So sind bislang einige Busverkehrsflächen und Kreisverkehre aus Beton entstanden, die seit Jahren ihre Dauerhaftigkeit bei zunehmend hoher Verkehrsbelastung unter Beweis stellen. Die lange Lebensdauer dieser Bauweise setzt, wie bei allen Bauleistungen, eine sachgerechte Planung und Ausführung voraus. Das bedeutet vor allem im kommunalen Straßenbau eine Abkehr von alten und zum Teil überholten Planungstraditionen.

Der modernisierte und erweiterte ZOB in Singen ist ein weiteres positives Beispiel für den klugen und nachhaltigen Einsatz von Beton im modernen Straßenbau. Voraussetzung für die langfristige und dauerhafte Nutzung stark frequentierter Verkehrsknotenpunkte ist die Zusammenarbeit von Behörden, Planern, Betonlieferanten und ausführenden Unternehmen.

Der im Oktober 2020 fertiggestellte ZOB Singen wird in den nächsten Jahrzehnten davon profitieren und dauerhaft und sicher funktionieren.



Bild: A. Grünewald

Bild 8: Frischbetonkontrollen mit Laborwagen auf der Baustelle

Das M RC-AKR

Martin Peck, Ostfildern

In 2020 konnte die Erarbeitung des Merkblatts über den Einsatz rezyklierten Betons aus AKR-geschädigten Betondecken im Straßenbau (M RC-AKR) nach nur zweijähriger Bearbeitungszeit abgeschlossen werden. Es soll vor allem die formelle Regelungslücke schließen, die bisher den Einsatz von rezykliertem Beton aus AKR-geschädigten Betondecken im Straßenbau verhinderte.

In der gesamten Betonbauwelt gibt es kaum ein besseres Recyclingmaterial als die Aufbereitung einer rückgebauten Betonfahrbahn:

- ein fremdstoffarmer Betonbruch ohne störende Bewehrungsanteile,
- wenige, magnetisch leicht trennbare Metallanteile und
- ein Beton mit überwiegend sehr hohen Festigkeitswerten und qualitativ hochwertigen Ausgangsstoffen.

Die Kombination dieser Eigenschaften garantiert für einen leicht aufbereitbaren Recyclingbaustoff mit hochwertigen und sehr gleichmäßigen Eigenschaften – für die (meist naheliegende) Verwendung als Frostschuttschicht eigentlich zu gut, allemal geeignet für eine HGT und selbst Unterbetone wurden aus solchen Materialien in der Vergangenheit erfolgreich hergestellt.

Auch der allgemeine nationale Betonbau, der trotz einer inzwischen mehr als 20 Jahre alten DAfStb-Richtlinie „Beton mit rezy-

kliertem Zuschlag“ von 1998 noch immer mit der Verwendung von recycelten Gesteinskörnungen aus Betonbruch fremdelt und sich diesem Thema erst heute unter einem wachsenden Nachhaltigkeitsdruck wieder verstärkt zuwendet, würde sich in der Sache leichter tun, wenn es flächendeckend derartig gute Qualitäten an rezyklierten Gesteinskörnungen gäbe.

Doch unter den Betondecken, die in der letzten Dekade vor allem in den neuen Bundesländern rückgebaut wurden, gab es einige mehr oder weniger stark an einer schädigenden AKR erkrankte Deckenkonstruktionen, von denen zunächst niemand sagen konnte, ob sie den schlimmen Virus nicht auch dann weitergeben könnten, wenn man sie vorher durch Brecher und Siebe laufen ließ und zu einer Halde klassierten Haufwerks aufrichtete.

Der technische Menschenverstand sachkundiger Kreise war überwiegend der Meinung, dass die fatalen Mechanismen einer schädigenden AKR in einem Haufwerksystem nicht mehr viel Arges anrichten

könnten – auch dann nicht, wenn man dieses Haufwerk bis zu einem E_{v2} -Wert von 120 MPa oder gar 150 MPa verdichtete. Erfahrungsgemäß zeigten solche Schichten eher eine Tendenz zur Nachverfestigung – was ein vielleicht leichtes Nachgären einer AKR in dieser haufwerksporigen Schicht im Endeffekt wahrscheinlich auf der „technisch richtigen“ Seite überholen würde.

Aber das waren noch nicht alle Meinungen. Eine schädigende AKR war und blieb eine böse Geschichte und die Schäden dieser Art waren der Volkswirtschaft alles in allem recht teuer zu stehen gekommen. Bevor man also etwas, das aus dieser Ecke stammte, in welcher Weise auch immer Zutritt zu einer Fernstraßenkonstruktion gewährte, wollte man es doch genauer wissen. Sicherheit verlangte Forschung, Forschung braucht Zeit – und einige ostdeutsche Autobahndecken landeten fortan auf stofflich mehr oder weniger stark bemisstrauten „dauertemporären“ Betonbruchhalde.

Initiiert durch die BAST begannen im Januar 2016 an der Uni Stuttgart intensive Forschungen zum Verhalten von Recyclingbaustoffen aus AKR-geschädigten Betonstraßendecken unter unterschiedlichen Bedingungen der Wiederverwendung in Oberbaukonstruktionen. Die Ergebnisse zeigten recht deutlich, dass einer Verwendung in Schichten ohne Bindemittel nichts entgegenstand, wobei man über das Verhalten in den dichteren, sprödelastischen Schichten mit Bindemitteln aufgrund der beschränkten Beobachtungsdauer nichts Genaueres sagen konnte. Aufgrund der fehlenden Eindeutigkeit dieser Ergebnisse war rasch klar, dass man von einer Verwendung in Schichten mit Bindemitteln bis auf weiteres abrücken würde. Letztlich bestand in diese Richtung auch kein übermächtiger Verwendungsdruck.

Die Forschungen waren bereits Anfang 2018 in den Haupteckdaten abgeschlossen. Sie wurden aber durch die BAST nur in Teilerkenntnissen über Einzelvorträge und in gremieninternen Fachdiskussionen in engen Fachkreisen kommuniziert und sind im Grunde bis heute nicht in Gänze offiziell veröffentlicht. Das ist zumindest bemerkenswert, da es neben einer Reihe ausführender Firmen auch in den von AKR-Schäden betroffenen Bundesländern Bauverwaltungen gab, welche die Klärung



Bild: Kleemann

Brecheranlage für das Recycling von Betondecken

einer möglichen Wiederverwendung ihrer Ausbaudecken dringend erwarteten.

Im ersten Halbjahr 2018 erging aus dem FGSV-AA 8.2 „Baustoffe“ aufgrund der bekannten Erkenntnisse aus den Untersuchungen an der Uni Stuttgart der Impuls zur Erarbeitung eines Merkblatts zur Wiederverwendung von Beton aus AKR-geschädigten Betondecken in Anlehnung an das aus dem Jahre 1998 stammenden „Merkblatt zur Wiederverwendung von Beton aus Fahrbahndecken“. Dieses Merkblatt war inhaltlich in dem inzwischen nahezu fertiggestellten „Merkblatt über den Einsatz von rezyklierten Baustoffen im Erd- und Straßenbau“ (M RC) aufgegangen, allerdings war die Wiederverwendung von Beton aus AKR-geschädigten Betondecken dort nicht enthalten.

Der Arbeitskreis konstituierte sich im September 2018 und sichtete zunächst die verfügbaren Erkenntnisse aus der Forschung. Da die Regelungsthematik aufgrund der geltenden, völligen Verwendungsbeschränkung von Beton aus AKR-geschädigten Betondecken im Straßenbau im Grunde völlig neu war, entfielen die Bewertungen vorhandener, eventuell veralteter Bauregeln – es gab schlichtweg keine. Der Arbeitskreis hatte als Arbeitsgrundlage nahezu nur die Erkenntnisse aus den aktuellen Forschungsergebnissen, womit auch der Regelungsrahmen eindeutig umrissen war: Zu regeln war allein die Verwendung in Schichten ohne Bindemittel, weiteres ließen die Forschungsergebnisse nicht zu.

Auch die inhaltliche Struktur des Merkblatts war im Grunde rasch entschieden. Um eine spätere Eingliederung in die allgemeinen Verwendungsregeln von Recyclingbaustoffen im M RC vorzubereiten, beschloss der Arbeitskreis, sich an die Struktur dieses Regelwerkes anzulehnen, was letztlich auch durch den Kurztitel M RC-AKR verdeutlicht wurde.

Um ein möglichst kurzes, in der Handhabung unkompliziertes und leicht lesbares Merkblatt zu erstellen, sollte konzentriert über technische Aspekte des Umgangs mit Beton aus AKR-geschädigten Fahrbahndecken berichtet werden und möglichst wenig allgemeines Rückbau-, Aufbereitungs- und Wiederverwendungs-Know-how wiederholt oder zitiert werden. Dennoch verlangte die verständliche Darstellung der Thematik die Bezugnahme auf bekannte Verfahren, auch und gerade um die Besonderheiten hervorzuheben.

Nach einer Einführung in die Schadreaktion und ihre konkreten Effekte und einem Ausblick auf den Regelungsrahmen im Ka-



Das neue Merkblatt M RC-AKR der FGSV

pitel 1 „Einführung“ schafft das Kapitel 2 „Anwendungsbereich“ den Anschluss an die Grundstrukturen des M RC und skizziert als Geltungskreis den nationalen Straßenbau. Dies beinhaltet eine wichtige Abgrenzung zur Verwendung von AKR-geschädigtem Beton aus Flugbetriebsflächen, da die dem M RC-AKR zugrunde liegenden Untersuchungen keine abschließende Aussage zur Langzeitwirkung der auf diesen Flächen typischerweise eingesetzten Entscheidungsmitteln und deren AKR-fördernder Wirkung zulassen.

Im nachfolgenden Kapitel 3 „Begriffe“ werden Definitionen des M RC aufgenommen und auf den Regelungsbereich des M RC-AKR erweitert.

Das Kapitel 4 „Schadensdiagnose“ soll eine Abgrenzung schaffen zwischen AKR-geschädigten Betondecken und solchen, die aus AKR-freier Altersschwäche zum Rückbau vorliegen. Das Kapitel ist nicht als Anleitung zur scharfen und eindeutigen Ausdifferenzierung einer AKR-geschädigten Fahrbahndecke vorgesehen, sondern enthält vor allem den Hinweis, dass die Einordnung des Ausgangsmaterials nicht zum Anwendungsbereich gehört, bei der Anwendung des M RC-AKR also abgeschlossen sein sollte. Neben einer kurzen, konkreten Arbeitshilfe zur Schadensdiagnose gibt dieses Kapitel vor allem Hinweise auf weiterführende Literatur, die auf diesen Bestimmungsprozess genauer eingehen.

Im Kapitel 5 „Stoffgruppe und Verwendungsmöglichkeit“ wird die strukturell gleichartige Tabelle 2 aus dem M RC um die Recyclingbaustoffe aus AKR-geschä-

digten Betondecken erweitert. Hier werden die Möglichkeiten der Verwendung in Schichten ohne Bindemittel in die Systematik des M RC eingeordnet.

Das Kapitel 6 „Gewinnung und Herstellung“ schreitet die möglichen Aufbereitungsschritte ab und formuliert einige gerätechische und verfahrensmäßige Besonderheiten und Beschränkungen beim Umgang mit Betonbruch aus AKR-geschädigten Betonfahrbahndecken.

Im Kapitel 7 „Anforderungen und Überwachung“ werden einige gesonderte Anforderungen an den gewonnenen RC-AKR-Baustoff formuliert, die in der Qualitätsüberwachung durch den Hersteller nachzuweisen und gegebenenfalls durch eine Fremdüberwachung abzusichern sind.

Bereits bei der vorbereitenden Zusammenstellung der Ausgangsdaten wurde deutlich, dass sich der Umgang mit RC-Baustoff aus AKR-geschädigten Betonfahrbahnen und dessen Verwendung nur wenig von der Wiederverwertung von Beton aus nicht AKR-geschädigten Betonen unterscheiden, wenn die Verwendung auf Schichten ohne Bindemittel beschränkt wird. Das M RC-AKR gewinnt seine Bedeutung vor allem durch den Schluss einer formellen Regelungslücke.

Das M RC-AKR ist ein leicht lesbares und einfach anwendbares Merkblatt. Wie bereits erwähnt wurde, hat das lange Verwendungsmoratorium für Beton aus rückgebauten, AKR-geschädigten Betonfahrbahndecken zu Haldenlagerungen, Deponierung oder Einsatz in untergeordneten Verkehrswegen geführt, da die Weiterverwendung bisher technisch unsicher erschien und formell ungeregelt war. Das Merkblatt versucht in seinen Regelungen auch, die Tür zur Wiedereinleitung dieser Zwischenlager in den Baukreislauf zu öffnen. Allerdings enthält der Rechtsrahmen für Bauleistungen im Straßenbau weitergehende Regelungen, die z.B. die Verwendung von Ausbaumaterialien innerhalb einer Erneuerungsmaßnahme anders behandeln als die Verwendung technisch gleichwertigen RC-Materialien mit im Sinne dieser Regelungen „externer“ Herkunft. Dieses Rahmenrecht kann durch die Regelungen des Merkblatts nicht erreicht werden. Hier ist es dem Willen und der Handlungskreativität der entscheidenden Personen überlassen, die nötigen Wege zu öffnen.

Betonieren unter heißen Witterungsbedingungen

Benjamin Gerdes, Rehburg-Loccum

Die Betonierarbeiten zur Herstellung von Verkehrsflächen aus Beton finden naturgemäß immer unter freiem Himmel, also bei einer bestimmten Wetterlage statt. Die Witterungseinflüsse und ihre jeweiligen Auswirkungen sind bei der kurz- und mittelfristigen Arbeitsplanung zu beachten: Einige Witterungseinflüsse erfordern nur geringfügige Maßnahmen, andere können dazu führen, dass der Beginn bzw. die Fortsetzung der Arbeiten erst bei geeigneter Witterung erfolgen kann. Betonfahrbahndecken sind Bauteile, die in besonderer Weise auf die Witterungsbedingungen reagieren.

Betonfahrbahndecken weisen ein sehr ungünstiges Verhältnis zwischen Fläche und Volumen auf. Sie reagieren auf die thermischen Umgebungsbedingungen sehr rasch und sind dagegen auch kaum wirksam zu schützen. Eine Betonstraßendecke steht im großflächigen, direkten Kontakt zur Unterlage und zum umgebenden Luftraum und bietet auch der Sonneneinstrahlung eine große Angriffsfläche.

Witterungsbedingungen, die sich stark auf den Baubetrieb einer Betondeckenherstellung auswirken, können im Wesentlichen in drei Kategorien eingeteilt werden:

- besonders niedrige Temperaturen,
- starker oder langanhaltender Niederschlag und
- besonders hohe Temperaturen.

Regelwerke und mögliche Auswirkungen in der Baupraxis

Die nationalen Hauptregelwerke gehen nur auf das Betonieren bei besonders hohen oder niedrigen Temperaturen ein. Das Betonieren bei Niederschlägen ist nicht explizit geregelt, da die schädigende Wirkung von Regen auf eine noch frische Betonoberfläche einschätzbar ist und zu unstrittigen Beeinträchtigungen der Fahrbahnoberfläche führt, wenn nicht sehr aufwendige Schutzmaßnahmen eingerichtet und vorgehalten werden.

Von diesen Haupteinflüssen stehen vor allem die besonders hohen Temperaturen in den beteiligten Fachgruppen derzeit stark in der Diskussion. Zunächst ist das Bauen unter heißen sommerlichen Bedingungen im Grundsatz im Hauptregelwerk zur Bauausführung, den ZTV Beton-StB [1] und den TL Beton-StB [2] geregelt. Beide Regelwerke stützen sich zwar in ihren

Grundsätzen zunächst auf die zutreffende europäische und die nationale Norm des Betonbaus (DIN EN 13670 [3] und DIN 1045-3 [4]). Allerdings regeln die TL/ZTV Beton-StB die damit angezogenen Vorgaben und Anforderungen im Detail überwiegend gesondert und in manchen Fällen durchaus auch abweichend von diesen Normen.

Die Regelungen zum Betonieren bei niedrigen und vor allem hohen Temperaturen sind in den ZTV Beton-StB und in den TL Beton-StB inklusive der Tafel 1 gleichlautend.

Wenn man diese Bauregeln in konkrete Handlungsanweisungen für den Ausführenden übersetzt, bedeutet dies Folgendes:

- Bis zu einer Lufttemperatur von maximal 25 °C und einer gleichzeitigen Frischbetontemperatur von maximal 30 °C besteht keinerlei Handlungsbedarf.
- Wenn die Lufttemperatur 25 °C überschreitet (es wird keine weitere obere Grenze formuliert) müssen die Bauregeln ausgelegt werden:

1. Zunächst ist die Betontemperatur bei Lufttemperaturen > 25 °C an der Einbaustelle zu kontrollieren – die Betonung liegt hierbei wohl auf „...an der Einbaustelle...“. Die Festlegung der genaueren Umstände dieser Temperaturkontrolle (Art, Ort und Häufig-

keit) bleibt dem Ausführenden überlassen. Im Grunde gilt aber weiter: Wenn mit diesem Kontrollregime die Frischbetontemperatur nicht über 30 °C steigt, besteht kein weiterer Handlungsbedarf.

2. Zu interpretieren ist in diesem Zusammenhang die Anforderung in Spalte 1 und Zeile 3 der Tafel 1. Hier werden für Lufttemperaturen über 25 °C zwingend „besondere Maßnahmen“ gefordert. Allerdings bleibt offen, ob die gleichzeitig geforderte Messung der Frischbetontemperatur an der Einbaustelle in diesem Sinne bereits eine hinreichende „besondere Maßnahme“ darstellt.
3. Im Weiteren wird der Ausführende verpflichtet, „geeignete Maßnahmen“ gegen hohe Frischbetontemperaturen zu ergreifen. Die Forderung ist allgemein formuliert und an keine Grenztemperaturen gebunden. Nachfolgend werden Beispiele angeboten, wie z.B. das Beschatten der Gesteinskörnung oder das Besprühen der groben Gesteinskörnung mit Wasser, da die Temperatur der Gesteinskörnung den größten Einfluss auf die sich beim Mischvorgang ergebende Frischbetontemperatur hat.

Positiv betrachtet bieten diese kleinen Unschärfen in den Regelungen deshalb einerseits beiden Vertragspartnern einen Handlungs- und Entscheidungsspielraum, der technisch und wirtschaftlich problematische Überreaktionen in Grenzsituationen vermeiden hilft. Für die Verantwortungsträger ist es eine wirtschaftlich sehr schwerwiegende Entscheidung, eine laufende Betondeckenfertigung wegen einer wenige Grad zu hohen Betontemperatur abzubrechen.

Tafel 1: Zulässige Einbautemperaturen gemäß ZTV/TL Beton-StB 07

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



Bild 1: Betondecke nach Fugenschnitt im Wüstenklima

Dennoch ist auch Konfliktpotential erkennbar. Denn die empfohlenen Maßnahmen sind in der Praxis nicht in allen Fällen einfach umzusetzen. Mischanlagen für den Betonstraßenbau sind rasch und für eine meist nur wenige Monate dauernde Betonversorgung errichtete Feldbetriebe, die in kurzer Zeit sehr große Mengen an Gesteinskörnungen umschlagen und verarbeiten. Als Lagerflächen dienen meist vorhandene Flächen auf geebnetem und befestigtem Boden. Beschattungen müssten sehr großflächig, ortsflexibel und dennoch windsicher sein. Das Besprühen mit Wasser könnte die Unterlage der Lagerflächen aufweichen und große Teile des bodennah gelagerten Materials und den laufenden Liefer-, Lade- und Mischbetrieb beeinträchtigen. Unter heißen Sommern kann es je nach örtlichen Bedingungen ohnehin schwierig sein, nur den Mischbetrieb ausreichend mit Wasser zu versorgen.

Bei einem Einschichtbetrieb besteht zumindest theoretisch die Möglichkeit, die Betonierarbeiten in die kühlere Nacht zu verlegen, aber auch das bedeutet höhere Kosten und meist auch eine höhere Belastung des Personals, Dispositions- und Organisationsprobleme sowie eine erhöhte Unfallgefahr. Es müsste also eine stabile, mehrwöchig heiße Wetterlage in Aussicht stehen, um von einem Tag- auf einen Nachtschichtbetrieb umzustellen, was unter mitteleuropäischen Verhältnissen eigentlich fast nie gegeben ist. Zudem haben sich die Gesteinskörnungen so aufgeheizt, dass auch durch eine Betonage in der Nacht die Betontemperatur kaum wesentlich reduziert werden kann.

Somit wird es in der zunehmenden Erwärmung der Sommer immer schwieriger, die

oberen Grenztemperaturen für den Frischbeton jederzeit sicher einzuhalten. Bisher sind die Überschreitungen mit wenigen Grad und relativ wenigen und meist nur kurzen Perioden weitgehend geringfügig. Allerdings ist eine wachsende Regelmäßigkeit zu verzeichnen, mit der mehr- und vieltägige Hitzeperioden auftreten.

Verkehrsflächen aus Beton in heißen Klimazonen

Was verändert sich bautechnisch und betontechnologisch, wenn die Betontemperatur 30 °C erreicht oder vielleicht sogar um einige Grad übersteigt? Orientierungshilfe könnte der Blick auf Beispiele für Verkehrsflächen in Betonbauweise in anderen Klimazonen bieten. Denn auch mittel- und sogar nordeuropäische Baufirmen bauen in erheblich heißeren Klimazonen Betonfahrbahnen, überschreiten offensichtlich die engen nationalen Temperaturgrenzen und stellen funktionsfähige Verkehrsflächen her.

Die verbreitete Auffassung, dass in vielen der „heißen“ Länder die qualitativen Anforderungen vielleicht nicht so hoch und die Qualitätskontrollen deshalb auch nicht so scharf sind, mag in dieser Diskussion einen Platz haben. Dennoch zeigen die dort gemachten Praxiserfahrungen grundsätzlich gut die technischen und technologischen Möglichkeiten und Notwendigkeiten auf, wie die Betonarbeiten an ein deutlich höheres Temperaturniveau und/oder an eine deutlich niedrigere Luftfeuchtigkeit angepasst werden können. Im Folgenden werden Erfahrungen aus zwei Projekten des Betonstraßenbaus in Ländern mit einem deutlich heißeren und/oder trockeneren Klima dargelegt.

Zwei Beispiele aus der Praxis

Usbekistan A380

(Guzar – Bukhara – Nukus – Beyneu)

Die A380 ist ein Teil der sogenannten Seidenstraße und verbindet u.a. Afghanistan (Termiz, Stützpunkt der Bundeswehr und der US-Streitkräfte) mit Kasachstan und dem Schwarzen Meer.

Abgesehen von der kontinentalen Bedeutung dieses Verkehrswegs ist der Ausbau dringend notwendig, um den zentralen Teil Usbekistans an die Wirtschaftszentren im Süden des Landes anzuschließen. Die Strecke hat über die gesamte Länge einen recht gradlinigen Südost-Nordwest-Verlauf. Das ca. 50 km lange Teilstück zwischen Guzar im Südosten Usbekistans und Beyneu im benachbarten Kasachstan liegt etwa am südöstlichen Drehtelpunkt der knapp 1.300 km langen Magistrale.

Der Einbau der zweilagig-einschichtigen, 27 cm dicken Betondecke erfolgte in einem 10 m breiten Regelquerschnitt von Mitte März bis Anfang Juli 2013, also in der heißen Zeit des Klimajahres.

Der Landesteil, in welchem die Baustelle lag, wird meteorologisch dem gemäßigten Wüstenklima zugeordnet. Die Temperaturen können hier im Winter weit in den Frostbereich sinken, jedoch sind bereits ab Mai, also wenige Wochen nach Beginn des Betoneinbaus, maximale Tagestemperaturen von weit über 30 °C normal (Bild 2 und Bild 3). Über die Bauzeit, die von Mai bis Oktober reichte, fallen in diesem Landesteil statistisch insgesamt nur etwa 50 bis 60 mm Niederschlag pro Quadratmeter. Dennoch verhindert das Kaspische Meer im Westen des Landes trotz einer Entfernung von fast 1.000 km, dass die relative Luftfeuchtigkeit, wie in anderen Wüstenzonen im Sommer üblich, deutlich unter 40 % sinkt.

Kairo-Suez Road – Lkw-Spur M50

Im Ausbau der Hauptstrecke von Kairo nach Suez (M50) wurde eine gesonderte Lkw-Spur in Beton vorgesehen. Die Betonbauweise wurde ausgewählt, da die landesüblich hohen Nutzlasten der Lkw nicht selten Fahrzeug-Gesamtgewichte von 50 t und mehr ergeben, eine Nutzlast in dieser Höhe zusammen mit den hohen mittleren Tagestemperaturen aber sehr schnell zu einem Versagen der klassischen Asphaltkonstruktionen führt. Mit einer Projektlänge von 20 km, einem Regelquerschnitt

von 10 m und einer Betondecke mit einer Konstruktionsdicke von 27 cm liegen ähnliche technische Randbedingungen vor, wie beim Projekt in Usbekistan.

Auch das örtliche Klima war den Verhältnissen in Usbekistan nicht unähnlich. Zwar ist das unmittelbare Gebiet eine im Sommer sehr heiße und vegetationslose Wüste, dennoch lassen das weniger als 100 km entfernte Nildelta und das etwa 40 km entfernte Rote Meer die relativen Luftfeuchtigkeiten nur bei bestimmten Strömungsverhältnissen auf Werte unter 40 % fallen.

Vorgehensweise

Bei beiden Projekten wurden seitens des Auftraggebers keine Anforderungen an die Begrenzung der maximalen Betontemperatur gestellt, weshalb auch keinerlei Maßnahmen zur Absenkung oder Begrenzung der Betontemperatur vorgesehen wurden. Die Qualität der fertigen Leistung musste also durch die sachkundige Einschätzung der Einflussparameter und durch aufmerksame Anpassung des baubetrieblichen Vorgehens abgesichert werden.

Die Erstprüfungen wurden bei den in den jeweiligen Ländern zum Zeitpunkt der Prüfung herrschenden Labortemperaturen durchgeführt. Die Umgebungsbedingungen wurden zwar nicht gesondert dokumentiert, man kann allerdings davon ausgehen, dass es sich um relativ normale Innenraumbedingungen gehandelt hat. Eine Anpassung der Betontemperatur im Rahmen der Erstprüfung an die beim späteren Einbau auftretenden Extremtemperaturen war nicht vorgesehen und wurde nicht durchgeführt.

Da die Frischbetontemperatur bauvertraglich nicht begrenzt war, wurden auch keine der bekannten Maßnahmen zur Temperaturabsenkung der Betonausgangsstoffe vorgesehen.

Nach den vorliegenden Erfahrungen bewirkt ein Anstieg der Frischbetontemperatur bei konstanter Betonzusammensetzung einen Rückgang der Konsistenz. Bei extremen Einbaubedingungen kann die Frischbetontemperatur auf Werte knapp unter 40 °C ansteigen, was 15 bis 20 °C über dem Temperaturniveau der Erstprüfung liegt (Bild 4). Bei einem Betoneinbau mit einem leistungsfähigen Betonstraßenfertiger wird der Beton mit einer sehr steifen Konsistenz (C1) verarbeitet. In diesem Konsistenzbereich wirkt sich der Konsistenzrückgang bei einem Anstieg der Frischbetontemperatur zwar nicht in gleichem Maße aus, wie bei den plastischen oder fließfähigen Konsistenzen des all-

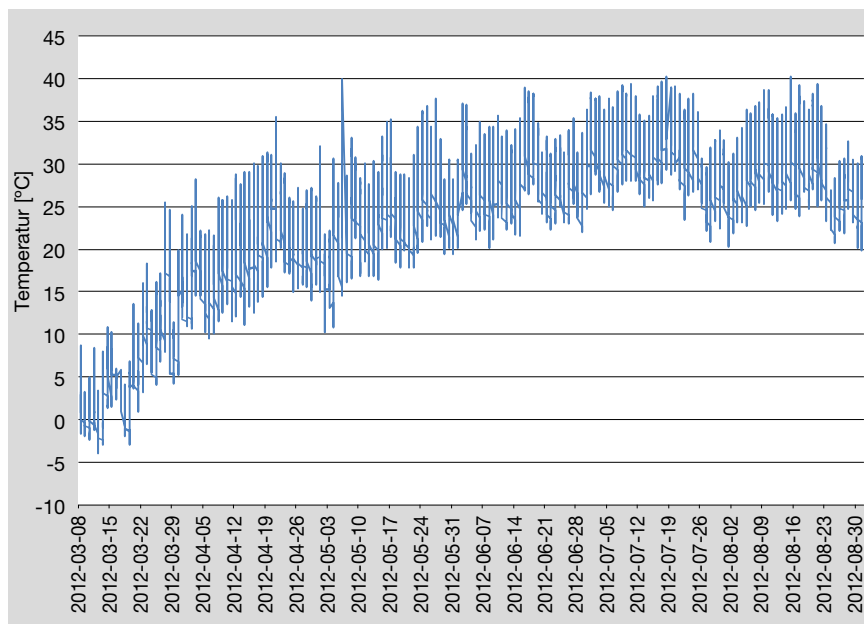


Bild 2: Temperaturverlauf während der Bauzeit am Bauprojekt A380 in Usbekistan

gemeinen Betonbaus, dennoch erfordert ein Anstieg der Frischbetontemperatur von 15 bis 20 °C eine aufmerksame Konsistenzanpassung durch verflüssigende Zusatzmittel. Unter mitteleuropäischen Bedingungen wäre bei einer Variation der Zusatzmittelzugabe auch die Wirkung des LP-Bildners zu kontrollieren, da aber eine Frost-Tausalz-Belastung im Falle der vorliegenden Projekte nicht zu betrachten war, war die Konsistenzregulierung ausreichend.

Ein weiterer Aspekt, auf den unter heißen und trockenen Einbaubedingungen besonders zu achten ist, ist der Wasserverlust durch Austrocknung. Dies betrifft im Grunde den Transport des Frischbetons zur Einbaustelle in gleicher Weise wie den Schutz der noch frischen oder jungen Betonoberfläche im fertigen Deckenbauteil.

Die Lademulden der Transportfahrzeuge sollten bei höheren Temperaturen, starker Sonneneinstrahlung und/oder Windgang unmittelbar vor dem Beladen zur Kühlung und zur Vermeidung von Benetzungsverlusten mit Wasser abgespritzt werden. Nach der ersten Lieferung dient diese Maßnahme auch der Reinigung der Lademul-

den, damit sich keine Betonverkrustungen aufbauen. Die Ladung im frisch beladenen Lkw müssen auch bei sehr kurzen Lieferstrecken bzw. Lieferzeiten sorgfältig mit wasserdichten Folien abgedeckt werden.

Nach dem Einbau des Betons kommt der Nachbehandlung der frischen und dann jungen Betonoberfläche unter heißen, trockenen und/oder windigen Erstarungs- und Erhärtungsbedingungen besondere Bedeutung zu. Bei der Einrichtung der baubetrieblichen Abläufe sollen die Nachbehandlungsbühnen möglichst nahe hinter der Fertigungseinheit laufen, um einen möglichst raschen Nachbehandlungsschutz der fertigen Flächen sicherzustellen (Bild 5 und Bild 6). Auch die Auftragsmengen sollten tendenziell eher etwas höher eingestellt werden.

Bei steigenden Beton- und Umgebungstemperaturen verringert sich das Zeitfenster für den Fugenschnitt. Zwar wird auch unter heißen Umgebungsbedingungen der Schnittzeitpunkt nach der Erfahrung und Sachkunde des Aufsichtspersonals festgelegt. Allerdings kann sich der kritische Zeitraum zwischen dem Mischen und Einbau des Betons bis zum spätmöglichen



Bild: Benjamin Gerdes

Bild 3: Messung der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit am späten Nachmittag



Bild: Benjamin Gerdes

Bild 4: Frischbetontemperatur von 37,6 °C



Bild: Benjamin Gerdes

Bild 5: Nachbehandlungsbühne

Schnittzeitpunkt bei Frischbetontemperaturen oberhalb 30 °C um bis zu einem Drittel der üblichen Zeitspanne verkürzen.

Fazit

Die baubetrieblichen Erfahrungen aus den vorgenannten und auch aus anderen Projekten des Betonstraßenbaus in heißen, trockenen Ländern können die aktuellen Überlegungen und Diskussionen zu einer möglichen Anhebung der maximalen Frischbetontemperatur in den nationalen Regelwerken unterstützen.

Aus der erfolgreichen Abwicklung dieser Projekte kann abgeleitet werden, dass zumindest der Baubetrieb Betone mit hohen Frischbetontemperaturen mit verhältnismäßig geringen Anpassungen technisch

beherrschen und ohne qualitative Einschränkungen verarbeiten kann. Auch eine vorausgehende Absicherung der Verarbeitungseigenschaften durch Erstprüfungen oder Vorversuche unter den zu erwartenden, hohen Frischbetontemperaturen würde den Aufwand zur Vorbereitung der baubetrieblichen Abläufe kaum wesentlich erhöhen.

Selbstverständlich kann von diesen Ausführungserfahrungen nicht auf die Qualität und die Eigenschaften des Festbetons der fertigen Betondecke geschlossen werden. Unter mitteleuropäischen Anforderungsbedingungen kommt zur Mindestdruckfestigkeit noch eine Reihe weiterer Anforderungen bzw. Beanspruchungen hinzu, wie beispielsweise:

- ein geeignetes Porensystem zur Absicherung des Frost- und Tausalz-Widerstands

- Dichtigkeit der Fugen aufgrund hoher Niederschläge und Tausalzeintrag
- große Fugenbewegungen aufgrund starker Temperaturschwankungen

Aufgrund der Erfahrungen aus der Verarbeitung von Betonen mit Frischbetontemperaturen von 30 °C bis nahezu 40 °C erscheint die technische und technologische Absicherung einer Anhebung der maximal zulässigen Frischbetontemperaturen in den nationalen Regelwerken als technisch möglich. Hierzu muss das Verhalten des frischen Betons unter erhöhten Temperaturen durch entsprechende Vorprüfungen bekannt sein und abgesichert werden. Gleichzeitig muss durch entsprechende Untersuchungen sichergestellt werden, dass sich die Festbetoneigenschaften im Hinblick auf die aktuell und zukünftig geltenden Anforderungen nicht nachteilig verändern.



Bild: Benjamin Gerdes

Bild 6: Fertigungseinheit und Nachbehandlungsbühne in kurzer Prozessfolge

Literatur

- [1] ZTV Beton-StB 07 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindmitteln und Fahrbahndecken aus Beton. FGSV-Verlag Nr. 899, Köln/Berlin 2007
- [2] TL Beton-StB 07 Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindmitteln und Fahrbahndecken aus Beton. FGSV-Verlag Nr. 891, Köln/Berlin 2007 (mit Korrekturen gemäß BMV ARS 28/2012 und BMV ARS 4/2013)
- [3] DIN EN 13670:2011-03 Ausführung von Tragwerken aus Beton
- [4] DIN 1045-3:2012-03 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung – Anwendungsregeln zu DIN EN 13670

Aus der Regelwerksarbeit

Martin Peck, Ostfildern

ZTV RDO Beton-StB

Mit dem ARS 18/2020 vom 27.10.2020 wurden die ZTV RDO Beton-StB für den öffentlichen Straßenbau eingeführt. Damit soll die rechnerische Dimensionierung nach den RDO Beton 2009 nun auch für konventionelle Bauverträge (VOB-Vertrag) angewendet werden.

In dem allgemeinen Rundschreiben zur Einführung der ZTV RDO Beton-StB vertritt das Ministerium die Anwendung der rechnerischen Dimensionierung als „... systematischen, ganzheitlichen Ansatz der Nachhaltigkeit“ und empfiehlt die Anwendung der performanceorientierten Dimensionierung für Oberbaukonstruktionen der Belastungsklasse BK100 ab einer B-Zahl von 70 Mio. bei zweistreifigen und ab einer B-Zahl von 85 Mio. bei dreistreifigen Richtungsfahrbahnen im Neubau und bei grundhaften Erneuerungen.

Für die Zukunft des Betonstraßenbaus ist es im Grunde natürlich eine gute Nachricht, den Auftraggebern die richtige Regelwerksbasis für einen nachhaltigen und zukunftsfähigen Straßenbau bieten zu können. Die Betonbauweise kann gerade mit recht genau berechenbarer und über die Deckendicke zudem sehr einfach steuerbarer langer Dauerhaftigkeit gegenüber anderen Konstruktionsarten punkten. Kurz- und mittelfristig enthält die Einführung und Empfehlung der ZTV RDO Beton-StB aber auch konkrete Marktrisiken für die Betonbauweise. Da die Asphaltbauweisen derzeit kein vergleichbares bzw. vertraglich gleichwertiges (ZTV RDO Asphalt-StB) Regelwerk für eine rechnerische Dimensionierung dagegenstellen können, gilt hier im Weiteren die deutlich unkompliziertere Anwendung der RStO. Außerdem wird die Betonbauweise bei der Anwendung der ZTV RDO Beton-StB durch deutlich ungünstigere Abzugsregeln benachteiligt. Es wird also zu beobachten sein, ob und in welcher Form sich daraus mittelfristig negative Markteffekte für die Betonbauweise ergeben.



Die ZTV RDO Beton-StB 20 der FGSV

Die Betonbauweise kann durch ein nachhaltiges Dimensionierungsverfahren weit in die Zukunft getragen werden – wenn die Auftraggeber sich ein ebensolches Handeln auferlegen und ihre Kriterien zur Entscheidung der Bauweise an die Erfordernisse der Zukunft anpassen.

FGSV-Arbeitskreise

Im Arbeitsbereich des FGSV-Arbeitsausschuss 8.2 Baustoffe haben in 2020 zwei neue Arbeitskreise ihre Arbeit aufgenommen:

- Der FGSV Ak 8.2.7 „Luftporenbeton“ überarbeitet das inzwischen 16 Jahre alte „Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton“. Ziel ist die Anpassung und Aktualisierung des Merkblatts an die heutigen Gegebenheiten. Neben vielen redaktionellen Anpassungen an die zwischenzeitlich veränderte Regelwerkslandschaft werden dabei auch einige Inhalte auf ihre Aktualität überprüft.

- Der FGSV Ak 8.2.8 „Betonieren bei heißer Witterung“ untersucht Möglichkeiten, die geltende obere Grenztemperatur für den Frischbeton von 30 °C auf 35 °C anzuheben. Grund sind die in Anzahl, Intensität und Dauer steigenden sommerlichen Hitzeperioden, die es zunehmend schwierig machen, diese Temperaturschranke sicher einzuhalten. Das Arbeitsziel steht damit in einer Parallelität zu einem Arbeitsgremium des DAfStB, das sich mit der gleichen Zielsetzung befasst – allerdings bezogen auf den allgemeinen Betonbau. Die Arbeit im FGSV-Arbeitskreis erfolgt im sachlichen Austausch mit dem Arbeitsgremium des DAfStB.

Der FGSV Ak 8.2.6 zur Erarbeitung des „Merkblatts über den Einsatz rezyklierten Betons aus AKR-geschädigten Betondecken“ (M RC – AKR) hat seine Arbeit abgeschlossen. Das Merkblatt wurde 2021 veröffentlicht und schließt eine viele Jahre währende Regelungslücke. Der Arbeitskreis wurde nach Abschluss der Arbeiten geschlossen.

Aus dem FGSV-Arbeitsausschuss 8.3 „Konstruktion“ wurde in der zurückliegenden Sitzung des Lenkungsausschusses LA8 beantragt, den zwischenzeitlich geschlossenen FGSV-Ak 8.3.3 wieder ins Leben zu rufen. Der Arbeitskreis hatte 2013, 2015 und 2018 drei Teile des „Merkblatts Verkehrsflächen aus Beton“ (M VaB) veröffentlicht. Auf Basis dieser Merkblätter sind in den nachfolgenden Jahren vor allem in Süddeutschland sehr viele Kreisverkehre, Busverkehrsflächen und Stadtstraßen sowie Logistikflächen entstanden. Dabei konnten wertvolle Praxiserfahrungen gemacht werden, die eine Anpassung der Merkbblattinhalte für die Teile 1 und 2 nahelegen. Nach der Zustimmung durch den LA8 wird sich der FGSV-Ak 8.3.3 in Kürze konstituieren und seine Arbeit aufnehmen.

Zum Tod von BAST-Präsident Stefan Strick

Die Mitarbeiter der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) trauern um ihren Präsidenten Prof. Stefan Strick, der im Alter von 61 Jahren am 27. Februar 2021 nach kurzer schwerer Krankheit gestorben ist.

Prof. Stefan Strick leitete die BAST seit 2011. In demselben Jahr wurde er in den Vorstand der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) berufen. Unter seiner Leitung wurde das Demonstrations-, Untersuchungs- und Referenzareal der BAST (duraBAST) und das Förderprogramm „Innovationsprogramm

Straße“ eingerichtet sowie die umfassende Digitalisierung der BAST-Forschung vorangetrieben.

Der Jurist war Mitglied in verschiedenen nationalen und internationalen Gremien, so z.B. im Gesamtvorstand des Deutschen Verkehrssicherheitsrates (DVR), im Coun-

cil der World Road Association (PIARC), im Beirat der DEKRA oder im Kuratorium des Deutschen Straßenbaumuseums. Internationale Zusammenarbeit förderte er u.a. durch den Aufbau zahlreicher länderübergreifender Kooperationen, z.B. mit Australien, Belgien, Frankreich, Dänemark, Österreich, Polen, Tschechien sowie mit den Niederlanden und der Schweiz, und im Rahmen des Forum of European Highway Research Laboratories (FEHRL), dessen Präsident er von 2014 bis 2016 war.

Betonstraßen – sicher und dauerhaft

Die Gütegemeinschaft für Verkehrsflächen aus Beton hat zusammen mit dem InformationsZentrum Beton eine Publikation herausgegeben, welche die vielfältigen technischen Vorteile der Betonbauweise und ihre Hauptmerkmale der Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit darstellt und erläutert. Bei richtiger Kombination dieser Eigenschaften entstehen qualitativ hochwertige Verkehrsflächen besonderer Wirtschaftlichkeit.

Die 12seitige Broschüre „Betonstraßen – sicher und dauerhaft“ erläutert, dass Verkehrsflächen aus Beton schon aufgrund der Verwendung von regionalen Baustoffen und ihrer langen, wartungsarmen Nutzung zur Nachhaltigkeit beitragen. Sie macht auch komplexe Zusammenhänge wie die einzelnen Faktoren der CO₂-Bilanz von Be-

tonfahrbahndecken oder Berechnungsmodelle für ein nachhaltiges und wirtschaftliches Netzmanagement mit Betonstraßen oder auch die Vorteile von innovativen Technologien zur Oberflächentexturierung schnell verständlich.

Die Publikation ist im Betonshop unter www.guetegemeinschaft-beton.de oder www.beton.org kostenlos als Printexemplar zu bestellen oder als Pdf herunterzuladen.



Concrete Roads 2022

Das 14. Symposium on Concrete Roads richtet 2022 der polnische Zementverband zusammen mit der EUPAVE vom 19. bis 23. Juni in Krakau aus.

Die Themen für mögliche Beiträge kommen vor allem aus den Bereichen Nachhaltigkeit, Dauerhaftigkeit und Gesellschaft.

Unter den Thementiteln des Call for Abstracts u.a.: Betonstraßen und das Green Deal, Betonstraßen und Kreislaufwirtschaft, Betonstraßen und wirtschaftliche Aspekte, Betonstraßen und Gesellschaft, Wartungs- und Konservierungsstrategien und -techniken, aber auch Städtische Anwendungen, Material- und Pflastergestal-

tung, Autobahnen, Bereiche mit hoher Achslast sowie Innovative Konzepte und Fallstudien.

Deadline für die Abstracts: 15. Mai. Informationen zum Symposium: www.concreteroads2022.com/pages/25

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@
guetegemeinschaft-
beton.de

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

I M P R E S S U M

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: 0711/32732-208
Telefax: 0711/32732-201
sandra.cirillo@
guetegemeinschaft-beton.de
martin.peck@
guetegemeinschaft-beton.de

Gesamtproduktion
Verlag Bau+Technik GmbH, Erkrath 2021, www.verlagbt.de

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

www.guetegemeinschaft-beton.de

GRIFFIG 1/2021