

**Ansprechpartner PR**

SCHWENK Zement KG  
Unternehmenskommunikation  
Hindenburgring 15 • 89077 Ulm  
Telefon (0 731) 93 41-497  
Telefax (0 731) 93 41-701497

27.08.2015

# Fachartikel

## **Kreisverkehre aus Beton – dauerhaft, wirtschaftlich, nachhaltig, sicher**

### **Vorbemerkung**

Der Neubau von Kreisverkehren hat die letzten Jahre stark zugenommen. An vielen Knotenpunkten soll durch einen Kreisverkehr der Verkehrsfluss verbessert werden. Dadurch werden Wartezeiten verkürzt und die Kreuzungsbereiche leistungsfähiger. Als Baustoff für Kreisverkehre haben sich die Bauherren, überwiegend Regierungspräsidien, sowie Landrats- und Straßenbauämter, in letzter Zeit auch hin und wieder für Beton entschieden. In Deutschland gibt es derzeit etwa drei Dutzend Kreisverkehre in Beton – Tendenz steigend. In unseren Nachbarländern Österreich und der Schweiz ist Beton der Regelbaustoff für Kreisverkehre. Die Vorteile liegen auf der Hand. Besonders durch den zunehmenden Schwerverkehr werden beim Durchfahren der Kreisel hohe Radlasten in Verbindung mit Schubspannungen auf die Oberfläche gebracht. Bei Asphaltbelägen führt dies zu Spurrillen und Verdrückungen, welche das Unfallrisiko erhöhen und die Lebensdauer verringern. Hier wird deutlich, dass die Lebensdauer eines Kreisels aus Asphalt bei etwa 10 Jahren liegt. Für Beton geht man von 30 Jahren aus, was einen wichtigen Beitrag zur Nachhaltigkeit darstellt. Aus diesem Grund relativieren sich die höheren Baukosten für Kreisverkehre aus Beton und die Amortisationszeit verringert sich dementsprechend. Der Bau eines Kreisverkehrs aus Beton unterscheidet sich grundlegend von der Ausführung in Asphalt. Dies bezieht sich auf die Planung, als auch auf die Ausführung. Da bislang wenig Erfahrung und Ausschreibungshilfen für „Kreisverkehre aus Beton“ vorhanden waren, scheuen sich viele Planer und Ausschreibende davor den Baustoff Beton zu nutzen.

Der nachfolgende Bericht beschreibt den Bau eines Betonkreisels in Heidenheim-Mergelstetten.

### **Baumaßnahme**

Die Verbindungsstraße zwischen Herbrechtingen und Heidenheim an der Brenz ist ein Streckenabschnitt der Bundesstraße B19 im östlichen Baden-Württemberg und wird grundlegend erneuert. Neben dem Ausbau der Fahrbahn und der Neuanlage von parallelen Wirtschaftswegen sollte zusätzlich ein Kreisverkehr nahe Mergelstetten erstellt werden. Dieser wird ein neues Gewerbegebiet erschließen und die verbesserte Zufahrt zu den bestehenden Firmen SCHWENK Zement KG, Werk Mergelstetten und einem Recyclingunternehmen sicherstellen. Die bisherige Zufahrt über die Hainenbachstraße bringt

wegen des Bahnübergangs mit viel Zugverkehr ständige Verkehrsbehinderungen mit sich und erschwert die Zufahrt. Infolge des hohen Verkehrsaufkommens mit viel Schwerlastverkehr hat sich das Regierungspräsidium Stuttgart, Außenstelle Ellwangen dazu entschieden, den Kreisverkehr in Beton zu bauen. Die Betonbauweise gewährleistet eine lange Lebensdauer, gute Griffigkeit bei geringem Unterhaltungsaufwand. Für die planende Behörde war dies der erste Kreisverkehr in Beton und stellte eine große Herausforderung dar.

Der Kreisverkehr hat einen Durchmesser von 40 m mit 4 Seitenarmen. Dabei wird nicht nur der Kreis, sondern auch ein Teilstück der Zu- und Abfahrten in Beton hergestellt, da auch diese den hohen Schubkräften ausgesetzt sind.

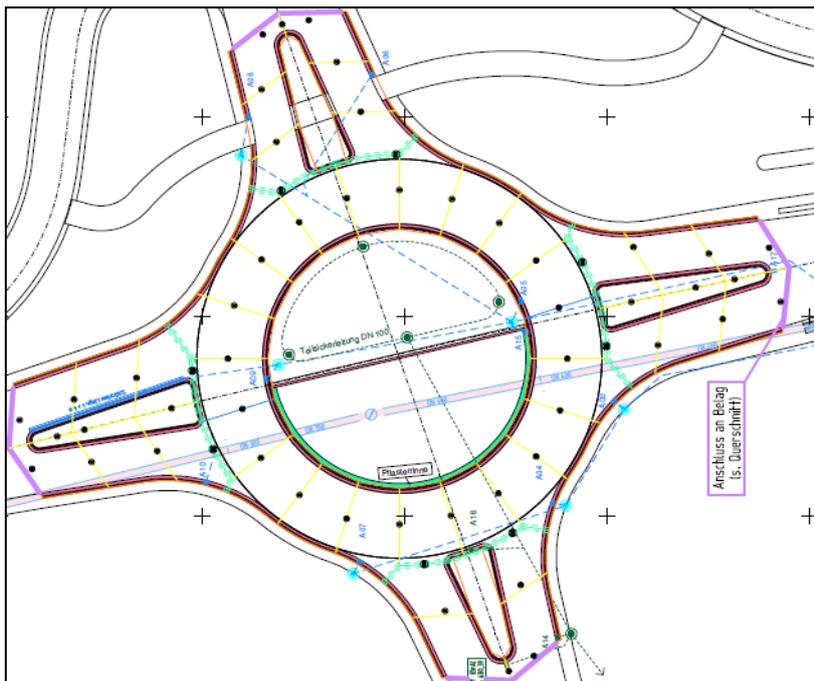


Bild 1: Grundriss Kreisverkehr mit Lage der Fugen (gelb markiert)  
Quelle: Dr. Brenner Ingenieurgesellschaft, Aalen

Den Zuschlag für die Ausführung der Ausbaurbeiten zur B19 einschließlich Kreisverkehr hat die Firma HAAG-BAU GmbH aus Neuler erhalten.

## Regelwerke

Die Herstellung von Beton für Fahrbahndecken wird durch die ZTV Beton – StB 07 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton [1]) in Verbindung mit der TL Beton – StB 07 (Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton [2]) geregelt. Zwar lehnen sich die Regelwerke an die DIN EN 206-1/DIN 1045-2 [3] an, zum Beispiel bei der Zuordnung der Expositionsklassen. Grundlegende Unterschiede sind bei der Betonzusammensetzung vorhanden. Für die Herstellung muss ein bestimmter Anteil Splitt mit erhöhten Anforderungen eingesetzt werden. Dies soll die Griffigkeit und den Abriebwiderstand erhöhen. Der Zement muss bestimmte physikalische und chemische Anforderungen erfüllen. Deshalb bieten viele Zementhersteller spezielle Strassendeckenzemente für diesen Einsatz an.

Ein weiteres Hilfsmittel ist das Merkblatt „Planung, Konstruktion und Bau von Verkehrsflächen aus Beton“ für die Anwendungsbereiche Kreisverkehr, Busverkehrsflächen und Rastanlagen von der „Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen“ (FGSV) [4]. Dieses beinhaltet Empfehlungen von der Planung bis zur Ausführung und soll die Umsetzung in der Praxis für alle Beteiligten erleichtern.

Außerdem ist Anfang 2013 vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) das Allgemeine Rundschreiben Straßenbau (ARS) Nr. 04/2013 [5] erschienen. Hier werden weitere Anforderungen zur Vermeidung einer schädigenden Alkalireaktion (AKR) im Beton an die Ausgangsstoffe gestellt. Bei Ausschreibung und Auftragsvergabe waren die Regelungen allerdings noch nicht eingeführt.

## Konstruktion

Der Aufbau im Innenring des Betonkreisels war wie folgt:

- 28 cm Betondecke C30/37
- 10 cm Asphalttragschicht
- > 39 cm Frostschuttschicht 0/45 mm

Somit ergibt sich eine Gesamtdicke der Konstruktion von mindestens 77 cm. Damit wird gewährleistet, dass die Lasten aus dem Verkehr von der Tragkonstruktion aufgenommen werden. Die Asphalttragschicht stellt außerdem sicher, dass eine glatte Fläche für den Beton vorhanden ist. Dadurch sind horizontale Bewegungen der Betonplatte aus Schwinden, Kriechen und Temperatur möglich.

Die Planung der Fugen ist ein wichtiges Element um wilde Rissbildung zu vermeiden. Der Betoninnenring wird in Segmente eingeteilt (Bild 1). Es war vorgesehen den Innenring in 2 Abschnitten herzustellen. Die Trennung erfolgte durch eine verdübelte Raumfuge mit Weichfaserplatte. Die einzelnen Segmente werden ebenfalls miteinander verdübelt. Nach Einbau des Betons müssen die Scheinfugen innerhalb von 24 Stunden, je nach Festigkeitsentwicklung, zu 1/3 der Plattendicke eingeschnitten werden.



Bild 2: Eingeschnittene Scheinfuge mit Sollriß

Anschließend werden diese dauerelastisch vergossen. Die Platten sollten möglichst regelmäßige Rechtecke sein. Dabei sollte die Kantenlänge das 20-fache der Plattendicke nicht überschreiten. Bei Bereichen, die durch unverdübelte Fugen getrennt werden empfiehlt es sich, konstruktiv Betonstützschwelen als Auflager zur vertikalen Sicherung einzubauen.



Bild 3: Betoneinbau des Innenrings

Der Innenring war bewehrt. Die Oberfläche erhält nach Einbau einen Besenstrich als Textur zur Verbesserung der Griffigkeit und wird anschließend sofort nachbehandelt.

Für den Beton waren folgende Anforderungen definiert:

C30/37, XC4, XD3, XF4, XM2 (LP). Die Zugabe eines Luftporenbildners zur Gewährleistung des Frost-/Tausalz widerstandes war erforderlich. Als Zement wurde der CEM I 42,5 N-sd aus dem SCHWENK Lieferwerk Mergelstetten eingesetzt. Dieser wird seit vielen Jahren erfolgreich für Fahrbahndeckenbeton verwendet.

### Ausführung

Für den Einbau sind Erfahrungen und Kenntnisse beim Umgang mit Fahrbahndeckenbeton erforderlich. Damit wurde die Firma Berger Bau GmbH aus Passau beauftragt. Diese hatte vorgeschlagen den Einbau im Kreisring mittels Fertiger durchzuführen. Für Kreisverkehre war das bislang nicht üblich. Der maschinelle Einbau hat den Vorteil, dass bessere Ebenheiten gegenüber Handeinbau oder Rüttelbohle erzielt werden. Der Beton musste mittels Förderband vom Fahrnischer zum Fertiger transportiert werden, da wegen der Bewehrung eine Belieferung mit LKW und Kipper nicht möglich war. Die Beschickung mittels Pumpe wurde im Vorfeld getestet, führte aber zu Stopfern und musste verworfen werden. Der Bauherr hatte auch eine Probefläche ausgeschrieben. Dies ist sinnvoll, da der Beton, die Verarbeitung sowie das Einbauverfahren vorab getestet und angepasst werden können.



Bild 4: Beschickung des Fertigers durch Förderband

Der Einbau des Betons für Innenring und Seitenarme erfolgte Ende Juli / Anfang August 2013. Während des Einbauzeitraumes waren Lufttemperaturen von über 30°C aufgetreten. Deshalb mussten die Frischbetontemperaturen besonders beachtet werden. Der Einfluss auf den Luftporengehalt bei höheren Temperaturen ist bekannt. Deshalb war es von Vorteil, dass der Beton durch das Transportbetonwerk Heidenheim geliefert wurde. Dieses liegt nur wenige hundert Meter von der Baustelle entfernt. Somit war eine kontinuierliche Belieferung und eine kurze Reaktionszeit bei notwendigen Rezepturanpassungen möglich. Bei jeder Lieferung wurden auf der Baustelle die Temperatur und der Luftporengehalt geprüft. Erst dann erfolgte die Freigabe zum Einbau. Die Betontemperaturen konnten zielsicher unter 30°C gehalten werden.



Bild 5: Aufbringen Besenstrich in Handarbeit

Die Stundenleistung des Fertigers betrug etwa 30 m<sup>3</sup>. Unmittelbar nach dem Einbau erfolgt hinter dem Fertiger der Glättvorgang mittels Schwert, welches am Fertiger befestigt ist. Der Besenstrich wird händisch quer zur Fahrtrichtung aufgebracht. Abschließend erfolgt das Aufsprühen eines Curings als Nachbehandlungsmittel.

Der Innenring wurde mittels Fertiger hergestellt. Bei den Seitenarmen erfolgte der Einbau mit der Rüttelbohle. Dieser Beton musste zum Einbau etwas weicher eingestellt werden.



Bild 6: Aufsprühen des flüssigen Nachbehandlungsmittels

Wegen den hohen Temperaturen erfolgte das Schneiden der Scheinfugen schon nach wenigen Stunden. Danach wurden zum zusätzlichen Schutz Jutetücher aufgebracht und ständig feucht gehalten. So bekommt der Beton beste Voraussetzungen um trotz der hohen

Umgebungstemperaturen den maximalen Widerstand gegen Verschleiß und den Frost-/Tausalzangriff aufzuweisen.

Es konnten innerhalb von 1 Woche die Betonarbeiten der Fahrbahnplatte fertiggestellt werden.

Nachfolgende Tabelle zeigt die Frisch- und Festbetonkennwerte der eingesetzten Betone. Besonders zu erwähnen ist die hohe Frost-/Tausalzwiderstand, bestimmt nach dem CDF-Verfahren. Hier wird mit einer Abwitterung von 150 g/m<sup>2</sup> der Grenzwert von 1500 g/m<sup>2</sup> weit unterschritten. Ein Indiz für das hohe Dauerhaftigkeitspotenzials des Betons.

Durchschnittswerte	C30/37 Einbau Fertiger	C30/37 Einbau Rüttelbohle
<b>Frischbeton- und Festbetonkennwerte</b>		
Zementgehalt kg/m <sup>3</sup>	350	350
Wassergehalt kg/m <sup>3</sup>	158	158
w/z-Wert	0,45	0,45
Sieblinienbereich	A/B 16	A/B 16
Fließmittel FM M.-% v. Z.	-	0,1
Verögerer VZ M.-% v. Z.	0,3	0,2
Luftporenbildner M.-% v. Z.	0,45	0,3
Frischbetontemperatur °C	25	26
<b>Konsistenz n. 10 min.mm</b>	<b>340</b>	<b>410</b>
Luftgehalt %	7	6,5
Druckfestigkeit		
nach 28 Tagen N/mm <sup>2</sup>	47	44
CDF-Prüfverfahren		
Abw. nach 28 FTW in g/m <sup>2</sup>	150	

Tabelle: Frisch- und Festbetoneigenschaften

Ergänzend dazu wurde die Rezeptur mittels AKR-Performance-Test im 60°C Betonversuch mit 3 M.-% Natriumchloridlösung nach Alkalirichtlinie [6] geprüft. Diese Prüfungen wurden durch den Fachgutachter des VDZ gGmbH (Verein Deutscher Zementwerke) durchgeführt. Dabei wurde nach 10 Zyklen eine Dehnung von < 0,1 mm/m ermittelt [7]. Der Grenzwert für die Feuchtigkeitsklasse WA liegt bei ≤ 0,50 mm/m und wird somit weit unterschritten. Viele Fachleute gehen davon aus, daß die Einordnung von kommunalen Verkehrsflächen in die Feuchteklasse WS zu scharf ist und einen viel zu hohen Prüfaufwand darstellt; WA wird hier als ausreichend angesehen.

Ein Vergleich der vorliegenden Dehnung mit Ergebnissen aus Fahrbahndecken von Bundesautobahnen die viele Jahre schadensfrei liegen, hat gezeigt, daß die erreichten Werte mit Ergebnissen der Feuchteklasse WS vergleichbar sind.

Anschließend wurden die Abflussrinnen und Bankette mittels Gleitschalungsfertiger ebenfalls in Beton mit derselben Rezeptur hergestellt.



Bild 7: Kreisverkehr nach Fertigstellung

## Fazit

Die Zunahme des Schwerverkehrs auf unseren Straßen ist deutlich zu beobachten. Unsere Verkehrssysteme müssen dafür ausgelegt sein und deshalb eine höhere Dauerhaftigkeit aufweisen. Eine Möglichkeit bietet der Bau von Kreisverkehren, Busspuren oder Rastanlagen in Beton. Diese sind langlebig, sicher und dauerhaft. Der Bau eines Kreisverkehrs aus Beton stellt an alle Beteiligten hohe Anforderungen. Bei der Verwendung von Beton anstelle von Asphalt kann sich die Lebensdauer verdreifachen. Dadurch relativieren sich die höheren Baukosten von ca. 10 – 20 % über den Nutzungszeitraum. Außerdem werden aufwändige Sanierungen, verbunden mit Sperrungen, die häufig Unfallschwerpunkte bilden, vermieden. Als Planungs- und Ausführungshilfen stellt die FGSV neue Merkblätter zur Verfügung. Diese sollen dazu beitragen, dass sich noch mehr Bauherren sich für den Baustoff Beton entscheiden. Die bereits vorliegenden positiven Beispiele finden hoffentlich noch weitere Nachahmer. Damit können alle Beteiligten einen Beitrag zur Nachhaltigkeit liefern, getreu dem Motto „Beton – es kommt drauf an, was man draus macht“.

Die erhöhten Anforderungen bezüglich des ARS 04/2013 erfordern zeit- und kostenintensive Untersuchungen, die gerade bei kommunalen Maßnahmen schwierig zu realisieren sind. Hier sollten verstärkt die Erfahrungen aus bestehenden Objekten genutzt werden, um auf die aufwendigen Untersuchungen verzichten zu können. Das Bundesland Bayern hat hier reagiert und vereinfachte Regelungen für kommunale Betonflächen eingeführt.

**Werner Rothenbacher**  
**Leiter Anwendungstechnik Zement**

- [1] ZTV Beton StB 07: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton
- [2] TL Beton – StB 07: Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton
- [3] DIN Fachbericht 100: Zusammenstellung von EN 206-1: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität und DIN 1045-2: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton. Anwendungsregeln zu EN 206-1. Ausgabe 03.
- [4] FGSV „Merkblatt für Planung, Konstruktion und Bau von Verkehrsflächen aus Beton, MVaB, Ausgabe 2013
- [5] ARS 04/2013: Allgemeines Rundschreiben Straßenbau des BMVBS
- [6] DAfStb-Richtlinie: Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton (Alkali-Richtlinie). Ausgabe 2007
- [7] VDZ gGmbH: Technischer Bericht – TB-BTe B2436-A/2014: Prüfung einer Betonrezeptur für den Einsatz im kommunalen Straßenbau mittels AKR-Performance-Test . Einordnung der Ergebnisse für die Feuchtigkeitsklasse WS