

Kreisverkehre aus Beton.

Weißer Bauweise im Straßenbau

Holcim (Süddeutschland) GmbH



Große Vorteile der Betonbauweise

Nachdem in der Schweiz schon seit vielen Jahren erfolgreich Betonkreisverkehre erstellt werden, findet sich diese Bauweise mittlerweile auch vermehrt in Deutschland. Es hat sich gezeigt, dass Beton den extremen Belastungen und der Schubbeanspruchung problemlos standhält. Neben der langen Nutzungsdauer weisen Betonkreisverkehre zudem einen optischen Vorteil auf, indem die Straßenbenutzer durch die helle Farbe frühzeitig auf diesen Knotenbereich aufmerksam gemacht werden.

Durch die extreme Belastung aus Schwerverkehr und durch immer häufiger auftretende Hitzetage mit starker Sonneneinstrahlung kommt die Asphaltbauweise oft an ihre Grenzen.

Beton oder Asphalt?

In den letzten Jahren diskutierten Straßenbaufachleute in Deutschland immer häufiger, ob sich Beton oder Asphalt besser für Fahrbahnen und Kreisverkehre eignet. Bisherige Erfahrungen sowie Untersuchungen in den europäischen Nachbarländern lassen den Schluss zu, dass die Betonbauweise für Bereiche mit hohem Schwerverkehrsanteil die wirtschaftlichere Lösung ist. Dies gilt sowohl für den Neubau als auch bei der Instandsetzung bestehender Kreisverkehre.

Vorteile von Beton

Betonfahrbahnen in Kreisverkehren sind zweckmäßig und vor allem dauerhaft; in der Schweiz wird z. B. eine Nutzungsdauer von 40 bis 50 Jahren vorgegeben. Die gegenüber dem Asphalt um rund 20% höheren Baukosten amortisieren sich daher relativ schnell. Da Beton auch bei hohen Temperaturen verformungsstabil ist, garantieren Fahrbahnen mit Betonbelag gegenüber Asphaltfahrbahnen eine drei- bis viermal längere Nutzungsdauer.

Konzeption und Konstruktion

Betonfahrbahnen in Kreisverkehren werden als sogenannte Plattenbeläge ausgeführt. Dabei werden die Platten untereinander verdübelt und die Querfugen radial



Plattenbauweise mit Schein- und Pressfugen

angeordnet. Dies gewährleistet eine optimale Last- bzw. Schubkraftübertragung. Die Belagsdicke variiert zwischen 24 und 28 cm. Ob die Platte bewehrt wird oder nicht, ergibt sich aus dem Quotienten der Länge einer Platte (in Fahrtrichtung) zur Plattendicke. Liegt dieser Faktor zwischen 20 und 30, kann auf die Bewehrung verzichtet werden. Aufgrund der Schubbeanspruchung und dem spurtreuen Langsamfahren sollten Ein- und Ausfahrtsbereiche (Äste) des Kreisverkehrs ebenfalls mit einer Betondecke ausge-



Betoneinbau mit Pumpe



Der Einfahrtsbereich ist vom Kreisverkehr konstruktiv getrennt

führt werden, wobei die Länge der Äste etwa 15 bis 20 m betragen sollte. Die geometrisch unförmigen, nicht idealen Plattenabmessungen im Ein- und Ausfahrbereich des Kreisverkehrs sind zu bewehren.

Die Betondecken des Kreisverkehrs und jene der Ein- und Ausfahrbereiche werden konstruktiv – mit einer unverdübelteten Raumfuge – voneinander getrennt, weil sie ein unterschiedliches Bewegungsverhalten aufweisen. Um einen Vertikalversatz zu vermeiden, wird in diesem Bereich ein Auflager – eine Betonschwelle – angeordnet.

Bewehrung der Ring-Fahrbahnplatten

Ist das Verhältnis Plattenlänge zu Plattendicke ≥ 30 , sind die Platten zu bewehren. Ebenfalls ist im Bereich von Einbauten (z. B. Kanaldeckel, Einläufe) Bewehrung vorzusehen. Möglich sind Stahlmatten oder Stahlfasern. Da die Mattenbewehrung einen zusätzlichen Arbeitsgang verursacht und damit kostbare Zeit beansprucht, führt dies oft zur Wahl einer Stahlfaserbewehrung.

Planung eines Kreisverkehrs

Die Konstruktion eines Kreisverkehrs bedarf einer sorgfältigen Planung. Festgelegt werden muss neben der Dicke und der Plattengröße der Gesamtaufbau des Straßenkörpers. So wird grundsätzlich immer eine Asphalt-schicht von 8–10 cm Dicke als Unterlage der Betondecke geplant. Einerseits dient diese Asphalt-schicht als Schutz der Planie und andererseits als Dämpfungsschicht zur Verhinderung späteren Pumpens. Danach werden in einem separaten Fugenplan die Schein-, Press- und Raumfugen definiert und standortmäßig festgelegt.

Der Beton wird in der Regel nach ZTV Beton-StB 07 ausgeschrieben.



Unbewehrte Ausführung mit Dübeln auf sauber gestellten Stützkörben

Die Verkehrsführung und die zur Verfügung stehende Zeit zur Realisierung beeinflussen zudem, ob maschinell oder von Hand eingebaut werden kann.

Zeitpunkt des Fugenschnitts

Der Zeitpunkt des Fugenschnitts ist abhängig von den Beton- und Lufttemperaturen zum Zeitpunkt des Einbaus sowie von den geforderten Eigenschaften des Betons. Er kann darum nicht starr vorgegeben oder bestimmt werden und erfolgt zwischen rund 6 und 48 Stunden nach dem Betoneinbau.



Der Fugenschnitt reicht bis auf einen Drittel der Plattendicke und sorgt für ein kontrolliertes Reißen



Über diesen (blauen) Dübeln wird später der Fugenschnitt erfolgen

Einsatzgebiete

Sowohl im Neubau als auch bei der Sanierung von Asphaltkreisverkehren kommt die Betonbauweise heute zum Einsatz. Zwei Ausführungsbeispiele der Holcim Kies und Beton GmbH zeigen dies im Folgenden.

Erster Kreisverkehr aus Beton in Baden-Württemberg

Beim ersten baden-württembergischen Kreisverkehr aus Beton entschied man sich wegen der erwähnten Vorteile bei hoch belasteten Strecken für diese Bauweise. Die Fahrbahn des Herrenberger Kreisverkehrs ist stark belastet, insbesondere durch den LKW-Verkehr. Es treten starke Reibungs- und Schubkräfte durch Kurvenfahrt und Bremsvorgänge auf. Die Radlast, die auf die Fahrbahn wirkt, kann je nach Geschwindigkeit und Radius um 30 bis 50% höher sein. Beton hält diesen Belastungen stand und nimmt die Kräfte, die im Kreisverkehr wirken, ohne jede Verformung der Fahrbahnoberfläche auf – auch bei extremen Temperaturen.

Im Norden Herrenbergs entstand so ein Kreisverkehr mit einem Durchmesser von 45 m. Insgesamt wurden in drei Bauetappen 400 m³ Beton auf einer Fläche von etwas mehr als 1400 m² ausgebracht. Die Fahrbahndecke besteht nun aus einem 26 cm dicken Betonbelag.

Nutzungsdauer und Kosten

Die Baukosten sind zwar (heute noch) 15 bis 20% höher als bei der herkömmlichen Asphaltbauweise, sie werden aber durch die längere Nutzungsdauer von mindestens 40–50 Jahren mehr als amortisiert. Eine beim Asphalt übliche Erneuerung alle zehn Jahre entfällt beim Betonbelag. Und da kaum Unterhalt erforderlich ist, erspart dies den entsprechenden Aufwand und bedingt zudem weniger Baustellen und damit weniger Staus.

Betonprobung im Vorfeld

Professor Rolf Breitenbücher von der Ruhr-Universität, der als technischer Berater vor Ort war, empfahl nach ersten Erprobungen einen reinen Portlandzement (CEM I). Dieser Zement ist gröber gemahlen und wird beispielsweise für Tagesfelder auf Autobahnen mit vergleichbarer Konsistenz und dauerhafter Texturierung hergestellt. Schließlich wurde beim Kreisverkehr der CEM I-Zement Normo 3R der Holcim (Süddeutschland) GmbH für den Beton und als besonderer Zuschlag Edelsplitt aus Oberschwaben verwendet. Produktmanager und Betontechnologen der Holcim Süddeutschland arbeiteten Hand in Hand mit den Experten des Kreisstraßenbauamts und der Bauunternehmung, um die optimale Betonrezeptur für den Kreisverkehr zu erzielen.



Einbau des Betons im Testfeld

Betonrezeptur:

Lieferant: Holcim Kies und Beton GmbH – Werk Sindelfingen-Darmsheim

Qualität: C30/37; XC4, XD3, XF4, XA3 ($SO_4 \leq 600$ mg/l), XM2, XM3 (Hst), WA (bei ZTV Beton-StB WS); D_{max} 22; F3 gemäß DIN EN 206-1 und 1045-2, ZTV Beton StB 07

Zusammensetzung:	Normo 3R (CEM I 32,5 R (st))	360 kg/m ³	Holcim (Süddeutschland) GmbH
	Fließmittel	Sky 643	BASF Admixtures
	Luftporenbildner	Mischöl LP 70	BASF Admixtures

Betonwerte:	Konsistenz (EN 206-1)	F3 (420–480 mm)
	Rohdichte	2328 kg/m ³
	Druckfestigkeit nach 28 Tagen	49 N/mm ²
	w/z-Wert	0,43

Herstellen der Betondecke des Kreisverkehrs

Der Betoneinbau erfolgte mit einer Betonpumpe. Verdichtet wurde zuerst mit der Rüttelflasche, dann durch Abziehen der Oberfläche mit einer Rüttelbohle. Die Oberfläche wurde – zur Optimierung der Ebenheit – mit



Betoneinbau mit Pumpe direkt aus dem Fahrmischer

einem geeigneten Gerät nachbearbeitet. Ein anschließend aufgebracht Besenstrich sollte die Griffigkeit der Betonoberfläche herstellen. Der geeignete Besen konnte bei der Erprobungsfläche im Vorfeld festgelegt werden. Sofort nach dem Besenstrich wurde die Betonoberfläche



Der Besenstrich macht die Fahrbahn griffiger



Verdichten des Betons mit Rüttelflasche



Aufsprühen von Curing-Compound als Verdunstungsschutz



Verbesserung der Ebenheit mit Glättebohle

mit einem Nachbehandlungsmittel (Curing-Compound als Verdunstungsschutz) gegen Austrocknen geschützt. Das Curing ist weiß eingefärbt, um das Sonnenlicht besser zu reflektieren und um deutlich zu machen, wo schon nachbehandelt worden ist und wo nicht.



Sichtbarer weißer Oberflächenschutz

Zweiter Betonkreisverkehr in Baden-Württemberg

Das Regierungspräsidium Freiburg entschied sich bei der Realisierung dieses Kreisverkehrs für die Bauweise in Beton. Im Zuge dieser Maßnahme lieferten Holcim (Süd-deutschland) GmbH und ihre Tochter Holcim Kies und Beton GmbH Zement und Beton. An der B 34 stand in Grenzach-Wyhlen bei Rheinfelden die Deckenerneuerung eines Kreisverkehrs an. Der bestehende Kreisverkehr hatte einen Asphaltbelag, der nach 10 Jahren Verkehrsbelastung Wölbungen von bis zu 10 cm aufwies. Im Oktober 2009 wurde er in der Betonbauweise saniert. Dabei konnten mit Dipl.-Ing. Rolf Werner die reichen Erfahrungen mit Betonkreisverkehren in der Schweiz genutzt werden.

Baumaßnahmen

Auf die vorgängig erstellte 8 cm dicke Asphalt-schicht als Unterlage wurde eine 26 cm dicke Betondecke eingebaut. Im Bereich von Einbauten und unförmigen/spitzwinkligen Platten (im Ein- und Ausfahrbereich) wurde die Betondecke bewehrt. Dübel und Anker wurden mit vorgefertigten Stützkörben eingebaut. Da die Ringfahrbahn mit 6,5 m Breite und 26 cm Dicke genau dem Längen-/Dickenfaktor von 25 entsprach, konnte hier auf eine Bewehrung verzichtet werden. Die Schein- und Pressfugen wurden verdübelt bzw. verankert. Der Kreisverkehrsdurchmesser beträgt 40 m. Der Betoneinbau erfolgte direkt aus dem Fahrmischer in der für einen Betondecken-Handeinbau erwünschten Konsistenz F2.

Versuchsfläche einschließlich Abwitterungsprüfung

Zur Optimierung der Betonrezeptur sowie sämtlicher Ausführungsarbeiten einschließlich Aufbringen des



Steifplastischer Beton – optimale Betonkonsistenz für den Handeinbau



Aufsprühen eines Nachbehandlungsmittels auf die Erprobungsfläche im Werk Haltingen

Besenstrichs wurde auch hier eine Versuchsfläche angelegt. Die Fläche konnte direkt bei Holcim in Haltingen im Betonwerk erstellt werden und erlaubte es auch, die Frosttausalzbeständigkeit zu untersuchen. Die Betonflächen zeigten nach den vorgeschriebenen 28 Frost-Tausalz-Wechseln ein sehr dauerhaftes Verhalten mit Werten, die zwischen 23% und 41% der maximal zulässigen Abwitterungsrate lagen.

Betonrezeptur:

Lieferant:	Holcim Kies und Beton GmbH – Werk Haltingen		
Qualität:	C30/37; XC4, XD3, XF4, XA3 ($SO_4 \leq 600$ mg/l), XM2, WA (bei ZTV Beton-StB WS); $D_{max} 32$; F2 gemäß DIN EN 206-1 und 1045-2, ZTV Beton StB 07		
Zusammensetzung:	Riteno 4 (CEM II/B-T 42,5 N)	360 kg/m ³	Holcim (Süd-deutschland) GmbH
	Fließmittel	FM6	Sika Deutschland GmbH
	Luftporenbildner	LPS A-94	Sika Deutschland GmbH
Betonwerte:	Konsistenz (EN 206-1)	F2 (350–410 mm)	
	Rohdichte	2330 kg/m ³	
	Druckfestigkeit nach 28 Tagen	51 N/mm ²	
	w/z-Wert	0,43	

Betoneinbau ohne Pumpe

Bei diesem Kreisverkehr wurde der Zement Riteno 4 (CEM II/B-T 42,5 N) der Holcim (Süddeutschland) GmbH verwendet. Der Betoneinbau erfolgte in zwei Etappen. Da die Ringfahrbahn ohne Mattenbewehrung ausge-



Bei unbewehrten Platten kann der Fahrmischer direkt bis zum Einbauort fahren

führt wurde, konnte der Fahrmischer direkt an die Einbaustelle fahren und entladen. Eine Hälfte des Kreisverkehrs war während des Einbaus für den Verkehr freigegeben. Der Beton wurde mit der Rüttelflasche und anschließend durch Abziehen der Oberfläche mit der Rüttelbohle verdichtet. Darauf erfolgte ein händisches Glätten der Betonoberfläche, bevor ein Besenstrich aufgebracht wurde.

Die Nachbehandlung erfolgte zweistufig: Nach dem Besenstrich (auf die mattfeuchte Oberfläche) Curing Compound (Verdunstungsschutz) und anschließend ein Abdecken mit Wärmedämmmatten. Diese blieben dann bis zur Verkehrsfreigabe mehrere Tagen liegen. Durch Auflegen von Brettern wurden die Matten gesichert. Danach erfolgte die Umstellung des Verkehrs auf die betonierte Fahrbahn und der Bau der zweiten Hälfte des Kreisverkehrs.



Einbringen und Verdichten des Betons



Aufsprühen des Curing-Compounds



Aufbringen des Besenstrichs



Optimale Nachbehandlung mit Wärmedämmmatten



Holcim (Süddeutschland) GmbH
72359 Dotternhausen
Deutschland
info-sueddeutschland@holcim.com
www.holcim.de/sued
Telefon +49 (0) 7427 79-300
Telefax +49 (0) 7427 79-248