

16 Kreisverkehrsanlagen in Betonbauweise

Univ.-Prof. DI Dr. Ronald Blab
Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung,
Technische Universität Wien

DI Dr. Johannes Steigenberger
Forschungsinstitut der Vereinigung der
Österreichischen Zementindustrie



Abb. 1: Standorte von Kreisverkehrsanlagen in Betonbauweise [1]

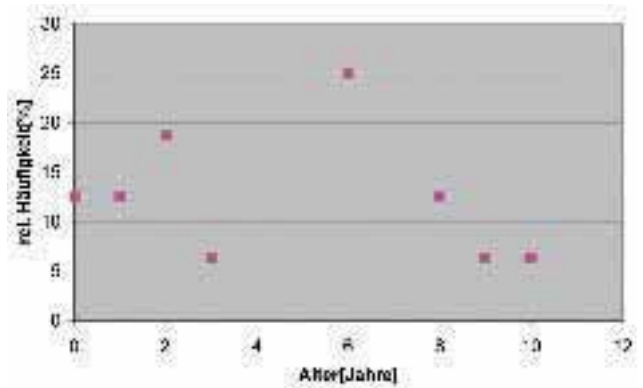


Abb. 2: Altersverteilung der untersuchten Kreisverkehrsanlagen [1]

Kurzfassung

Die Betonbauweise wird in Österreich überwiegend im hochrangigen Autobahnen- und Schnellstraßennetz bei schwerer Verkehrsbelastung und/ oder hohem Schwerverkehrsanteil eingesetzt. Seit Kurzem wird sie auch bei geringem Verkehr (Spurwege, Betonpflaster) und für Kreisverkehrsanlagen angewandt.

Der Beitrag zeigt die wesentlichen Schritte von der Planung bis zur Ausführung anhand praktischer Beispiele. Insbesondere werden die Anforderungen an den Beton, die Fugenteilung und die Ausführung behandelt.

Im Osten Österreichs wurden in den letzten Jahren immer häufiger Kreisverkehrsanlagen mit Betonfahrbahndecken ausgestattet – Tendenz steigend. Die Betonbauweise gelingt, wenn die Decke richtig dimensioniert wird, bestimmte Baugrundsätze befolgt werden und eine hohe, gleichmäßige Qualität erzielt wird.

1 Einleitung

Plangleiche Knoten von Straßen werden in Österreich sowohl im urbanen als auch im Freilandbereich immer häufiger als Kreisverkehrsanlagen ausgebildet. Grund dafür sind deren verkehrstechnische Vorteile, wie günstigere Unfallzahlen durch das niedrige Geschwindigkeitsniveau bei gleichzeitig höherer Leistungsfähigkeit. Aus straßenbautechnischer Sicht stellen derartige Verkehrsanlagen eine besondere Herausforderung dar, weil es infolge der Flieh- und Bremskräfte des Schwerverkehrs zu besonders hohen Schubbeanspruchungen in den Deckschichten und den oberen Tragschichten der Oberbaukonstruktion kommt.

Bei Ausführung von Kreisverkehrsanlagen in Betonbauweise kann aufgrund der materialbedingten Eigenschaften von Beton mit seiner hohen Verformungsbeständigkeit bei ausreichender Dimensionierung und fachgerechter Herstellung eine längere Gebrauchsdauer bei geringerem Erhaltungsaufwand erzielt werden.

Obwohl in Österreich die Betondeckenbauweise auf sehr hohem technischen Niveau entwickelt ist, gibt es für derartige Sonderkonstruktionen wie Kreisverkehrsanlagen noch keine speziellen technischen Richtlinien für Planung, Dimensionierung oder Herstellung. Im Rahmen einer Studie wurden daher in Zusammenarbeit mit der Verwaltung und beteiligten Firmen die gängige Praxis für die Ausführung von Kreisverkehrsanlagen in Betonbauweise erhoben und der Zustand sowie mögliche Schadensbilder von bestehenden Anlagen in Österreich ermittelt [1].

Schwerpunkte der Untersuchungen waren dabei

- allgemeine Daten der Kreisverkehrsanlage bzw. der Ein-/Ausfahrtsbereiche z. B. Kreisfahrbahnbreite, Lastklasse, Verkehrsbelastung
- Dimensionierung z. B. Fahrbahnaufbau, Fugenteilungsplan, Dübel/Anker, Bankettgestaltung

- verwendete Betonsorten
z. B. Festigkeitsklasse/Betonsorte, Nachbehandlung,
- Herstellung
z. B. händisch/maschinell, einschichtig/zweischichtig
- Schadensbilder
- Erhaltungsmaßnahmen.

Die dabei gewonnenen Erkenntnisse wurden als die Grundlage für die Erarbeitung eines technischen Merkblattes zur Ausführung von Kreisverkehrsanlagen in Betonbauweise in Österreich herangezogen.

2 Österreichische Erfahrungen

Mit Datenstand 2005 wurden in Österreich 16 Kreisverkehrsanlagen in Betonbauweise ausgeführt. Die Standorte sind in der Abbildung 1 dargestellt (Standorte an gleichen Straßenzügen werden nur einmal berücksichtigt).

In Österreich wurde die erste Kreisverkehrsanlage in Betonbauweise vor 10 Jahren errichtet. Ein Großteil der Anlagen ist aber nicht älter als sechs Jahre (Abbildung 2). Es handelt sich um Kreisverkehrsanlagen mit äußeren Kreisdurchmessern zwischen 35 m und 45 m, die auf Grundlage der seit 2001 gültigen österreichischen Richtlinie, Planungsgrundsätzen für Kreisverkehre,

RVS 03.05.14 [2], geplant wurden. Die Anlagen sind zum überwiegenden Teil als einstreifige Kreisfahrbahn ausgeführt.

Eine Umfrage bei den zuständigen Straßenverwaltungen ergab, dass es in Österreich bei den Kreisverkehrsanlagen, die bisher in Betonbauweise hergestellt wurden, nur selten zu sichtbaren Schäden kam. Als häufigste Schadensursache wurde ein Versagen jener Platten festgestellt, die beim Anschluss der Kreisverkehrsäste an die Kreisfahrbahn mit einer ungünstigen, weil spitzwinkligen Plattengeometrie ausgeführt werden mussten.

3 Baugrundsätze

3.1 Oberbaudimensionierung

Für die Dimensionierung des Oberbaus von Kreisverkehrsanlagen sind grundsätzlich die erhöhten Beanspruchungen durch Brems-, Antriebs- und Fliehkräfte in den Ein- und Ausfahrtsbereichen sowie beim Durchfahren der Kreisfahrbahn zu berücksichtigen. Die für Freilandbereiche gültigen Bemessungskenngrößen, wie sie beispielsweise im Österreichischen Bemessungskatalog für Straßenaufbauten, RVS 03.08.63 [3], vorgegeben werden, sind daher nur bedingt gültig. Allerdings fehlen entsprechende Grundlagen für verbesserte Lastansätze, die für den speziellen Bemessungs-

fall bei Kreisverkehrsanlagen anzuwenden sind. Zudem stehen analytische Lösungen zur Ermittlung der maßgeblichen Primärwirkungen (Spannungen und Dehnungen) unter der Verkehrslast nur für rechteckige Betonplatten zur Verfügung. Für Kreisverkehrsanlagen sind daher numerische Methoden (z. B. Methode der Finiten-Elemente) für die Bemessung heranzuziehen [4]. Die Ergebnisse der in Österreich durchgeführten Untersuchung zeigen, dass sich eine Unterbemessung gerade bei schwer beanspruchten Kreisverkehrsanlagen in Verbindung mit schlechten Untergrundverhältnissen sehr rasch durch das Auftreten von Kanten- und Eckenabbrüchen auswirken kann.

Die erhöhte Beanspruchung erfordert in jedem Fall die Ausführung einer Oberbaukonstruktion der Lastklasse I gem. RVS 03.08.63 mit einer Mindestdicke der Betondecke von 22 cm. Bei höherem Schwerverkehrsanteil sollte auf die Lastklasse S (über 18 Millionen Bemessungsnormallastwechsel) mit nachfolgendem Aufbau übergegangen werden (Abbildung 3):

- 25 cm Betondecke (verdübelt)
- 5 cm Asphalt
- 20 cm zementstabilisierte Tragschicht oder 45 cm ungebundene Tragschicht

Abb. 3: Aufbau der Betondecke nach RVS 03.08.63 [3]

Verkehrsbelastung N, 30-Minut Mittelwert	S = 10 bis 10 ⁷	I = 10 bis 10 ⁸	II = 1 bis 10 ⁸	III = 1 bis 10 ⁸	IV = 0,15 bis 0,6	V = 2,15 bis 0,15	VI = 0,15
Baugruppe Einbau auf einströmiger Tragschicht	Betondecke verdübelt				Betondecke unverd. +		
Baugruppe Einbau auf mehrströmiger Tragschicht	Betondecke verdübelt				Betondecke unverd. +		

Die dünne Asphaltzwischen-schicht ist zwar konstruktiv nicht unbedingt erforderlich, hat aber gerade für das Fixieren der Schalung (händischer Einbau) und als befahrbare Sauberkeitsschicht (Betonanlieferung, Einbau mit Fertiger) große Vorteile.

In Österreich werden Betondecken im Allgemeinen und auch Kreisverkehrsanlagen mit Betondecke nicht durchgehend bewehrt. Da nahezu alle Fugen im Kreisverkehr mehr oder weniger stark befahren werden, werden sie im Allgemeinen verdübelt und die Längsfugen im Ein-/Ausfahrtsarm wie bei herkömmlichen Betonfahrbahndecken mit Ankern versehen.

3.2 Fugenteilung und Fugenerstellung

Die Plattengeometrie orientiert sich im Wesentlichen an den österreichischen Vorschriften für den Betondeckenbau RVS 08.17.02 [5]:

- Länge \leq 1,5-fache Breite
- Länge \leq 25-fache Dicke

- max. Feldlänge = 5,5 m
- Vermeiden von spitzwinklig zusammenlaufenden Ecken etc.
- Verhältnis Länge : Breite = 1 : 1 bei Endfeldern mit freiem Rand

Besondere Sorgfalt ist bei der Fugenausbildung im Einfahrtbereich in den Kreisverkehr und im Übergangsbereich beim Belagswechsel zwischen Asphalt – Beton zu legen. In jedem Fall ist rechtzeitig vor Baubeginn ein entsprechender Fugenteilungsplan zu erstellen, der auch die Verkehrsführung in den verschiedenen Bauphasen und Betoneinbauzeiten berücksichtigt. Ein Beispiel für den Fugenteilungsplan einer Kreisverkehrsanlage in Beton mit einem Außenradius von 35 m zeigt Abbildung 4.

Die Querfugen sollen immer als Scheinfugen und die Längsfugen, welche die Kreisfahrbahn in einen inneren und einen äußeren Bereich teilen, können je nach Herstellungsweise als Pressfugen oder ebenfalls als Scheinfugen ausgebildet wer-

den. Bei den Anschlussbereichen der Zu- und Ausfahrtsäste an die Kreisfahrbahn sind verdübelte Pressfugen anzuordnen.

Bei den Längsfugen werden wegen der häufigen Überfahrten jeweils 6 Anker ($d = 14$ mm, $l = 700$ mm) je Feld empfohlen. Bei Ausführung der Längsfuge im Bereich der Kreisfahrbahn als Scheinfuge können auch Dübel zur Querkraftübertragung eingesetzt werden. Die Anzahl der Dübel für die Querscheinfugen der Kreisfahrbahn und der Kreisfahrbahnäste soll zwischen 3,4 bis 4,5 Dübel/Laufmeter ($d = 50$ mm, $l = 500$ mm) betragen. Die Dübel können dabei beispielsweise mittels Dübelkörben verlegt werden.

Stark beansprucht werden bei Kreisverkehrsanlagen die Ein- und Ausfahrtsbereiche, vor allem durch Brems- und Beschleunigungskräfte, häufig auch durch den Schwerverkehr bei Rückstau in den Einfahrtbereich. Es wird daher empfohlen, die Ein- und Ausfahrtsarme etwa 50 m lang ebenfalls in Beton auszuführen. Diese Länge entspricht etwa zwei LKW-Zügen.

3.3 Beton – Anforderungen und Einbau

Bei der Anwendung von Beton in Kreisverkehrsanlagen gelten die üblichen Anforderungen an Straßenbeton, wie sie das österreichische Regelwerk [5] fordert:

- Frost-Tausalz-Beständigkeit
- Witterungsbeständigkeit
- Biegezugfestigkeit (28 Tage)
 - $\geq 5,5$ MPa im Allgemeinen
 - $\geq 7,0$ MPa bei Waschbeton
- Druckfestigkeit (28 Tage)
 - Oberbeton ≥ 40 MPa
 - Unterbeton ≥ 35 MPa
- Verwendung verschleißfester/polierresistenter Körnungen
- Konsistenz entsprechend der Einbaumethode (händisch/maschinell)

Eine wesentliche Überlegung hinsichtlich der Zusammensetzung und Anforderungen an den Beton betrifft auch die Verkehrsführung bzw. die Verkehrsfreigabe. Im Einzelfall kann es erforderlich sein, die Anlage bereits sehr früh dem Verkehr zu übergeben [6].

Abb. 4: Fugenteilungsplan eines einstreifigen Kreisverkehrs mit Betondecke; händischer Einbau [1]

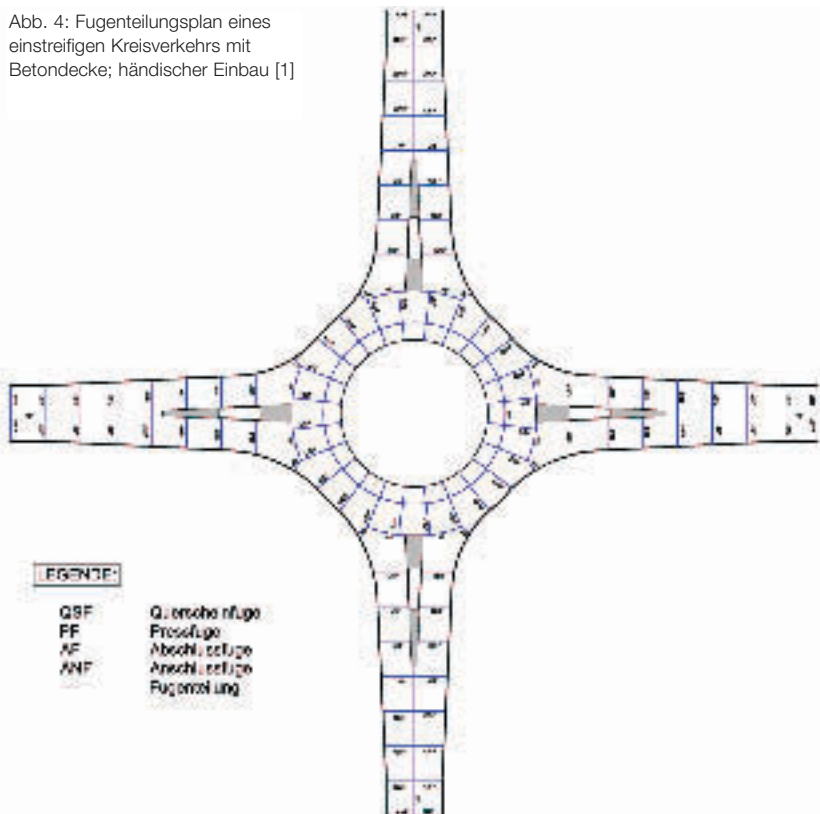




Abb. 5: Händischer Einbau

Fotos: © Schöllner

Im Zuge von größeren Baumaßnahmen stellen diese Anforderungen im Allgemeinen kein Problem dar. Häufig werden jedoch Kreisverkehrsanlagen als kleinere, einzelne Baumaßnahmen oder an sehr entlegenen Plätzen errichtet und der Beton wird dann im nächstgelegenen Transportbetonwerk nach ÖNORM B 4710-1 [7] bestellt.

Empfohlen wird die Betonsorte

- C30/37/XF4/XM2 Oberbeton
- C30/37/XF4 Unterbeton, bei zweischichtigem Einbau.

Wesentlich erscheint jedoch, dass die Konsistenz auf die jeweilige Einbaumethode und das entsprechende Verfahren gut abgestimmt, eine ausreichende Verdichtung ermöglicht und ein hochwertiger Oberflächenschluss mit entsprechender Strukturierung gewährleistet wird.

Der Einbau erfolgt entweder ein- oder auch zweischichtig, wobei der zweischichtige Einbau einen höheren Aufwand mit sich bringt, wenn man die vergleichsweise kleine Fläche einer Kreisverkehrsanlage betrachtet. Beim händischen Einbau wird der Beton direkt vom Fahrmischer in die Schalung eingebracht (Abbildung 5). Mittels einer Abziehböhlle erfolgt die Formgebung der Oberfläche. Maschinentechnisch besteht grundsätzlich auch die Option des maschinellen Einbaus mittels Betonfertiger (Abbildung 6). Im Vergleich zum händischen Einbau kann beim Einbau mittels Fertiger ein wesentlich steiferer Beton verwendet werden. Aufgrund der günstigeren Betonverdichtung und der

homogeneren Oberflächenausbildung lässt sich beim maschinellen Einbau eine höhere Herstellungsqualität erzielen (Abbildung 6).

Zur Nachbehandlung muss unmittelbar nach dem Betoneinbau ein Verdunstungsschutz aufgesprüht werden. Bei hohen Temperaturen kann die fertige Betondecke eventuell zusätzlich noch abgedeckt werden, dies ist aber mit einem entsprechenden Mehraufwand verbunden.

In Österreich wurde bisher eine Kreisverkehrsanlage mit einer Waschbetonoberfläche ausgeführt. Bei allen anderen erheblichen Anlagen wurde die Oberflächenstruktur mittels Besenstrich hergestellt – wobei der Besenstrich die wesentlich einfachere und kostengünstigere Variante darstellt.

Zusammenfassung und Empfehlungen

Der Betonstraßenbau konzentrierte sich in Österreich überwiegend auf das hochrangige Autobahnen- und Schnellstraßennetz, wo eine starke Verkehrszunahme beim Schwerverkehr, aber auch Sicherheitsbestrebungen die Betonbauweise erforderten.

Beton kann aber auch im untergeordneten Straßennetz eine sinnvolle Alternative sein. Seit einigen Jahren werden Kreisverkehrsanlagen, vor allem im Osten Österreichs, immer häufiger in Beton ausgeführt. Angeordnet aus Verkehrssicherheitsgründen, aber auch zur Sanierung von Unfallhäufungspunkten werden Kreisverkehrsanlagen als Anbindung an das hochrangige Netz oft stark exponiert und schwer befahren.

Für den Bau von Kreisverkehrsanlagen lassen sich aus den bisherigen Ausführungen folgende Empfehlungen ableiten:

- Betondecke: Mindestdicke 22 cm (Lastklasse I), günstiger 25 cm (Lastklasse S)
- Fugenteilungsplan rechtzeitig vor Baubeginn
- sorgfältige Wahl der Plattengeometrie im Übergangsbereich Ein-/Ausfahrt Kreisverkehr (Vermeidung von spitzwinkelig zusammenlaufenden Ecken)
- Dübelanordnung auch in befahrenen Längsfugen

- Betonsorte C30/37/XF4/XM2 (im Allgemeinen für den Oberbeton)
- Konsistenz entsprechend den Anforderungen beim Einbau (Einbaumethode, Verdichtungsverfahren, Oberflächenstruktur)
- Anbindungen (Ein-/Ausfahrt) etwa 50 m lang in Beton

Ein entsprechendes österreichisches Merkblatt „Kreisverkehrsanlagen mit Betonfahrbahndecke“ steht vor der Veröffentlichung [8].



Abbildung 6: Maschineller Einbau

Literatur

- [1] Wedl, S.: Kreisverkehrsanlagen in Beton – Zustandserfassung in Österreich, Technische Universität Wien, Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung, September 2005.
- [2] RVS 03.05.14, Ausgabe März 2001: Plangleiche Knoten – Kreisverkehr. Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr (FSV), Wien.
- [3] RVS 03.08.63, Ausgabe April 2005: Oberbaubemessung. Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr (FSV), Wien.
- [4] Blab R.: Dimensionierung von hochbelasteten Betondecken (Design of highly trafficked concrete pavements). Tagungsband Österreichische Betonstraßentagung, Wien (2005), S. 22–30.
- [5] RVS 08.17.02, Ausgabe Oktober 1998 inklusive Abänderungen und Ergänzungen 2001: Betondecken, Deckenherstellung. Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr (FSV), Wien.
- [6] Steigenberger, J.: Noch kürzere Reparaturzeiten mit dem 12-Stunden-Beton. Aktuelles zum Thema Betonstraßen. Update, 2/2003.
- [7] ÖNORM B 4710-1, Ausgabe 2004-04-01: Beton, Teil 1: Festlegung, Herstellung, Verwendung und Konformitätsnachweis. Österr. Normungsinstitut, Wien.
- [8] Merkblatt „Kreisverkehre mit Betonfahrbahndecken“. Ausgabe Oktober 2006, Österr. Vereinigung für Beton- und Bautechnik, Wien.