

## 3A Kreisel in Beton

### Dimensionierung

- Für die Kreiselfahrbahn gilt der Oberbautyp 12, Betondecke auf Asphaltbeton gemäss VSS 40 324.
- Für die Betondecken gelten die Anforderungen gemäss VSS SN 640 461.
- Die Plattendicke  $d$  beträgt min. 26 cm.
  - Vorsatzbeton  $d_1 = 6$  cm
  - Kernbeton  $d_2 = 20$  cm

### Konzeption

- Für die Geometrie der Betondecken gilt die Nr. 3.12.
- Die Fugeneinteilung richtet sich nach der Abmessung der Betonplatten, nach dem Bauablauf und nach den Verkehrsführungen.
- Die Betondecken werden durch Quer- und Längsfugen in Platten unterteilt und verdübelt. Die Mittellängsfuge wird verdübelt.
- In der Ringfahrbahn sind vier radial angeordnete Bewegungsfugen (B) vorzusehen. Diese können als Betonieretappen und lagemässig auf die Bauphasen abgestimmt werden. Erlaubt es die Bauphase, ist es zweckmässig, die Bewegungsfugen (B) in Bereich der Verkehrsteiler anzuordnen.
- Die Betondecke der Ringfahrbahn wird gegenüber der Zu- und Wegfahrten durch eine Bewegungsfuge mit Betonschwelle (BB) konstruktiv voneinander getrennt.
- Die Randabschlüsse werden von der Betondecke mit einer Bewegungsfuge abgetrennt.
- Verhältnis Plattenlänge zu -breite ( $l/b$ ) = 1.0...1.5
- Plattenlänge ohne Bewehrung:  $L_{\max} = 6.50$  m ( $25 \times$  Betondicke)
  - Ringfahrbahnen mit einer Breite von  $> 6.50$  m, sind mit einer Mittellängsfuge (LD) auszubilden oder zu bewehren.
  - Es ist darauf zu achten, dass das Seitenverhältnis der Betonplatten der Kreiselfahrbahn möglichst 1:1 betragen (quadratisch).
  - Die Mittellängsfuge (LD) ist so anzuordnen, dass das Seitenverhältnis ( $l/b$ ) der Platten den Faktor 1.2 nicht überschreitet.
- Beim Kreiselinnenring werden die Bewegungsfugen (B) und Querfugen (Q) analog der Kreiselfahrbahn übernommen.
- Spitz zusammenlaufende Fugen sind zu vermeiden. Die minimale Seitenlänge einer Platte darf 40 cm nicht unterschreiten.
- Einbauten im Bereich der Betondecke sind zu vermeiden.
- Das empfohlene Quergefälle der Kreiselfahrbahn beträgt 1.5–3.0 %.
- Bei Neubauten wird die Betondecke im Bereich der Inseln durchgehend eingebaut. Die Inselsteine werden aufgeklebt.
- Die Betondecke wird auf eine 8 cm dicke Asphaltschicht aufgelegt (ACF 22).
  - Der Asphalt soll mindestens 50 cm über den zukünftigen Betonrand eingebaut werden.
  - Die Planie hat einen ME-Wert von mindestens  $\geq 80$  MN/m<sup>2</sup> aufzuweisen. Es ist wichtig, dass eine gleichmässige Tragfähigkeit auf der Planie erreicht werden kann.
  - Der Einbau der Asphaltschicht hat höhengenaу zu erfolgen. Toleranz:  $\pm 10$  mm.
  - Der Belagsrand soll 50 cm über den zukünftigen Betonrand eingebaut werden.

## 3 Oberbau – Projektierungsgrundlagen

### Beton

- Die Wahl des Betons ist der Unternehmung freigestellt. Es müssen jedoch alle Betonsorten aus dem gleichen Betonwerk stammen. Mit dem ausgewählten Beton müssen die folgenden Anforderungen erreicht werden.

### Kernbeton

Anforderung, gemäss SN EN 206-1:

- Betonsorte: NPK G
- Druckfestigkeitsklasse: C 30/37
- Explosionsklasse (CH): XC4, XD3, XF4
- Chloridgehaltsklasse: CI 0.10
- Grösstkorn:  $D_{\max}$  32 mm
- Konsistenzklasse: C3

Zusätzliche Anforderungen, gemäss SN 640 461:

- Luftporengehalt im Frischbeton: 4–6 %
- Biegezugfestigkeit: nach 28 Tagen:  $f_{\text{ctk,fl}}(t=28\text{d}) \geq 5.5 \text{ N/mm}^2$   
nach 48 Stunden  $f_{\text{ctk,fl}}(t=48\text{h}) \geq 3.9 \text{ N/mm}^2$  (70 % Nennfestigkeit)
- AAR-P2: AAR-Beständigkeit Präventionsklasse P2,  
«AAR-beständiger Beton», nach SIA Merkblatt 2042.

### Vorsatzbeton

Anforderung, gemäss SN EN 206-1:

- Betonsorte: Splittbeton
- Druckfestigkeitsklasse: C 30/37
- Explosionsklasse (CH): XC4, XD3, XF4
- Chloridgehaltsklasse: CI 0.10
- Grösstkorn:  $D_{\max}$  8 mm
- Konsistenzklasse: C3

Zusätzliche Anforderungen, gemäss SN 640 461:

- Luftporengehalt im Frischbeton: 4.5–6 %
  - Biegezugfestigkeit: nach 28 Tagen:  $f_{\text{ctk,fl}}(t=28\text{d}) \geq 5.5 \text{ N/mm}^2$   
nach 48 Stunden  $f_{\text{ctk,fl}}(t=48\text{h}) \geq 3.9 \text{ N/mm}^2$  (70 % Nennfestigkeit)
  - Gebrochene Körner: Es ist ein Beton mit 100 % gebrochener Körnung mit Bruchflächigkeit C100/0 bei guten Erfahrungen C90/1 zu verwenden. Die Sandfraktion hat aus gleicher Provenienz wie der geprüfte 8er Splitt zu stammen.
  - PSV-Wert:  $\geq 56$
  - AAR-P2: AAR-Beständigkeit Präventionsklasse P2,  
«AAR-beständiger Beton», nach SIA Merkblatt 2042.
- Haftzugfestigkeit: min.  $1.5 \text{ N/mm}^2$  (Mittelwert)

## 3 Oberbau – Projektierungsgrundlagen

**Beton für Kreiselinnenring**

Anforderung, gemäss SN EN 206-1

- Betonsorte: NPK G
- Druckfestigkeitsklasse: C 30/37
- Explosionsklasse (CH): XC4, XD3, XF4
- Chloridgehaltsklasse: CI 0.10
- Grösstkorn:  $D_{\max}$  32 mm
- Konsistenzklasse: C3

Zusätzliche Anforderungen, gemäss 640 461:

- Luftporengehalt im Frischbeton: 4.5–6 %
- Biegezugsfestigkeit:
  - nach 28 Tagen:  $f_{\text{ctk, fl (t=28d)}} \geq 5.5 \text{ N/mm}^2$
  - nach 28 Tagen:  $f_{\text{ctk, fl (t=28d)}} \geq 5.5 \text{ N/mm}^2$
  - nach 48 Stunden:  $f_{\text{ctk, fl (t=48h)}} \geq 3.9 \text{ N/mm}^2$  (70 % Nennfestigkeit)
- AAR-P2: AAR-Beständigkeit Präventionsklasse P2,  
«AAR-beständiger Beton» nach SIA Merkblatt 2042.

**Betonschwelle**

Anforderung, gemäss SN EN 206-1

- Betonsorte: NPK A
- Druckfestigkeitsklasse: C 25/30
- Explosionsklasse (CH): XC2
- Chloridgehaltsklasse: CI 0.10
- Grösstkorn:  $D_{\max}$  32 mm
- Konsistenzklasse: C3

- Fließmittel mit nachverflüssigender Wirkung sind zu vermeiden oder mit Vorversuchen auf ihre Verwendbarkeit zu prüfen.
- Die geforderte Rezeptur ist durch den Betonlieferant mit Resultaten der Erstprüfung nachzuweisen.

**Schalung**

- Die Oberkante der Schalung entspricht der projektierten Höhenlage der Betondecke. Es ist sicherzustellen, dass die Schalung unverrückbar befestigt ist und sich während des Betoneinbaus nicht verschieben kann.

**Einbauten**

- Für die Schachtabdeckungen und Betonkragen gelten die Anforderungen gemäss Kapitel 5, Strassenentwässerung.
- Eckige Schachteinbauten werden unmittelbar am Rand der Betondecke, unmittelbar an den Fugen oder mit einem minimalen Abstand von 1 m angeordnet. Runde Schachtabdeckungen sind wenn immer möglich in Plattenmitte anzuordnen.

## 3 Oberbau – Projektierungsgrundlagen

### Bewehrung

- Betonplatten sind grundsätzlich unbewehrt.
- Bewehrt werden:
  - Felder mit  $L > 25 \times d$ .
  - Felder mit unregelmässiger Plattengeometrie.
  - Einlenkerbereich der Zu- und Wegfahrten.
- Bewehrte Platten werden mit Stabstahl B 500 B oder geschweissten Matten K 335 bewehrt.
- Stabstahl und geschweisste Matten werden bei den Fugen unterbrochen.
- Die Bewehrung darf nicht im Bereich des Vorsatzbetons zu liegen kommen. Die Bewehrungsüberdeckung bei Stabstahl und geschweissten Matten beträgt mindestens 7–8 cm unterhalb OK Betondecke.
- Einspringende Ecken werden, wie folgt bewehrt:
- Zulagen: 1×5 Stück,  $\varnothing$  16 mm, unten
- Bereiche von Einbauten werden, wie folgt bewehrt:
  - Geschweisste Matte K 335 oben, Grösse 2.0 × 2.0 m oder 2.0 × 1.5 m.
  - Zulagen bei Schachtabdeckungen (Kontrollschacht): 4 × 5 Stück,  $\varnothing$  16 mm unter geschweisster Matte.
  - Zulagen bei Aufsatz (Strassenablauf): 2 × 5 Stück,  $\varnothing$  16 mm unter geschweisster Matte.

### Dübel

- Für Dübel ist Rundstahl S 235  $\varnothing$  25 mm gemäss SIA 263 in Graden Stäben zu verwenden, z.B. Otto Brentzel.
  - Die Oberfläche muss walzglatt sein, damit keine Haftung entsteht.
  - Schneidbrauen an den Dübelenden sind zu entfernen.
- Die Haftung der Dübel am Beton ist mit einer 0.3–0.5 mm dicken Kunststoffbeschichtung zu verhindern.
- Die Dübel sind in der Höhe (Plattenmitte) und Lage parallel zur auftretenden Plattenbewegungen zu versetzen.
- Für die Bewegungsfugen (B) sind die vom Dübellieferanten angebotenen, speziellen Dehnungsausgleichshülsen zu verwenden, z.B. Otto Brentzel.
- Zur Lagerung der Dübel sind die vom Lieferanten angebotenen Dübel- und Ankerhalter zu verwenden.

### Freigabe Betoneinbau

- Die Unternehmung meldet der Bauleitung einen Tag vor dem Betonierbeginn den Ort und den Zeitpunkt, damit die Schalung, Bewehrung, Arbeitsfugen, Einlagen, Aussparungen, usw. kontrolliert werden können. Mit dem Betonieren darf erst begonnen werden, wenn das Bauteil von der Bauleitung zum betonieren freigegeben wurde (Protokoll). Sämtliche Kontrollen durch die Bauleitung entlasten die Unternehmung nicht von seiner Verantwortung.

## 3 Oberbau – Projektierungsgrundlagen

### Verarbeitung des Betons

- Die Betondecke ist in zwei Schichten (Kern- und Vorsatzbeton) nass in nass einzubauen. Die Schichtstärke beträgt beim Kernbeton min. 20 cm und beim Vorsatzbeton 6 cm. Der Verbund der beiden Schichten ist zu gewährleisten. Demzufolge ist die untere Betonschicht mittels Rechen gut aufzurauen.
- Die zweischichtige Betondecke ist mit Vibrationsnadel und Vibrationsbalken oder Walze nass in nass einzubauen und zu verdichten. Eine Durchmischung der beiden Schichten ist zu verhindern.

### Oberflächenstruktur bei Kreiselfahrbahn

- Für die Ebenheit gelten die Anforderungen gemäss SN 640 516, VSS 40 517 und VSS 40 518 und VSS 40 525.
  - Sie ist unmittelbar hinter dem Vibrationsbalken mit geeigneten Geräten sicherzustellen.
- Für die Griffigkeit gelten die Anforderungen gemäss SN 640 510.
  - Die Oberfläche der Betondecke ist mit einer Waschbetonoberfläche auszubilden.
  - Rautiefe 1.5 bis 2 mm (Sandfächermethode).
- Die Betonoberfläche ist zu taloschieren (Längsglätter von Hand). Der Einsatz von maschinellen Taloschiergeräten oder Rotorglätttern ist verboten. Das sogenannte Monobeton-Verfahren ist untersagt.

### Oberflächestruktur bei Kreiselinnenring

- Für die Ebenheit gelten die Anforderungen gemäss SN 640 516, VSS 40 517 und 40 518 und SN 640 521.
  - Sie ist unmittelbar hinter dem Vibrationsbalken mit geeigneten Geräten sicherzustellen.
- Die Betonoberfläche ist zu taloschieren (Längsglätter von Hand). Der Einsatz von maschinellen Taloschiergeräten oder Rotorglätttern ist untersagt. Das sogenannte Monobeton-Verfahren ist untersagt.
- Die Betonoberfläche ist mit einem markanten Besenstrich in Querrichtung zur Fahrbahn auszuführen.
- Der Randbereich (Aufbordung: Zwischen Fahrbahn und Kreiselinnenring) ist gemäss Detailplan auszuführen und ohne Zugabe von Zement abzotaloschieren.

### Einbautemperaturen

- Der Frischbeton darf ohne besondere Massnahmen beim Einbringen und während der Verarbeitung nicht kälter als 5 °C oder nicht wärmer als 30 °C sein.
- Bei Lufttemperaturen unter 0 °C darf nicht betoniert werden.
- Bei Lufttemperaturen über 25 °C sind Massnahmen zu treffen. Zum Beispiel kann der Einbaubeginn auf den frühen Morgen oder auf den späten Nachmittag verlegt werden. Allerdings ist beim Einbaubeginn am Nachmittag die Unterlage (Asphaltschicht) zu kühlen und allenfalls mit Matten abzudecken. Mit einem Einbaubeginn am Nachmittag kann die Kumulation von Hydrationswärme und maximaler Tagestemperatur (Sonneneinstrahlung) vermieden werden.

## 3 Oberbau – Projektierungsgrundlagen

**Oberflächenstruktur und Nachbehandlung des Betons**

Die Oberflächenstruktur bei Kreiselbahn wird wie folgt ausgeführt:

- Unmittelbar nach dem betonieren wird ein Kombimittel (Verögerer und Curing) auf die mattfeuchte Oberfläche aufgebracht.
- Freilegen der Gesteinskörnung (ausbilden der Waschbetonoberfläche) durch Ausbürsten/Auswaschen. Der Zeitpunkt ist Temperaturabhängig.
  - Besondere Aufmerksamkeit ist dem Auffangen und der Beseitigung des anfallenden Wassers aus der Oberflächenbearbeitung zu widmen. Das belastete Wasser (pH-Wert) ist über ein Absetzbecken zu sammeln und gemäss AfU Richtlinie zu entsorgen.
- Erneutes Aufsprühen des Verdunstungsschutzes (Curing) ca. 150–200 g/m<sup>2</sup> auf die ausgebürstete Betonoberfläche.
- Die Betondecke wird während 5–7 Tagen mit Schutzmatte z.B. Thermomatten, abgedeckt (keine Kunststoffolie). Die Schutzmatte werden aufgelegt sobald die Oberflächenstruktur nicht mehr zerstört werden kann.

Oberflächenstruktur beim Kreiselinnenring wird wie folgt ausgeführt:

- Unmittelbar nach dem betonieren und der Oberflächenbearbeitung (markanter Besenstrich und Ausbildung der Aufbordnung) wird ein Verdunstungsschutzes (Curing) ca. 150–200 g/m<sup>2</sup> auf die mattfeuchte Oberfläche aufgebracht.
- Die Betondecke wird während 5–7 Tagen mit Schutzmatte z.B. Thermomatten, abgedeckt (keine Kunststoffolie). Die Schutzmatte werden aufgelegt sobald die Oberflächenstruktur nicht mehr zerstört werden kann.

**Fugen**

- Die Fugen werden gemäss VSS 40 462 dimensioniert und ausgeführt.
- Die Quertrennfugen werden im Grundsatz immer geschnitten. Wo das Schneiden nicht möglich ist, z.B. unmittelbar neben einem Randstein, ist bereits im Frischbeton auf ca. 5–8 cm Quertrennfugenlänge ein Hartschaumstoff einzulegen.
- Die Quer- und Längsfugen werden in drei Stufen ausgeführt:
  1. Die Quer- und Längsfugen sind auf 1/3 der Betondeckendicke zu schneiden (Vorrätschnitt). Der Zeitpunkt des Fugenschnitts hängt von der Abbindegeschwindigkeit des eingebauten Betons sowie den Temperatur- und Witterungsverhältnissen ab (Sonnenstrahlung, Wind usw.) variiert die Zeitpanne zwischen Betonieren und Fugenschnitt von 6–24 Stunden. Die Fahrbahn ist bis zum Zeitpunkt der Fugendichtungsarbeiten sauber zu halten.
  2. Fugenaufweitung und Abfasung (unter 45° Neigung ca. 5 mm breit) sind erst unmittelbar vor den Fugendichtungsarbeiten auszuführen. Diese Arbeiten erfolgen frühestens drei Wochen nach dem Einbau der Betondecke und nur bei trockener Witterung.
  3. Die Fugen werden mit einer heiss zu verarbeitbaren Fugenmasse Typ N2 gemäss SN 670 281 ausgeführt und z.B. mit Natrasplitt Grau T 113, abgestreut. Die Fuge ist vollständig zu verfüllen.

## 3 Oberbau – Projektierungsgrundlagen

### Randabschlüsse

- Für die Randabschlüsse gelten die Anforderungen gemäss Kapitel 4, Randabschlüsse.
- Vor dem Aufkleben der Randabschlüsse müssen der Verdunstungsschutz (Curing compound) und die Zementhaut entfernt sowie die Betonoberfläche gereinigt sein.  
Dieser Vorgang erfolgt mechanisch, durch Kugelstrahlen oder leichtes Fräsen.

### Markierung

- Vor Erstellung des Fugenplanes ist die Markierung verbindlich abzuklären, um sicherzustellen, dass die Markierung auf keine Fugen zu liegen kommt. Das Durchtrennen der Markierung durch Fugen ist zu verhindern.
- Für die Markierung gelten die Anforderungen gemäss Kapitel 8, Signalisation und Markierung.
- Markierungen auf Betondecken dürfen nur nach der Begutachtung vor Ort und Genehmigung durch die Projektleitung appliziert werden. Eine Applikation darf frühestens drei Wochen nach dem Einbau, nach Beendigung der Carbonatisierung, erfolgen.
- In jedem Fall muss bei Erstmarkierung auf Betondecken vorerst auf den zu markierenden Flächen mechanisch, durch Höchstdruckwasserstrahlen, die vorhandenen Zementschlämme entfernt werden.

### Verkehrsfreigabe

- Die Verkehrsfreigabe kann bei einer Biegezugfestigkeit  $\geq 3.9 \text{ N/mm}^2$  erfolgen (dies entspricht min. 70 % der Biegezugfestigkeit nach 28 Tagen).
- Muss die Betonfahrbahn frühzeitig für den Verkehr freigegeben werden (Verkehrsfreigabe nach 1–5 Tagen), so ist ein frühfester Beton zu verwenden.
- Die geforderte Biegezugfestigkeit ist durch ein akkreditiertes Labor nachzuweisen.