

D Projektgrundlagen
D 4 Kreisverkehrsplätze

D 4.00 Grundlagen

- REG norm VSS 40 024a / 40 263 / 40 271a / 40 847 / 40 324
- VSS SN 640 461

D 4.02 Allgemeine Angaben, Aufbau 2-schichtig (2s)

Abkürzungen

- l: Länge
- b: Breite
- d: Plattendicke
- FK1: Abschlussfuge Asphalt-Beton
- FK2: Quer- und Mittellängsfuge
- FK3: Bewegungsfuge bei Trottoirrandstein
- FK4: Längsfuge
- FK5: Bewegungsfuge
- FK6: Bewegungsfuge mit Betonschwelle
- FK7: Innenringfuge

Signale

- Kreisverkehrsplatz (Ziffer 2.41.1, SSV Art. 24)
- Kein Vortritt (Ziffer 3.02, SSV Art. 36)
- Hindernis rechts umfahren (Ziffer 2.34, SSV Art. 24) mit Inselschutzpfosten

Dimensionierung

- Für die Kreiselfahrbahn gilt der Oberbautyp 12 gemäss REG norm VSS 40 324
- Für die Betondecken gelten die Anforderungen gemäss VSS SN 640 461
- Die Plattendicke (d) beträgt min. 26 cm:
 - Vorsatzbeton $d_2 = 6 \text{ cm}$
 - Kernbeton $d_1 = 20 \text{ cm (min.)}$

Konzeption

- Für die Geometrie der Betondecken gelten die Vorgaben gemäss Kapitel D 4.10, Details.
- Die Fugeneinteilung richtet sich nach dem Durchmesser des Kreisels, nach dem Bauablauf und nach den Verkehrsführungen.
- Die Fugeneinteilung muss über den Kreisring gleichmässig verteilt werden.
- Die Betondecken werden durch unterschiedliche Fugentypen in Platten unterteilt.
- In der Kreiselfahrbahn sind vier radial angeordnete Bewegungsfugen (FK5) vorzusehen. Diese können als Betonieretappen und lagemässig auf die Bauphasen abgestimmt werden. Erlaubt es die Bauphase, ist es zweckmässig, die Bewegungsfugen (FK5) im Bereich der Verkehrsteiler anzuordnen.
- Die Betondecke der Kreiselfahrbahn und die Zu- und Wegfahrten werden durch eine Bewegungsfuge mit Betonschwelle (FK6) konstruktiv voneinander getrennt.
- Die Randabschlüsse werden von der Betondecke mit einer Bewegungsfuge (FK3) abgetrennt.

D Projektgrundlagen
D 4 Kreisverkehrsplätze

D 4.02 Allgemeine Angaben, Aufbau 2-schichtig (2s)

- Plattenlänge ohne Bewehrung: $L_{\max}: 25 \times d$
- Verhältnis Plattenlänge zu -breite (l/b) = 1.0...1.5
- Es soll angestrebt werden, den Kreisel als Scheibe (Schiefe Ebene) zu planen.
- Kreiselfahrbahnen mit einer Breite von > 6.50 m, sind mit einer Mittellängsfuge (FK2) auszubilden, zusätzlich zu bewehren oder die Plattendicke zu erhöhen.
- Die Mittellängsfuge (FK2) ist so anzuordnen, dass das Seitenverhältnis (l/b) der Platten den Faktor 1.5 nicht überschreitet.
- Es ist darauf zu achten, dass die Kreiselfahrbahnplatten möglichst "quadratisch" angeordnet werden.
- Beim Kreiselinnenring werden die Bewegungsfugen (FK5) und Querfugen (FK2) analog der Kreiselfahrbahn übernommen.
- Spitz zusammenlaufende Fugen sind zu vermeiden. Die minimale Seitenlänge einer Platte darf 60 cm nicht unterschreiten und ein Winkel von 75° bis 115° ist einzuhalten.
- Einbauten im Bereich der Betondecke sind zu vermeiden.
- Das empfohlene Quergefälle der Kreiselfahrbahn beträgt 2.5% - 3.0%.
- Bei Neubauten wird die Betondecke im Bereich der Inseln durchgehend eingebaut. Die Inselsteine und die Kreiselsteine werden aufgeklebt.
- Die Betondecke wird auf eine 8 cm dicke Asphaltschicht aufgelegt (AC F 22). Die Planie hat einen ME-Wert von $\geq 100 \text{ MN/m}^2$ aufzuweisen. Der Einbau der Asphaltschicht hat höhengenaу zu erfolgen. Toleranz: $\pm 10 \text{ mm}$. Der Belagsrand soll 50 cm über den zukünftigen Betonrand eingebaut werden.
- Ab 8% Längsneigung der Strassenanlage sind vertiefte Abklärungen bezüglich Materialwahl (Beton oder Asphalt) des Kreisels vorzunehmen und mit dem TBA zu bestimmen.
- Fliessmittel mit nachverflüssigender Wirkung sind zu vermeiden oder mit Vorversuchen auf ihre Verwendbarkeit zu prüfen. Es darf kein Fliessmittel auf PCE-Basis verwendet werden.
- Pumpbeton ist nicht zulässig.
- Nachweis:
Die geforderte Rezeptur ist durch den Betonlieferanten mit einer Konformitätserklärung oder mit Resultaten der Erstprüfung nachzuweisen und vor Baubeginn dem TBA einzureichen.

D Projektgrundlagen
D 4 Kreisverkehrsplätze

D 4.02 Allgemeine Angaben, Aufbau 2-schichtig (2s)

Kernbeton

- Betonqualität: Beton gemäss SN EN 206-1: (NPK G)
- Druckfestigkeitsklasse: C30/37
- Expositionsklasse: XC4 (CH), XD3 (CH), XF4 (CH)
- Chloridgehalt: Cl 0.10
- Grösstkorn: $D_{\max}$ 32 mm
- Konsistenzklasse C2 Handeinbau (Zielwert: 1.15 – 1.25 nach Walz)
- Zusätzliche Anforderungen, gemäss SN 640 461:
 - Luftporengehalt im Frischbeton: 3 – 6%
 - Biegezugfestigkeit:
 - nach 28 Tagen: $f_{ctk,fl}(t=28d) \geq 5.5 \text{ N/mm}^2$
 - nach 48 Stunden: $f_{ctk,fl}(t=48h) \geq 3.9 \text{ N/mm}^2$ (70% Nennfestigkeit)
 - Gebrochene Körner
 - Anteil Zuschlagstoffe aus gebrochener Körnung $\geq 70\%$
 - Anteil gebrochener und vollständig gerundeter Körner C95/1.
 - Der PSV-Wert (Polierwiderstand) ist an der Fraktion 8/11 nachzuweisen. Die Sandfraktion hat aus gleicher Provenienz wie der geprüfte Splitt 8/11 zu stammen.
 - LA-Koeffizient: LA₂₀, LA₂₅, je nach Korngruppe (Widerstand gegen Zertrümmerung)
 - AAR-P2: AAR-Beständigkeit Präventionsklasse P2, «AAR-beständiger Beton», nach SIA Merkblatt 2042.

Beton Kreiselinnenring

- Betonqualität: Beton gemäss SN EN 206-1: (NPK G)
- Druckfestigkeitsklasse: C30/37
- Expositionsklasse: XC4 (CH), XD3 (CH), XF4 (CH)
- Chloridgehalt: Cl 0.10
- Grösstkorn: $D_{\max}$ 32 mm
- Konsistenzklasse C2 Handeinbau (Zielwert: 1.15 – 1.25 nach Walz)
- Zusätzliche Anforderungen, gemäss SN 640 461:
 - Luftporengehalt im Frischbeton: 3 – 6%
 - Biegezugfestigkeit:
 - nach 28 Tagen: $f_{ctk,fl}(t=28d) \geq 5.5 \text{ N/mm}^2$
 - nach 48 Stunden: $f_{ctk,fl}(t=48h) \geq 3.9 \text{ N/mm}^2$ (70% Nennfestigkeit)
 - Gebrochene Körner
 - Anteil Zuschlagstoffe aus gebrochener Körnung $\geq 70\%$
 - Anteil gebrochener und vollständig gerundeter Körner C95/1.
 - Der PSV-Wert (Polierwiderstand) ist an der Fraktion 8/11 nachzuweisen. Die Sandfraktion hat aus gleicher Provenienz wie der geprüfte Splitt 8/11 zu stammen.
 - PSV-Wert: ≥ 53 (gebrochene Fraktion) (Widerstand gegen Polieren)
 - LA-Koeffizient: LA₂₀, LA₂₅, je nach Korngruppe (Widerstand gegen Zertrümmerung)
 - AAR-P2: AAR-Beständigkeit Präventionsklasse P2, «AAR-beständiger Beton», nach SIA Merkblatt 2042.

D Projektgrundlagen
D 4 Kreisverkehrsplätze

D 4.02 Allgemeine Angaben, Aufbau 2-schichtig (2s)

Vorsatzbeton

- Betonqualität: Beton gemäss SN EN 206-1
- Druckfestigkeitsklasse: C30/37
- Expositionsklasse: XC4 (CH), XD3 (CH), XF4 (CH)
- Chloridgehalt: Cl 0.10
- Grösstkorn: $D_{\max}$ 8 mm
- Konsistenzklasse C3

- Zusätzliche Anforderungen, gemäss SN 640 461:
 - Luftporengehalt im Frischbeton: 4.5 – 8.5%
 - Biegezugfestigkeit: nach 28 Tagen: $f_{ctk,fl}(t=28d) \geq 5.5 \text{ N/mm}^2$
nach 48 Stunden: $f_{ctk,fl}(t=48h) \geq 3.9 \text{ N/mm}^2$ (70% Nennfestigkeit)
 - Gebrochene Körner Es ist ein Beton mit 100% gebrochener Körnung mit einer 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: ≥ 56 (gebrochene Fraktion) (Widerstand gegen Polieren)
 - LA-Koeffizient: LA₂₀, LA₂₅, je nach Korngruppe (Widerstand gegen Zertrümmerung)
 - AAR-P2: AAR-Beständigkeit Präventionsklasse P2, «AAR-beständiger Beton», nach SIA Merkblatt 2042.

- Haftzugfestigkeit: min. 1.5 N/mm^2 (Mittelwert)

Betonschwelle

- Betonqualität: Beton gemäss SN EN 206-1: (NPK E)
- Druckfestigkeitsklasse: C25/30
- Expositionsklasse: XC4 (CH), XD1 (CH), XF4 (CH)
- Chloridgehalt: Cl 0.10
- Grösstkorn: $D_{\max}$ 32 mm
- Konsistenzklasse C3

D Projektgrundlagen
D 4 Kreisverkehrsplätze

D 4.02 Allgemeine Angaben, Aufbau 2-schichtig (2s)

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 D 11.03, Typenauswahl.
- 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.

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 B500B $\varnothing 16$ mm oder geschweissten Matten K335 bewehrt.
- Stabstahl und geschweisste Matten werden bei den Fugen unterbrochen.
- Die Bewehrungsüberdeckung bei Stabstahl und geschweissten Matten beträgt 9 cm unterhalb OK Betondecke.
- Einspringende Ecken werden wie folgt bewehrt:
 - Zulagen: 1 x 5 Stück, $\varnothing 16$ mm, oben
- Bereiche von Einbauten werden wie folgt bewehrt:
 - Geschweisste Matte K335 oben
 - Zulagen bei Schachtabdeckungen (Kontrollschacht): 4 x 5 Stück, $\varnothing 16$ mm
 - Zulagen bei Aufsatz (Strassenablauf): 2 x 5 Stück, $\varnothing 16$ mm
- Achtung:
 - Distanzkörbe mit entsprechender Höhe berücksichtigen.

Dübel

- Für Dübel, z.B. Otto Brentzel, ist Rundstahl S 235 $\varnothing 25$ mm gemäss SIA 263 in graden Stäben zu verwenden.
- 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 zu den auftretenden Plattenbewegungen zu versetzen.
- Für die Bewegungsfugen (FK5) sind die vom Dübellieferanten angebotenen, speziellen Dehnungsausgleichshülsen zu verwenden.
- Zur Lagerung der Dübel sind die vom Lieferanten angebotenen Dübelhalter zu verwenden.

D Projektgrundlagen
D 4 Kreisverkehrsplätze

D 4.02 Allgemeine Angaben, Aufbau 2-schichtig (2s)

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 Abzug mit Vibrationsbalken oder Walze nass in nass einzubauen und zu verdichten. Eine Durchmischung der beiden Schichten ist zu verhindern.

Einbautemperaturen

- Der Frischbeton darf beim Einbringen und während der Verarbeitung nicht kälter als 5° C oder nicht wärmer als 30° C sein.
- Bei einer Lufttemperatur < 5° C ist der Einbau zu vermeiden.
- Bei Lufttemperaturen > 25° C sind Massnahmen zu treffen:
Der Einbaubeginn ist auf den frühen Morgen oder auf den späten Nachmittag zu verlegen. Allerdings ist beim Einbaubeginn am Nachmittag die Betonunterlage (Asphaltschicht) vor- gängig zu kühlen und allenfalls mit Matten abzudecken. Mit einem Einbaubeginn am Nach-mittag kann die Kumulation von Hydratationswärme und maximaler Tagestemperatur (Sonneneinstrahlung) reduziert werden.

Oberflächenstruktur Kreiselfahrbahn

- Die Betonoberfläche ist von Hand zu taloschieren. Der Einsatz von maschinellen Taloschier- und Glättegeräten (Helikopter) ist untersagt. Das sogenannte Monobeton-Verfahren ist untersagt.
- Für die Ebenheit gelten die Anforderungen gemäss VSS 40 517 und 40 518.
 - Sie ist unmittelbar hinter dem Vibrationsbalken mit geeigneten Geräten sicherzustellen.
- Griffigkeit nach VSS 40 512.
 - Die Oberfläche der Betondecke ist mit einer Waschbetonoberfläche auszubilden.
 - Die Rautiefe 0.8 bis 2 mm ist mit Sandflächenmethode sicherzustellen.
- Entlang der Randabschlüsse ist ein Glattstrich, Breite = 10 – 15 cm, auszuführen.

Oberflächenstruktur Kreiselinnenring

- Die Betonoberfläche ist von Hand zu taloschieren. Der Einsatz von maschinellen Taloschier- und Glättegeräten (Helikopter) ist untersagt. Das sogenannte Monobeton-Verfahren ist untersagt.
- Für die Ebenheit gelten die Anforderungen gemäss VSS 40 517 und 40 518.
 - Sie ist unmittelbar hinter dem Vibrationsbalken mit geeigneten Geräten sicherzustellen.
- Griffigkeit nach VSS 40 512.
- In die Oberfläche wird ein Hartstoff (Härtegrad nach Vickers 24'000 N/mm²), z.B. Lonsicar 1 – 3 mm, 1 – 2 kg/m², eingestreut und eintaloschiert.
- Die Betonoberfläche ist mit einem markanten Besenstrich in Querrichtung zur Fahrbahn auszuführen.

D Projektgrundlagen
D 4 Kreisverkehrsplätze

D 4.02 Allgemeine Angaben, Aufbau 2-schichtig (2s)

Nachbehandlung des Betons

- Die Betondecke ist vor Wasserverdunstung zu schützen. Die Nachbehandlung der Oberfläche (Schutz gegen Wasserverlust, Wind, Hitze und Frost) erfolgt in mehreren Schritten.
- Zweischichtig (Kreisel-fahrbahn):
 1. Aufsprühen von Verzögerer damit die Oberfläche nicht zu schnell abbindet.
 2. Wenn der Beton die notwendige Standfestigkeit erreicht hat, die gewünschte Textur erzeugen (Bürsten, Hochdruck).
 3. Aufsprühen eines Schutzfilms (Curing compound) von zirka 150 – 200 g/m² auf die strukturierte und mattfeuchte Oberfläche.
 4. Die Betonfläche wird während 5 – 7 Tagen mit Schutzmatte, z.B. Thermomatte abgedeckt. Das Abdecken der Betonoberfläche mit einer Kunststoffolie ist ungeeignet und daher untersagt.
- Einschichtig (Kreiselinnenring):
 1. Unmittelbar nach dem Betonieren wird ein Schutzfilm (Curing compound) von zirka 150 – 200 g/m² auf die strukturierte und mattfeuchte Oberfläche aufgebracht.
 2. Die Betonfläche wird während 5 – 7 Tagen mit Schutzmatte, z.B. Thermomatte abgedeckt (keine Kunststoffolie). Die Schutzmatte werden aufgelegt, sobald die Oberflächenstruktur nicht mehr zerstört werden kann.

Fugen

- Die Fugen werden gemäss REG norm VSS 40 462 dimensioniert und ausgeführt.
- Die Querschnitte 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 Querschnittslänge ein Hartschaumstoff einzulegen.
- Die Quer- und Längsfugen werden in drei Stufen ausgeführt:
 1. Die Fugen sind auf 1/3 d zu schneiden (Vorfrähschnitt). Der Zeitpunkt des Fugenschnitts ist abhängig von der Abbindegeschwindigkeit des eingebauten Betons und den Temperaturverhältnissen. Je nach Witterung (Sonnenstrahlung, Wind usw.) variiert die Zeitspanne zwischen Betonieren und Fugenschnitt von 6 – 24 Stunden.
 2. Die Fugenaufweitung und die Anfasung (unter 45° Neigung und zirka 3 mm breit) sind erst unmittelbar vor den Fugenabdichtungsarbeiten auszuführen. Die Betondecke ist bis zum Zeitpunkt der Fugenarbeiten sauber zu halten. Diese Arbeiten erfolgen frühestens drei Wochen nach den Betonierarbeiten und nur bei trockener Witterung.
 3. Die Fugen werden mit einer heiss zu verarbeitenden Fugenmasse Typ N2 gemäss VSS SN 670 281 ausgeführt und abgestreut, z.B. mit Abstreusand T113 (graues Granulat). Die Fuge ist vollständig zu verfüllen.

Randabschlüsse

- Für die Randabschlüsse gelten die Anforderungen gemäss Kapitel D 9, Randabschlüsse.
- Vor dem Aufkleben der Abschlüsse müssen der Verdunstungsschutz (Curing compound) und die Zementhaut entfernt sowie die Betonoberfläche gereinigt sein. Dieser Vorgang kann mechanisch durch leichtes Fräsen oder durch Kugelstrahlen erreicht werden.

D Projektgrundlagen
D 4 Kreisverkehrsplätze

D 4.02 Allgemeine Angaben, Aufbau 2-schichtig (2s)

Markierung

- Für die Markierungen gelten die Anforderungen gemäss Kapitel D 21, Markierungen
- Markierungen auf Betondecken dürfen nur nach der Begutachtung vor Ort und Genehmigung durch die Bauleitung (ev. Oberbauleitung) appliziert werden. Eine Applikation darf frühestens drei Wochen nach dem Einbau, nach Beendigung der Carbonatisierung, erfolgen.
- In jedem Fall muss bei Erstmarkierung auf Betonuntergründen vorerst auf den zu markierenden Flächen mechanisch, durch leichtes Fräsen, die vorhandene Zementhaut aufgeraut werden.

Verkehrsfreigabe

- Die Verkehrsfreigabe kann bei einer Biegezugfestigkeit $\geq 3.9 \text{ N/mm}^2$ erfolgen (dies entspricht $\geq 70\%$ der Biegezugfestigkeit nach 28 Tagen).
- Die geforderte Biegezugfestigkeit ist durch ein akkreditiertes Labor nachzuweisen.