



Kunstbauten	Referenz: 6.10-01
Tiefbaubetone	
Vorgaben Tiefbaubetone für Kunstbauten des Kantons Bern	

Das Dokument ist wie folgt strukturiert:

1. Anforderungen

Tiefbaubetone für Kunstbauten (Beilage zur Ausschreibung) siehe Anhang 1A
Anforderungen an die Betone nach Eigenschaften siehe Anhang 1B

2. Qualitätsmanagement

Massnahmen zur Qualitätssicherung siehe Anhang 2A
Ablauf der Frischbetonkontrollen (FBK) siehe Anhang 2B

Für Betonstrassen sind die Anforderungen gemäss VSS-Norm teilweise anzupassen!

Anhang 1A: Tiefbaubetone für Kunstbauten (Beilage zur Ausschreibung)

Betone nach Eigenschaften gemäss Norm SN EN 206:2013+A2:2021 inkl. aktuellen Korrigendas (zu finden unter www.sia.ch)

Betonsorten	Sorten-Nr. (Code Mittelland- Schlüssel)	Bauwerksteile	Grundlegende Anforderungen					Anforderungen an die Zusammensetzung gemäss Tabelle NA.6		Zusätzliche Anforderungen			
			Druckfestig- keitsklasse	Expositions- klasse X...(CH)	Nennwert des Grösst- korns	Chloridge- haltsklasse	Konsistenz (informativ)	Mindest- zementgehalt Z _{min}	max. w/z _{aq} -Wert	Zementarten, Gesteinskörnungen	Luftgehalt des Betons (Vol.-%)	Frost-Tausalz- Widerstand (gemäss Tab. NA.5)	AAR- Präventions- klasse (gemäss SIA 2042)
Betonsorten für Tiefbauten													
F (T3)	F330-3 (Kran) F331-3 (Pump)	Foundationen, Pfahlbankette, Boden- und Schlepplatten, Widerlager, Flügel- und Stützmauern, Pfeiler, Decken, Brückenplatten	C30/37	XC4 XD3 XF2	D _{max} 32	Cl 0,10	F3/F4	320 kg/m ³	0.45	zugelassene Zementarten gem. Tab. NA.1	gem. Angaben Lieferwerk kein Luftporenbildner	mittel	PK2
G (T4)	G330-3 (Kran) G331-3 (Pump)	Bordüren, Konsolköpfe, Leitmauern	C30/37	XC4 XD3 XF4	D _{max} 32	Cl 0,10	F3/F4	320 kg/m ³	0.45	keine Recycling-Gesteinskörnungen	gem. Angaben Lieferwerk mind. 3 %	hoch	
C	C330-3 (Kran) C331-3 (Pump)	Schächte, untergeordnete Mauern und dgl., vor Witterung geschützte Konstruktionen	C30/37	XC4 XF1	D _{max} 32	Cl 0,10	F3/F4	300 kg/m ³	0.50	gem. Tab. NA.1 keine Recycling-Gesteinskörnungen	keine Anforderungen	nein	
Betone für besondere Anwendungen													
T3-HS	N330-3 (Kran) N331-3 (Pump)	Foundationen, Pfahlbankette, Bodenplatten, Widerlager, Mauern, mit Sulfatangriff durch Grundwasser oder Boden	C30/37	XC4 XD3 XF2 XA2s	D _{max} 32	Cl 0,10	F3/F4	320 kg/m ³	0.45	SR-Zement mit hohem Sulfatwiderstand; keine Recycling-Gesteinskörnungen	gem. Angaben Lieferwerk kein Luftporenbildner	mittel	PK2
T3-16	F360-3 (Kran) F361-3 (Pump)	kleine Bauteile mit mittlerer FT-Beständigkeit, Beton 0-16	C30/37	XC4 XD3 XF2	D _{max} 16	Cl 0,10	F3/F4	352 kg/m ³	0.45	zugelassene Zementarten für Sorten F und G gem. Tab. NA.1	gem. Angaben Lieferwerk mind. 3 %	hoch	
T4-16	G360-3 (Kran) G361-3 (Pump)	Bordüren, kleine Bauteile mit hoher FT-Beständigkeit, Beton 0-16	C30/37	XC4 XD3 XF4	D _{max} 16	Cl 0,10	F3/F4	352 kg/m ³	0.45	keine Recycling-Gesteinskörnungen	gem. Angaben Lieferwerk mind. 3 %	hoch	
Pfahlbetone													
P1	H236-3	Bohrpfähle «im Trockenen»	C25/30	---	D _{max} 32	Cl 0,10	F4	330 kg/m ³	0.50	zugelassene Zementarten für Sorte C gem. Tab. NA.1	Kein Luftporenbildner	nein	PK2
P2	I 237-3	Bohrpfähle unter Wasser	C25/30	---	D _{max} 32	Cl 0,10	F5	380 kg/m ³	0.50	keine Recycling-Gesteinskörnungen			
P2-HS	N237-3	Bohrpfähle unter Wasser, mit Sulfatangriff durch Grundwasser oder Boden	C25/30	XA2s	D _{max} 32	Cl 0,10	F5	380 kg/m ³	0.50	SR-Zement mit hohem Sulfatwiderstand; keine Recycling-Gesteinskörnungen			
Weitere Spezialanwendungen, z. B. für Überbeton, Instandsetzungen etc.			Wahl der Betonsorte in Absprache mit den Möglichkeiten des Betonwerks.										

Der Unternehmer ist gehalten, die geforderten Nachweise des Lieferwerks für die vorgesehenen Betonrezepturen (nach Anhang 2A) vor den Betonarbeiten zur Freigabe durch den Vertreter der Bauherrschaft abzuliefern.

Anhang 1B: Anforderungen an die Betone nach Eigenschaften gemäss SN EN 206:2013+A2:2021 inkl. aktuellen Korrigendas (zu finden unter www.sia.ch)

Kriterium	Norm	Geforderte Normwerte			
		Sorte F (T3) F330-3 (Kran) F331-3 (Pump)	Sorte G (T4) G330-3 (Kran) G331-3 (Pump)	Pfahlbeton P1 (im Trockenem) H236-3	Pfahlbeton P2 (unter Wasser) I 237-3
Betonsorte Sorten-Nr. (Code Mittelland-Schlüssel)					
Grundlegende Anforderungen					
Druckfestigkeitsklasse	SN EN 206 Tab. NA.5 + NA.8	C 30/37		C25/30	
Expositionsclassen X...(CH)	SN EN 206 Tab. NA.5	XC4, XD3 , XF2	XC4, XD3, XF4	-	-
Gesteinskörnung - Eignung - Grösstkorn	SN 670 115 Tab. 4 SN EN 206 Ziff. NA 6.2.2	Max. 5 Masse-% petrografisch ungeeignete Anteile in Gesteinskörnungen $D_{max} 32 (= D_{upper} = D_{lower})$			
Chloridgehaltsklasse	SN EN 206 Tab. NA.5	CI 0,10			
Konsistenz (informativ)	SN EN 206 Ziff. 4.2	Ausbreitmass F3/F4		Ausbreitmass F4	Ausbreitmass F5
Zusätzliche Anforderungen					
Zulässige Zementarten	SN EN 206 Tab. NA.1	Für Sorte F und G zugelassene Zementarten		Für Sorte C zugelassene Zementarten (Fussnote Tab. NA.9)	
Gesteinskörnung	SIA 2030 Ziff. 2.1.4	Kein Beton aus rezyklierten Gesteinskörnungen (kein RC-Beton)			
Luftgehalt des Betons (Vol.-%)		Siehe unten		Keine Anforderung	
Frost-Tausalz-Widerstand	SN EN 206 Tab. NA.5	mittel	hoch	Keine Anforderung	
AAR-Beständigkeit	SIA 2042 Ziff. 2.2.8	Präventionsklasse PK2			
Sulfatwiderstand	SN EN 206 Tab. 2	bei Sulfatangriff: $SO_4 \geq 200$ mg/l Grundwasser oder ≥ 2000 mg/kg Boden: XA2s $SO_4 \geq 3000$ mg/l Grundwasser oder $\geq 12\ 000$ mg/kg Boden: es sind Fachleute beizuziehen			

Umsetzung der Anforderungen in Grenzwerte					
Charakteristische Mindestdruck-festigkeit an Serie von 3 Würfeln von 150 mm Kantenlänge	SN EN 206 Tab. 12	$f_{ck,cube} \geq 37$ N/mm ²		$f_{ck,cube} \geq 30$ N/mm ² (Würfel ohne Verdichtung)	
	SN EN 206 Ziff. 8.2.1.3 SN EN 206 NA Anhang B.2	Konformitätskriterien gem. Tab. 18 Identitätskriterien auf Baustellen: Mittelwert aus 3 Würfeln gilt als 1 Prüfergebnis			
Äquivalenter Wasserzementwert w/z_{eq}	SN EN 206 Tab. NA.6 + Tab. 22	$w/z_{eq} \leq 0.45$ (Rückweisung, wenn > 0.47)		$w/z_{eq} \leq 0.50$ (Rückweisung, wenn > 0.52)	
	SN EN 206 Ziff. NA 3.1.3.17 Prüfung nach SIA 262/1 Anhang H	Bestimmung des w/z_{eq} am wirksamen Wassergehalt (Wasseraufnahme der Gesteinskörnung ist zu berücksichtigen); Max. anrechenbare Zusatzstoffmengen und k-Wert nach Tab. NA.2			
Mindestzementgehalt	SN EN 206 Tab. NA.6 + NA.9 SN EN 206 Tab. 22	320 kg/m ³ (tolerierte Untergrenze 310 kg/m ³)		330 kg/m ³ (tolerierte Untergrenze 320 kg/m ³)	380 kg/m ³ (tolerierte Untergrenze 370 kg/m ³)
Luftgehalt des Betons (Vol.-%)	SN EN 206 Tab. NB.2	ohne Luftporenbildner (bis 3 % akzeptiert)	min. 3 % (bis 5 % akzeptiert)	ohne Luftporenbildner (bis 3 % akzeptiert)	
Chloridgehalt von Beton	SN EN 206 Tab. NA.4	max. 0.10 %, bezogen auf Zementgewicht			
Chloridwiderstand (CW)	SN EN 206 Tab. NA.14 Prüfung nach SIA 262/1 Anhang B	Mittelwert $D_{Cl} \leq 10 \cdot 10^{-12}$ m ² /s		Keine Anforderung	
FT-Widerstand	mittel	Prüfung nach SIA 162/1 (1989), Nr. 8	20 < N₅₀ < 100	-	Keine Anforderung
	hoch	SN EN 206 Tab. NA.14 Prüfung nach SIA 262/1, Anhang C	-	$m \leq 200$ g/m ² oder $m \leq 600$ g/m ² und $\Delta m_{28} \leq (\Delta m_6 + \Delta m_{14})$	
AAR-Beständigkeit	Prüfung nach SIA 2042, Ziff. 3.3.3 SN EN 206 Ziff. NB.6.2.3	Beton-Performance-Prüfung: Kriterien 1, 2 und 3 erfüllt. Es werden keine Langzeiterfahrungen zugelassen. AAR-Beständigkeit der Tiefbaubetone F und G wird an Sorte G geprüft (SN EN 206 Ziff. NB.4.3.2)			
Sulfatwiderstand	SN EN 206 Ziff. NA.5.3.4.9 Prüfung nach SIA 262/1, Anhang D + Korrigenda C2	falls XA2s: SR-Zement mit hohem Sulfatwiderstand gem. Tab. NA.11 + Korrigenda Ausdehnung $\Delta I \leq 1.0\%$			

Anhang 2A: Massnahmen zur Qualitätssicherung

1. Grundlagen

- SN EN 206:2013+A2:2021 Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- SIA 262:2013 Betonbau inkl. Korrigenda
- SIA 262/1:2013 Betonbau – Ergänzende Festlegungen
- SIA 162/1:1989 Betonbauten Materialprüfung (Prüfung Nr. 8)
- SIA 2042 (2012) Vorbeugung von Schäden durch die AAR bei Betonbauten
- SIA 118 Art. 139 Tragen der Prüfungskosten
- KP Kontrollplan des Projektverfassers
- PP Prüfplan des Unternehmers (UN)

2. Grundlegende Anforderungen an das Lieferwerk

- Zertifizierte Betonproduktion nach SN EN 206: Bestätigung, dass sämtliche nach der Norm geforderten Prüfungen durchgeführt werden.
- Überwachung der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) nach SN EN 206 Anhang C durch eine akkreditierte schweizerische Überwachungsstelle.
- Sämtliche Kontrollen und Prüfungen des Lieferwerkes sind im Lieferpreis einzurechnen.

3. Abzuliefernde Nachweise des Lieferwerks zur Freigabe der Betonrezeptur durchs TBA

- Konformitätserklärung des Produzenten (Gültigkeit max. 12 Monate) für das vorgesehene Lieferwerk und die vordefinierte Betonsorte nach Eigenschaften gemäss Vorgaben TBA.
- Von einer akkreditierten Überwachungsstelle ausgestelltes Zertifikat (einzusehen auf der Webseite der Zertifizierungsstelle z. B. bei www.sugb.ch oder www.s-cert.ch).
- Wasseraufnahme der Gesteinskörnung und effektiver Zementgehalt (für FBK)
- Nachweis der AAR-Beständigkeit. Es werden folgende Mindesthäufigkeiten gefordert:

Beton-Performance-Prüfung	gemäss SIA 2042:2022 Ziff. 3.3.6; Gültigkeit max. 5 Jahre sofern Kriterien Ziff. 3.3.3 und Tab. 2 erfüllt
Petrographie Gesteinskörnung	gemäss SN 670 115 Ziff. 16: mindestens 1x jährlich

Falls der Nachweis mit einer anderen Betonsorte als der bestellten gemacht wurde, hat der Betonproduzent die Übertragbarkeit der Ergebnisse gemäss SIA 2042:2022 Tab. 2 nachzuweisen.

- Die Bauherrschaft behält sich vor, im Zweifelsfall weitergehende Details der Ergebnisse von Produktionskontrollen des Betonproduzenten einzusehen, z. B. an einer Bausitzung vor Inangriffnahme der Betonarbeiten.

4. Laufende Eigenkontrollen des UN (durch Polier) bei jeder Lieferung, gemäss PP

- Kontrolle des Lieferscheins: Stimmt der gelieferte Beton mit dem bestellten überein?
- Visuelle Kontrolle des Betons: Stimmt die Konsistenz für den vorgesehenen Einbau?
- Eintrag Temperatur (min./max.) von Luft und Beton in Tagesrapport
- Diese Leistungen sind in den Einheitspreis des Betons einzurechnen.

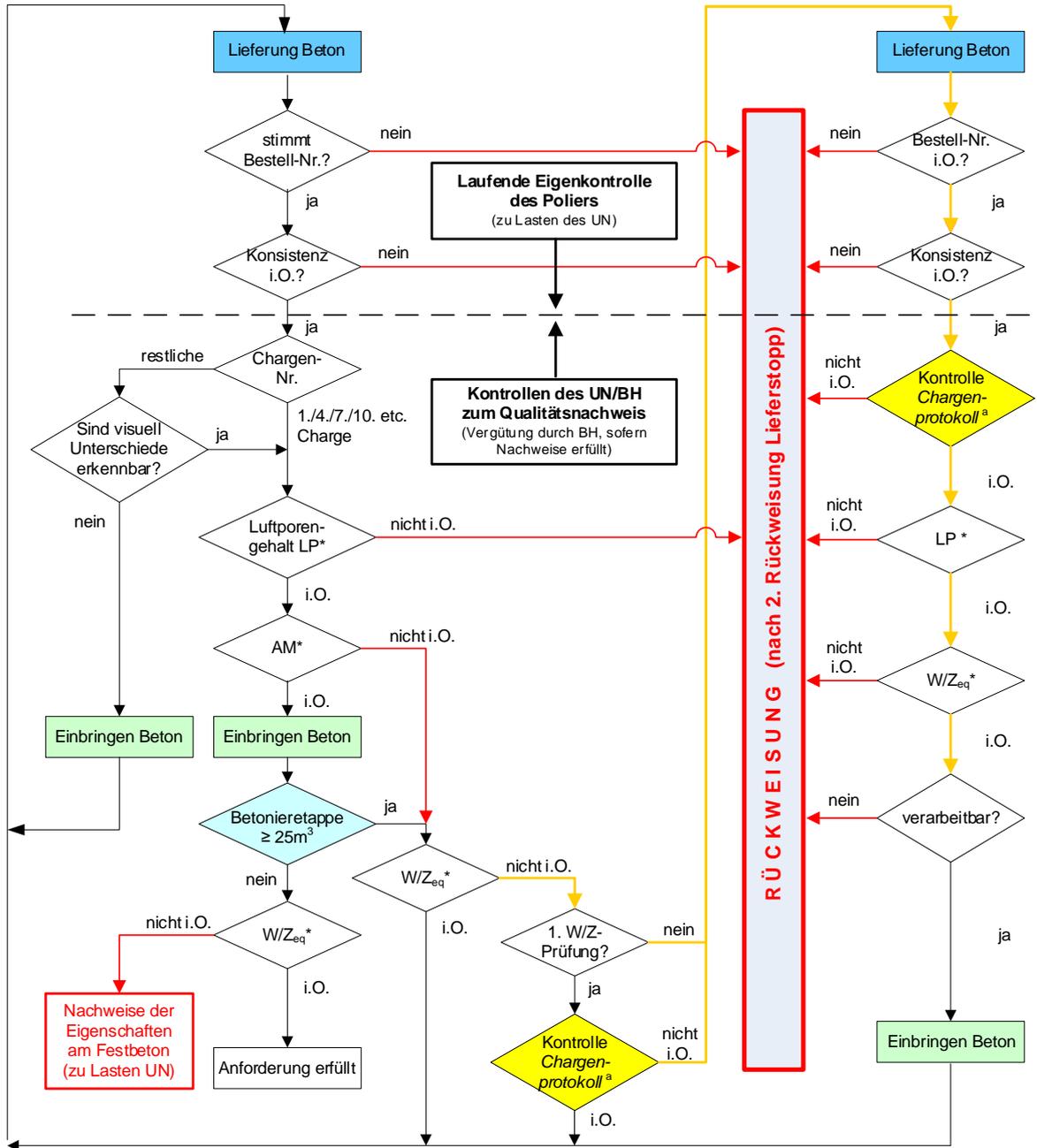
5. Nachweis der geforderten Qualität durch den UN

- **Frischbetonprüfungen:** Häufigkeit und Anzahl gemäss KP oder Anordnung OBL/BL. Ablauf gemäss Flussdiagramm Anhang 2B.
- **Festbetonprüfungen:** Art, Anzahl und Häufigkeit gemäss KP oder Anordnung OBL/BL.
- Durchführung Prüfungen grundsätzlich durch vom UN bestimmtes Labor. Dauerhaftigkeitsprüfungen (gemäss SN EN 206 NA.8.2.3.4.1) sind jedoch nur von akkreditierten Prüfstellen zugelassen.
- Abgeltung der Leistungen gemäss LV NPK 112 (vorbehalten nicht normkonforme Resultate)

6. Stichprobenartige Prüfungen des Bauherrn

- Identitätsprüfungen (SN EN 206, Anhang B) zur Kontrolle der geforderten Eigenschaften
- **Frischbeton- und Festbetonprüfungen**, durch vom Bauherrn bestimmtes Labor, Anzahl nach Anordnung OBL/BL.
- Bei nicht normkonformen Resultaten: Verrechnung an UN

Anhang 2B: Ablauf der Frischbetonkontrollen FBK



* = Grenzwerte für FBK		
	Geforderte Norm-Werte	Rückweisung falls
Luftgehalt		
Sorte F, P1, P2:	kein LP-Bildner	> 3%
Sorte G:	min. 3%	< 2.5% / > 5%
w/z_{eq}-Wert		
Sorte F + G:	0.45	> 0.47
Sorte P1+ P2:	0.50	> 0.52
Konsistenz		
F3	AM 420...480 mm	
F4	AM 490...550 mm	
F5	AM 560...620 mm	

Anzahl Herstellung
Würfel nach
Angaben OBL/BL

^a **Chargenprotokoll:**
muss bei Bedarf von
Lieferwerk elektronisch auf
Baustelle gesendet werden
können.