

Beton nach SN EN 206: 2013 + A1: 2016

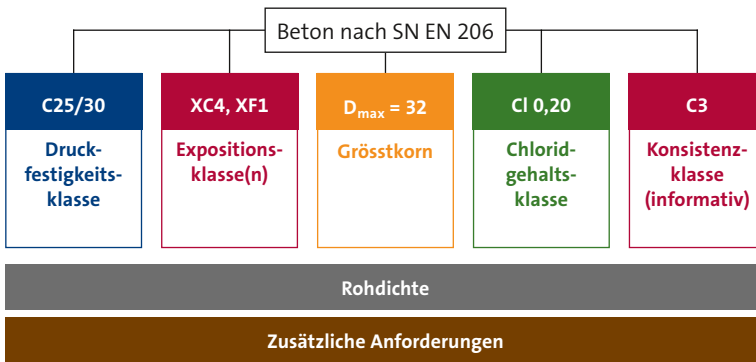
1. Auflage, Januar 2018

Holcim (Schweiz) AG

Vorwort

Diese Broschüre enthält die wichtigsten Angaben und die Korrigendas zur Norm SN EN 206: 2013 + A1: 2016, die ab dem 1. 1. 2018 gültig ist. Informationen werden ausschliesslich für Beton nach Eigenschaften gegeben. Grundlegende Anforderungen sind im vorderen Teil der Broschüre aufgeführt und sind farblich gekennzeichnet. Zusätzliche Anforderungen und Angaben zur Verwendung von Zusatzmitteln und Zusatzstoffen sowie die üblichen Betonsorten sind im hinteren Teil der Broschüre aufgeführt.

Festlegung für Beton nach Eigenschaften



Konformität

Betonhersteller, die nicht gemäss Anhang C der SN EN 206 zertifiziert sind, dürfen keine Betone nach SN EN 206 anbieten.

**Entdecken Sie praktische Baustellen-Tools,
Fachinformationen, Expertenwissen
und vieles mehr auf dem [HolcimPartner.net](http://www.holcimpartner.net).
→ www.holcimpartner.net**

Druckfestigkeitsklasse

Beton

Druckfestigkeitsklasse	Charakteristische Mindestdruckfestigkeit ^{a)} von Zylindern ^{b) c)} $f_{ck, cyl}$ [N/mm ²]	Charakteristische Mindestdruckfestigkeit ^{a)} von Würfeln ^{b) d)} $f_{ck, cube}$ [N/mm ²]
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

a) Unter Berücksichtigung des 5%-Fraktilwertes.

b) Lagerung der Probe unter Wasser, Prüfalter 28 Tage.

c) Zylinder: \varnothing 150 mm, h = 300 mm.

d) Würfel: Kantenlänge 150 mm.

Leichtbeton

Druckfestigkeitsklasse	Charakteristische Mindestdruckfestigkeit ^{a)} von Zylindern ^{b) c)} $f_{ck, cyl}$ [N/mm ²]	Charakteristische Mindestdruckfestigkeit ^{a)} von Würfeln ^{b) d)} $f_{ck, cube}$ [N/mm ²]
LC8/9	8	9
LC12/13	12	13
LC16/18	16	18
LC20/22	20	22
LC25/28	25	28
LC30/33	30	33
LC35/38	35	38
LC40/44	40	44
LC45/50	45	50
LC50/55	50	55
LC55/60	55	60
LC60/66	60	66
LC70/77	70	77
LC80/88	80	88

Häufig verwendete Druckfestigkeitsklassen sind fett gedruckt.

Expositionsklasse

Angriff auf	Klasse	Umgebung	Anwendungsbeispiele
Kein Angriffsrisiko			
	X0		unbewehrter Beton oder ohne eingebaute Metallteile, in einer nicht aggressiven Umgebung. Vor Frost geschützte unbewehrte Fundamente, unbewehrte Bauteile in Gebäuden mit sehr geringer Luftfeuchtigkeit.
Bewehrung	Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch die Karbonatisierung des Betons		
	XC1	trocken oder ständig nass	bewehrte Bauteile in Gebäuden mit geringer Luftfeuchtigkeit, ständig in Wasser eingetauchte Bauteile
	XC2	nass, selten trocken	Fundamente
	XC3	mässige Feuchte	Bauteile im Aussenbereich, vor Regen geschützt, offene Hallen, feuchte Räume
	XC4	wechselnd nass und trocken	Bauteile im Aussenbereich, der Witterung ausgesetzt, Pfeiler, Balkone, Fassadenelemente, Brüstungen
	Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Chloride		
	XD1	mässige Feuchte	Betonoberflächen in Strassennähe, die chloridhaltigem Sprühnebel ausgesetzt sind
	XD2a	nass, selten trocken, Chloridgehalt $\leq 0.5 \text{ g/l}$ („Süsswasser“)	Schwimmbäder
	XD2b	nass, selten trocken, Chloridgehalt $> 0.5 \text{ g/l}$ („Salzwasser“)	Solebäder, Bauteile in Kontakt mit chloridhaltigen Industrieabwässern
	XD3	wechselnd nass und trocken	Brückenelemente, Parkdecks, Stützmauern, Fahrbahndecken, die chloridhaltigem Spritzwasser ausgesetzt sind
Beton	Frostangriff mit oder ohne Taumittel		
	XF1	mässige Wassersättigung, ohne Taumittel	senkrechte Betonoberfläche, die Regen und Frost ausgesetzt ist
	XF2	mässige Wassersättigung, mit Taumittel	senkrechte Betonoberfläche, die chloridhaltigem Sprühnebel und Frost ausgesetzt ist
	XF3	starke Wassersättigung, ohne Taumittel	horizontale Betonoberfläche, die Regen und Frost ausgesetzt ist (ohne Taumittel)
	XF4	starke Wassersättigung, mit Taumittel	Betonoberfläche, die chloridhaltigem Spritzwasser ausgesetzt ist: Mauerkronen bei Brücken, Fahrbahndecken, Bushaltestellen
	Chemischer Angriff		
	Sulfatangriff (s) aus Grundwasser und Böden sowie anderen chemischen Angriffen (wenn durch ...		
	XA1s	schwacher Angriff	Bauteile in direktem Kontakt mit dem Erdreich Fundamente, Tunnel, Pfähle
	XA2s	mittlerer Angriff	
	XA3s	starker Angriff	
Lösender Angriff (c) aus Grundwasser und Böden sowie anderen chemischen Angriffen (wenn durch ...			
XA1c	schwacher Angriff	Güllebehälter, Absetzbecken von Kläranlagen	
XA2c	mittlerer Angriff	Belebungsbecken (Nitrifikation/Denitrifikation) von Kläranlagen, Trinkwasserreservoirire mit weichem Wasser, chemische Reinigung von Schwimmbädern	
XA3c	starker Angriff	Kühltürme, Biogasanlagen, Gärfuttersilos, Kanalisationen	

- a) Der Mindestzementgehalt gilt ohne Anrechnung von Zusatzstoffen und für ein Grösstkorn $D_{\max} = 32 \text{ mm}$. Für andere D_{\max} muss der Mindestzementgehalt entsprechend der Tabelle „Mindestzementgehalt“ angepasst werden (Seite 8).

		Zugelassene (+) und nicht zugelassene (-) Zementarten								
max. w/z-Wert, resp. max. w/z _{eq} [-]	Mindestzementge- halt ^{c)} Z _{min} [kg/m ³]	Normo, Albaro, Protego, Superblanc (CEM I)	Fluvió, Superblanc (CEM II/A-LI)	Fortico (CEM II/A-D)	Modero 3B (CEM III/B)	Optimo (CEM II/B-M (T-LI))	Robusto (CEM II/B-M (S-T))	Provato (CEM II/A-S)	CEM II/B-LI ^{d)}	
		+	+	+	+	+	+	+	+	
0.65	280	+	+	+	+	+	+	+	+	
0.65	280	+	+	+	+	+	+	+	+	
0.60	280	+	+	+	+	+	+	+	+	
0.50	300	+	+	+	+	+	+	+	-	
0.50	300	+	+	+	+	+	+	+	-	
0.50	300	+	+	+	+	+	+	+	-	
0.45	320	+	+	+	+	+	+	+	-	
0.45	320	+	+	+	+	+	+	+	-	
0.50	300	+	+	+	+	+	+	+	-	
0.50	300	+	+	+	+	+	+	+	-	
0.50	300	+	+	+	+	+	+	+	-	
0.45	320	+	+	+	+	+	+	+	-	
... zusätzliche Anforderungen definiert)										
0.50	300 ^{b)}	+ ^{c)}	-	-	+	-	+	-	-	
0.50	300 ^{b)}	+ ^{c)}	-	-	+	-	+	-	-	
0.45 ^{b)}	320 ^{b)}	+ ^{c)}	-	-	+	-	+	-	-	
... zusätzliche Anforderungen definiert)										
0.50	300	Im Falle eines chemischen Agriffs gibt die Norm geeignete Betonsorten an. Sie legt weder die zulässigen Zementarten noch die Prüfungen fest und verweist auf Fachspezialisten.								
0.45	320									
0.45	320									

b) Bei Pfählen gelten die Anforderungen für die Sorten P1 oder P2, ggf. sind Fachspezialisten beizuziehen.

c) Gilt nur für Zemente CEM I-SR0 (C₃A-Gehalt des Klinkers ≈ 0 %).

d) Die Mindestzementgehalte sind um 20 kg/m³ zu erhöhen.

Grenzwerte für die Expositionsklasse XA durch natürliche Böden und Grundwasser

Die Expositionsklasse XA betrifft lediglich chemischen Angriff durch natürliche Böden und Grundwasser (nicht fließend). Für alle übrigen Arten chemischen Angriffs sind in der Regel besondere Abklärungen vorzunehmen.

Chemisches Merkmal	Expositionsklassen (CH)		
	XA1	XA2	XA3
Grundwasser			
SO ₄ ²⁻ [mg/l]	≥ 200 und ≤ 600	> 600 und ≤ 3000	> 3000 und ≤ 6000
pH-Wert	≤ 6,5 und ≥ 5,5	< 5,5 und ≥ 4,5	< 4,5 und ≥ 4,0
CO ₂ [mg/l] angreifend	≥ 15 und ≤ 40	> 40 und ≤ 100	> 100 bis zur Sättigung
NH ₄ ⁺ [mg/l]	≥ 15 und ≤ 30	> 30 und ≤ 60	> 60 und ≤ 100
Mg ²⁺ [mg/l]	≥ 300 und ≤ 1000	> 1000 und ≤ 3000	> 3000 bis zur Sättigung
Boden			
SO ₄ ²⁻ [mg/kg] insgesamt*	≥ 2000 und ≤ 3000*	> 3000* und ≤ 12 000	> 12 000 und ≤ 24 000
Säuregrad [ml/kg]	> 200 Baumann-Gully	In der Praxis nicht anzutreffen	

* Siehe SN EN 206, Tab. 2.

In der Schweiz zulässige Zemente mit hohem Sulfatwiderstand^{a)}

Zementart	Bezeichnung	Massgebende Regelung	Holcim Zement
Portlandzement	CEM I-SR0	Norm SN EN 197-1	Protego 4R
Hochofenzement	CEM III/B-SR		Modero 3B
Portlandkompositzement	CEM II/B-M (S-T) HS-CH ^{b)}	Nat. Anhang NB zur SN EN 197-1	Robusto 4R-S
Portlandsilicastaubzement	CEM II/A-D HS-CH ^{b)}	Nat. Anhang NB zur SN EN 197-1	Fortico 5R
Puzzolanement	CEM IV/A-SR	Norm SN EN 197-1	Pozzolanico

a) Betone, die mit zulässigen Zementen mit hohem Sulfatwiderstand hergestellt werden, gelten ohne weitere Prüfungen als sulfatbeständig.

b) Hersteller Holcim (Schweiz) AG.

Mit den zulässigen Betonsorten für chemische Angriffe (Seite 16) werden die Anforderungen an den Sulfatwiderstand des Betons erfüllt. Für die werkeigene Produktionskontrolle sind bei diesen Betonsorten keine Sulfatwiderstandsprüfungen gemäss SIA 262/1, Anhang D, erforderlich, wenn ein in der Schweiz zulässiger Zement mit hohem Sulfatwiderstand verwendet wird.

Die Produktionskontrolle gemäss SN EN 206 deckt nur die Grundmischung des Spritzbetons ab. Für applizierten Spritzbeton sind andere und/oder zusätzliche Regelungen notwendig.

Grösstkorn

Der Nennwert des Grösstkorns der Gesteinskörnung (D_{max}) ist unter Berücksichtigung der Lage und des Abstands der Bewehrung sowie der Bauteilgeometrie festzulegen. Dabei entspricht D_{max} dem kleinsten (D_{lower}) und dem grössten (D_{upper}) zulässigen Wert von D für die grösste Gesteinskörnungsfraction im Beton, wenn nichts anderes festgelegt wurde.

Hinweis: Das Grösstkorn im Beton darf nur dann geändert werden, wenn dies vom Bauherrn/Projektverfasser genehmigt wurde.

Mindestzementgehalt

Der Mindestzementgehalt in der Tabelle „Expositionsklassen“ ist nur gültig für einen Nennwert des Grösstkorns der Gesteinskörnung $D_{max} = 32$ mm. Im Falle anderer Nennwerte des Grösstkorns ist der Mindestzementgehalt gemäss der nachfolgenden Tabelle anzupassen.

	Nennwert des Grösstkorns [mm]					
	8	16	22,5	32	45	63
Anpassung des Mindestzementgehaltes	+15%	+10%	+5%	0	-5%	-10%

Mehlkorngehalt

Ein ausreichender Gehalt an Mehlkorn (Zement, Zusatzstoff und Anteile der Gesteinskörnung $d \leq 0,125$ mm) ist zu gewährleisten. Richtwerte für die Mehlkorngehalte in Abhängigkeit vom Nennwert des Grösstkorns der Gesteinskörnung sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

	Nennwert des Grösstkorns [mm]					
	8	16	22,5	32	45	63
Richtwert des Mehlkorngehalts [kg/m^3]	450	400	375	350	325	300

Chloridgehaltsklasse

Betonverwendung	Klasse des Chloridgehalts	Höchstzulässiger Chloridgehalt, bezogen auf den Zement in Massenanteilen
Unbewehrter Beton	Cl 1,0	1,0%
Stahlbeton	Cl 0,20	0,20%
Spannbeton	Cl 0,10	0,10%

Konsistenzklasse

Die angegebene Konsistenzklasse ist informativ. Sie ist vom Verwender des Betons im Hinblick auf die objektspezifischen Randbedingungen und seine Bedürfnisse (z. B. Betonierverfahren) in der Angebotsphase zu überprüfen und bei Bedarf anzupassen.

Verdichteter Beton

Ausbreitmass		Verdichtungsmass nach Walz		Setzmass	
Klasse	Wert [mm]	Klasse	Wert [-]	Klasse	Wert [mm]
		C0*	≥ 1,46		
F1*	≤ 340	C1	1,45 bis 1,26	S1	10 bis 40
F2	350 bis 410	C2	1,25 bis 1,11	S2	50 bis 90
F3	420 bis 480	C3	1,10 bis 1,04	S3	100 bis 150
F4	490 bis 550			S4	160 bis 210
F5	560 bis 620			S5*	≥ 220
F6*	≥ 630				

* Infolge fehlender Empfindlichkeit der Prüfverfahren nicht zu empfehlen.

Selbstverdichtender Beton (SCC)

Klasse	Setzflussmassklasse (Slump Flow) [mm]
SF1	550 bis 650
SF2	660 bis 750
SF3	760 bis 850

Für die meisten praktischen Anwendungen mit normal bewehrten Bauteilen (Bodenplatte, Decken, Wände und Stützen) wird empfohlen, die Konsistenz mit der Setzflussmassklasse SF2 oder einem Zielwert zwischen 650 und 700 mm festzulegen. Dabei beträgt die Toleranz auf dem Zielwert ± 50 mm. Die Konsistenz sollte nur in besonderen Fällen durch einen Zielwert angegeben werden.

Rohdichte

Entsprechend seiner ofentrockenen Rohdichte wird Beton als Normalbeton, Leichtbeton oder Schwerbeton definiert.

- Leichtbeton $800 \text{ kg/m}^3 \leq \text{Rohdichte} \leq 2000 \text{ kg/m}^3$
- Normalbeton $2000 \text{ kg/m}^3 < \text{Rohdichte} \leq 2600 \text{ kg/m}^3$
- Schwerbeton $\text{Rohdichte} > 2600 \text{ kg/m}^3$

Rohdichteklassen für Leichtbeton

Wird Leichtbeton nach seiner Rohdichte in Klassen eingestellt, ist nachfolgende Tabelle anzuwenden.

Rohdichteklasse	D1,0	D1,2	D1,4	D1,6	D1,8	D2,0
Rohdichtebereich [kg/m ³]	≥ 800 und ≤ 1000	> 1000 und ≤ 1200	> 1200 und ≤ 1400	> 1400 und ≤ 1600	> 1600 und ≤ 1800	> 1800 und ≤ 2000

Verwendung von Zusatzmitteln

Für die Verwendung von Zusatzmitteln gelten folgende Regeln:

- Wenn die Gesamtmenge flüssiger Betonzusatzmittel 3 l/m^3 Beton übersteigt, muss dies bei der Berechnung des w/z-Werts berücksichtigt werden.
- Die Gesamtmenge an Zusatzmitteln darf weder die vom Zusatzmittelhersteller empfohlene Höchstdosierung noch 5 M.-% vom Zement im Beton überschreiten (ausser bei entsprechenden Nachweisen hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Dauerhaftigkeit des Betons).
- Zusatzmittelmengen unter 0,2 M.-% vom Zement müssen im Zugabewasser aufgelöst werden.
- Bei Zugabe mehrerer Zusatzmittel muss die Verträglichkeit nachgewiesen werden.
- Bei der Verwendung von Zusatzstoffen wird empfohlen, die Zusatzmittelmengen ausschliesslich auf den Zementgehalt zu beziehen.

Verwendung von Zusatzstoffen

Zusatzstoffe werden in zwei Typen unterteilt.

Zusatzstoffe des **Typs I** beinhalten nahezu inerte Stoffe (z. B. Gesteinsmehl, Pigmente), die keine chemische Bindung eingehen.

Als Zusatzstoffe des **Typs II** werden puzzolanische Stoffe (z. B. Flugasche, Silikastaub) und latent hydraulische Stoffe (z. B. Hüttensandmehl) bezeichnet, die bei der Hydratation des Zements selbst einen Festigkeitsbeitrag leisten. Ihre Wirksamkeit wird mit Hilfe des k-Wert-Ansatzes berücksichtigt, indem sie beim Mindestzementgehalt ($Z_{\min, ZS}$) und beim äquivalenten w/z-Wert (w/z_{eq}) angerechnet werden können.

Zusatzstoff Typ II	k-Wert [-]	Zementart	Festigkeitsklasse des Zementes	Expositionsklassen/ Betonsorten	Anrechenbare Höchstmengen ^{c)} für w/z_{eq} und $Z_{\min, ZS}$ [kg/m^3]
Flugasche nach SN EN 450-1	0.4	CEM I	32,5; 42,5; 52,5	alle	$0.33 \cdot Z$
		CEM II/A-LL	32,5; 42,5; 52,5	XC1 bis XC4, XD1, XF1	$0.25 \cdot Z$
		CEM II/B-M (T-LL) ^{a)}	42,5	XC1; XC2; XC4; XD1; XF1	$0.25 \cdot Z$
				XC3	$0.15 \cdot Z$
CEM II/B-M (S-T) ^{a)}	42,5 R	alle	$0.25 \cdot Z$		
Silikastaub nach SN EN 13263-1	1.0	CEM I	32,5; 42,5; 52,5	alle	$0.11 \cdot Z$
		CEM II/A-LL	32,5; 42,5; 52,5	alle	$0.11 \cdot Z$
Hüttensand nach SN EN 15167-1	0.5	CEM I	32,5; 42,5; 52,5	Betonsorten D bis G, ausnahmsweise auch Betonsorten A bis C	$0.50 \cdot Z$
Hydrolith F200 ^{b)}	0.4	CEM I	32,5; 42,5; 52,5	alle ausser XF2 und XF4	$0.25 \cdot Z$
		CEM II/A-LL	42,5; 52,5	XC1 bis XC4; XD1; XF1	$0.25 \cdot Z$
		CEM II/B-M (T-LL) ^{a)}	42,5	XC1 bis XC4; XD1; XF1	$0.20 \cdot Z$

a) Die Zulassung beschränkt sich auf die Zemente Optimo 4, resp. Robusto 4R-S, in Kombination mit der Flugasche von Holcim (Nachweis gemäss Anhang NC).

b) Für AAR-beständigen Beton darf Hydrolith F200 nur eingesetzt werden, wenn der Nachweis gemäss Merkblatt SIA 2042 erbracht ist.

c) Max. anrechenbare Höchstmenge an Zusatzstoffen Typ II = $a \cdot Z$ mit

a = max. Massenverhältnis von Zusatzstoff Typ II/Zement [-]

Z = effektiver Zementgehalt [kg/m^3]

Für die Berechnung der maximal anrechenbaren Höchstmengen an Zusatzstoffen des Typs II stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

Möglichkeit a)

Für die Berechnung des Mindestzementgehaltes ($Z_{\min, ZS}$) bei der Zugabe von Zusatzstoffen des Typ II kann die folgende Gleichung verwendet werden:

$$(Z_{\min, ZS}) \geq \frac{Z_{\min}}{1 + (k \cdot a)}$$

$Z_{\min, ZS}$ Mindestzementgehalt bei Zugabe von Zusatzstoffen Typ II [kg/m³]

Z_{\min} Mindestzementgehalt gemäss SN EN 206, Tabelle NA 2 [kg/m³]

k k-Wert des Zusatzstoffes gemäss SN EN 206, Tabelle NA 2 [-]

a max. Massenverhältnis von Zusatzstoff Typ II/Zement [-]

Möglichkeit b)

Für die Berechnung des Mindestzementgehaltes ($Z_{\min, ZS}$) bei der Zugabe von Zusatzstoffen des Typ II können die folgende Gleichung je nach Zusatzstoff eingesetzt werden:

Flugasche oder Hydrolith F200

$$Z_{\min, ZS} \geq Z_{\min} - \left[(k \cdot (Z_{\min} - 200)) \cdot \left(1 - \left(\frac{KG}{(100 - KG)} \right) \right) \right] \quad \text{in kg/m}^3$$

Silikastaub

$$Z_{\min, ZS} \geq Z_{\min} - k \cdot S \quad \text{in kg/m}^3$$

Hüttensand

$$Z_{\min, ZS} \geq Z_{\min} - (k \cdot (Z_{\min} - 200)) \quad \text{in kg/m}^3$$

$Z_{\min, ZS}$ Mindestzementgehalt bei Zugabe von Zusatzstoffen Typ II [kg/m³]

Z_{\min} Mindestzementgehalt gemäss SN EN 206 für die Betonsorten A bis G und P1 bis P4 [kg/m³]

k k-Wert des Zusatzstoffes (Typ II) [-]

KG Kalksteingehalt des verwendeten CEM II/A-LL [M.-%], für Fluvio 4 ist $KG = 17$ M.-%, in Zweifelsfällen ist $KG = 20$ M.-%. Bei der Verwendung von CEM I und bei neuen Zement-Zusatzstoffkombinationen, die nach Anhang NC geprüft sind, ist $KG = 0$ zu setzen.

S Zugabemenge von Silikastaub [kg/m³]

Hinweis: Die Berechnung mit der Möglichkeit b) führt im Vergleich zur Möglichkeit a) zu geringeren Zusatzstoffgehalten. Der Wassergehalt ist jedoch deutlich geringer, wodurch die Zugabe von Fließmitteln notwendig wird.

Maximale Zusatzstoffmengen Typ II zur Gewährleistung der Alkalität

Die Verwendung von Zusatzstoffen Typ II führt zu einer Verringerung der Alkalität im Beton und erhöht das Risiko der Bewehrungskorrosion. Deshalb wird die maximal zulässige Zusatzstoffmenge begrenzt:

CEM I	
Flugasche	$\leq 0.66 \cdot \text{Zement}$
Hydrolith F200	$\leq 0.66 \cdot \text{Zement}$
Silikastaub	$\leq 0.11 \cdot \text{Zement}$
Hüttensand	$\leq 0.80 \cdot \text{Zement}$
Flugasche und Silikastaub	$\leq (0.66 \cdot \text{Zement} - 3 \cdot \text{Silikastaub})$
Hydrolith F200 und Silikastaub	$\leq (0.66 \cdot \text{Zement} - 3 \cdot \text{Silikastaub})$

CEM II/A-LL	
Flugasche	$\leq 0.45 \cdot \text{Zement}$
Hydrolith F200	$\leq 0.45 \cdot \text{Zement}$
Silikastaub	$\leq 0.11 \cdot \text{Zement}$
Hüttensand	$\leq 0.60 \cdot \text{Zement}$
Flugasche und Silikastaub	$\leq (0.45 \cdot \text{Zement} - 3 \cdot \text{Silikastaub})$
Hydrolith F200 und Silikastaub	$\leq (0.45 \cdot \text{Zement} - 3 \cdot \text{Silikastaub})$

Konzept der gleichwertigen Betonleistungsfähigkeit (ECPC) und Konzept der gleichwertigen Leistungsfähigkeit von Kombinationen aus Zement und Zusatzstoffen (EPCC)

Beide Konzepte dürfen in der Schweiz nicht angewendet werden.

Übliche Betonsorten

		Sorte 0	Sorte A	Sorte B	Sorte C
		Hochbau			
Grundlegende Anforderungen					
Übereinstimmung mit der Norm		Beton nach SN EN 206			
Druckfestigkeitsklasse ^{a)}		C12/15	C20/25	C25/30	C30/37
Expositionsclassen (CH)		X0	XC1, XC2	XC3	XC4, XF1
Nennwert des Grösstkorns ^{b)}		D _{max} 32	D _{max} 32	D _{max} 32	D _{max} 32
Chloridgehaltsklasse ^{c)}		Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10
Konsistenzklasse ^{d)}		C3	C3	C3	C3
Zusätzliche Anforderungen (projektspezifisch)					
AAR-Beständigkeit		Kann gemäss Merkblatt SIA 2042 gefordert werden			
Sulfatwiderstand		–	–	–	–
Frost-Tausalzwiderstand		–	–	–	–
Mindestanforderung an die Zusammensetzung					
Max. w/z-Wert bzw. max. w/z _{eq} -Wert [-]		–	0.65	0.60	0.50
Mindestzementgehalt ^{e)} [kg/m ³]		–	280	280	300
Dauerhaftigkeitsprüfungen ^{k)}		–	–	WL, KW	KW
Mehlkornegehalt [kg/m ³]	D _{max} > 8 mm				–
	D _{max} ≤ 8 mm				–

- a) Es ist möglich, eine andere Druckfestigkeitsklasse projektspezifisch festzulegen.
- b) Es ist möglich, einen anderen Nennwert für das Grösstkorn projektspezifisch festzulegen.
- c) Die angegebene Klasse des Chloridgehalts ist für Stahl- und Spannbeton geeignet.
- d) Die angegebene Konsistenzklasse ist informativ. Sie ist vom Verwender des Betons im Hinblick auf die objektspezifischen Randbedingungen und seine Bedürfnisse (z. B. Betonierverfahren) in der Angebotsphase zu überprüfen und bei Bedarf anzupassen (siehe Ziffer NA.5.3.4.1). Allfällige Anpassungen sind im Angebot festzuhalten und zu berücksichtigen. Hinweis: Die Anforderung an die Konsistenz des Betons ist gemäss Ziffer 5.4.1 (5) EN 206 bei der Übergabe vom Betonhersteller an den Verwender zu erfüllen.
- e) Der Mindestzementgehalt gilt ohne Anrechnung von Zusatzstoffen und für ein Grösstkorn D_{max} = 32 mm. Wird ein anderes Grösstkorn D_{max} verwendet, ist der Zementgehalt gemäss Tabelle „Mindestzementgehalt“ anzupassen (Seite 8).

	Sorte D (T1)	Sorte E (T2)	Sorte F (T3)	Sorte G (T4)	P1 trocken (NPK H)	P2 unter Wasser (NPK I)	P3 trocken (NPK K)	P4 unter Wasser (NPK L)
	Tiefbau				Bohrpfähle und Schlitzwände			
	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37	C25/30	C25/30	C20/25	C20/25
	XC4, XD1, XF2, XF3, XD2a	XC4, XD1, XF4, XD2a	XC4, XD3, XF2, XD2b, XAA	XC4, XD3, XF4, XD2b	– f)	– f)	– f)	– f)
	D _{max} 32	D _{max} 32	D _{max} 32	D _{max} 32	D _{max} 32	D _{max} 32	D _{max} 32	D _{max} 32
	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10
	C3	C3	C3	C3	F4	F5	F4	F5
	kann gefordert werden				– g)	kann gefor- dert werden	–	–
	mittel ^{h)}	hoch ^{h)}	mittel ^{h)}	hoch ^{h)}	evtl. mittel	evtl. mittel	–	–
	0.50	0.50	0.45	0.45	0.50	0.50	0.60	0.60
	300	300	320	320	330 ^{i) j)}	380 ^{i) j)}	330 ⁱ⁾	380 ⁱ⁾
	KW, FT	KW, FT	CW, FT	CW, FT	–	–	–	–
					≥ 400			
					≥ 450			

f) Um Missverständnisse zu vermeiden, wird auf die Angabe einer Expositionsklasse verzichtet.

g) Bei Bohrpfählen und Schlitzwänden im Trockenem ist ein Sulfatangriff unwahrscheinlich.

h) Nicht zwingend vorzulebende Anforderung, da sie sich unmittelbar aus der Wahl der Expositionsklasse XF ergibt. Abweichende Anforderungen sind zu vermeiden.

i) Für Bohrpfahl- und Schlitzwandbetone mit $D_{\max} = 16$ mm gelten die gleichen Mindestzementgehalte wie für Beton mit $D_{\max} = 32$ mm.

j) Wenn sichergestellt ist, dass der Beton keiner Frost- und Frost-Tausalzeinwirkung ausgesetzt ist, dürfen auch die für die Betonsorte C freigegebenen Zemente eingesetzt werden.

k) Abkürzungen Dauerhaftigkeitsprüfungen: WL = Wasserleitfähigkeit, KW = Karbonatisierungswiderstand, FT = Frost-Tausalzeinwirkungswiderstand, CW = Chloridwiderstand.

Zulässige Betonsorten für verschiedene chemische Angriffe

Einordnung wegen des Sulfatgehalts im Grundwasser oder Boden ¹⁾			Einordnung wegen anderen Arten des chemischen Angriffs (lösend)		
Expositions-klasse (CH)	Hoch- und Tiefbauten	Pfähle	Expositions-klasse (CH)	Hoch- und Tiefbauten	Pfähle
XA1s	C oder D (T1)	P2 ³⁾	XA1c	C oder D (T1)	P2 ³⁾
XA2s			XA2c	F (T3) ⁴⁾	
XA3s	F (T3) ²⁾		XA3c	F (T3) ²⁾	

- 1) Beton ist mit einem Zement mit einem hohen Sulfatwiderstand herzustellen oder objektspezifisch zu verfahren.
- 2) Es ist mit Fachleuten zu prüfen, ob zusätzliche Schutzmassnahmen möglich und nötig sind.
- 3) Ggf. sind Fachleuten beizuziehen.
- 4) Diese Betonsorte deckt auch den chemischen Angriff durch Abwasser in Biologiebecken von kommunalen Abwasserreinigungsanlagen (Expositionsklasse XAA) gemäss cemsuisse-Merkblatt 01 ab.

Wasserdichter Beton (WD-Beton)

- Die Betonsorten C sowie D–G gelten bis maximal 10 m Wassersäule (max. 1 bar) als wasserdicht. Für diese Betone ist keine Prüfung erforderlich.
- Die Betonsorte B gilt bis maximal 10 m Wassersäule als wasserdicht, wenn die Wasserleitfähigkeit $q_w \leq 10 \text{ g/m}^2\text{h}$ ist (Prüfung gemäss Norm SIA 262/1, Anhang A).
- Zusätzliche Abklärungen und/oder Prüfungen (Norm SIA 272) sind nötig, wenn
 - höhere Anforderungen an die Dichtigkeit gemäss Norm SIA 272 gefordert werden oder
 - bei Bauteildicken von $< 250 \text{ mm}$ oder
 - bei drückendem Wasser über etwa 10 m Wassersäule ($> 1 \text{ bar}$).

AAR-Beständigkeit gemäss Merkblatt SIA 2042

Präventionsklasse = Kombination von Risiko- und Umgebungsklassen

Risikoklasse	Umgebungsklasse		
	U1	U2	U3
R1	P1	P1	P1
R2	P1	P2	P2
R3	P2	P2	P3

Präventionsklasse P1: keine besonderen Massnahmen erforderlich.

Präventionsklasse P2: AAR-beständiger Beton gefordert,
z. B. Nachweis durch Beton-Performance-Prüfung.

Präventionsklasse P3: AAR-beständiger Beton und zusätzliche Massnahmen,
z. B. Oberflächenschutz, gefordert.

Ermittlung der Risikoklasse

Die Risikoklassen R1, R2 und R3 werden für das gesamte Bauwerk oder für einzelne Bauwerkselemente bestimmt. Dabei kann die Risikoklasse R3 direkt entweder an das Bauwerk oder an ein Bauwerkselement vergeben werden. Andernfalls werden die Risikoklassen aufgrund der Gesamtbenotung N anhand der Gefährdungstypen und Kriterien festgelegt.

Bestimmung der Umgebungsklasse

Abk.	Expositionsklassen (CH)	Beispiele für Bauteile	Betonsorte
U1	XC1	im Bauwerksinnern (tiefe relative Luftfeuchtigkeit)	A
U1	XC3, XF1 oder XC4, XF1	im Aussenbereich (unbewittert, bewittert, geringe Frostbelastung)	C
U2	XC1 oder XC2 oder XC3	im Bauwerksinnern (bei hoher Luftfeuchtigkeit); Massenbeton im Innenbereich	A oder B
U2	XC4, XD1, XF2 oder XC4, XD1, XF4	im Aussenbereich (der Witterung ausgesetzt); geringe bis hohe Frostbelastung	D oder E
U3	XC1 oder XC2	Foundationen (Pfähle)	C (H, I, K, L)
U3	XC4, XD3, XF2 oder XC4, XD3, XF4	im Aussenbereich; in stark alkalihaltigen Böden, Grund- oder Bergwasser	G oder F
U3	XF3	Stützen im Wasser; waagerechte Betonoberflächen	D
U3	XD2a oder XD2b	Behälter, Auffangbecken für stark alkalihaltiges Wasser	D oder F

Schweizerische Dauerhaftigkeitsprüfungen

Dauerhaftigkeitsprüfung		Prüfung gemäss SIA 262/1	Grenzwert für Mittelwert	Grenzwert für Mittelwert + Grenzabweichung
Wasserleitfähigkeit		Anhang A	$q_w \leq 10 \text{ g/m}^2\text{h}$	$q_w \leq 12 \text{ g/m}^2\text{h}$
Karbonatisierungswiderstand ^{b)}		Anhang I	Nutzungsdauer: 50 Jahre: $K_N \leq 5.0 \text{ mm/a}^{1/2}$ 100 Jahre: $K_N \leq 4.0 \text{ mm/a}^{1/2}$	Nutzungsdauer: 50 Jahre: $K_N \leq 5.5 \text{ mm/a}^{1/2}$ 100 Jahre: $K_N \leq 4.5 \text{ mm/a}^{1/2}$
Chloridwiderstand		Anhang B	$D_{Cl} \leq 10 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$	$D_{Cl} \leq 13 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$
Frost-Tausalzwiderstand	mittel	Anhang C	$m \leq 2500 \text{ g/m}^2$	$m \leq 3000 \text{ g/m}^2$
	hoch		$m \leq 200 \text{ g/m}^2$ oder $m \leq 600 \text{ g/m}^2$ und $\Delta m_{28} \leq (\Delta m_6 + \Delta m_{14})$	$m \leq 250 \text{ g/m}^2$ oder $m \leq 800 \text{ g/m}^2$ und $\Delta m_{28} \leq (\Delta m_6 + \Delta m_{14})$
AAR-Beständigkeit (Beton-Performance-Test)		SIA Merkblatt 2042	$\Delta l \leq 0.2\text{‰}$ oder mm/m	

- a) Die angegebenen Werte gelten für die vorgeschriebene Mindestbewehrungsüberdeckung gemäss Norm SIA 262 und für eine Nutzungsdauer von 50 Jahren.
Gilt für Betonhersteller mit ausreichend Erfahrung. Bei Betonherstellern ohne ausreichende Erfahrung, d. h. weniger als drei Jahren Produktion, ist die Mindestprüfhäufigkeit zu verdoppeln.
- b) Wenn die Bewehrungsüberdeckung c_{nom} gegenüber dem Wert der SIA 262 von 35 auf 40 mm erhöht wird, gilt der Grenzwert von $K_N \leq 4,5 \text{ mm/Jahr}^{1/2}$ (Grenzwert für Mittelwert + Grenzabweichung: $5,0 \text{ mm/Jahr}^{1/2}$) für 100 Jahre Nutzungsdauer.
- c) WPK = Werkseigene Produktionskontrolle

Die Grenzwerte gelten für normkonform hergestellte, nachbehandelte und gelagerte Prüfkörper nach der Norm SN EN 12390-2 (Prüfungstyp TT1, z. B. für Prüfungen im Rahmen der werkeigenen Produktionskontrolle).

Mindestprüfhäufigkeit für Betonfamilie								
Zeit ^{a)}	Menge ^{a)}						Dauer der Prüfung (Wochen)	Bemerkung
2x/a	bis 4000 m ³ 1x/1000 m ³	ab 4000 m ³ alle 2000 m ³	ab 17 000 m ³ alle 2500 m ³	ab 30 000 m ³ alle 3000 m ³	ab 60 000 m ³ alle 6000 m ³		3	WPK ^{c)}
							9–18	WPK ^{c)}
2x/a	bis 1000 m ³ 1x/250 m ³		ab 1000 m ³ 1x/500 m ³	ab 2000 m ³ 1x/1000 m ³			2	WPK ^{c)}
							2	WPK ^{c)}
							2	WPK ^{c)}
1x/5a und bei grösseren Modifikationen in der Betonzusammensetzung							20–52	WPK ^{c)}

Holcim (Schweiz) AG
Hagenholzstrasse 83
8050 Zürich
Schweiz
Telefon +41 58 850 68 68
Telefax +41 58 850 68 69
marketing-ch@lafargeholcim.com
www.holcim.ch

