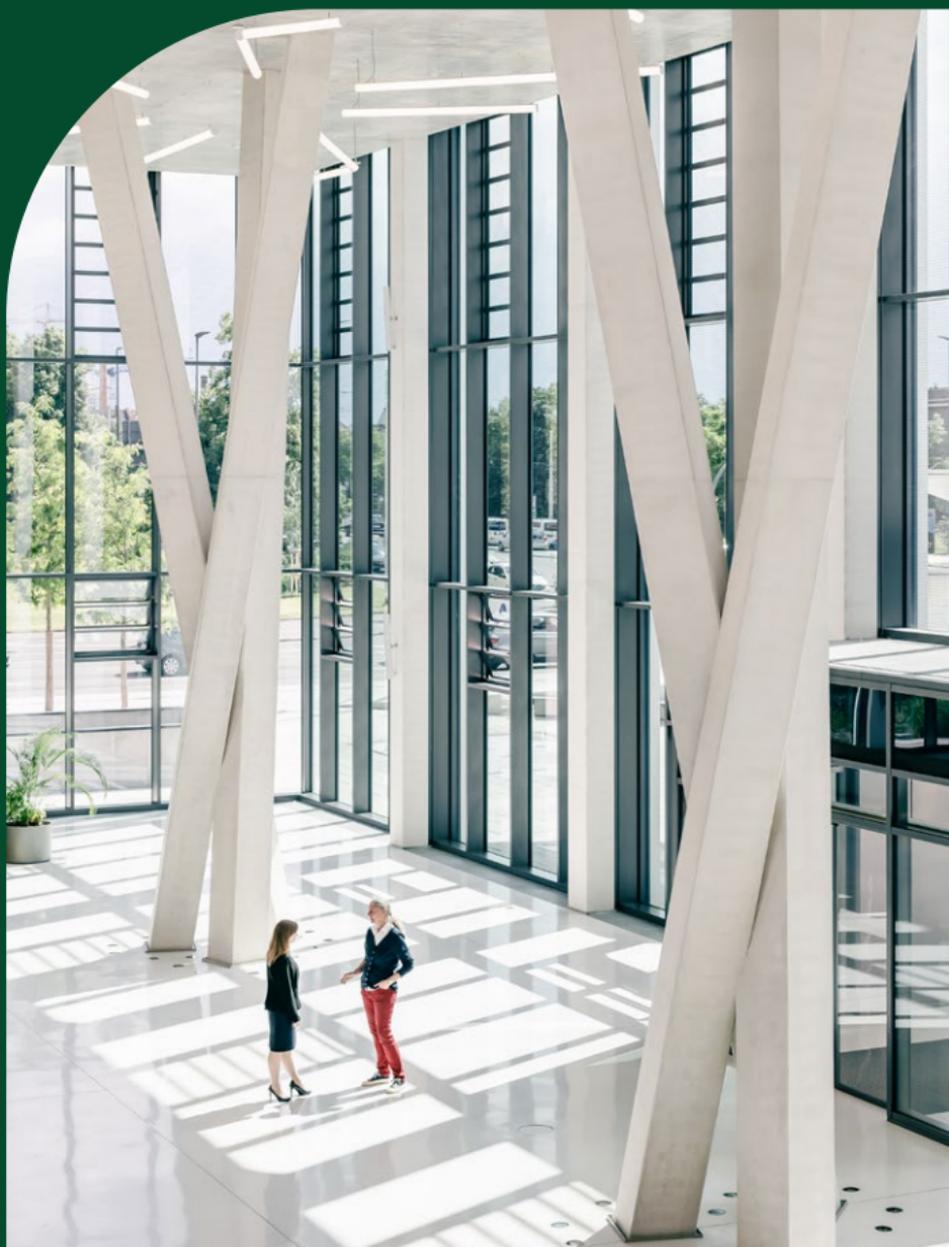


Beton nach Norm

[heidelbergmaterials.de](https://www.heidelbergmaterials.de)



Druckfestigkeitsklassen

Beispiel: C25/30

C 25 / 30

charakteristische Betondruckfestigkeit
von Würfeln $f_{ck,cube}$ [N/mm²]

charakteristische Betondruckfestigkeit
von Zylindern $f_{ck,cyl}$ [N/mm²]

Concrete (Normal- und Schwerbeton)

C8/10

C12/15

C16/20

C20/25

C25/30

C30/37

C35/45

C40/50

C45/55

C50/60

C55/67¹

C60/75

C70/85

C80/95

C90/105²

C100/115²

¹ Ab C55/67 hochfester Beton

² Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder Zustimmung im Einzelfall erforderlich

Referenz für die Einstufung in Druckfestigkeitsklassen:

- Würfel mit Kantenlänge 150 mm; Zylinder mit \varnothing 150 mm und $h = 300$ mm
- Lagerung der Probekörper: Wasserlagerung bis zur Prüfung
- Prüfalter 28 Tage

DIN 1045-2 sieht die Prüfung von „trocken“ gelagerten Prüfkörpern vor (6 d unter Wasser, 21 d trocken). Die maßgebliche Druckfestigkeit $f_{c,cube}$ ist dann wie folgt zu berechnen:

- Für Normalbeton bis einschließlich C50/60: $f_{c,cube} = 0,92 \cdot f_{c,dry}$
- Für hochfesten Normalbeton ab C55/67: $f_{c,cube} = 0,95 \cdot f_{c,dry}$

Expositionsklassen

Klasse	Umgebung	Mindestdruckfestigkeitsklasse	max. (w/z)	min.z ¹⁾ [kg/m ³]
X0 Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko				
X0	Beton ohne Bewehrung	C8/10	-	- (-)
XC Bewehrungskorrosion durch Karbonatisierung				
XC1	trocken oder ständig nass	C16/20	0,75	240 (240)
XC2	nass, selten trocken	C16/20	0,75	240 (240)
XC3	mäßige Feuchte	C20/25	0,65	260 (240)
XC4	wechselnd nass und trocken	C25/30	0,60	280 (270)
XD Bewehrungskorrosion durch Chloride (außer Meerwasser)				
XD1	mäßige Feuchte	C30/37 ²	0,55	300 (270)
XD2	nass, selten trocken	C35/45 ^{2, 4}	0,50	320 (270)
XD3	wechselnd nass und trocken	C35/45 ²	0,45	320 (270)
XS Bewehrungskorrosion durch Chloride aus Meerwasser				
XS1	salzhaltige Luft	C30/37 ²	0,55	300 (270)
XS2	unter Wasser	C35/45 ^{2, 4}	0,50	320 (270)
XS3	Tide-, Spritzwasserbereiche	C35/45 ²	0,45	320 (270)
XF Betonkorrosion durch Frostangriff mit und ohne Taumittel				
XF1	mäßige Wassersättigung, ohne Taumittel	C25/30	0,60	280 (270)
XF2	mäßige Wassersättigung, mit Taumittel	C25/30 ⁵ C35/45 ⁴	0,55 ⁵ 0,50 ⁵	300 (270) ⁵ 320 (270) ⁵
XF3	hohe Wassersättigung, ohne Taumittel	C25/30 ⁵ C35/45 ⁴	0,55 0,50	300 (270) 320 (270)
XF4	hohe Wassersättigung, mit Taumittel	C30/37 ⁵	0,50 ⁵	320 (270) ⁵
XA Betonkorrosion durch chemischen Angriff				
XA1	chemisch schwach angreifend	C25/30	0,60	280 (270)
XA2	chemisch mäßig angreifend	C35/45 ^{2, 4}	0,50	320 (270) ⁷
XA3	chemisch stark angreifend	C35/45 ^{2, 6}	0,45	320 (270) ⁷
XM Betonkorrosion durch Verschleißbeanspruchung				
XM1	mäßiger Verschleiß	C30/37 ²	0,55	300 ¹⁰ (270)
XM2	starker Verschleiß	C30/37 ^{2, 8} C35/45 ²	0,55 0,45	300 ¹⁰ (270) 320 ¹⁰ (270)
XM3	sehr starker Verschleiß	C35/45 ^{2, 9}	0,45	320 ¹⁰ (270)

¹ Klammerwert: Mindestzementgehalt bei Flugascheanrechnung.

² Bei LP-Beton eine Festigkeitsklasse niedriger.

³ Bei gleichzeitiger Verwendung von Flugasche und Silikastaub dürfen diese nicht angerechnet werden.

⁴ Bei langsam und sehr langsam erhärtenden Betonen ($r < 0,30$) eine Festigkeitsklasse niedriger; Nachweis der Druckfestigkeit im Alter von 28 Tagen.

⁵ LP-Beton.

⁶ Zusätzliche Schutzmaßnahmen erforderlich.

⁷ Bei Angriff durch Sulfat (ausgenommen bei Meerwasser) HS-Zement verwenden. Bei $SO_4^{2-} \leq 1500$ mg/l darf eine Mischung aus Zement und Flugasche gemäß DIN 1045-2 verwendet werden.

⁸ Oberflächenbehandlung erforderlich.

⁹ Hartstoffe nach DIN 1100 erforderlich.

¹⁰ Höchstzementgehalt 360 kg/m³, jedoch nicht bei hochfestem Beton.

Grenzwerte für Expositionsklasse XA

Chemisches Merkmal	XA1	XA2	XA3
Grundwasser			
SO ₄ ²⁻ [mg/l] ¹	≥ 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] ²	≥ 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] ³ insgesamt	≥ 2000 und ≤ 3000 ⁴	> 3000 ⁴ und ≤ 12000	> 12000 und ≤ 24000
Säuregrad	> 200 Bauman-Gully	in der Praxis nicht anzutreffen	

Wenn ≥ 2 Merkmale zur selben Klasse führen, gilt die nächsthöhere Klasse.
Ausnahme: Kein Wert liegt im oberen Viertel (pH im unteren Viertel) der Klasse.

¹ Wenn der Sulfatgehalt > 600 mg/l ist, muss dieser bei der Festlegung des Betons angegeben werden.

² Gülle kann, unabhängig vom NH₄⁺-Gehalt, in die Expositionsklasse XA1 eingeordnet werden.

³ Tonböden mit einer Durchlässigkeit von weniger als 10-5 m/s dürfen in eine niedrigere Klasse eingestuft werden.

⁴ Falls die Gefahr der Anhäufung von Sulfationen durch wechselndes Trocknen und Durchfeuchten oder kapillares Saugen besteht, ist der Grenzwert auf 2000 mg/kg zu vermindern.

Feuchtigkeitsklassen

Klasse	Umgebung	Beispiele
WO		
	Beton, der nach normaler Nachbehandlung nicht längere Zeit feucht ist und nach dem Austrocknen während der Nutzung weitgehend trocken bleibt	<ul style="list-style-type: none"> • Innenbauteile des Hochbaus • Außenbauteile ohne Einwirkung von z. B. Niederschlägen, Oberflächenwasser, Bodenfeuchte oder ständiger relativer Luftfeuchte > 80 %
WF		
	Beton, der während der Nutzung häufig oder längere Zeit feucht ist	<ul style="list-style-type: none"> • Ungeschützte Außenbauteile mit Einwirkung von z. B. Niederschlägen, Oberflächenwasser oder Bodenfeuchte • Innenbauteile in Feuchträumen mit relativer Luftfeuchte > 80 %, z. B. Hallenbäder, Wäschereien • Bauteile mit häufiger Taupunktunterschreitung, z. B. Schornsteine, Wärmeüberträgerstationen, Filterkammern oder Viehställe • Massige Bauteile mit kleinster Abmessung > 0,80 m
WA		
	Beton, der zusätzlich zu der Beanspruchung nach Klasse WF häufiger oder langzeitiger Alkalizufuhr von außen ausgesetzt ist	<ul style="list-style-type: none"> • Bauteile mit Meerwassereinwirkung • Bauteile unter Tausalzeinwirkung ohne hohe dynamische Belastung, z. B. Spritzwasserbereich, Fahr- und Stellflächen in Parkhäusern • Bauteile von Industriebauten und landwirtschaftlichen Bauwerken (z. B. Güllebehälter) mit Alkalisalzeinwirkung
WS		
	Beton, der hoher dynamischer Beanspruchung und direktem Alkali-eintrag ausgesetzt ist	<ul style="list-style-type: none"> • Bauteile unter Tausalzeinwirkung mit hoher dynamischer Belastung (Betonfahrbahnen)

Die Feuchtigkeitsklassen wurden aus der Alkali-Richtlinie in DIN 1045-2 übernommen und müssen bei der Festlegung von Beton und auf dem Lieferschein angegeben werden.

k-Wert-Ansatz für Flugasche und Silikastaub

Flugasche	Silikastaub	Flugasche und Silikastaub
Maximaler Zusatzstoffgehalt		
Zemente mit D: max f = 0,15 · z	max s = 0,11 · z	max s = 0,11 · z max f = 0,66 · z - 3 · s ¹ max f = 0,45 · z - 3 · s ²
Äquivalenter Wasserzementwert (w/z)_{eq}		
w/(z + 0,4 · f)	w/(z + 1,0 · s) ³	w/(z+0,4 · f + 1,0 · s) ³
Maximal anrechenbare Zusatzstoffmenge		
<ul style="list-style-type: none"> • Zemente ohne P, V, D: max f = 0,33 · z • Zemente mit P oder V ohne D: max f = 0,25 · z • Zemente mit D: max f = 0,15 · z 	max s = 0,11 · z ³	max f = 0,33 · z und max s = 0,11 · z ³
Mindestzementgehalt bei Anrechnung von Zusatzstoffen		
z + f ≥ (min z) ohne Anrechnung	z + s ≥ (min z) ohne Anrechnung ³	+ f + s ≥ (min z) ohne Anrechnung ³
z ≥ (min z) bei Anrechnung	z ≥ (min z) bei Anrechnung	z ≥ (min z) bei Anrechnung
Zulässige Zementarten⁴		
CEM I	CEM I	CEM I
CEM II/A-D	CEM II/A-S, CEM II/B-S	CEM II/A-S, CEM II/B-S
CEM II/A-S, CEM II/B-S	CEM II/A-P, CEM II/B-P	CEM II/A-T, CEM II/B-T
CEM II/A-T, CEM II/B-T	CEM II/A-V	CEM II/A-LL
CEM II/A-LL	CEM II/A-T, CEM II/B-T	CEM II/A-M (S-T, S-LL, T-LL)
CEM II/A-P, CEM II/A-V	CEM II/A-LL	CEM II/B-M (S-T)
CEM II/A-M (S,D,P,V,T,LL)	CEM II/A-M (S,P,V,T,LL)	CEM III/A
CEM II/B-M (S-D, S-T, D-T)	CEM II/B-M (S-T, S-V)	
CEM III/A ⁵	CEM III/A, CEM III/B	
CEM III/B mit max. 70 % Hüttensand		

¹ Gilt für CEM I.

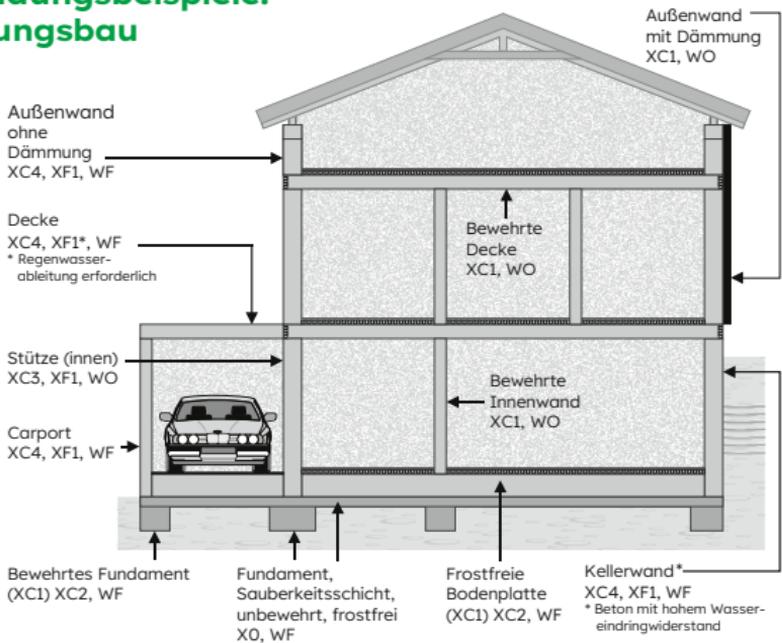
² Gilt für CEM II/A-S, CEM II/B-S, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM II/A-LL, CEM II/A-M (S-T, S-LL, T-LL), CEM II/B-M (S-T), CEM III/A.

³ Bei XF2 und XF4 darf keine Anrechnung erfolgen.

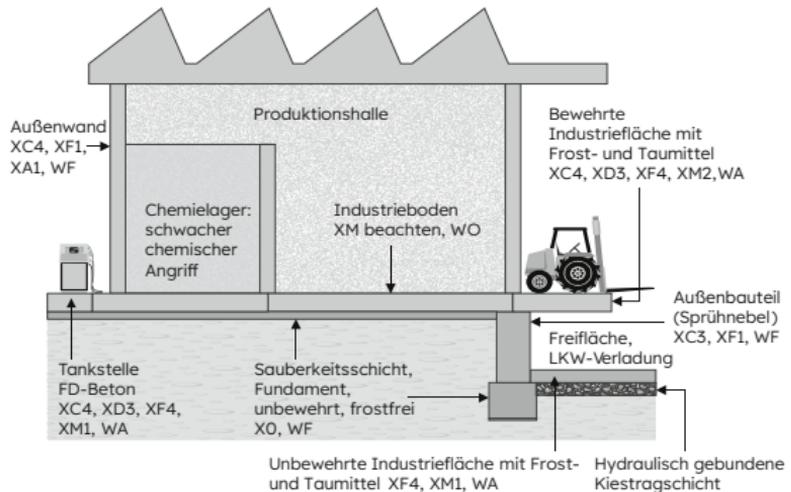
⁴ Für andere Zemente kann die Anrechnung von Flugasche im Rahmen einer bauaufsichtlichen Zulassung geregelt werden.

⁵ Bei XF4 Festigkeitsklasse 32,5 R mit max. 50 % Hüttensand oder Festigkeitsklasse ≥ 42,5.

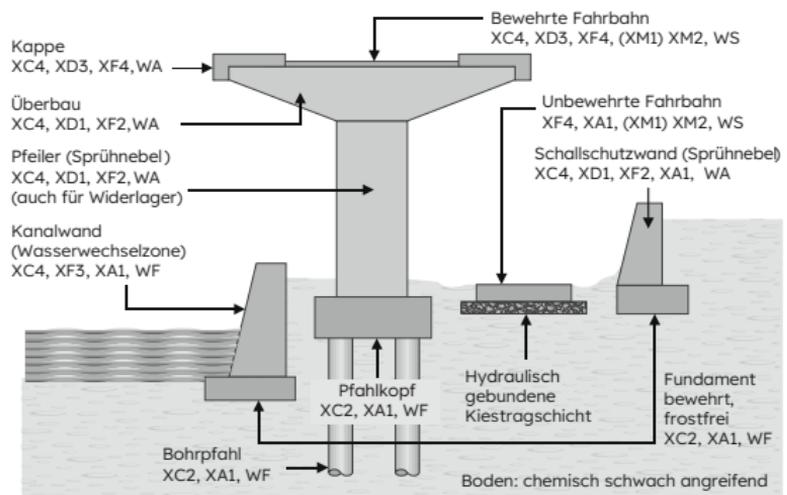
Anwendungsbeispiele: Wohnungsbau



Industriebau



Ingenieurbau



Hinweis: Die tatsächlichen Expositionsklassen wie auch alle weiteren Anforderungen an den Beton müssen vom Verfasser der Festlegung (z. B. Architekt oder Planungsbüro) objektbezogen vorgegeben werden.

Mindestdauer der Nachbehandlung von Beton

Oberflächen- temperatur ϑ [°C]	Nachbehandlungsdauer [d] ^{1, 2, 3, 4}			
	$r \geq 0,50$	$r \geq 0,30$	$r \geq 0,15$	$r < 0,15$
$\vartheta \geq 25$	1	2	2	3
$25 > \vartheta \geq 15$	1	2	4	5
$15 > \vartheta \geq 10$	2	4	7	10
$10 > \vartheta \geq 5$	3	6	10	15

Alternative Nachbehandlungsdauer für XC2, XC3, XC4 und XF1⁵

Frischbetontemperatur ϑ_{fb} [°C]	Nachbehandlungsdauer [d] ^{2, 4}		
	$r \geq 0,50$	$r \geq 0,30$	$r \geq 0,15$
$\vartheta_{fb} \geq 15$	1	2	4
$15 > \vartheta_{fb} \geq 10$	2	4	7
$10 > \vartheta_{fb} \geq 5$	4	8	14

¹ Bei X0 und XC1 sind als Nachbehandlungsdauer 0,5 Tage anzusetzen.

² Die Nachbehandlungsdauer wird in Abhängigkeit von der Festigkeitsentwicklung des Betons bestimmt. Die Festigkeitsentwicklung r ist der Quotient aus der 2-Tages-Druckfestigkeit und der Druckfestigkeit zum Zeitpunkt des Nachweises der Druckfestigkeit (ermittelt bei der Erstprüfung oder auf Grundlage der Ergebnisse einer bekannten Betonzusammensetzung).

³ Bei XM ist die Nachbehandlungsdauer zu verdoppeln.

⁴ Bei mehr als 5 Stunden Verarbeitbarkeitszeit ist die Nachbehandlungsdauer angemessen zu verlängern.

⁵ Darf bei Stahlschalungen oder bei Bauteilen mit ungeschalteten Oberflächen nur angewendet werden, wenn ein übermäßiges Auskühlen des Betons im Anfangsstadium der Erhärtung ausgeschlossen wird.

Betonieren bei niedrigen Außentemperaturen

Lufttemperatur [°C]	Mindesttemperatur des Frischbetons beim Einbau [°C]
+5 bis -3	+5 allgemein +10 bei Zementgehalt < 240 kg/m ³ oder bei LH-Zementen
< -3	+10 sollte mindestens 3 Tage gehalten werden ¹

¹ Wird diese Anforderung nicht erfüllt, ist der Beton so lange zu schützen, bis eine ausreichende Festigkeit erreicht ist.

Gefrierbeständigkeit

Zementfestigkeits- klasse	w/z-Wert	Erforderliche Erhärtungszeit in Tagen bei einer Betontemperatur von		
		5 °C	12 °C	20 °C
52,5 N, 52,5 R, 42,5 R	0,40	0,5	0,25	0,25
	0,60	0,75	0,5	0,5
42,5 N, 32,5 R	0,40	1	0,75	0,5
	0,60	2	1,5	1
32,5 N	0,40	2	1,5	1
	0,60	5	3,5	2

Gegen Niederschlag geschützter junger Beton darf erst dann durchfrieren, wenn er eine Druckfestigkeit von $f_{cm} = 5 \text{ N/mm}^2$ erreicht hat oder seine Temperatur wenigstens 3 Tage +10 °C nicht unterschritten hat.

Für detailliertere und ausführlichere Informationen verweisen wir auf unsere betontechnischen Daten:

betontechnische-daten.de

Für die Vollständigkeit und Richtigkeit der angegebenen Informationen, technischen Daten, Definitionen, Auskünfte und Hinweise übernehmen wir keine Haftung. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Konsistenzklassen

Konsistenz	Ausbreitmaß [mm]		Verdichtungsmaß [-]	
Sehr steif			C0	≥ 1,46
Steif	F1	≤ 340	C1	1,45 bis 1,26
Plastisch	F2	350 bis 410	C2	1,25 bis 1,11
Weich	F3	420 bis 480	C3	1,10 bis 1,04
Sehr weich	F4 ¹	490 bis 550	C4 ³	< 1,04
Fließfähig	F5 ¹	560 bis 620		
Sehr fließfähig	F6 ¹	≥ 630 ²		

¹ Beton nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2 mit Konsistenz F4 oder weicher ist mit Fließmittel herzustellen.

² Bei Ausbreitmaßen über 700 mm ist die DAfStb-Richtlinie „Selbstverdichtender Beton“ zu beachten.

³ Gilt nur für Leichtbeton.

Klasse des Chloridgehalts

Betonverwendung	Klasse	max. Chloridgehalt im Beton ¹ [M.-%]	max. Chloridgehalt der Gesteinskörnung [M.-%]
Unbewehrt	CI 1,0	1,0	0,15
Stahlbeton	CI 0,40	0,40	0,04
Spannbeton	CI 0,20	0,20	0,02

¹ Werden Zusatzstoffe des Typs II verwendet und für den Zementgehalt berücksichtigt, wird der Chloridgehalt als der Chloridionengehalt bezogen auf den Zement und die Gesamtmasse der berücksichtigten Zusatzstoffe ausgedrückt.

Überwachungsklassen

	ÜK 1	ÜK 2	ÜK 3
Festigkeitsklasse	≤ C25/30 ¹	≥ C30/37 und ≤ C50/60	≥ C55/67
Expositionsklasse	XO, XC, XF1	XD, XS, XF2, XF3, XF4, XA, XM ² sowie ³	-
Probenahme auf der Baustelle durch Bauunternehmung ⁴	-	mind. 3 Proben/300 m ³ oder je 3 Betoniertage	mind. 3 Proben/50 m ³ oder je 1 Betoniertag

¹ Spannbeton C25/30 ist in Überwachungsklasse 2 einzustufen.

² Gilt nicht für übliche Industrieböden.

³ Beton mit besonderen Eigenschaften bzw. für besondere Anwendungen (z. B. Beton für WU-Bauwerke, UW-Beton, FD/FDE-Beton).

⁴ Größte Anzahl an Proben ist maßgebend.

Lieferprogramm von Heidelberg Materials (Auszug)

Portlandzement	CEM I 32,5 R
	CEM I 32,5 R-SE
	CEM I 42,5 N
	CEM I 42,5 N-SR 3
	CEM I 42,5 R
	CEM I 42,5 R (sp)
	CEM I 42,5 R-SR 3
	CEM I 52,5 N
	CEM I 52,5 R
	CEM I 52,5 R (na)
Portlandkalksteinzement	CEM II/A-LL 32,5 R
	CEM II/A-LL 42,5 R
Portlandhüttenzement	CEM II/A-S 32,5 R
	CEM II/A-S 42,5 R
	CEM II/A-S 52,5 N
	CEM II/B-S 32,5 R
	CEM II/B-S 42,5 N
	CEM II/B-S 42,5 N (na)
Portlandpuzzolanzement	CEM II/B-P 32,5 R
Hochofenzement	CEM III/A 32,5 N
	CEM III/A 32,5 N-LH
	CEM III/A 32,5 N-LH (na)
	CEM III/A 42,5 N
	CEM III/A 42,5 N (na)
	CEM III/A 52,5 N
	CEM III/B 32,5 N-LH/SR
	CEM III/B 32,5 N-LH/SR (na)
	CEM III/B 42,5 N-LH/SR (na)
Puzzolanzement	CEM IV/B (P) 32,5 N

Beratung & Vertrieb

Vertriebsregion Süd-West

Zementwerk 1/1 · 89601 Schelklingen

T 07394 241-384

F 07394 241-386

zement.vertriebsuedwest@heidelbergmaterials.com

Vertriebsregion Süd-Ost

Schmidmühlener Straße 30 · 93133 Burglengenfeld

T 09471 707-53377

F 09471 707-53397

zement.vertriebsuedost@heidelbergmaterials.com

Vertriebsregion Nord

Zur Anneliese 7 · 59320 Ennigerloh

T 02524 2951-281

F 02524 2951-288

zement.vertriebnord@heidelbergmaterials.com