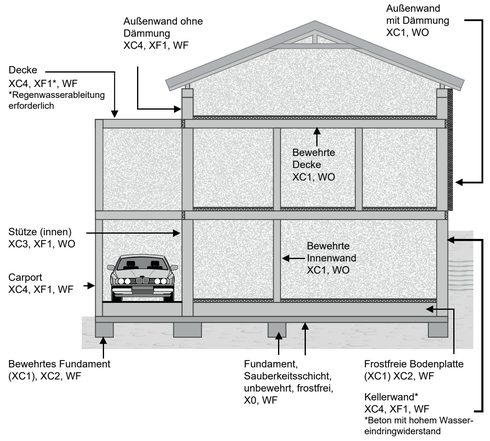
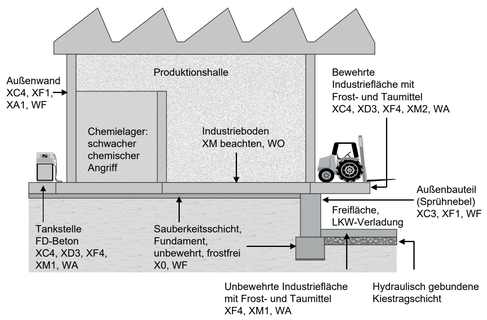
BETON nach DIN 1045-2

Strohmaier-Beton

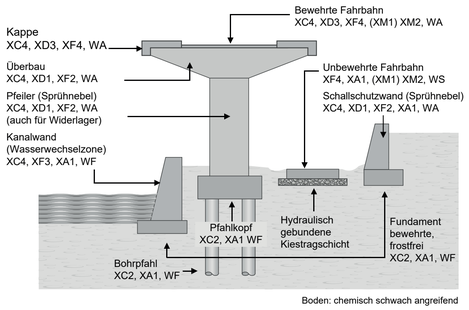
ANWENDUNGSBEISPIEL WOHNUNGSBAU



ANWENDUNGSBEISPIEL INDUSTRIEBAU



ANWENDUNGSBEISPIEL 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.

Expositionsklassen

Kl.	Umgebung	Mindest-druckfestig-keitsklasse	max. (w/z)	min.z[1] [kg/m3]
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)]	0,553) 0,503)	300 (270)[3)] 320 (270)[3)]
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)]	0,503)	320 (270)[3)]
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-} ≤ 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.

Überwachungsklassen

	ÜK 1	ÜK 2	ÜK 3
Festigkeitsklasse	≤ C25/3[01)]	≥ 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 m³ oder je 3 Betoniertage	mind. 3 Proben/ 50 m³ 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.

Grenzwerte für Expositionsklassen 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	> 3000 bis zur Sättigung
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 nächst höhere 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 NH 4+-Gehalt, in die Expositionsklasse XA1 ein geordnet 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

Kl.	Umgebung	Beispiele
WO	Beton, der nach normaler Nachbehandlung nicht längere Zeit feucht ist und nach dem Austrocknen während der Nutzung weitgehend trocken bleibt	• 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	• 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	• 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 Alkaleintrag ausgesetzt ist	• 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.

Konsistenzklassen

Konsistenz		Ausbreitmaß [mm]		Verdichtungs-maß [-]
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[1)]	1,10 bis 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

Beton-verwendung	Klasse	max. Chloridgehalt im Beton1) [M.-%]	max. Chloridge-halt de Gesteins-körnung [M.-%]
unbewehrt	Cl 1,0	1,0	0,15
Stahlbeton	Cl 0,40	0,40	0,04
Spannbeton	Cl 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.

Mindestdauer der Nachbehandlung von Beton

Oberflächen-temperatur ϑ [°C]	Nachbehandlungsdauer [d][1) 2) 3) 4)]			
	r ≥ 0,50	r ≥ 0,30	r ≥ 0,30	r < 0,15
ϑ ≥ 25	1	2	2	3
25 > ϑ ≥ 15	1	2	4	5
15 > ϑ ≥ 10	2	4	7	10
10 > ϑ ≥ 5	3	6	10	15

Alternative Nachbehandlungsdauer für XC2, XC3, XC4 und XF1[5)]

Frischbeton-temperatur $ϑ_{fb}$ [°C]	Nachbehandlungsdauer [d][2) 4)]		
	r ≥ 0,50	r ≥ 0,30	r ≥ 0,30
$ϑ_{fb}$ ≥ 15	1	2	4
15 > $ϑ_{fb}$ ≥ 10	2	4	7
10 > $ϑ_{fb}$ ≥ 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 an gemessen zu verlängern.
5) Darf bei Stahlschalungen oder bei Bauteilen mit ungeschalten Oberflächen nur angewendet werden, wenn ein übermäßiges Auskühlen des Betons im Anfangsstadium der Erhärtung ausgeschlossen wird.

Druckfestigkeitsklassen

Druckfestigkeits-klassen	$f_{ck,cyl}$ (Zylinder) [N/mm²]	$f_{ck,cube}$ (Würfel) [N/mm²]	
C8/10	8	10	
C12/15	12	15	
C12/15	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	Hochfester Beton
C60/75	60	75	Hochfester Beton
C70/85	70	85	Hochfester Beton
C80/95	80	95	Hochfester Beton
C90/105[1)]	90	105	Hochfester Beton
C100/115[1)]	100	115	Hochfester Beton

1) Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder Zustimmung im Einzelfall erforderlich.

Betonieren bei niedrigen Außentemperaturen

Lufttemperatur [°C]	Mindesttemperatur des Frischbetons beim Einbau [°C]
+5 bis -3	+5 allgemein +10 bei Zementgehalt < 240 kg / m³ 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

Zementfestig-keitsklasse	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 N/mm² erreicht hat oder seine Temperatur wenigstens 3 Tage +10 °C nicht unterschritten hat.

SCHUTZMASSNAHMEN GEGEN VORZEITIGES AUSTROCKNEN

- in der Schalung belassen
- mit Folien abdecken
- mit Thermomatten abdecken
- wasserhaltende Abdeckungen aufbringen (Jute, Geotextilmatten)
- flüssige Nachbehandlungsmittel aufbringen
- kontinuierliches Besprühen mit Wasser
- Unterwasserlagerung
- Kombination der aufgeführten Maßnahmen

© HeidelbergCement AG

Für detaillierte und ausführliche Informationen steht Ihnen das Team von Strohmaier Beton zur Verfügung.

www.beton-strohmaier.de
www.beton-ps.de