



BETON NACH **DIN 1045-2** (08-2023)

Holcim (Süddeutschland) GmbH

ROHDICHTE

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

Leichtbeton $\leq 2.000 \text{ kg/m}^3$

Normalbeton $> 2.000 \leq 2.600 \text{ kg/m}^3$

Schwerbeton $> 2.600 \text{ kg/m}^3$

ROHDICHTEKLASSEN FÜR LEICHTBETON

Wird Leichtbeton nach seiner Rohddichte in Klassen eingeteilt, ist nachfolgende Tabelle anzuwenden.

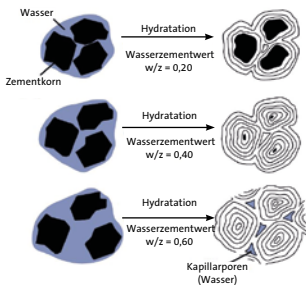
Klasseneinteilung von Leichtbeton nach der Rohddichte

Rohdichteklasse	D1,0	D1,2	D1,4	D1,6	D1,8	D2,0
Rohdichtebereich [kg/m ³]	≥ 800 und ≤ 1.000	> 1.000 und ≤ 1.200	> 1.200 und ≤ 1.400	> 1.400 und ≤ 1.600	> 1.600 und ≤ 1.800	> 1.800 und ≤ 2.000

WASSERZEMENTWERT

Der Wasserzementwert ist eine wichtige Steuergröße für die Druckfestigkeit, die Beständigkeit und die Dauerhaftigkeit sowie die Widerstandsfähigkeit für äußere Angriffe auf den Beton oder den Stahl. Der Wasserzementwert (w/z-Wert) setzt sich zusammen, aus der Menge an Wasser geteilt durch die Menge an Zement in einem Kubikmeter Beton.

Zement bindet chemisch und physikalisch ca. 40% seiner Masse an Wasser. Bei einem w/z-Wert von 0,40 wird somit das gesamte Wasser gebunden. Ist der w/z-Wert über 0,40 fällt Überschusswasser an, dadurch entstehen feine Kapillarporen im Beton. Der Wasserzementwert darf nicht höher sein als in Anhang F „Grenzwerte der Betonzusammensetzung“ Tabelle F.1 und F.2 " nach DIN 1045-2: 2023-08 in Abhängigkeit der Expositionsklassen vorgeschrieben ist.



FESTLEGUNG FÜR BETON

NACH EIGENSCHAFTEN DIN 1045-2:2023-08

C30/37	XC4, XF1, WF	$D_{max} = 32$	Cl 0,40	BK-E	Normalbeton	F3
Druckfestigkeitsklasse	Expositions- und Feuchtigkeitsklasse	Größtkorn	Chloridgehaltsklasse	Betonklasse	Rohdichte-klasse	Konsistenzklasse

NACH ZUSAMMENSETZUNG DIN 1045-2:2023-08

CEM II/B-M (T-LL)	350 kg/m³	w/z 0.50	Cl 0.40	> 2000 kg/m³	A/B 16	0.5% FM
Zementart und Festigkeitsklasse des Zements Herkunft dieses Zements	Zementgehalt	Wasserzementwert oder Konsistenz	Arten, Kategorien und maximaler Chloridgehalt der Gesteinskörnungen	Rohdichte bei Leichtbeton oder Schwerbeton	Größtkorn der Gesteinskörnung sowie Nennwert D_{max} und Sieblinie	Art und Menge der Zusatzmittel, Zusatzstoffe oder Fasern, und Herkunft

Grundanforderungen an die Zusammensetzung des Betons

Allgemeines

- * Die Betonzusammensetzung und die Ausgangsstoffe für Beton nach Eigenschaften oder Beton nach Zusammensetzung müssen so ausgewählt werden, dass unter Berücksichtigung des Herstellungsverfahrens und des gewählten Ausführungsverfahrens für die Betonarbeiten die festgelegten Anforderungen an Frischbeton und Festbeton einschließlich Konsistenz, Rohdichte, Festigkeit und Dauerhaftigkeit erfüllt werden.
- * Für die Einhaltung der Anforderungen sind für Betone ab der Konsistenzklasse F3 und ab der Festigkeitsklasse C25/30 entweder die Mindestwerte an die Zusammensetzung (Mindest-Leimgehalt) nach Tabelle 16 einzuhalten oder es ist alternativ eine erweiterte Erstprüfung durchzuführen.

FEUCHTIGKEITSKLASSEN

Die Feuchtigkeits- sowie die Expositionsclassen sind dem Betonhersteller anzugeben. Daraus ergeben sich eventuell zusätzliche Anforderungen an die Gesteinskörnung, den Zement oder die Betonzusammensetzung.

FEUCHTIGKEITSKLASSEN

Klasse	Beschreibung der Umgebung	Beispiele für die Zuordnung der Expositionsclassen
Betonkorrosion infolge Alkali-Kieselsäurereaktion Anhand der zu erwartenden Umgebungsbedingungen ist der Beton einer der drei nachfolgenden Feuchtigkeitsclassen zuzuordnen.		
FEUCHTIGKEITSKLASSEN	WO	Beton, der nach Nachbehandlung nach DIN1045-3 nicht längere Zeit feucht und nach dem Austrocknen während der Nutzung weitgehend trocken bleibt. Innenbauteile des Hochbaus; Bauteile, auf die Außenluft, nicht jedoch z.B. Niederschläge, Oberflächenwasser, Bodenfeuchte einwirken können und/oder die nicht ständig einer relativen Luftfeuchte von mehr als 80% ausgesetzt werden.
	WF	Beton, der während der Nutzung häufig oder längere Zeit feucht ist. Ungeschützte Außenbauteile, die z.B. Niederschlägen, Oberflächenwasser oder Bodenfeuchte ausgesetzt sind; Innenbauteile des Hochbaus für Feuchträume, wie z.B. Hallenbäder, Wäschereien und andere gewerbliche Feuchträume, in denen die relative Luftfeuchte überwiegend höher als 80% ist; Bauteile mit häufiger Taupunktunterschreitung, wie z.B. Schornsteine, Wärmeübertragerstationen, Filterkammern und Viehställe; Massige Bauteile nach DAfStb-Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“, deren kleinste Abmessung 0,80 m überschreitet (unabhängig vom Feuchtezutritt).
	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 zusätzliche hohe dynamische Beanspruchung (z.B. Spritzwasserbereiche, Fahr- und Stellflächen in Parkhäusern); Bauteile von Industriebauten und landwirtschaftlichen Bauwerken (z.B. Güllebehälter) mit Alkalisalzeinwirkung. (Betonfahrbahnen der Belastungsklasse Bk 0.3 und Bk 1.0)
Die Feuchtigkeitsklasse WS ist in DIN 1045-2 nicht enthalten.		
Sie wird nur für hochbeanspruchte Fahrbahnen nach TL Beton-StB angewendet.		
WS	Beton, der hohe dynamische Beanspruchung und direktem Alkalieintrag ausgesetzt ist	Bauteile unter Tausalzeinwirkung mit zusätzlicher hoher dynamischer Beanspruchung (Betonfahrbahnen der Belastungsklasse Bk 1.8 bis Bk 100)

EXPOSITIONSKLASSEN - BEWEHRUNGSKO

Klasse	Umgebung	Anwendungsbeispiele
Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko		
X0 a	Für Beton ohne Bewehrung oder eingebettetes Metall	Bauteile ohne Bewehrung ohne Frost; Innenbauteile ohne Bewehrung; Beton in Gebäuden mit sehr geringer Luftfeuchte
Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Karbonatisierung XC		
XC1	trocken oder ständig nass	Bauteile in Innenräumen mit üblicher Luftfeuchte (einschließlich Küche, Bad und Waschküche in Wohngebäuden); Beton ständig in Wasser getaucht ist
XC2	nass, selten trocken	Teile von Wasserbehältern; Gründungsbauteile
XC3	mäßige Feuchte	Bauteile, zu denen die Außenluft häufig oder ständig Zugluft z.B. offene Hallen, Innenräume mit hoher Luftfeuchtigkeit (gewerblichen Küchen, Bädern, Wäschereien, in Feuchträumen, Hallenbädern und in Viehställen) Dachflächen mit flächiger Zugluft; Verkehrsflächen mit flächiger unterlaufsicherer Abdeckung
XC4	wechselnd nass und trocken	Außenbauteile mit direkter Beregnung
Bewehrungskorrosion, verursacht durch Chloride, ausgenommen Meerwasser		
XD1	mäßige Feuchte	Bauteile im Sprühnebelbereich von Verkehrsflächen; Einzelfahrbahnen Verkehrsflächen mit vollflächigem Oberflächenwasser
XD2	nass, selten trocken	Solebäder; Bauteile, die chloridhaltigen Industrieabwässern ausgesetzt sind
XD3	wechselnd nass und trocken	Teile von Brücken mit häufiger Spritzwasserbeanspruchung; Bahndecken; befahrene Verkehrsflächen mit rissvermeidenden Oberflächen ohne Abdichtung oder ohne Abdichtung; Verkehrsflächen mit dauerhaftem lokalem Schutz von Rissen
Bewehrungskorrosion, verursacht durch Chloride aus Meerwasser		
XS1	salzhaltige Luft, aber kein unmittelbarer Kontakt mit Meerwasser	Außenbauteile in Küstennähe
XS2	unter Wasser	Bauteile in Hafenanlagen, die ständig unter Wasser liegen
XS3	Tidebereiche, Spritzwasser- und Sprühnebelbereiche	Kaimauern in Hafenanlagen

ANGRIFF AUF BEWEHRUNG

- a** Nur für Beton ohne Bewehrung oder eingebettetes Metall
b Gilt nicht für Leichtbeton.
c Bei einem Größtkorn der Gesteinskörnung von 63 mm darf der Zementgehalt um 30 kg/m³ reduziert werden.

- d** Bei Verwendung von Luftporenbeton, z.B. aufgrund gleichzeitiger Anforderungen aus der Expositionsklasse XF, eine Festigkeitsklasse niedriger. In diesem Fall darf Fußnote **e** nicht angewendet werden.

- e** Bei langsam und sehr langsam erhärtenden Betonen ($r < 0,30$) eine Festigkeitsklasse niedriger. Die Druckfestigkeit zur Einteilung in die geforderte Druckfestigkeitsklasse nach 4.3.1 ist auch in diesem Fall an Probekörpern im Alter von 28 Tagen zu bestimmen. In diesem Fall darf Fußnote **d** nicht angewendet werden.

EROSION DIN 1045-02:2023-08 Anhang F Tabelle F.1

	max. w/z bzw. (w/z) _{eq}	Mindestdruckfestig- keitsklasse Ⓓ	Mindestzement- gehalt Ⓓ in kg/m ³	Mindestzementgehalt bei Anrechnung von Zusatzstoffen in kg/m ³
Nicht betonangreifender Umgebung				
ohne Schichte	-	C8/10	-	-
Metall enthält, Luft und Feuchte ausgesetzt ist, muss die Expositionsklasse wie folgt zugeordnet				
Blieb- beton, der	0,75	C16/20	240	240
gang hat, t z.B. in ummen von der Abdich- dichtung	0,65	C20/25	260	240
	0,60	C25/30	280	270
Metall enthält, chloridhaltigem Wasser, einschließlich Taumittel, ausgenommen Meerwasser, geordnet werden:				
Garagen; schutz	0,55	C30/37 Ⓓ	300	270
ern aus-	0,50	C35/45 Ⓓ e	320	270
ng; Fahr- enden Bau- befahrene sen	0,45	C35/45 Ⓓ	320	270
Metall enthält, Chloriden aus Meerwasser oder salzhaltiger Seeluft ausgesetzt ist, muss die				
	0,55	C30/37 Ⓓ	300	270
n	0,50	C35/45 Ⓓ e	320	270
	0,45	C35/45 Ⓓ	320	270

EXPOSITIONSKLASSEN - BETONKORROSION

Klasse	Umgebung	Anwendungsbeispiele	
Frostangriff mit und ohne Taumittel			
Wenn durchfeuchteter Beton erheblichem Angriff durch Frost ausgesetzt ist			
XF1	mäßige Wassersättigung, ohne Taumittel	Außenbauteile	
XF2	mäßige Wassersättigung, mit Taumittel	Bauteile im Sprühnebel- oder Spritzwasserbereich von taumittelbehandelten Verkehrsflächen, soweit nicht XF4; Betonbauteile im Sprühnebelbereich von Meerwasser	
XF3	hohe Wassersättigung, ohne Taumittel	offene Wasserbehälter; Bauteile in der Wasserwechselzone von Süßwasser horizontale Bauteile, mit Beanspruchung aus stehendem Wasser	
XF4	hohe Wassersättigung, mit Taumittel	Verkehrsflächen, die mit Taumitteln behandelt werden; Überwiegend horizontale Bauteile im Spritzwasserbereich von taumittelbehandelten Verkehrsflächen; Räumeraufbahnen von Kläranlagen; Meerwasserbauteile in der Wasserwechselzone	
ANGRIFF AUF BETON	Betonkorrosion durch chemischen Angriff		
	Wenn Beton chemischem Angriff durch natürliche Böden ausgesetzt ist		
	XA1	chemisch schwach angreifende Umgebung nach Tabelle 2	Behälter von Kläranlagen; Güllebehälter
	XA2	chemisch mäßig angreifende Umgebung nach Tabelle 2 und Meeresbauwerke	Betonbauteile, die mit Meerwasser in Berührung kommen; Bauteile in betonangreifenden Böden
XA3	chemisch stark angreifende Umgebung nach Tabelle 2	Industrieabwasseranlagen mit chemisch angreifenden Abwässern; Futtertische der Landwirtschaft; Kühltürme mit Rauchgasableitung	
Betonkorrosion durch Verschleißbeanspruchung		Wenn Beton einer erheblichen mechanischen Beanspruchung ausgesetzt ist	
XM1	mäßige Verschleißbeanspruchung	Tragende oder aussteifende Industrieböden mit Beanspruchung durch luftbereifte Fahrzeuge	
XM2	starke Verschleißbeanspruchung	Tragende oder aussteifende Industrieböden mit Beanspruchung durch luft- oder vollgummibereifte Gabelstapler	
XM3	sehr starke Verschleißbeanspruchung	Tragende oder aussteifende Industrieböden mit Beanspruchung durch elastomer- oder stahlrollenbereifte Gabelstapler; Oberflächen, die häufig mit Kettenfahrzeugen befahren werden, Wasserbauwerke in geschiebelasteten Gewässern, z. B. Tosbecken	

a Gilt nicht für Leichtbeton.

b Bei einem Größtkorn der Gesteinskörnung von 63 mm darf der Zementgehalt um 30 kg/m³ reduziert werden.

c Bei Verwendung von Luftporenbeton, z.B. aufgrund gleichzeitiger Anforderungen aus der Expositionsklasse XF, eine Festig-

keitsklasse niedriger. In diesem Fall darf Fußnoted nicht angewendet werden.

d Bei langsam und sehr langsam erhärtenden Betonen ($r < 0,30$) eine Festigkeitsklasse niedriger. Die Druckfestigkeit zur Einteilung in die geforderte Druckfestigkeitsklasse nach 4.3.1 ist auch in diesem Fall an Probe-

körpern im Alter von 28 Tagen zu bestimmen. In diesem Fall darf Fußnote c nicht angewendet werden.

e Luftporenbeton ist der Betonklasse BK-E nach DIN 1045-1000:2023-08 zugeordnet.

f Die Anrechnung auf den Mindestzementgehalt und den Wasserzementwert

DIN 1045-02:2023-08 Anhang F Tabelle F.2

Mindestzement-
gehalt **e** bei
Anrechnung von
Zusatzstoffen in
kg/m³

Mindestluftgehalt/
XM Oberflächen-
behandlung oder
Hartstoffe

rost-Tau-Wechsel ausgesetzt ist, muss die Expositionsklasse wie folgt zugeordnet werden:

max. w/z bzw. (w/z) _{eq}	Mindestdruck- festigkeitsklasse b	Mindestzement- gehalt in kg/m ³	Mindestzement- gehalt e bei Anrechnung von Zusatzstoffen in kg/m ³	Mindestluftgehalt/ XM Oberflächen- behandlung oder Hartstoffe
0,60	C25/30	280	270	-
0,55	C25/30	300	270 f	LP-Beton e
0,50	C35/45 d	320	270 f	-
0,55	C25/30	300	270	LP-Beton e
0,50	C35/45 d	320	270	-
0,50	C30/37	320	270 f	LP-Beton e h

und Grundwasser nach Tabelle 2, sowie Meerwasser und Abwasser ausgesetzt ist, muss die

0,60	C25/30	280	270	-
0,50	C35/45 c d	320	270	-
0,45	C35/45 c	320	270	Schutz- maßnahmen f

ng ausgesetzt ist, muss die Expositionsklasse wie folgt zugeordnet werden:

0,55	C30/37 c	300 g	270	
0,55	C30/37 c	300 g	270	Oberflächen- behandlung i Flügelglätten
0,45	C35/45 c	320 g	270	-
0,45	C35/45 c	320 g	270	Hartstoffe Einstreuen nach DIN 1100

ist nur bei Verwendung von Flugasche zulässig. Weitere Zusatzstoffe des Typs II dürfen zugesetzt, aber nicht auf den Zementgehalt oder den w/z angerechnet werden. Bei gleichzeitiger Zugabe von Flugasche und Silikastaub ist eine Anrechnung auch für die Flugasche

ausgeschlossen.

g Höchstzementgehalt 380 kg/m³, jedoch nicht bei Betonen der Druckfestigkeitsklassen ab C70/85.

h Erdfeuchter Beton mit w/z ≤ 0,40 darf ohne Luftporen hergestellt werden.

i Flügelglätten des Betons.

f Schutzmaßnahmen / Oberflächenbehandlung oder Hartstoffe

LIEFERUNG VON FRISCHBETON

Informationen vom Verwender an den Betonhersteller

Der Verwender muss mit dem Hersteller

- Lieferdatum, Uhrzeit, Menge und Abnahmegeschwindigkeit vereinbaren und den Hersteller gegebenenfalls über Folgendes informieren:
- besondere Förderung auf der Baustelle – besondere Einbauverfahren
- Beschränkungen bei den Lieferfahrzeugen, z.B. Art (Vorrichtungen mit oder ohne Rührwerk), Größe, Höhe oder Gesamtgewicht.

Informationen vom Betonhersteller an den Verwender

Auf Anfrage muss der Betonhersteller folgende Angaben für Beton nach Eigenschaften erteilen:

- Art und Festigkeitsklasse des Zements
- Art der Gesteinskörnung
- Art der Zusatzmittel und Art der Zusatzstoffe, falls verwendet
- Beschreibung der Fasern nach DIN EN 14889-1 oder DIN EN 14889-2 sowie Fasergehalt, sofern festgelegt
- Beschreibung der Fasern nach DIN EN 14889-1 oder DIN EN 14889-2, sofern nach der Leistungs-klasse von faserbewehrtem Beton festgelegt
- Zielgröße des Wasserzementwertes
- Ergebnisse einschlägiger, vorangegangener Prüfungen des Betons, z. B. aus der Produktions- oder Konformitätskontrolle oder von Erstprüfungen
- Festigkeitsentwicklung
- Herkunft der Ausgangsstoffe
- D_{max}
- Betonklasse BK-E: Eigenschaften von selbstverdichtendem Beton als Verarbeitbarkeitsbereich nach Anhang N

BK-E und BK-S: Für Betone, die den Betonklassen BK-E oder BK-S zugeordnet sind, muss der Betonhersteller dem Verwender die Angaben alle proaktiv mitteilen. Für die Betonklasse BK-E sind die Ergebnisse der Erstprüfung des Betons anzugeben.

Bei Lufttemperaturen unter 5 °C gelten die folgenden Vorgaben für die Frischbetontemperatur:

Lufttemperatur	Mindesttemperatur des Frischbetons beim Einbau
+5 °C bis -3 °C:	+5 °C im allgemeinen Fall, +10 °C bei < 240 kg/m ³ Zement oder bei LH-Zementen (Warmbeton)
< -3 °C:	Mindesttemperatur des Frischbetons beim Einbau +10 °C sollte mindestens 3 Tage lang gehalten werden (Warmbeton).

Frischbetontemperatur

Die Frischbetontemperatur darf beim Einbau im Allgemeinen 30 °C nicht überschreiten. Sie darf nur über 30 °C liegen, sofern der Beton in BBQ-S eingestuft und Maßnahmen bei der Erstprüfung ergriffen wurden, die bescheinigen, dass der Beton auch bei der höheren Temperatur seine Eigenschaften zielsicher erreicht.

ERSTPRÜFUNG UND ERWEITERTE ERSTPRÜFUNG

Erstprüfungen müssen vor der Verwendung des neuen Betons durchgeführt werden. Sie sind zu wiederholen, wenn wesentliche Änderungen der Ausgangsstoffe vorgenommen wurden oder festgelegte Anforderungen sich geändert haben.

Anforderungen:

- Frischbetontemperatur 15 - 22 °C
- Konsistenzmessung, Rohdichte, Frischbetontemperatur
- Druckfestigkeit an mind. 3 Probekörper
- Festigkeit = Mittelwert der Prüfergebnisse
- Ein entsprechendes Vorhaltemaß für die Druckfestigkeit ist einzuhalten

Das Vorhaltemaß muss:

- so groß sein, dass die Konformitätskriterien eingehalten werden, ungefähr das Doppelte der zu erwartenden Standardabweichung, mind. 6 N/mm² bis max. 12 N/mm²

BK-N: Außer bei SVB ist eine Erstprüfung nicht erforderlich, wenn für einen ähnlichen Beton Langzeiterfahrungen vorhanden sind.

BK-E: Eine Erstprüfung ist stets erforderlich.
Die Ergebnisse der Erstprüfung sind zu dokumentieren.

BK-E: Ergänzende Prüfungen zusätzlich zur Erstprüfung:

- Ermittlung der erforderlichen Mischzeit
- Bei Luftporenbeton Luftgehalt nach einer Mischzeit von mind. 60 s
- Prüfung Ansteifverhalten Konsistenz nach 10, 45 und 90 min
- Ab Konsistenzklasse F4: Prüfung der Wasserabsonderung durch „Eimerverfahren“
- Zulässige Abweichung geprüfter Frischbetonrohichte zu rechnerischer: $\pm 75 \text{ kg/m}^3$
- Proaktive Info zur Erstprüfung vom Betonhersteller an den Verwender (mit Betonzusammensetzung)

DRUCKFESTIGKEITSKLASSEN

für Normal- und Schwerbeton

Druckfestigkeitsklasse	Zylinder ^{1) 2)} $f_{ck,cyl}$ [N/mm ²]	Würfel ^{1) 3)} $f_{ck,cube}$ [N/mm ²]
	charakteristische Mindestdruckfestigkeit	
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 ⁴⁾	70	85
C80/95 ⁴⁾	80	95
C90/105 ⁴⁾⁵⁾	90	105
C100/115 ⁴⁾⁵⁾	100	115

für Leichtbeton

Druckfestigkeitsklasse	Zylinder ^{1) 2)} $f_{ck,cyl}$ [N/mm ²]	Würfel ^{1) 3)} $f_{ck,cube}$ [N/mm ²]
	charakteristische Mindestdruckfestigkeit	
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	28
LC40/44 ⁶⁾	40	44
LC45/55 ⁶⁾	45	50
LC50/55 ⁶⁾	50	55
LC55/60 ⁶⁾	55	60
LC60/66 ⁶⁾	60	66
LC70/77 ⁶⁾⁷⁾	70	77
LC80/88 ⁶⁾⁷⁾	80	88

⁶⁾ BK-E: Der Anhang R (normativ) ist ab LC55/60 bis einschließlich LC80/88 zu beachten.

⁷⁾ BK-E: Für Leichtbeton der Druckfestigkeitsklassen LC70/77 und LC80/88 sind die Festlegungen zum Übereinstimmungsnachweis im Hinblick auf die zielsichere Herstellung als nicht abschließend anzusehen.

¹⁾ Lagerung der Probe unter Wasser, Prüfdauer 28 Tage

²⁾ Zylinder: Ø 150 mm, h = 300 mm

³⁾ Würfel: Kantenlänge 150 mm

⁴⁾ Der Anhang R 1045-2 (normativ) ist zu beachten

⁵⁾ BK-E: Für Beton der Druckfestigkeitsklassen

C90/105 und C100/115 sind die Festlegungen zum Übereinstimmungsnachweis im Hinblick auf die zielsichere Herstellung als nicht abschließend anzusehen.

GRÖSTKORN

Der Nennwert des Größtkorns der Gesteinskörnung (D_{max}) ist unter Berücksichtigung der Bewehrungsüberdeckung, des Bewehrungsabstandes und der Bauteilgeometrie festzulegen.



GRENZWERTE FÜR DIE EXPOSITIONSKLASSEN

bei chemischem Angriff durch natürliche Böden und Grundwasser
DIN 1045-2:2023-08 (Tabelle 2)

Chemisches Merkmal	XA1	XA2	XA3
Grundwasser und natürliche Böden	schwach angreifend	mäßig angreifend	stark angreifend
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 *	≥ 2.000 und ≤ 3.000 *	> 3000 und ≤ 12000	> 12000 und ≤ 24000
Säuregrad nach Baumann-Gully [mg/kg]	> 200	in der Praxis nicht anzutreffen	

* siehe DIN 1045-2:2023-08 Tabelle 2

CHLORIDGEHALTSKLASSEN

DIN 1045-2:2023-08 (Tabelle 17)

Höchstzulässiger Chloridgehalt von Beton

Betonverwendung	Klasse des Chlorgehaltes	Höchstzulässiger Chloridgehalt, bezogen auf den Zement in Massenanteilen *
unbewehrter Beton	Cl 1,0	1,0 %
Stahlbeton	Cl 0,40	0,40 %
Spannbeton	Cl 0,20	0,20 %

* Werden Zusatzstoffe des TypsII verwendet und für den Zementgehalt berücksichtigt, wird der Chloridgehalt als der Chloridionengehalt, bezogen auf den Zement im Massenanteil und der Gesamtmasse der zu berücksichtigenden Zusatzstoffe ausgedrückt.

MINDESTLEIMGEHALT

DIN 1045-2:2023-08 (Tabelle 16) – Mindest-Leimvolumen in Abhängigkeit des Größtkorns D_{\max} für Kiessandbeton, ab der Konsistenzklasse F3 oder höher und ab der Festigkeitsklasse C25/30

Größtkorn D_{\max}	Mindestwerte für das Leimvolumen* in l/m^3			
	F3	F4	F5	F6
32	270	280	290	300
22	275	285	295	305
16	280	190	300	310
8	295	305	315	325

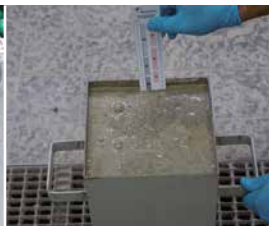
* Besondere Gesteinskörnung (z.B. gebrochene Gesteinskörnungen) können ein höheres Leimvolumen erfordern. Gilt nicht für Betone nach den DAfStb-Richtlinien „Massige Bauteile aus Beton“ und „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“. Das Leimvolumen ist aus den volumetrischen Anteilen von Zement, Zusatzstoffen und dem wirksamen Wassergehalt zu berechnen.

KONSISTENZKLASSEN

DIN 1045-2:2023-08 (Tabelle 4 und 5)

Konsistenz	Ausbreitmaß		Verdichtungsmaß nach Walz	
	Klasse	Wert in mm	Klasse	Wert
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	490 bis 550		
fließfähig	F5	560 bis 620		
sehr fließfähig	F6*	≥ 630		

* Bei Ausbreitmaßen ohne Schlag (Fließmaße) ≥ 700 mm gelten die Anforderungen an SVB nach DIN 1045-2:2023-08



VERWENDUNG VON ZUSATZSTOFFEN

Zusatzstoffe werden in zwei Typen unterteilt.

Zusatzstoff des Typs I beinhaltet inerte Stoffe (z. B. Gesteinsmehl, Kalksteinmehl), die keine chemische Bindung eingehen.

Als Zusatzstoffe des Typs II werden puzzolanische Stoffe (z. B. Steinkohlenflugasche, Silikastaub, DOROBASE) bezeichnet, die bei der Hydratation des Zementes selbst einen Festigkeitsbeitrag leisten. Bei der Berechnung des äquivalenten Wasserzementwertes $(w/z)_{eq}$ werden sie über den Anrechenbarkeitswert (k-Wert) berücksichtigt.

Anrechenbarkeit der maximalen Zusatzstoffmenge des Typ II zur Gewährung der Alkalität auf den Wasserzementwert und der Mindestzementgehalte

	Flugasche (f)	Silicastaub (s)	Flugasche und Silicastaub	DOROBASE ⁹⁾ gebrannter Schiefer (t)
Maximaler Zusatzstoffgehalt zur Gewährung der Alkalität	$f_{max} = 0,11 \cdot z^{1)}$	$s_{max} = 0,11 \cdot z^{1)}$	$s_{max} = 0,11 \cdot z$ $f_{max}^{2)} = 0,66 \cdot z - 3 \cdot s$ $f_{max}^{3)} = 0,45 \cdot z - 3 \cdot s$	$t_{max} = 0,11 \cdot z$
Anrechenbare Zusatzstoffmenge auf den Wasserzementwert	$f_{max} = 0,33 \cdot z^{4)}$ $f_{max} = 0,25 \cdot z^{5)}$ $f_{max} = 0,15 \cdot z^{6)}$ $f + z \geq z_{min}$	$s_{max} = 0,11 \cdot z$ $s + z \geq z_{min}$	$f_{max} = 0,33 \cdot z$ und $s_{max} = 0,11 \cdot z$ $f + s + z \geq z_{min}$	$t_{max} = 0,33 \cdot z$
k-Wert	$k_f = 0,4$	$k_s = 1,0$	$k_f = 0,4$ $k_s = 1,0$	$k_t = 0,9$
Äquivalenter Wasserzementwert $(w/z)_{eq}$ ⁸⁾	$w/(z + k_f \cdot f)$	$w/(z + k_s \cdot s)$ ⁷⁾	$w/(z + k_f \cdot f + k_s \cdot s)$ ⁷⁾	$w/(z + k_t \cdot t)$
Reduzierter Mindestzementgehalt ⁸⁾	240 kg/m ³ bei XC1, XC2 und XC3, sonst 270 kg/m ³ , wenn die Zusatzstoffmenge mindestens der Zement- Verringerungsmenge entspricht			

Zementgehalt z, Flugaschegehalt f, Silicastaubgehalt s und Dorobase-Gehalt t, alle in kg/m³

Für die Verwendung von Flugasche in Unterwasserbeton gilt: $(z + f) \leq 350 \text{ kg/m}^3$; $(w/z)_{eq} = w/(z + 0,7 \cdot f) \leq 0,60$

¹⁾ für Zemente mit D

²⁾ für CEM I

³⁾ für CEM II/A-S, CEM II/B-5, CEM III/A und andere (s. DIN 1045-2)

⁴⁾ für Zemente ohne P, V und D

⁵⁾ für Zemente mit P oder V ohne D

⁶⁾ für Zemente mit D

⁷⁾ für alle Expositionsclassen außer XF2 und XF4

⁸⁾ Die Anrechnung auf den Mindestzementgehalt und den w/z-Wert ist bei XF2 und XF4 nur bei der Verwendung von f zulässig. Bei gleichzeitiger Zugabe von f + s ist eine Anrechnung auch für f ausgeschlossen.

⁹⁾ Einschränkungen: Eine Verringerung des Mindestzementgehalts und Anrechnung auf den w/z-Wert beim Einsatz von DOROBASE als Betonzusatzstoff ist nur für Betone mit Portlandzement (CEM I) oder Portlandkalksteinzement (CEM II/A-LL) zulässig • DOROBASE darf für die Expositionsclassen XF2 und XF4 nicht auf den Mindestzementgehalt oder den w/z-Wert angerechnet werden

VERWENDUNG VON BETONZUSATZMITTELN

Für die Verwendung von Zusatzmitteln nach DIN EN 934-2 gelten folgende Regeln:

Wirkungsgruppen/-arten nach DIN EN 934-2

Bezeichnung	Abk.	Wirkung
Betonverflüssiger	BV	Verminderung des Wasseranspruchs und/oder Verbesserung der Verarbeitbarkeit
Fließmittel	FM	Starke Verminderung des Wasseranspruchs und/oder Verbesserung der Verarbeitbarkeit
Luftporenbildner	LP	Einführung kleiner, gleichmäßig verteilter Mikroluftporen zur Erhöhung des Frost- und Frost-Tausalz-Widerstandes
Verzögerer	VZ	Abbindeverzögerung des Betons (Betonieren bei hohen Temperaturen)
Erstarrungsbeschleuniger	BE	Beschleunigung des Abbindens von Beton nach dem Mischen
Erhärtungsbeschleuniger	BE	Beschleunigung der Erhärtung des Betons (Frühfestigkeit) mit und ohne Veränderung der Abbindezeit
Dichtungsmittel	DM	Verminderung der kapillaren Wasseraufnahme
Stabilisierer	ST	Erhöhung des Zusammenhalts, Verbesserung der Kohäsion
Zusatzmittel für Einpressmörtel	EH	Verbesserung der Fließfähigkeit, Verminderung des Wasseranspruchs und der Absetzneigung (Bluten), leichte Quellwirkung

Verwendung von Zusatzmitteln

Für die Verwendung von Zusatzmitteln gelten folgende Regeln:

- Wenn die Gesamtmenge flüssiger Betonzusatzmittel größer 3 l/m^3 Beton übersteigt, muss dies bei der Berechnung des W/Z-Wertes 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.-% v. Zement müssen im Zugabewasser aufgelöst werden
- Bei Zugabe mehrerer Zusatzmittel muss die Verträglichkeit nachgewiesen werden
- Beton der Konsistenzklassen $\geq \text{F4}$ ist mit Fließmittel herzustellen.

ZUGABE VON FM ODER VZ AUF DER BAUSTELLE

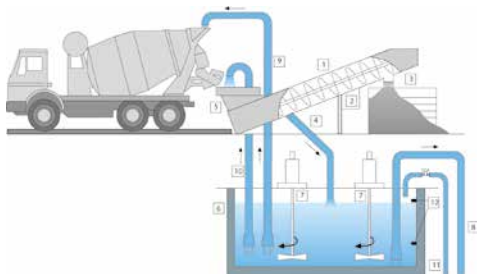
Mischzeit bei FM-Zugabe	Mischzeit bei VZ-Zugabe
mind. 1 Minute je m^3 Beton mind. 5 Minuten	nur für Verarbeitungszeit ≥ 12 Std. mind. 5 Minuten bei Trommelinhalt $> 6 \text{ m}^3$ mind. 10 Minuten

ZUGABEWASSER

FESTLEGUNGEN ÜBER ZUGABEWASSER ENTHALTEN DIN 1045-2 UND DIN EN 1008

Verwendbarkeit verschiedener Wässer als Zugabewasser für Beton

Zugabewasser	Beton	Verwendbarkeit
Trinkwasser	unbewehrt/Stahlbeton/ Spannbeton	geeignet (Prüfung nicht erforderlich)
in der Natur vorkommende Wasser (Oberflächenwasser, Grundwasser)	unbewehrt/Stahlbeton/ Spannbeton	geeignet (im Zweifelsfall Prüfung erforderlich)
Restwasser	unbewehrt/Stahlbeton/ Spannbeton	geeignet (Prüfung erforderlich): für Betone $\leq C50/60$ und $\leq LC 50/55$ (für LP-Betone und hochfeste Betone nicht verwendbar)
Meerwasser	unbewehrt Stahlbeton/ Spannbeton	geeignet nicht geeignet
Industrielle Abwasser, Brackwasser, Abwasser	unbewehrt/Stahlbeton/ Spannbeton	nicht geeignet



WASSERZUGABE AUF DER BAUSTELLE

Veränderung der Betonzusammensetzung auf der Baustelle.

Eine Änderung der Mischungsanteile nach dem Hauptmischvorgang ist nicht zulässig.

In besonderen Fällen dürfen Zusatzmittel, Pigmente, Fasern oder Wasser hinzugefügt werden:

- sofern dies unter der Verantwortung des Herstellers geschieht
- die Konsistenz und die Grenzwerte mit den festgelegten Werten übereinstimmen
- ein dokumentiertes Verfahren zur sicheren Durchführung dieses Vorgangs vorliegt

Bei Zugabe von Wasser oder FM ist eine Konformitätskontrolle am Beton nach der Zugabe durchzuführen. Die jeweils in den Fahrnischer zugegebenen Mengen müssen in jedem Fall auf dem Lieferschein vermerkt werden.

Frischbeton sollte 90 min nach der ersten Wasserzugabe vollständig entladen sein, es sei denn die Verarbeitbarkeitszeit des Betons wurde durch die Zugabe von Zusatzmitteln verlängert.

Bei Verlängerung um mehr als 3h gilt die DAfStb-Richtlinie „Beton mit verlängerter Verarbeitbarkeitszeit (Verzögerter Beton)“.

Falls dem Beton im Fahrnischer auf der Baustelle Stoffe ohne Zustimmung des Betonverantwortlichen zugegeben werden, oder mehr zugegeben werden als nach der Festlegung zulässig, sollte die Betoncharge auf dem Lieferschein als „nicht konform“ bezeichnet werden.

Der Beteiligte, der diese Zugabe veranlasst, ist für die Konsequenzen verantwortlich und sollte auf dem Lieferschein angegeben werden. Das Verfahren zur Anpassung der Mischung nach dem Hauptmischvorgang, vor dem Entladen sollte im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle folgende Merkmale aufweisen:

- Eine Dosieranweisung für die Zugabe liegt vor
- Die Gesamtmenge und die nachträglich noch zugegebenen Mengen an Stoffen sind anzugeben
- Die Dosiereinrichtung des Fahrnischers ist zu beschreiben
- Die Dosiergenauigkeit von $\pm 3\%$ ist einzuhalten
- Die Frischbetonkonsistenz vor und nach der Anpassung der Mischung durch verflüssigende Zusatzmittel oder planmäßige Wasserzugabe ist auf dem Lieferschein anzugeben
- Proben für die werkseigene Produktionskontrolle sind nach der letzten Zugabe von Zusatzmitteln, Pigmenten, Fasern oder Wasser zu entnehmen.

Mischen des Betons auf der Baustelle

Nach Zugabe der genannten Stoffe ist die Mischzeit auf der Baustelle entsprechend anzupassen. Siehe Tabelle „Zugabe von FM oder VZ auf der Baustelle“. Im Fahrnischer darf die Dauer des erneuten Mischens nicht weniger als 1 min/m^3 und nach Zugabe von Zusatzmitteln oder Fasern nicht kürzer als 5 min und mind. 1 min/m^3 sein.

Holcim (Süddeutschland) GmbH

Dormettinger Straße 27

D-72359 Dotternhausen

Deutschland

Telefon +49 (0) 7427 79 0

info-sueddeutschland@holcim.com



[holcim_sued](#)



[Holcim Süddeutschland GmbH](#)



www.holcim-sued.de

Haftungsausschluss

Die Hinweise und Empfehlungen der Holcim (Süddeutschland) GmbH berücksichtigen die derzeit gültigen Normen, Merkblätter und Praxiserfahrungen. Die Informationen sind jedoch unverbindlich und werden unter Ausschluss jeglicher Haftung, oder Gewährleistung abgegeben.