



Kompetenz für dichte Bauwerke

Betonklassifizierungen nach Norm

Stand 2012



PERMATON[®]
R Ö D E R M A R K

Betonklassifizierung nach Eigenschaften

Beispiel: Festlegung eines Stahlbeton-Außenbauteils

| Druckfestigkeitsklasse | Expositions-klasse | Konsistenz-klasse | Größtkorn | Chlorid-klasse |
|------------------------|----------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|
| C 25/30 | XC 4 XF 1 XA 1 | F 3 | $D_{\max} = 32$ | Cl 0,40 ¹⁾ |

¹⁾ alternativ kann auch die Betonverwendung angegeben werden, z. B. „Stahlbeton“

DRUCKFESTIGKEITSKLASSE

Beispiel: C 25/30

$\begin{array}{c} \text{C} \\ | \\ \text{C} \end{array} \begin{array}{c} 25/30 \\ | \\ 25 \\ | \\ 30 \end{array} = \text{Concrete (Beton)}$
 $\begin{array}{c} | \\ 25 \end{array} = \text{charakteristische Zylinder}^{1)\text{)}\text{-Druckfestigkeit in N/mm}^2$
 $\begin{array}{c} | \\ 30 \end{array} = \text{charakteristische Würfel}^{2)\text{)}\text{-Druckfestigkeit in N/mm}^2$

„charakteristische Festigkeit“ = 5 %-Fraktile

¹⁾ = Ø 150 mm , h = 300 mm; 28 d unter Wasser

²⁾ = Kantenlänge 150 mm; 28 d unter Wasser

Bei Lagerung DIN EN 12390-2, Anhang NA (7 d unter Wasser) darf die Druckfestigkeit wie folgt umgerechnet werden:

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

$f_{c, \text{cube}}$ = Betondruckfestigkeit, geprüft am Würfel, 28 d unter Wasser gelagert
 $f_{c, \text{dry}}$ = Betondruckfestigkeit, geprüft am Würfel, 7 d unter Wasser gelagert

| normalfester Beton | | hochfester Beton |
|--------------------|--------|------------------|
| C8/10 | C30/37 | C55/67 |
| C12/15 | C35/45 | C60/75 |
| C16/20 | C40/50 | C70/85 |
| C20/25 | C45/55 | C80/95 |
| C25/30 | C50/60 | C90/105* |
| | | C100/115* |

* nur mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung oder Zustimmung im Einzelfall

EXPOSITIONSKLASSE

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

¹⁾ bei LP-Beton wg. XF eine Festigkeitsklasse niedriger (LP = mit Luftporenbildner herzustellen).

²⁾ bei langsam und sehr langsam erhärtenden Betonen ($r < 0,30$) ein Festigkeitsklasse niedriger. Die Druckfestigkeit zur Einteilung in die geforderte Druckfestigkeitsklasse muss im Alter von 28 Tagen bestimmt werden.

KONSISTENZKLASSE

| Konsistenz | Ausbreitmaß in mm | | Verdichtungsmaß | |
|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|---------------|
| | | | | |
| sehr steif | | | C0 | $\geq 1,46$ |
| 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* | $\geq 630^{**}$ | | |

* mit Fließmitteln herzustellen.

** Bei Ausbreitmaßen über 700 mm ist die DAfStb-Richtlinie "Selbstverdichtender Beton" zu beachten.

GRÖSSTKORN DER GESTEINSKÖRNUNG

Das Nennwert des Größtkorns der Gesteinskörnung (D_{max}) ist unter Berücksichtigung der Betondeckung und der kleinsten Querschnittmaße auszuwählen.

Nennwert des Größtkorns der Lieferkörnung nach DIN 4226-1 in mm:

| | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|
| 8 | 11 | 16 | 22 | 32 | 63 |
|---|----|----|----|----|----|

KLASSE DES CHLORIDGEHALTS

| Betonverwendung | Klasse | max. Chloridgehalt* |
|-----------------|---------|---------------------|
| Ohne Bewehrung | Cl 1,00 | 1,00 % |
| Stahlbeton | Cl 0,40 | 0,40 % |
| Spannbeton | Cl 0,20 | 0,20 % |

* des Betons, bezogen auf den Zementgehalt und ggf. angereicherte Zusatzstoffe

BETONKORROSION INFOLGE ALKALI-KIESELSÄUREREAKTION

Anhand der zu erwartenden Umgebungsbedingungen ist der Beton einer der vier nachfolgenden Feuchtigkeitsklassen zuzuordnen

| Klasse | Beschreibung der Umgebung |
|--------|---|
| WO | Beton, der nach normaler Nachbehandlung nicht längere Zeit feucht und nach dem Austrocknen während der Nutzung weitgehend trocken bleibt. |
| WF | Beton, der während der Nutzung häufig oder längere Zeit feucht ist. |
| WA | Beton, der zusätzlich zu der Beanspruchung nach Klasse WF häufiger oder langzeitiger Alkalizufuhr von außen ausgesetzt ist. |
| WS | Beton, der hoher dynamischer Beanspruchung und direktem Alkalieintrag ausgesetzt ist. |

Wasserundurchlässige Betonbauwerke/Betonbauteile nach WU-Richtlinie

FESTLEGUNG DER BEANSPRUCHUNGSKLASSE

Beanspruchungsklasse 1

- drückendes Wasser
- nichtdrückendes Wasser
- zeitweise aufstauendes Sickerwasser

Beanspruchungsklasse 2

- nichtstauendes Sickerwasser
- Bodenfeuchte

NUTZUNGSKLASSEN

Nutzungsklasse A

- Feuchtetransport in flüssiger Form nicht zulässig
- Feuchtestellen auf der Bauteiloberfläche als Folge von Wasserdurchtritt nicht zulässig

Nutzungsklasse B

- Feuchtetransport in flüssiger Form im Bereich von Trennrissen, Sollrissquerschnitten, Fugen und Arbeitsfugen in begrenztem Maße zulässig
- Entstehende Feuchtestellen mit Dunkelverfärbungen, ggf. auch Bildung von Wasserperlen zulässig

Bei zusätzlichen Anforderungen an Bauteiloberflächen ohne Tauwasserbildung und/oder trockenes Raumklima sind planerisch raumklimatisierte (z.B. Heizung, Lüftung zur Abfuhr von Oberflächentauwasser) und bauphysikalische Maßnahmen (z.B. Wärmedämmung zur Vermeidung von Oberflächentauwasser) vorzusehen.

Werden andere Nutzungen als in Nutzungsklasse A bzw. B gewünscht, so sind diese im Bauvertrag oder in den Entwurfsunterlagen festzulegen.

EMPFOHLENE MINDESTBAUTEILDICKEN¹⁾

| Bauteil | Beanspruchungsklasse | Ortbeton | Elementwand | Fertigteile ⁴⁾ |
|-------------|----------------------|-----------------------------|---|---------------------------|
| Wände | 1 | 24 cm (24 cm) ²⁾ | 24 cm (30 cm) ²⁾ | 20 cm |
| | 2 | 20 cm (24 cm) ²⁾ | 24 cm ³⁾ (30 cm) ²⁾ | 10 cm |
| Bodenplatte | 1 | 25 cm (25 cm) ²⁾ | – | 20 cm |
| | 2 | 15 cm (25 cm) ²⁾ | – | 10 cm |

¹⁾ Anwendung der Mindestbauteildicke erfordert u.a. zusätzliche betontechnologische Maßnahmen hinsichtlich der Betondruckfestigkeit, des w/z-Wertes und des Größtkorns.

²⁾ Mindestbauteildicken nach System PERMATON.

³⁾ Unter Beachtung besonderer betontechnischer und ausführungstechnischer Maßnahmen ist eine Abminderung auf 20 cm möglich.

⁴⁾ Fertigteile sind nach System PERMATON nicht ausführbar.

GRENZWERTE FÜR EXPOSITIONSKLASSE XA

| Chemisches Merkmal | XA 1 | XA 2 | XA 3 |
|--|---------------------|--------------------------------|--------------------------|
| 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 | ≥ 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 u. ≤ 3000 | > 3000 u. ≤ 12000 | > 12000 u. ≤ 24000 |
| Säuregrad | > 200 Baumann-Gully | In der Praxis nicht zutreffend | |

¹⁾ Falls der Sulfatgehalt des Grundwassers > 600 mg/l beträgt, ist dies im Rahmen der Festlegung des Betons anzugeben

BETONDECKUNG DER BEWEHRUNG FÜR BETONSTAHL¹⁾

| Expositionsklasse | Stabdurchmesser ²⁾ d _s [mm] | Mindestmaße c _{min} [cm] | Nennmaße c _{nom} [cm] |
|-----------------------------|--|--------------------------------------|-----------------------------------|
| XC1 | bis 10 | 1,0 | 2,0 |
| | 12, 14 | 1,5 | 2,5 |
| | 16, 20 | 2,0 | 3,0 |
| | 25 | 2,5 | 3,5 |
| | 28 | 3,0 | 4,0 |
| XC2, XC3 | bis 20 | 2,0 | 3,5 |
| | 25 | 2,5 | 4,0 |
| | 28 | 3,0 | 4,5 |
| XC4 | bis 25 | 2,5 | 4,0 |
| | 28 | 3,0 | 4,5 |
| XD1, XD2, XD3 ³⁾ | bis 28 | 4,0 | 5,5 |
| XS1, XS2, XS3 | bis 28 | 4,0 | 5,5 |

¹⁾ Bei mehreren zutreffenden Expositionsklassen für ein Bauteil ist jeweils die Expositionsklasse mit der höchsten Anforderung maßgebend. Vergrößerung bzw. Verminderung der Betondeckung siehe DIN.

²⁾ Bei Stabdübeln ist der Vergleichsdurchmesser d_{sw} maßgebend.

³⁾ Für XD3 können im Einzelfall zusätzlich besondere Maßnahmen zum Korrosionsschutz der Bewehrung notwendig sein.

ZUORDNUNG „BESONDERE EIGENSCHAFTEN – EXPOSITIONSKLASSEN“

| DIN 1045: 1988 u. DAfStb-Richtlinien | | DIN EN 206-1/ DIN 1045-2 | |
|---|--|----------------------------------|---|
| Beschreibung Bes. Eigenschaften | Mindest- anforderung | Expositions- klasse(n) | Mindest- anforderung |
| Unbewehrter Beton | B 5 | X0 | C8/10 |
| Innenbauteil | B 15 w/z ≤ 0,75 | XC1 | C16/20 w/z ≤ 0,75 |
| Außenbauteil | B 25 w/z ≤ 0,60 | XC4 XF1 | C25/30 w/z ≤ 0,60 Gest.-Körnung F ₄ |
| Wasserundurch- lässiger Beton | B 25 w/z ≤ 0,60 | DIN 1045-2 Abschnitt 5.5.3 | C25/30 w/z ≤ 0,60 |
| Beton mit hohem Frostwiderstand | B 25 w/z ≤ 0,60 Zuschlag eF | XC4 XF1 | C25/30 w/z ≤ 0,60 Gest.-Körnung F ₄ |
| Beton m.hohem Frost- u.Tausalz- widerstand | B 25 w/z ≤ 0,50 Zuschlag eFT; LP | XF4 | C30/37 w/z ≤ 0,50 Gest.-Körnung MS ₁₈ ; LP |
| Beton m. hohem Frost- u.Tausalz- widerstand, sehr starker Frost-Tausalzangriff | B 25 w/z ≤ 0,50 Zuschlag eFT; LP | XF4 | C30/37 w/z ≤ 0,50 Gest.-Körnung MS ₁₈ ; LP |
| Beton mit hohem Widerstand gegen schwachen che- mischen Angriff | B 25 w/z ≤ 0,60 | XA1 | C25/30 w/z ≤ 0,60 |
| Beton mit hohem Widerstand gegen starken chemischen Angriff | B 25 w/z ≤ 0,50 | XA2 | C35/45 w/z ≤ 0,50 |
| Beton mit hohem Widerstand gegen sehr starken chemischen Angriff | B 25 w/z ≤ 0,50 | XA2 | C35/45 w/z ≤ 0,50 |
| Beton mit hohem Verschleißwiderstand | B 35 | XM1 | C30/37 w/z ≤ 0,55 |
| Beton für hohe Gebrauchstemp. bis 250 °C | geeigneter Zuschlag | DIN 1045-2 Abschnitt 5.3.6 | geeignete Gesteinskörnung |
| Beton für Unterwas- serschüttung (Unter- wasserbeton) | w/z ≤ 0,60 | DIN 1045-2 Abschnitt 5.3.4 | w/z ≤ 0,60 |
| Hochfester Beton | ≥ B 65 | DIN EN 206-1 Abschnitt 3.1.10 | ≥ C50/60 ≥ LC50/55 |
| Fließbeton | Konsistenz- klasse KF | DIN 1045-2 Abschnitt 3.1.51 | Konsistenzklassen F4 und F5 |

MINDESTDAUER DER NACHBEHANDLUNG IN TAGEN ¹⁾ ALLE EXPOSITIONSKLASSEN ²⁾ AUSSER X0 UND XC1

| Oberflächentemperatur ³⁾ ϑ [°C] | Festigkeitsentwicklung des Betons ⁴⁾ $r = f_{cm2} / f_{cm28}$ ⁵⁾ | | | |
|---|--|-------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | schnell $r \geq 0,50$ | mittel $r \geq 0,30$ | langsam $r \geq 0,15$ | sehr langsam $r < 0,15$ |
| ≥ 25 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| $25 > \vartheta \geq 15$ | 1 | 2 | 4 | 5 |
| $15 > \vartheta \geq 10$ | 2 | 4 | 7 | 10 |
| $10 > \vartheta \geq 5$ ⁶⁾ | 3 | 6 | 10 | 15 |

¹⁾ Nachbehandlungsdauer bei Verarbeitbarkeitszeit > 5 h angemessen verlängern.

²⁾ Für Expositionsklasse XM Werte verdoppeln.

³⁾ Anstelle Oberflächentemperatur des Betons darf die Lufttemperatur angesetzt werden.

⁴⁾ Aus Mittelwerten der Druckfestigkeit nach 2 und 28 Tagen, ermittelt nach DIN EN 12390-3, entweder bei der Erstprüfung oder aus bekanntem Verhältnis von Betonen vergleichbarer Zusammensetzung (gleicher Zement, gleicher Wasserzementwert).

⁵⁾ Zwischenwerte dürfen ermittelt werden.

⁶⁾ Nachbehandlungsdauer bei Temperaturen < 5 °C um die Zeit der Temperaturen < 5 °C verlängern.

MINDESTDAUER DER NACHBEHANDLUNG IN TAGEN ¹⁾ EXPOSITIONSKLASSEN XC2, XC3, XC4 UND XF1

| Firschbetontemperatur ϑ_{fb} zum Zeitpunkt des Beton- einbaus [°C] | Festigkeitsentwicklung des Betons ²⁾ $r = f_{cm2} / f_{cm28}$ ³⁾ | | |
|--|--|-------------------------|--------------------------|
| | schnell $r \geq 0,50$ | mittel $r \geq 0,30$ | langsam $r \geq 0,15$ |
| $\vartheta_{fb} \geq 15$ | 1 | 2 | 4 |
| $10 \leq \vartheta_{fb} < 15$ | 2 | 4 | 7 |
| $5 \leq \vartheta_{fb} < 10$ | 4 | 8 | 14 |

¹⁾ Nachbehandlungsdauer bei Verarbeitbarkeitszeit > 5 h angemessen verlängern.

²⁾ Aus Mittelwerten der Druckfestigkeit nach 2 und 28 Tagen, ermittelt nach DIN EN 12390-3, entweder bei der Erstprüfung oder aus bekanntem Verhältnis von Betonen vergleichbarer Zusammensetzung (gleicher Zement, gleicher Wasserzementwert).

³⁾ Zwischenwerte dürfen ermittelt werden.

Alle Angaben sind nach bestem Wissen und Gewissen zusammengestellt und geprüft.

Für die Vollständigkeit und Richtigkeit übernehmen wir keine Haftung. Ersatzansprüche können aus diesen Angaben nicht hergeleitet werden.

ÜBERWACHUNGSKLASSEN FÜR BETON

| | Überwachungsklasse | | |
|---|------------------------|---|-----------------|
| | 1 | 2 ¹⁾ | 3 ¹⁾ |
| Festigkeitsklasse für Normal- und Schwerbeton | ≤ C25/30 ²⁾ | ≥ C30/37 und ≤ C50/60 | ≥ C55/67 |
| Expositionsklasse | X0, XC, XF1 | XS, XD, XA, XM ³⁾ , ≥ XF2 | – |
| Besondere Beton-eigenschaften ⁴⁾ | – | Beton für wasserundurchlässige Baukörper (z.B. Weiße Wannen) ⁵⁾ , Unterwasserbeton, Beton für hohe Gebrauchstemperaturen ≤ 250 °C, Strahlenschutzbeton (ausgenommen KKW) | – |

¹⁾ Das Bauunternehmen muss über eine ständige Betonprüfstelle verfügen. Eigenüberwachung sowie Fremdüberwachung durch anerkannte Überwachungsstelle erforderlich.

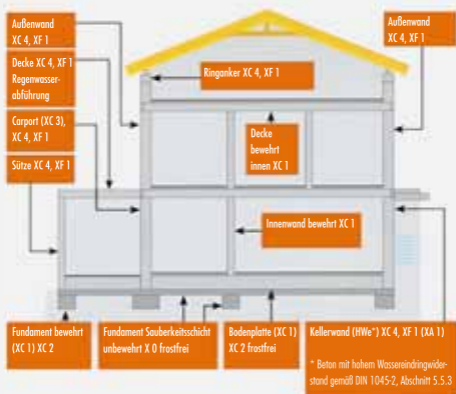
²⁾ Spannbeton C25/30 ist stets in Überwachungsklasse 2 einzuordnen.

³⁾ Gilt nicht für übliche Industrieböden.

⁴⁾ Für besondere Anwendungsfälle (z.B. verzögerter Beton, FD/FDE-Beton) sind die Richtlinien des DAfStb zu beachten.

⁵⁾ Beton mit hohem Wassereindringwiderstand darf in die Überwachungsklasse 1 eingeordnet werden, wenn der Baukörper maximal nur zeitweilig aufstauendem Sickerwasser ausgesetzt ist und wenn in der Projektbeschreibung nicht anderes festgelegt ist.

ANWENDUNGSBEISPIEL:



Weitere Informationen erhalten
Sie von unseren Mitarbeitern und
im Internet unter

WWW.PERMATON-ROEDERMARK.DE

**PERMATON wpc
Rödermark GmbH**

Albert-Einstein-Straße 21
63322 Rödermark
Tel. 06074 91896-0
Fax 06074 91896-18
info@permaton-roedermark.de

Niederlassung Nord

Berliner Straße 78
31737 Rinteln
Tel. 05751 924507-0
Fax 05751 924507-29
NL-nord@permaton-roedermark.de

Niederlassung Süd

Schellingstraße 40
72622 Nürtingen
Tel. 07022 96099-0
Fax 07022 96099-99
NL-sued@permaton-roedermark.de



PERMATON
R Ö D E R M A R K

Kompetenz für dichte Bauwerke