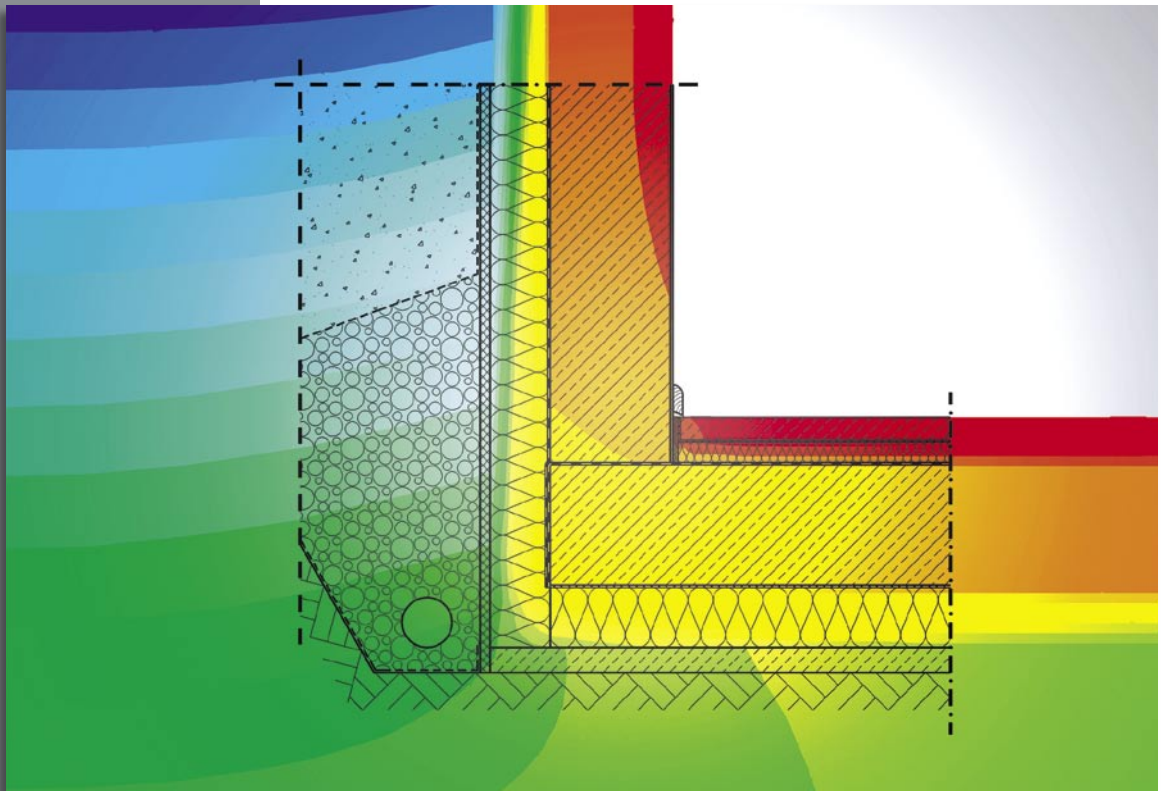




Bauteilkatalog

Planungshilfe für dauerhafte Betonbauteile

Schneller und einfacher haben Sie noch nie geplant!



Der „Planungsatlas für den Hochbau“ bietet über 600 Planungsdetails mit ca. 6 Mio. Variationen und ermöglicht den Entwurf bauphysikalisch optimierter Konstruktionen.

- Ausschreibungstexte
- Konstruktionszeichnungen
- Gleichwertigkeitsnachweise nach Beiblatt 2
- Temperaturbilder

Informieren Sie sich gleich unter
www.beton.org/planungsatlas

Fußnoten zum Teil 3: Bauteilkatalog (Seiten 4–28)

- 1) Je nach Beanspruchung zusätzliche Verschleißschicht; siehe [3], Tabelle 4 und Anhang 4.11.
- 2) Soweit nicht aufgrund anderer Randbedingungen eine andere Überwachungsklasse maßgebend ist.
- 3) Für bewehrte Bauteile in Küstennähe (salzhaltige Luft) gilt: Expositionsklasse XS1, Mindestdruckfestigkeitsklasse C30/37 bzw. C25/30 (LP), Mindestbetondeckung 40 mm, Überwachungsklasse 2, WA (Anhang 4.13).
- 4) Bauteile des Wasserbaus siehe Kapitel 3.6.
- 5) Im Geltungsbereich der DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“: Beton mit hohem Wassereindringwiderstand, [15] beachten.
- 6) Ausführung nach Überwachungsklasse 1 möglich, wenn der Baukörper nur zeitweilig aufstauendem Sickerwasser ausgesetzt ist und wenn in der Projektbeschreibung nichts anderes festgelegt ist.
- 7) Falls der Sulfatgehalt des Wassers > 600 mg/l beträgt, ist dieser in der Festlegung des Betons anzugeben (zusätzlich zur Expositionsklasse XA2 bzw. XA3).
- 8) Wenn neben der Expositionsklasse XC2 bzw. XD2 bzw. XS 2 auch die Expositionsklasse XC1 bzw. XD1 bzw. XS1 für das Bauteil zutreffend ist, sind in der Festlegung jeweils beide Expositionsklassen anzugeben.
- 9) Für Tragwerke nach DIN 1045-1 gilt die Mindestdruckfestigkeitsklasse C12/15.
- 10) Siehe z.B. 3.2.7b, 3.2.10b, 3.2.12b und 3.2.13b.
- 11) Weiße Wanne siehe Bauteilkatalog Ziffer 3.3:6 bzw. 3.3:7.
- 12) Je nach Beanspruchung festlegen.
- 13) Obwohl normgemäß, ist die Kombination aus XM3 und XF4 (LP) wegen der Einarbeitung von Hartstoffen nicht empfehlenswert.
- 14) Alternative Planungsvarianten enthält [39].
- 15) Wenn nicht aufgrund anderer Anforderungen eine höhere Mindestdruckfestigkeitsklasse maßgebend ist.
- 16) Mindestdruckfestigkeitsklasse aus DIN 1045-2, Abs. 5.5.3.
- 17) Bei Verwendung von Luftporenbeton, z.B. auf Grund gleichzeitiger Anforderungen aus der Expositionsklasse XF eine Festigkeitsklasse niedriger. Diese Mindestdruckfestigkeitsklassen gelten für Luftporenbeton mit Mindestanforderungen an den mittleren Luftgehalt im Frischbeton nach DIN 1045-2 [3] unmittelbar vor dem Einbau. Eine weitere Abminderung der Mindestdruckfestigkeit beim Einsatz langsam oder sehr langsam erhärtender Betone ($r \leq 0,30$) ist nicht zulässig.
- 18) Gemäß Alkali-Richtlinie je nach Beanspruchung festlegen; siehe [14] und Anhang 4.13.
- 19) Beton mit hohem Wassereindringwiderstand nach DIN 1045-2, Abschn. 5.5.3 erforderlich.
- 20) Bei Möglichkeit hoher Durchfeuchtung bei Frost ist die Einstufung in die Expositionsklasse XF3 zu prüfen (horizontale Flächen).
- 21) Bewehrte oder unbewehrte Bohrpfähle in chemisch schwach (XA1) oder chemisch stark (XA3) angreifender Umgebung sind nach DIN-Fachbericht 100 – Beton einzustufen.
- 22) Es gelten die Entwurfs- und Planungsvorgaben des BMVBS (z.B. DIN-Fachbericht 102 – Betonbrücken).
- 23) Gilt nicht für Brückenkappen.
- 24) Nur zutreffend bei bewehrten Pfählen.
- 25) Bei langsam und sehr langsam erhärtenden Betonen ($r \leq 0,30$) eine Festigkeitsklasse niedriger. Die Druckfestigkeit zur Einteilung in die geforderte Betondruckfestigkeitsklasse ist an Probekörpern im Alter von 28 Tagen zu bestimmen. Eine weitere Abminderung der Mindestdruckfestigkeitsklasse bei Einsatz von Luftporenbeton ist nicht zulässig.
- 26) Innenbauteile WO; indirekt oder direkt bewitterte Bauteile WF.
- 27) Gemäß geltender Expositionsklassen oder nach statischer Erfordernis. Zur Erfüllung der gestalterischen Anforderungen und der Vorgaben des DBV-/BDZ-Merkblatts „Sichtbeton“ [38] kann die Verwendung eines Betons mit einer Druckfestigkeitsklasse C30/37 erforderlich werden.
- 28) Mit Oberflächenbehandlung.
- 29) DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ [15] beachten.
- 30) Nur horizontale Flächen.
- 31) Bei horizontalen Flächen je nach Beanspruchung ggf. Einstufung in XM prüfen.
- 32) Bei massigen Bauteilen eine Festigkeitsklasse niedriger [4].
- 33) Wegen der besonderen Randbedingungen ggf. in Anlehnung an [24] Einstufung in XF1 (C25/30) prüfen, jedoch dann XM1 (C30/37 bzw. C25/30 (LP)) usw. beachten.
- 34) Bei Trennung von tragender (Beton) und abdichtender Funktion (z.B. Auskleidung) sowie vergleichbarer Nutzungsdauer von Beton und Auskleidung ist eine Abminderung der Expositionsklasse XA möglich. Sonst – auch bei Beschichtungen – ist XA3 erforderlich.
- 35) Je nach zu lagerndem Stoff und/oder je nach Beanspruchung festlegen.
- 36) Anforderungen an flüssigkeitsdichten Beton bzw. flüssigkeitsdichten Beton mit Eindringprüfung siehe [12].
- 37) Angaben gelten nicht für Bauteile nach ZTV-W, LB 215 „Wasserbauwerke aus Beton und Stahlbeton“, nach ZTV-W, LB215 gilt unabhängig von der Expositionsklasse $c_{\min} \geq 50$ mm.
a – Sprühnebelbereich und Spritzwasserbereich,
b – Wasserwechselzone, Gezeitenzone,
c – Untenwasserbereich.
- 38) An Plattformen ist der Planiebeton auf ≤ 50 cm Betondicke zu beschränken (ZTV-W LB 215)
- 40) Im Geltungsbereich der ZTV-W LB 215 ist grundsätzlich Beton mit hohem Wassereindringwiderstand zu verwenden.
- 41) Mindestdruckfestigkeitsklasse C35/45 bei Verwendung eines CEM III/B ($w/z \leq 0,45$ und $z \geq 340$ kg/m³). Auf Luftporen kann verzichtet werden.
- 42) Mitgeltende Regelwerke sind zu beachten.
- 43) In Einzelfällen können Tausalzbeaufschlagungen auftreten (z.B. Brücken), die zur Einstufung XF4 führen.
- 44) Im Einzelfall XF1 statt XF3 möglich [24], C25/30, $c_{\min} = 25$ mm.
- 45) Expositionsklasse XA im Einzelfall abminderbar, wenn kein Sauerstoffeintrag in den Gasraum erfolgt.
- 46) In Einzelfällen (z.B. bei Räubern mit Kunststoffschiene) Expositionsklasse XM1 möglich.
- 47) Einsatz von HS-Zement.
- 48) Beschichtung erforderlich; auf eine Beschichtung kann verzichtet werden, wenn die Expositionsklasse XF4 (statt XF3) gewählt wird.
- 49) Für die Betondeckung auf der Innenseite von Gütlebehältern und Gärfuttersilos gilt XC4 [8].
- 50) Trennung von Trag- und Abdichtungsfunktion, vergleichbare Nutzungsdauer von Auskleidung und Betonbehälter.
- 51) Rechnerisch zulässige Rissbreite auf die Nutzung abstimmen.
- 52) Für tragende oder aussteifende Böden nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2.
- 53) Ohne Oberflächenbehandlung C35/45, mit Oberflächenbehandlung C30/37 (z.B. Vakuumieren mit nachfolgendem Flügelglätten).
- 55) Druckfestigkeit nach Bemessung.
- 56) Betonböden bei hoher Feuchte, hoher Luftfeuchtigkeit oder in offenen Hallen sind in die Expositionsklasse XC3 einzustufen.
- 57) Gilt nicht für Leichtbeton.
- 58) Ausführung nur mit zusätzlichen Maßnahmen (z.B. rissüberbrückende Beschichtung siehe auch DAfStb-Heft 525 [35]).
- 59) Mindestdruckfestigkeitsklasse C40/50 bei Verwendung eines CEM III/B ($w/z \leq 0,35$, $z \geq 360$ kg/m³). Auf Luftporen kann verzichtet werden.
- 60) Erdfeuchter Beton mit $w/z \leq 0,40$ auch ohne Luftporen.
- 61) Schutz des Betons erforderlich, gegebenenfalls Gutachten für Sonderlösung.
- 62) Im Geltungsbereich der ZTV-W LB 215 [20] für massive Bauteile gilt abweichend von DIN 1045-2 und DAfStb-Richtlinie Massive Bauteile aus Beton: Luftporenbeton C20/25 (Nachweisalter 56 Tage, Mindestzementgehalt 270 kg/m³).

Kampen, Rolf / Peck, Martin / Pickhardt, Roland / Richter, Thomas:

Bauteilkatalog

Planungshilfe für dauerhafte Betonbauteile

7. überarbeitete Auflage 2011

Herausgeber:

BetonMarketing Deutschland GmbH, Erkrath

www.beton.org

Gesamtproduktion:

Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf

www.verlagbt.de

1100/02.11/7

DIN 1045, Teile 1 bis 4 und DIN EN 206, Teil 1 regeln Planung, Bemessung, Herstellung und Ausführung von Bauwerken aus Beton- und Stahlbeton. Dabei werden unter anderem auch Verantwortlichkeiten, Leistungen und Pflichten des Planers angesprochen, die beim Entwurf des Bauteils und des Baustoffs in Festlegungen münden.

Neben der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit legt die Betonnormung gleichrangig die Dauerhaftigkeit von Betonbauteilen als Entwurfskriterium fest. Die Anforderungen aus den vorhandenen Umweltbedingungen für Beton werden mit Hilfe von Expositionsklassen und Feuchtigkeitsklassen eingestuft. Es wird von einer beabsichtigten Nutzungsdauer von mindestens 50 Jahren unter üblichen Instandhaltungsbedingungen ausgegangen (DIN 1045-2, Anhang F).

Der Bauteilkatalog ist eine Planungshilfe, in der Bauteilen die Expositionsklasse, die Feuchtigkeitsklasse, die Mindestdruckfestigkeitsklasse, die Mindestbetondeckung und die Überwachungsklasse zugeordnet werden. Er soll damit eine Hilfe für die Praxis bieten, Planungsvorgänge zu absolvieren, um dauerhafte und wirtschaftliche Betonbauwerke zu erstellen.

Diese Planungshilfe ersetzt nicht die projektbezogene Planungsleistung. Sie entbindet nicht von der Pflicht zur Prüfung der Normvorgaben und ihrer Gültigkeit für den speziellen Anwendungsfall.

Der im Jahr 2001 erstmals erschienene Bauteilkatalog wird fortlaufend an die neuen Regelwerke angepasst. Normänderungen sind bis zum Stand 31.12.2010 eingearbeitet. Hinweise und Anregungen zu dieser Ausgabe sind ausdrücklich erwünscht.

Autoren dieser Ausgabe sind:

Dipl.-Ing. Rolf Kampen
BetonMarketing West, Beckum

Dipl.-Ing. Martin Peck
BetonMarketing Süd, München

Dipl.-Ing. Roland Pickhardt
BetonMarketing West, Beckum

Dr.-Ing. Thomas Richter
BetonMarketing Ost, Berlin

Die Verfasser

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1	4 Anhang	29
1 Anwendungshinweise	3	4.1 Begriffe	29
2 Normen	3	4.2 Zemente – Arten und Zusammensetzung nach DIN EN 197-1, DIN EN 197-4 bzw. für Sonderzemente nach DIN EN 14216	30
3 Bauteilkatalog	7	4.3 Anwendungsbereiche für Zemente (nach DIN 1045-2)	31
3.1 Gründungsbauteile, Fundamente, Stützbauwerke	8	4.4 Erweiterte Anwendungsbereiche für CEM-II-M-, CEM-IV- und CEM-V-Zemente mit zwei bzw. drei Hauptbestandteilen (nach DIN 1045-2)	32
3.2 Wohnungsbau Innenbauteile, Bauteile im Freien, Bauteile mit Zugang der Außenluft, Bauteile mit hohem Wassereindringwiderstand, Sohlplatten, Wände, Stützen, Decken, Balken, Treppen, Podeste Keller, Garagen, Balkone, Attiken, Dachstreifen	9	4.5 Druckfestigkeitsklassen von Normal- und Schwerbeton	33
3.3 Ingenieurbau Brücken, Brücken nach ZTV-ING, Masten, Schornsteine, Kühltürme, Weiße Wannen, Tiefgaragen/Parkhäuser	12	4.6 Grenzwerte für die Expositionsklassen bei chemischem Angriff durch Grundwasser	33
3.4 Wirtschaftshochbau Stützen, Balken, Unterzüge, Decken, Wände, Fassaden, Drempe Bauteile mit hohem Wassereindringwiderstand	15	4.7 Grenzwerte für Zusammensetzung und Eigenschaften von Beton – Teil 1	34
3.5 Umwelt- und Gewässerschutz Abwasseranlagen, Tankstellenabfüllplätze, Auffangwannen, Ableitflächen	16	4.8 Grenzwerte für Zusammensetzung und Eigenschaften von Beton – Teil 2	34
3.6 Wasserbau Bauteile im Süßwasser, Bauteile im Meerwasser	18	4.9 Überwachungsklassen für Beton	35
3.7 Verkehrswegebau Fahrbahnen und Verkehrsflächen, Landwirtschaftliche Wege, Sonstige Verkehrsflächen, Feste Fahrbahnen	20	4.10 Expositionsklassengruppen	35
3.8 Landwirtschaftliches Bauen Lagerböden, Stallböden, Düngelager, Güllekanäle, Güllekeller, Güllehochbehälter, Verkehrsflächen, Eigenbedarftankstellen, Kompostieranlagen, Gärfuttersilos, Stallwände, -decken, -stützen, -balken	21	4.11 Betondeckung der Bewehrung für Betonstahl in Abhängigkeit von der Expositionsklasse	36
3.9 Besondere Bauweisen Sichtbeton, Elementwand, Bauteile unter Wärmedämmverbundsystemen	25	4.12 Anforderungen an die Begrenzung der Rissbreite	36
3.10 Industrieböden Böden in Hallen, Böden im Freien	26	4.13 Hinweise zur Vermeidung einer schädigenden Alkali-Reaktion	37
		4.14 Mindestdruckfestigkeitsklasse in Abhängigkeit von der Expositionsklasse	38
		4.15 Erläuterungen zur ZTV-ING	39
		5 Schrifttum	40

Der Bauteilkatalog ist eine Beispielsammlung für die Einstufung von Betonbauteilen in Expositions-, Feuchtigkeits-, Mindestdruckfestigkeits- und Überwachungsklassen unter Einbeziehung der Mindestbetondeckung mit Bezugnahme auf die gültige Normengeneration im Betonbau. Die zugrunde liegenden Normenfassungen sind im Kapitel Normen aufgelistet. Bitte beachten Sie auch Hinweise und Fußnoten zu bevorstehenden, aber noch nicht abgeschlossenen Normänderungen und neuen europäischen Normen.

Der Bauteilkatalog soll als Planungshilfe dienen und den Umgang mit den Strukturen und Inhalten der Regelwerke erleichtern. In den nachfolgenden Ausführungen werden häufig in der Praxis anzutreffende Anwendungsfälle für Normalbeton dargestellt. Leichtbeton und Spannbeton werden nicht behandelt.

Für die Einstufung in bestimmte Klassen ist der Einzelfall maßgebend. Darüber hinaus können regionale Besonderheiten – z.B. in Küstennähe oder beim landwirtschaftlichen Bauen – zu abweichenden Festlegungen führen. Die aufgeführten Beispiele im Kapitel 3 des Bauteilkatalogs können daher nur einen Anhalt für die zu treffende Einstufung durch den Planenden geben. Die verschiedenen Oberflächen eines Bauteils können jeweils unterschiedlichen Umwelteinwirkungen ausgesetzt sein und damit auch unterschiedliche Expositions- und Feuchtigkeitsklassen aufweisen.

Weitere Angaben zu geltenden Regeln und Vorschriften enthalten die Spalte „Hinweise“ der Beispiele und der Anhang.

Im Anhang ist auch eine Auswahl von Festlegungen zu finden, die ggf. zusätzlich zur Einstufung in Expositions- und Feuchtigkeitsklassen zu treffen sind. Hierzu zählen beispielsweise Anwendungsbereiche von Zementen, Angaben zur Betondeckung u.v.m. Den Angaben zur Mindestbetondeckung im Kapitel 3 liegt die Annahme üblicher Stabdurchmesser zugrunde. Betondeckungsmaße in Abhängigkeit von größeren Stabdurchmessern der Bewehrung sind zusätzlich zu den Angaben in den Beispielen zu berücksichtigen. Die Regelungen der Norm (siehe Anhang 4.11) sind in diesem Sinne anzuwenden.

Besonderheiten bei Bauteilen in Küstennähe, bedingt durch Meer- und Brackwasser sowie durch Sprühnebel, sind nicht immer berücksichtigt. Der Bauteilkatalog enthält auch Einstufungen für Bauteile, die ihrer Nutzung nach nicht in den Anwendungsbereich von DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 fallen. Diese Bauteile werden jedoch üblicherweise in weitgehender Anlehnung an bestehende Normen geplant und ausgeführt und wurden aus diesem Grunde in den Bauteilkatalog aufgenommen.

Diese Planungshilfe ersetzt nicht die projektbezogene Planungsleistung. Sie entbindet nicht von der Pflicht zur Prüfung der Normenvorgaben und ihrer Gültigkeit für den Anwendungsfall.

Normen 2

Bei der Bearbeitung des Bauteilkataloges wurden folgende Normen und Regelwerke berücksichtigt:

- DIN 1045-1 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Bemessung und Konstruktion,
- DIN 1045-2 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1,
- DIN 1045-3 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung,
- DIN 1045-4 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 4: Ergänzende Regeln für die Herstellung und die Konformität von Fertigteilen
- DIN EN 206-1 Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, einschließlich Änderung A2

Die Regelwerke berücksichtigen die Änderungen durch die Neufassung der DIN 1045-1, DIN 1045-2, und der DIN 1045-3 im August 2008. Dies betrifft zum Beispiel die Berücksichtigung der

Feuchtigkeitsklassen WO, WF, WA und WS im Rahmen der Festlegungen des Betons oder geänderte Regelungen zur Nachbehandlung des Betons.

Die in DIN 1045-2, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Festlegung, Eigenschaften und Konformität, Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1, vorliegende Tabelle der Expositions- und Feuchtigkeitsklassen wurde um die im gleichen Dokument geregelten Mindestdruckfestigkeitsklassen erweitert und in der nachfolgenden Tafel 1 zusammengeführt. Diese Tafel ist für die Einstufung in Expositions- und Feuchtigkeitsklassen maßgebend.

Zusätzlich bestehende Regelwerke, die derzeit nicht mit den neuen Betonnormen abgeglichen sind, z.B. Normen, Richtlinien, ZTV oder Länderregelungen, können abweichende oder weitergehende Festlegungen enthalten. Sie sind nicht Bestandteil des vorliegenden Bauteilkatalogs. Die TL Beton-StB 07 [17] wurde im Abschnitt 3.7 berücksichtigt. Erläuterungen zur ZTV-ING [18] enthält Abschnitt 4.15. Auslegungen zur DIN 1045-1, auch zu Expositions- und Feuchtigkeitsklassen bei speziellen Anwendungsfällen, wurden berücksichtigt. Sie sind komplett unter www.dafstb.de, Bereich Hilfsmittel DIN 1045, zu finden [37].

Tafel 1: Zusammenstellung ausgewählter Angaben aus DIN 1045-1, Tabelle 3 und DIN 1045-2, Tabellen 1, F.2.1 und F.2.2 [2]; [3]; [4]

Bewehrungskorrosion

Expositions- klasse	Beschreibung der Umgebung	Beispiele für die Zuordnung von Expositionsklassen (informativ)	Mindestdruck- festigkeitsklasse ⁵⁷⁾
1 Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko Für Bauteile ohne Bewehrung oder eingebettetes Metall in nicht betonangreifender Umgebung kann die Expositionsklasse X0 zugeordnet werden.			
X0	ohne Bewehrung und alle Umgebungsbedingungen außer XF, XA, XM	Füllbeton, Sauberkeitsschichten und dergleichen	C8/10
		tragende Bauteile mit vorwiegend ruhender Belastung: Fundamente ohne Bewehrung und ohne Frost; Innenbauteile ohne Bewehrung	C12/15
2 Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Karbonatisierung Wenn Beton, der Bewehrung oder anderes eingebettetes Metall enthält, Luft und Feuchtigkeit ausgesetzt ist, muss die Expositionsklasse wie folgt zugeordnet werden: ANMERKUNG: Die Feuchtigkeitsbedingung bezieht sich auf den Zustand innerhalb der Betondeckung der Bewehrung oder anderen eingebetteten Metalls; in vielen Fällen kann jedoch angenommen werden, dass die Bedingungen in der Betondeckung den Umgebungsbedingungen entsprechen. In diesen Fällen darf die Klasseneinteilung nach der Umgebungsbedingung als gleichwertig angenommen werden. Dies braucht nicht der Fall zu sein, wenn sich zwischen dem Beton und seiner Umgebung eine Sperrschicht befindet.			
XC1	trocken oder ständig nass	Bauteile in Innenräumen mit üblicher Luftfeuchte (einschließlich Küche, Bad und Waschküche in Wohngebäuden)	C16/20
		Beton, der ständig in Wasser getaucht ist	
XC2	nass, selten trocken	Teile von Wasserbehältern; Gründungsbauteile	
XC3	mäßige Feuchte	Bauteile, zu denen die Außenluft häufig oder ständig Zugang hat, z.B. offene Hallen, Innenräume mit hoher Luftfeuchtigkeit z.B. in gewerblichen Küchen, Bädern, Wäschereien, in Feuchträumen von Hallenbädern und in Viehställen	C20/25
XC4	wechselnd nass und trocken	Außenbauteile mit direkter Beregnung	C25/30
3 Bewehrungskorrosion, verursacht durch Chloride, ausgenommen Meerwasser Wenn Beton, der Bewehrung oder anderes eingebettetes Metall enthält, chloridhaltigem Wasser, einschließlich Taumittel, ausgenommen Meerwasser, ausgesetzt ist, muss die Expositionsklasse wie folgt zugeordnet werden:			
XD1	mäßige Feuchte	Bauteile im Sprühnebelbereich von Verkehrsflächen	C30/37¹⁷⁾
		Einzelgaragen	
XD2	nass, selten trocken	Solebäder	C35/45¹⁷⁾ 25) 32)
		Bauteile, die chloridhaltigen Industrieabwässern ausgesetzt sind	
XD3	wechselnd nass und trocken	Teile von Brücken mit häufiger Spritzwasserbeanspruchung	C35/45¹⁷⁾ 32)
		Fahrbahndecken, direkt befahrene Parkdecks ⁵⁸⁾	
4 Bewehrungskorrosion, verursacht durch Chloride aus Meerwasser Wenn Beton, der Bewehrung oder anderes eingebettetes Metall enthält, Chloriden aus Meerwasser oder salzhaltiger Seeluft ausgesetzt ist, muss die Expositionsklasse wie folgt zugeordnet werden:			
XS1	salzhaltige Luft, aber kein unmittelbarer Kontakt mit Meerwasser	Außenbauteile in Küstennähe	C30/37¹⁷⁾
XS2	unter Wasser	Bauteile in Hafenanlagen, die ständig unter Wasser liegen	C35/45¹⁷⁾ 25) 32)
XS3	Tidebereiche, Spritzwasser- und Sprühnebelbereiche	Kaimauern in Hafenanlagen	C35/45¹⁷⁾ 32)

Fußnoten siehe Ausklappseite

Tafel 1: Zusammenstellung ausgewählter Angaben aus DIN 1045-1, Tabelle 3 und DIN 1045-2, Tabellen 1, F.2.1 und F.2.2 [2]; [3]; [4]

Betonkorrosion

Expositions-klasse	Beschreibung der Umgebung	Beispiele für die Zuordnung von Expositions-klassen (informativ)	Mindestdruck-festigkeitsklasse
5 Frostangriff mit oder ohne Taumittel			
Wenn durchfeuchteter Beton erheblichem Angriff durch Frost-Tau-Wechsel ausgesetzt ist, muss die Expositions-klasse wie folgt zugeordnet werden:			
XF1	mäßige Wassersättigung, ohne Taumittel	Außenbauteile ²⁰⁾	C25/30
XF2	mäßige Wassersättigung, mit Taumittel	Bauteile im Sprühnebel- oder Spritzwasserbereich von taumittelbehandelten Verkehrsflächen, soweit nicht XF4	C35/45²⁵⁾ 32) C25/30(LP)
		Bauteile im Sprühnebelbereich von Meerwasser	
XF3	hohe Wassersättigung, ohne Taumittel	Offene Wasserbehälter	C35/45²⁵⁾ 32) C25/30(LP)⁶²⁾
		Bauteile in der Wasserwechselzone von Süßwasser	
XF4	hohe Wassersättigung, mit Taumittel	Verkehrsflächen, die mit Taumitteln behandelt werden	C30/37(LP)⁶⁰⁾
		Überwiegend horizontale Bauteile im Spritzwasserbereich von taumittelbehandelten Verkehrsflächen	
		Räumerlaufbahnen von Kläranlagen ⁵⁹⁾	
		Meerwasserbauteile in der Wasserwechselzone ⁴¹⁾	
6 Betonkorrosion durch chemischen Angriff			
Wenn Beton chemischem Angriff durch natürliche Böden, Grundwasser, Meerwasser nach Tabelle 2, DIN 1045-2, und Abwasser ausgesetzt ist, muss die Expositions-klasse wie folgt zugeordnet werden: ANMERKUNG: Bei XA3 und unter Umgebungsbedingungen außerhalb der Grenzen von Tabelle 2, DIN 1045-2, bei Anwesenheit anderer angreifender Chemikalien, chemisch verunreinigtem Boden oder Wasser, bei hoher Fließgeschwindigkeit von Wasser und Einwirkung von Chemikalien nach Tabelle 2, DIN 1045-2, sind Anforderungen an den Beton oder Schutzmaßnahmen in DIN 1045-2, Abschnitt 5.3.2, vorgegeben.			
XA1	chemisch schwach angreifende Umgebung nach Tabelle 2, DIN 1045-2	Behälter von Kläranlagen	C25/30
		Güllebehälter	
XA2	chemisch mäßig angreifende Umgebung nach Tabelle 2, DIN 1045-2 und Meeresbauwerke	Betonbauteile, die mit Meerwasser in Berührung kommen	C35/45¹⁷⁾ 25) 32)
		Bauteile in betonangreifenden Böden	
XA3	chemisch stark angreifende Umgebung nach Tabelle 2, DIN 1045-2	Industrieabwasseranlagen mit chemisch angreifenden Abwässern	C35/45¹⁷⁾ 61)
		Füttertische der Landwirtschaft	
		Kühltürme mit Rauchgasableitung	
7 Betonkorrosion durch Verschleißbeanspruchung			
Wenn Beton einer erheblichen mechanischen Beanspruchung ausgesetzt ist, muss die Expositions-klasse wie folgt zugeordnet werden:			
XM1	mäßige Verschleißbeanspruchung	Tragende oder aussteifende Industrieböden mit Beanspruchung durch luftbereifte Fahrzeuge	C30/37¹⁷⁾
XM2	starke Verschleißbeanspruchung	Tragende oder aussteifende Industrieböden mit Beanspruchung durch luft- oder vollgummibereifte Gabelstapler	C35/45¹⁷⁾ 53) C30/37 Oberflächenbehandlung erforderl.
XM3	sehr starke Verschleißbeanspruchung	Tragende oder aussteifende Industrieböden mit Beanspruchung durch elastomer- oder stahlrollenbereifte Gabelstapler	C35/45¹⁷⁾ Einstreuen von Hartstoffen nach DIN 1100
		Oberflächen, die häufig mit Kettenfahrzeugen befahren werden	
		Wasserbauwerke in geschiebebelasteten Gewässern, z.B. Tosbecken	

Fußnoten siehe Ausklappseite

Tafel 1: Zusammenstellung ausgewählter Angaben aus DIN 1045-1, Tabelle 3 und DIN 1045-2, Tabellen 1, F.2.1 und F.2.2 [2]; [3]; [4]

Betonkorrosion

Expositions- klasse	Beschreibung der Umgebung	Beispiele für die Zuordnung von Expositionsclassen (informativ)	Mindestdruck- festigkeitsklasse
8 Betonkorrosion infolge Alkali-Kieselsäurereaktion (Erläuterungen siehe Abschnitt 4.13) Anhand der zu erwartenden Umgebungsbedingungen ist der Beton einer der vier folgenden Feuchtigkeitsklassen zuzuordnen:			
WO	Beton, der nach normaler Nachbehandlung 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 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, Wärmeübertragungsstationen; Filterkammern und Viehställe	
		Massige Bauteile gemäß DAfStb-Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“ [13], 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	
		Bauteile im Geltungsbereich der ZTV-ING [18]	
		Betonfahrbahnen der Bauklassen IV bis VI [17]	
WS	Beton, der hoher dynamischer Beanspruchung und direktem Alkalieintrag ausgesetzt ist	Bauteile unter Tausalzeinwirkung mit zusätzlicher hoher dynamischer Beanspruchung (z.B. Betonfahrbahnen der Bauklasse SV und I bis III [17])	-

Fußnoten siehe Ausklappseite

3.1	Gründungsbauteile, Fundamente, Stützbauwerke	8
3.2	Wohnungsbau Innenbauteile, Bauteile im Freien, Bauteile mit Zugang der Außenluft, Bauteile mit hohem Wasserein- dringwiderstand, Sohlplatten, Wände, Stützen, Decken, Balken, Treppen, Podeste Keller, Garagen, Balkone, Attiken, Dachstreifen	9
3.3	Ingenieurbau Brücken, Brücken nach ZTV-ING, Masten, Schornsteine, Kühltürme, Weiße Wannen, Tiefgaragen/Parkhäuser	12
3.4	Wirtschaftshochbau Stützen, Balken, Unterzüge, Decken, Wände, Fassaden, Drempel Bauteile mit hohem Wassereindring- widerstand	15
3.5	Umwelt- und Gewässerschutz Abwasseranlagen, Tankstellenabfüll- plätze, Auffangwannen, Ableitflächen	16
3.6	Wasserbau Bauteile im Süßwasser, Bauteile im Meerwasser	18
3.7	Verkehrswegebau Fahrbahnen und Verkehrsflächen, Landwirtschaftliche Wege, Sonstige Verkehrsflächen, Feste Fahrbahnen	20
3.8	Landwirtschaftliches Bauen Lagerböden, Stallböden, Düngelager, Güllekanäle, Güllekeller, Güllehochbehälter, Verkehrsflächen, Eigenbedarf-tankstellen, Kompostieranlagen, Gärfuttersilos, Stallwände, -decken, -stützen, -balken	21
3.9	Besondere Bauweisen Sichtbeton, Elementwand, Bauteile unter Wärmedämmverbundsystemen	25
3.10	Industrieböden Böden in Hallen, Böden im Freien	26

3.2 Wohnungsbau		XO	Karbonatisierung			Chlorid Meer			Chlorid			Frost Taumittel			Frost			Feuch- tigkeits- klasse	Mindest- druckfestig- keitsklasse	Beton- deckung (s. Tab. 4.1.1)	Überwa- chungs- klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur							
			1	2	3	XC ⁶⁾	4	1	2	3	XD ⁶⁾	1	2	3	XF	1	2						3	XF	1	2	3	XA ⁷⁾	1
3.2.13	Kellerwände, Sockel über GOK³⁾¹⁾																												
a)	außen, Frost					X									X														
b)	außen, Frost, Tausalzsprühnebel					X	X		X																				
c)	außen, Frost, Tausalz					X	X		X																				
3.2.14	Garagen⁹⁾																												
a)	freistehend, bewittert, Frost					X									X														
b)	freistehend, bewittert, Frost, Tausalzsprühnebel					X	X																						
c)	Bodenplatte, Einzelgarage					X	X								X														
3.2.15	Tiefgaragen/Parkhäuser siehe Ziffer 3.3.8																												
3.2.16	Balkonplatten-, Treppenunterseiten usw.																												
a)	außen, Frost					X																							
3.2.17	Attiken, Dachstreifen, usw. ⁷⁾																												
3.2.18	Betonbauteile hinter Schutzschichten z.B. Putz, WDVS																												

3.3 Ingenieurbau		XO	Karbonatisierung			Chlorid Meer			Chlorid			Frost			Frost Taumittel			Chem. Angriff			Ver-schleiß			Feuchtigkeitsklasse	Mindestdruckfestigkeitsklasse	Betondeckung (s. Tab. 4.1.1)	Überwachungs-kategorie	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
3.3.3	Masten																											
a)	Mast³⁾ Frost																											
b)	Mast neben Verkehrsflächen Frost, Tausalzsprühnebel		X																									
3.3.4	Schornsteine³⁾																											
a)	Schornstein Frost																											
b)	Frost, schwacher chemischer Angriff																											
c)	Frost, mäßiger chemischer Angriff																											
d)	Frost, starker chemischer Angriff																											
3.3.5	Kühltürme³⁾																											
a)	Kühlturm Frost																											
b)	Kühlturm mit Rauchgas Frost, starker chemischer Angriff																											
3.3.6	Weißer Wanne, Bodenplatte/Außenwände³⁾																											
a)	unter GOK, ohne Frost		X																									
b)	unter GOK, ohne Frost, schwacher chemischer Angriff		X																									
c)	unter GOK, ohne Frost, mäßiger chemischer Angriff		X																									
d)	unter GOK, ohne Frost, starker chemischer Angriff		X																									
3.3.7	Weißer Wanne, Außenwände³⁾																											
a)	Frost																											
b)	Frost, schwacher chemischer Angriff																											
c)	Frost, mäßiger chemischer Angriff																											
d)	Frost, starker chemischer Angriff																											
3.3.8	Wasserundurchlässige Decke, ohne Tausalz																											
a)	erdüberdeckt < 30 cm																											
b)	erdüberdeckt > 30 cm		X																									

3.3 Ingenieurbau		Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur	Überwachungs-kategorie	Beton-deckung (s. Tab. 4.1.1)	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Feuch-tigkeits-klasse	Ver-schleiß	Chem.-Angriff	Frost-Tau-mittel	Frost	Chlorid Meer	Chlorid			Karbonati-sierung			ÜK ²⁾	
												XD ⁶⁾	XS ⁹⁾	XF	XC ⁹⁾	XA ⁷⁾	XM		C _{min} [mm]
3.3.9	Wasserundurchlässige Decke, Tausalz	bewehrt																	
a)	erdüberdeckt > 30 cm, mit Gefälle																		[37], ggf. [15]
b)	erdüberdeckt > 30 cm, ohne Gefälle																		[37], zusätzlicher Schutz erf.; ggf. [15]
c)	erdüberdeckt > 30 cm, mit Abdichtung nach DIN 18195																		[37], ggf. [15]
3.3.10	Tiefgaragen / Parkhäuser																		
a)	Fahrbahndecke, offenes Parkdeck⁽⁴⁾ Frost, Tausalz	bewehrt																	Zusätzl. Maßnahmen gem. DIN 1045-1, Tab. 3; [36]; [39]; [37]
b)	Stütze, offenes Parkdeck⁽⁴⁾ Frost	bewehrt																	Beschichtung und Hohlkehle gem. [39]; [37]
c)	Wand, offenes Parkdeck⁽⁴⁾ Frost	bewehrt																	Beschichtung und Hohlkehle gem. [39]; [37]
d)	Schrammbord, offenes Parkdeck⁽⁴⁾ Frost, Tausalz	bewehrt																	Beschichtung und Hohlkehle gem. [39]; [37]
e)	Fahrbahndecke, geschlossenes Parkdeck⁽⁴⁾ Tausalz	bewehrt																	Zusätzl. Maßnahmen gem. DIN 1045-1, Tab. 3 [36]; [39]; [37]
f)	Stütze, geschlossenes Parkdeck⁽⁴⁾	bewehrt																	Beschichtung und Hohlkehle gem. [39]; [37]
g)	Wand, geschlossenes Parkdeck⁽⁴⁾	bewehrt																	Beschichtung und Hohlkehle gem. [39]; [37]
h)	Schrammbord, geschlossenes Parkdeck⁽⁴⁾ Tausalz	bewehrt																	Beschichtung und Hohlkehle gem. [39]; [37]
3.3.11	Schwimmbäder, Hallenbäder	bewehrt																	
a)	unter Wasser, Trinkwasser																		Bäderrichtlinie; [15]
b)	unter Wasser, Solewasser																		Bäderrichtlinie; [15]
c)	Luftraum, belüftet																		Bäderrichtlinie; [15]
d)	Luftraum, unbelüftet																		Bäderrichtlinie; [15]

Fußnoten siehe Auskleppseite

3.4 Wirtschaftshochbau		Karbonatisierung	Chlorid Meer				Chlorid	Frostmittel	Frost	Frosttaumittel	Chem. Angriff	Ver-schleiß			Feuchtigkeitsklasse	Mindestdruckfestigkeitsklasse	Betondeckung (s. Tab. 4.1.1)	Überwachungs-kategorie	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur
			XC ⁶⁾	XD ⁶⁾	XS ⁶⁾	XF						XF	XF	XA ⁷⁾					
		1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
3.4.1	Stützen, Balken, Unterzüge, Decken, Wände, Treppen innen bewehrt	X																$c_{min} \geq d_s$	
3.4.2	Fassaden, Drempe, Stützen, Balken, Wände bewehrt																		
a)	nicht direkt bewittert, mäßig feucht, Frost ³⁾																		
b)	bewittert, Frost ³⁾	X						X											
3.4.3	Vertikale Bauteile bewittert, Frost, Tausalzprühnebel bewehrt																		
3.4.4	Vertikale Bauteile mit hoher Wassersättigung, horizontale Bauteile bewittert, Frost, Tausalz, bewehrt		X						X										
3.4.5	Bauteile aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand, unter GOK⁴⁾ bewehrt																		
a)	ohne Frost	X																DIN 1045-2, Abs. 5.5.3 beachten; [15]	
b)	Frost	X						X										DIN 1045-2, Abs. 5.5.3 beachten; [15]	

3.5 Umwelt- und Gewässerschutz		XO	Karbonatisierung			Chlorid Meer			Chlorid			Frost			Frost-Tausalmittel			Chem. Angriff			Ver-schleiß			Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.1.1)	Überwa- chungs- klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
3.5.4	Tankstellenabfüllplätze																											
a)	Frost, Tausalz	unbewehrt																										
b)	Frost, Tausalz	bewehrt																										
3.5.5	Auffangwannen / Ableitflächen																											
a)	innen, nicht befahren	unbewehrt																										
b)	innen, nicht befahren	bewehrt																										
c)	innen, befahren, trocken	unbewehrt																										
d)	innen, befahren, trocken	bewehrt																										
3.5.6	Auffangwannen / Ableitflächen																											
a)	außen, nicht befahren, Frost (Bodenplatte, Wände)	unbewehrt																										
b)	außen, nicht befahren, Frost ³⁾ (Bodenplatte, Wände)	bewehrt																										
c)	außen, befahren, Frost, Tausalz	unbewehrt																										
d)	außen, befahren, Frost, Tausalz	bewehrt																										

3.6 Wasserbau Bauteile im Süßwasser		Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur ⁽⁴⁰⁾												
		Überwachungs-klasse												
		ÜK ²⁾												
3.6.1	Bauteile in Wildbächen Geschlebesperren, Stützwände	a	Beton- deckung (s. Tab. 4.1.1)											
			c _{min} ³⁷⁾ [mm]											
3.6.2	Wehrpfeiler	a	Mindest- druckfestig- keitsklasse											
			WF											
3.6.3	Wehrrücken	c	Feuch- tigkeits- klasse											
			WF											
3.6.4	Wehrrücken ohne Stauklappe	c	Ver- schleiß											
			XM											
3.6.5	Tosbecken	c	Chem. Angriff											
			XA ⁷⁾											
3.6.6	Schleusen-, Molenwände, Kaimauern	a	Frost Tau- mittel											
			XF											
3.6.7	Schleusen-, Molen- und Wehrpfeilerplattformen, Kaimauerkronen Tausalz	a	Frost											
			XF											
3.6.8	Befahrene Hafenfleichen, Betonböden außen, Tausalz; Einzelasten, Radlasten Q ≤ 80 kN	a	Chlorid Meer											
			XS ⁹⁾											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Karbonati- sierung											
			XC ⁹⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Chlorid											
			XD ⁸⁾											
			Frost											
			XF											
			Ch											

3.7 Verkehrswegebau ⁴²⁾		XO	Karbonatisierung			Chlorid Meer			Chlorid			Frost Taumittel			Frost			Ver-schleiß	Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.1.1)	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur	
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3							1
Fahrbahnen und Verkehrsflächen																								
3.7.1	Betonfahrbahnen Bauklasse SV, I - III Frost, Tausalz																							
3.7.2	Betonfahrbahnen Bauklasse IV - VI Frost, Tausalz																							[17] (z.B. Biegezugfestigkeit)
3.7.3	Rad- und Gehwege Frost, Tausalz																							[17] (z.B. Biegezugfestigkeit)
3.7.4	Verkehrsflächen für Kettenfahrzeuge Frost, Tausalz																							
3.7.5	Lärmschutzwände Frost, Tausalz																							[18]
3.7.6	Betonschutzwände, einschl. Fundamente Frost, Tausalz																							RPS, DIN EN 1317 [18]
Landwirtschaftliche Wege																								
3.7.7	Hofbefestigungen ohne Tausalz																							
3.7.8	Hofbefestigungen Frost, Tausalz																							
3.7.9	Ländliche Wege ohne Tausalz																							[19]
Sonstige Verkehrsflächen																								
3.7.10	Flugbetriebsflächen Frost, Taumittel																							[17]; [31]; WS+ → mit gutachterlicher Stellungnahme
3.7.11	Feste Fahrbahnen für Schienenbahnen ^{3/43)}																							[17]; [27] (nach [27] ist ein Straßenbeton wie in 3.7.1 zu verwenden)

Fußnoten siehe Ausklappseite

3.8 Landwirtschaftliches Bauen		Karbonatisierung	Chlorid Meer				Chlorid				Frosttaumittel	Frost	Chem. Angriff	Ver-schleiß	Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.1.1)	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur	
			XC ⁸⁾		XD ⁸⁾		XS ⁸⁾		XF											XA ⁷⁾
3.8.1	Lagerböden	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	
a)	trocken, unbewehrt innen, ohne Einwirkung von Gülle, Silage, Dünger	X																		
	ohne wesentliche Verschleißbeanspruchung																			[25]; [28]
	mäßige Verschleißbeanspruchung													X						
	starke Verschleißbeanspruchung													X						
b)	trocken, bewehrt innen, ohne Einwirkung von Gülle, Silage, Dünger	X																		
	ohne wesentliche Verschleißbeanspruchung	X																		[25]; [28]
	mäßige Verschleißbeanspruchung	X												X						C _{min} ≥ d _s
	starke Verschleißbeanspruchung	X												X						
c)	unbewehrt im Freien, überdacht, ohne Einwirkung von Gülle, Silage, Dünger																			
	ohne wesentliche Verschleißbeanspruchung								X											[25]; [28]
	mäßige Verschleißbeanspruchung								X					X						
	starke Verschleißbeanspruchung								X					X						
d)	bewehrt im Freien, überdacht, ohne Einwirkung von Gülle, Silage, Dünger																			
	ohne wesentliche Verschleißbeanspruchung																			[25]; [28]
	mäßige Verschleißbeanspruchung													X						
	starke Verschleißbeanspruchung													X						

Betonböden, die nicht tragend oder aussteifend wirken, fallen nicht in den Geltungsbereich von DIN EN 206-1 bzw. DIN 1045-2. Spezielle Lösungsvorschläge enthalten [25], [28].

Die Dauerhaftigkeit (Festlegung von Expositionsklassen) wird jedoch oft nach der DIN EN 206-1/DIN 1045-2 vorgenommen.

Die Klasseneinstufungen der aufgeführten Bauteile erfolgen in diesem Sinne in enger Anlehnung an DIN 1045, Teile 1 bis 3, bzw. DIN EN 206-1.

Fußnoten siehe Ausklappseite

Im landwirtschaftlichen Bauen sind auch Bauteile aufgeführt, die nicht oder nur zum Teil nach DIN 1045, Teile 1 bis 4, bzw. DIN EN 206-1 zu beurteilen sind, weil

- die Bauteile nicht in den Anwendungsbereich dieser Normen fallen (z.B. Lagerböden, die nicht tragend oder aussteifend wirken)
- mitgeltende Produktnormen oder bau- und wasserrechtliche Ländervorschriften spezifische Anforderungen festlegen oder
- kürzere Nutzungsdauern als 50 Jahre zu Grunde gelegt werden.

Die Klasseneinstufungen der aufgeführten Bauteile erfolgen in diesem Sinne in Anlehnung an DIN 1045, Teile 1 bis 4, bzw. DIN EN 206-1. Die Hinweise und Anmerkungen enthalten zu berücksichtigende Abweichungen.

3.8 Landwirtschaftliches Bauen		Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur	Überwachungs-klasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.1.1)	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Feuch-tigkeits-klasse	Ver-schleiß	Chem.-Angriff	Frost-Tau-mittel	Frost	Chlorid Meer	Chlorid	Karbonati-sierung				XC ⁹⁾	XF	XF	XF	XF	XA ⁷⁾	XM	ÜK ²⁾									
													1	2	3	4									1	2	3	1	2	3	1	2	3
3.8.2	Stallböden																																
a)	Warmstall innen, eingestreut	unbewehrt																							19)								
b)	Warmstall innen, eingestreut	bewehrt																							19)								
c)	Lauffläche, Entmistungsbahn mit Räumer innen, nicht eingestreut	unbewehrt																							19)								
d)	Lauffläche, Entmistungsbahn mit Räumer innen, nicht eingestreut	bewehrt																							19)								
e)	Kaltstall im Freien, überdacht, eingestreut	unbewehrt																							19)								
f)	Kaltstall im Freien, überdacht, eingestreut	bewehrt																							19)								
g)	Entmistungsbahn mit Räumer, Lauffläche außen, nicht eingestreut	unbewehrt																							19)								
h)	Entmistungsbahn mit Räumer, Lauffläche außen, nicht eingestreut	bewehrt																							19)								
i)	Futtertisch innen, mit Einwirkung von Gärtsäuren	unbewehrt																							19)								
j)	Futtertisch innen, mit Einwirkung von Gärtsäuren	bewehrt																							19)								
k)	Desinfektionswanne innen, Kupfersulfat	bewehrt																							19)								
l)	Lauffläche, Geflügelstall innen	bewehrt																							19)								

Im landwirtschaftlichen Bauen sind auch Bauteile aufgeführt, die nicht oder nur zum Teil nach DIN 1045, Teile 1 bis 4, bzw. DIN EN 206-1 zu beurteilen sind, weil

- die Bauteile nicht in den Anwendungsbereich dieser Normen fallen (z.B. Lagerböden, die nicht tragend oder aussteifend wirken)
- mitgeltende Produktnormen oder bau- und wasserrechtliche Ländervorschriften spezifische Anforderungen festlegen oder
- kürzere Nutzungsdauern als 50 Jahre zu Grunde gelegt werden.

Die Klasseneinstufungen der aufgeführten Bauteile erfolgen in diesem Sinne in Anlehnung an DIN 1045, Teile 1 bis 4, bzw. DIN EN 206-1. Die Hinweise und Anmerkungen enthalten zu berücksichtigende Abweichungen.

3.8 Landwirtschaftliches Bauen		Karbonatisierung	Chlorid				Chlorid Meer				Frost-Tau-mittel	Frost	Chem. Angriff				Ver-schleiß	Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.1.1)	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur				
			XC ⁸⁾		XD ⁸⁾		XS ⁸⁾		XF				XA ⁷⁾		XM								C _{min} [mm]	ÜK ²⁾		
		1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	Festlegungen siehe [10], [35]							
3.8.3	Spaltenböden																									
3.8.4	Böden im Düngerlager																									
a)	unbewehrt																									
b)	bewehrt	X																								
3.8.5	Güllekanäle, -keller																									
3.8.6	Güllehochbehälter ⁴⁴⁾ im Freien																									
3.8.7	Verkehrsflächen (siehe 3.7.7. bis 3.7.9)																									
3.8.8	Eigenbedarfstankstellen / Waschplätze																									
a)	im Freien																									
b)	bewehrt																									
c)	im Freien, Tausalz																									
d)	im Freien, Tausalz																									
3.8.9	Festmistplatten																									
	im Freien																									
	bewehrt																									

Im landwirtschaftlichen Bauen sind auch Bauteile aufgeführt, die nicht oder nur zum Teil nach DIN 1045, Teile 1 bis 4, bzw. DIN EN 206-1 zu beurteilen sind, weil

- die Bauteile nicht in den Anwendungsbereich dieser Normen fallen (z.B. Lagerböden, die nicht tragend oder aussteifend wirken)
- mitgeltende Produktnormen oder bau- und wasserrechtliche Ländervorschriften spezifische Anforderungen festlegen oder
- kürzere Nutzungsdauern als 50 Jahre zu Grunde gelegt werden.

Die Klasseneinstufungen der aufgeführten Bauteile erfolgen in diesem Sinne in Anlehnung an DIN 1045, Teile 1 bis 4, bzw. DIN EN 206-1. Die Hinweise und Anmerkungen enthalten zu berücksichtigende Abweichungen.

3.8 Landwirtschaftliches Bauen		Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur	Überwachungs-kategorie	Beton-deckung (s. Tab. 4.1.1)	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Feuch-tigkeits-klasse	Ver-schleiß	Chem.-Angriff	Frost-Tau-mittel			Chlorid Meer			Chlorid			Karbonati-sierung			XO		
									XF	XF	XF	XS ⁹⁾	XS ⁹⁾	XS ⁹⁾	XD ⁹⁾	XD ⁹⁾	XD ⁹⁾	XC ⁹⁾	XC ⁹⁾	XC ⁹⁾		XA ⁷⁾	XA ⁷⁾
			ÜK ²⁾	C _{min} [mm]			XM	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
3.8.10 Kompostierungsanlagen (Boden)																							
a)	innen, Sickerwasser	unbewehrt																					
b)	innen, Sickerwasser	bewehrt			C35/45(LP)	WF		X															19)
c)	im Freien, Sickerwasser	unbewehrt			C35/45(LP)	WF		X															19)
d)	im Freien, Sickerwasser	bewehrt			C30/37(LP)	WF		X															19)
3.8.11 Gärfutter(flach-)silos⁴⁸⁾																							
a)		unbewehrt			C35/45 C30/37(LP)	WF		X															[8]; [24]; Länderregelungen; 19)
b)		bewehrt			C35/45 C30/37(LP)	WF		X															[8]; [24]; Länderregelungen; 19)
3.8.12 Stallwände, -decken, -stützen, -balken																							
a)	innen, trocken	bewehrt			C16/20	WO																	C _{min} ≥ d _s
b)	Innen oder überdacht, mit hoher Luftfeuchtigkeit	bewehrt			C20/25	WF																	
c)	im Freien	bewehrt			C25/30	WF				X													
3.8.13 Biogasfermenter, wärmegeklämt																							
a)	flüssigkeitsberührter Bereich	bewehrt			C25/30	WA			X														[8]; [24]; Länderregelungen; 19)
b)	gasberührter Bereich mit Beschichtung ⁴⁹⁾	bewehrt			C35/45	WA			X														[8]; [24]; Länderregelungen; 19)
c)	gasberührter Bereich mit Auskleidung ⁵⁰⁾	bewehrt			C25/30	WA			X														[8]; [24]; Länderregelungen; 19)
3.8.14 Gärrestlager		bewehrt					wie 3.8.6 Güllehochbehälter																

Im landwirtschaftlichen Bauen sind auch Bauteile aufgeführt, die nicht oder nur zum Teil nach DIN 1045, Teile 1 bis 4, bzw. DIN EN 206-1 zu beurteilen sind, weil

- die Bauteile nicht in den Anwendungsbereich dieser Normen fallen (z.B. Lagerböden, die nicht tragend oder aussteifend wirken)
- mitgeltende Produktnormen oder bau- und wasserrechtliche Ländervorschriften spezifische Anforderungen festlegen oder
- kürzere Nutzungsdauern als 50 Jahre zu Grunde gelegt werden.

Die Klasseneinstufungen der aufgeführten Bauteile erfolgen in diesem Sinne in Anlehnung an DIN 1045, Teile 1 bis 4, bzw. DIN EN 206-1. Die Hinweise und Anmerkungen enthalten zu berücksichtigende Abweichungen.

3.10 Industrieböden		XO	Karbonatisierung				Chlorid Meer				Chlorid				Frost Taumittel				Frost				Chem. Angriff	Ver-schleiß				Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4, 11)	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur
			XC ⁸⁾				XD ⁸⁾				XS ⁹⁾				XF				XA ⁷⁾					XM								
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	ÜK ²⁾	C _{min} [mm]				
3.10.1	Böden in Hallen																															
	unbewehrt																															
a)	ohne wesentliche Verschleißbeanspruchung	X																													[9]; [17]; [21]; [25]; [28]	
b)	mäßige Verschleißbeanspruchung, z. B. durch luftbereifte Fahrzeuge																						X								Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 [9]; [17]; [21]; [25]; [28]	
c)	starke Verschleißbeanspruchung, z. B. durch luftbereifte oder vollgummibereifte Gabelstapler																						X								Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 [9]; [17]; [21]; [25]; [28]	
d)	sehr starke Verschleißbeanspruchung, z. B. durch elastomerbereifte Gabelstapler																						X								Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 und Einstreuen von Hartstoffen nach DIN 1100; [9]; [17]; [21]; [25]; [28]	

Betonböden, die nicht tragend oder aussteifend wirken, fallen nicht in den Geltungsbereich von DIN EN 206-1 bzw. DIN 1045-2. Spezielle Lösungsvorschläge enthalten [25], [28].

Die Dauerhaftigkeit (Festlegung von Expositionsclassen) wird jedoch oft nach der DIN EN 206-1/DIN 1045-2 vorgenommen.

Die Klasseinstufungen der aufgeführten Bauteile erfolgen in diesem Sinne in enger Anlehnung an DIN 1045, Teile 1 bis 3, bzw. DIN EN 206-1.

4.1	Begriffe	29
4.2	Zemente – Arten und Zusammensetzung nach DIN EN 197-1, DIN EN 197-4 bzw. für Sonderzemente nach DIN EN 14216	30
4.3	Anwendungsbereiche für Zemente (nach DIN 1045-2)	31
4.4	Erweiterte Anwendungsbereiche für CEM-II-M-, CEM-IV- und CEM-V-Zemente mit zwei bzw. drei Hauptbestandteilen (nach DIN 1045-2)	32
4.5	Druckfestigkeitsklassen von Normal- und Schwerbeton	33
4.6	Grenzwerte für die Expositionsklassen bei chemischem Angriff durch Grundwasser	33
4.7	Grenzwerte für Zusammensetzung und Eigenschaften von Beton – Teil 1	34
4.8	Grenzwerte für Zusammensetzung und Eigenschaften von Beton – Teil 2	34
4.9	Überwachungsklassen für Beton	35
4.10	Expositionsklassengruppen	35
4.11	Betondeckung der Bewehrung für Betonstahl in Abhängigkeit von der Expositionsklasse	36
4.12	Anforderungen an die Begrenzung der Rissbreite	36
4.13	Hinweise zur Vermeidung einer schädigenden Alkali-Reaktion	37
4.14	Mindestdruckfestigkeitsklasse in Abhängigkeit von der Expositionsklasse	38
4.15	Erläuterungen zur ZTV-ING	39

4.1 Begriffe	
Festlegung	Endgültige Zusammenstellung dokumentierter technischer Anforderungen an den Beton, die dem Hersteller als Eigenschaften oder Zusammensetzung vorgegeben werden
Verfasser der Festlegungen	Personen oder Stellen, die die Festlegung für den Frisch- und Festbeton aufstellen
Hersteller	Person oder Stelle, die den Frischbeton herstellt
Verwender	Person oder Stelle, die den Frischbeton zur Herstellung eines Bauwerks oder eines Bauteils verwendet
Expositionsklasse	Klassifizierung der chemischen und physikalischen Umgebungsbedingungen, denen der Beton ausgesetzt werden kann und die auf den Beton, die Bewehrung oder metallische Bauteile einwirken können und die nicht als Lastannahmen in die Tragwerksplanung eingehen
Feuchtigkeitsklasse	Klassifizierung der Umgebungsbedingungen hinsichtlich einer möglichen schädigenden Alkalikieselsäure-Reaktion
Überwachungsklasse des Betons	Einteilung des Betons in Klassen nach Festigkeit, Umweltbedingungen und besonderen Eigenschaften mit unterschiedlichen Anforderungen an die Überwachung.

4.2 Zemente – Arten und Zusammensetzung nach DIN EN 197-1, DIN EN 197-4 bzw. für Sonderzemente nach DIN EN 14216

Hauptzementarten	Bezeichnung (Zementarten)	Hauptbestandteile [M.-%] ¹⁾²⁾												
		Kurzzeichen	Portlandzementklinker K	Hüttensand S	Silikastaub D ³⁾	natürlich P	Puzzolane natürlich getempert Q ⁴⁾	kieselsäurereich V	Flugasche kalkreich W	gebrannter Schiefer T	Kalkstein ⁵⁾	LL		
CEM I	Portlandzement	CEM I	95 ... 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CEM II	Portlandhüttenzement	CEM II/A-S	80 ... 94	6 ... 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		CEM II/B-S	65 ... 79	21 ... 35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Portlandsilikastaubzement	CEM II/A-D	90 ... 94	-	6 ... 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Portlandpuzzolanzement	CEM II/A-P	80 ... 94	-	-	6 ... 20	-	-	-	-	-	-	-	-
		CEM II/B-P	65 ... 79	-	-	21 ... 35	-	-	-	-	-	-	-	-
		CEM II/A-Q	80 ... 94	-	-	-	6 ... 20	-	-	-	-	-	-	-
		CEM II/B-Q	65 ... 79	-	-	-	21 ... 35	-	-	-	-	-	-	-
	Portlandflugaschezement	CEM II/A-V	80 ... 94	-	-	-	-	6 ... 20	-	-	-	-	-	-
		CEM II/B-V	65 ... 79	-	-	-	-	21 ... 35	-	-	-	-	-	-
		CEM II/A-W	80 ... 94	-	-	-	-	-	6 ... 20	-	-	-	-	-
		CEM II/B-W	65 ... 79	-	-	-	-	-	21 ... 35	-	-	-	-	-
	Portlandschieferzement	CEM II/A-T	80 ... 94	-	-	-	-	-	-	6 ... 20	-	-	-	-
		CEM II/B-T	65 ... 79	-	-	-	-	-	-	21 ... 35	-	-	-	-
	Portlandkalksteinzement	CEM II/A-L	80 ... 94	-	-	-	-	-	-	-	6 ... 20	-	-	-
		CEM II/B-L	65 ... 79	-	-	-	-	-	-	-	21 ... 35	-	-	-
		CEM II/A-LL	80 ... 94	-	-	-	-	-	-	-	-	6 ... 20	-	-
		CEM II/B-LL	65 ... 79	-	-	-	-	-	-	-	-	21 ... 35	-	-
	Portlandkompositzement ⁶⁾	CEM II/A-M	80 ... 94	-	-	-	-	6 ... 20	-	-	-	-	-	6 ... 20
		CEM II/B-M	65 ... 79	-	-	-	-	21 ... 35	-	-	-	-	-	21 ... 35
CEM III bzw. VLH III	Hochofenzement	CEM III/A	35 ... 64	36 ... 65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		CEM III/B	20 ... 34	66 ... 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		VLH III/B			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		CEM III/C	5 ... 19	81 ... 95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CEM IV bzw. VLH IV	Puzzolanzement ⁶⁾	CEM IV/A	65 ... 89	-	-	-	11 ... 35	-	-	-	-	-	-	-
		VLH IV/A			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		CEM IV/B	45 ... 64	-	-	-	36 ... 55	-	-	-	-	-	-	-
CEM V bzw. VLH V	Kompositzement ⁶⁾	CEM V/A	40 ... 64	18 ... 30	-	-	18 ... 30	-	-	-	-	-	-	-
		VLH V/A			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		CEM V/B	20 ... 38	31 ... 50	-	-	31 ... 50	-	-	-	-	-	-	-
		VLH V/B			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹⁾ Angegebene Werte beziehen sich auf die Summe der Haupt- und Nebenbestandteile (ohne Calciumsulfat und Zementzusätze).

²⁾ Zusätzlich Nebenbestandteile bis 5 M.-% möglich, z.B. ein (bzw. mehrere) Hauptbestandteil(e), soweit nicht Hauptbestandteile des Zements

³⁾ Der Anteil von Silikastaub ist auf 10 M.-% begrenzt.

⁴⁾ Z.B. Phonolith

⁵⁾ Gesamtgehalt an organischem Kohlenstoff (TOC) ≤ 0,50 M.-% (L) bzw. ≤ 0,20 M.-% (LL)

⁶⁾ In den Zementen CEM II/A-M, CEM II/B-M, CEM IV und CEM V entsprechende Bestandteile neben Portlandzementklinker angeben, z.B. CEM II/A-M (S-V-L) 32,5 R. Analoge Angaben bei Sonderzementen VLH erforderlich.

4.3 Anwendungsbereiche für Zemente (nach DIN 1045-2)

Expositionsklassen ¹⁾ <input type="checkbox"/> = gültiger Anwendungsbereich <input type="checkbox"/> = Anwendung ausgeschlossen bzw. nur durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassung möglich	kein Korrosions- oder Angriffsrisiko	Bewehrungskorrosion						Frostangriff				aggressive chemische Umgebung	Verschleiß	Spannstahlverträglichkeit		
		durch Karbonatisierung verursachte Korrosion		durch Chloride verursachte Korrosion				XF1	XF2	XF3	XF4					
		XC1	XC2	XC3, XC4	andere Chloride als Meerwasser		Chloride aus Meerwasser									
X0	XC1	XC2	XC3, XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1, XA2 ²⁾ , XA3 ²⁾	XM1, XM2, XM3	
CEM I																
CEM II	A/B S															
	A D															
	A/B P/Q															
	A/B V															
	A W															
	B															
	A/B T															
	A LL															
	B															
	A L															
	B															
	A M ³⁾															
	B															
CEM III	A															
	B															
	C (auch VLH III/B, VLH III/C)															
CEM IV ³⁾	A (auch VLH IV/A)															
	B (auch VLH IV/B)															
CEM V ³⁾	A (auch VLH V/A)															
	B (auch VLH V/B)															

¹⁾ Expositionsklassen siehe Seiten 4 bis 6

²⁾ Bei chemischem Angriff durch Sulfat (ausgenommen bei Meerwasser) muss bei den Expositionsklassen XA2 und XA3 Zement mit hohem Sulfatwiderstand (HS-Zement) verwendet werden. Bei einem Sulfatgehalt des angreifenden Wassers von $SO_4^{2-} \leq 1500 \text{ mg/l}$ darf anstelle von HS-Zement (SR-Zement) eine Mischung von Zement und Flugasche verwendet werden. Sulfatgehalte oberhalb 600 mg/l sind im Rahmen der Festlegung des Betons anzugeben.

³⁾ Spezielle Kombinationen können günstiger sein. Für CEM/II-M-, CEM-IV- und CEM-V-Zemente mit zwei bzw. drei Hauptbestandteilen siehe nachfolgende Tafel.

⁴⁾ Festigkeitsklasse $\geq 42,5$ oder Festigkeitsklasse $\geq 32,5$ R mit einem Hüttensandanteil $\leq 50 \text{ M.-%}$

⁵⁾ CEM III/B darf nur für die folgenden Anwendungsfälle verwendet werden (auf Luftporen kann in beiden Fällen verzichtet werden):

a) Meerwasserbauteile: $w/z \leq 0,45$; Mindestfestigkeitsklasse C35/45 und $z \geq 340 \text{ kg/m}^3$

b) Räumeraufbahnen: $w/z \leq 0,35$; Mindestfestigkeitsklasse C40/50 und $z \geq 360 \text{ kg/m}^3$;

Beachtung von DIN EN 12255-1/DIN 19569-2 Kläranlagen

4.4 Erweiterte Anwendungsbereiche für CEM-II-M-, CEM-IV- und CEM-V-Zemente mit zwei bzw. drei Hauptbestandteilen (nach DIN 1045-2)

Expositionsklassen ¹⁾		kein Korrosions- oder Angriffsrisiko	Bewehrungskorrosion			Betonangriff				Spannstahlverträglichkeit				
			durch Karbonatisierung verursachte Korrosion	andere Chloride als Meerwasser	durch Chloride verursachte Korrosion	Frostangriff		aggressive chemische Umgebung	Verschleiß					
		X0	XC1, XC2	XC3, XC4	XD1, XD2, XD3	XS1, XS2, XS3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1, XA2 ²⁾ , XA3 ³⁾	XM1	XM2, XM3	
CEM II	A	S-D; S-T; S-LL; D-T; D-LL; T-LL; V-T; V-LL												
		M	S-P; D-P; D-V; P-V; P-T; P-LL											
			S-D; S-T; D-T; S-V; V-T											
	B	S-P; D-P; D-V; P-T; P-V												
		S-LL; D-LL; P-LL; V-LL; T-LL												
		P ⁴⁾												
CEM IV	B													
CEM V	A													
	B	S-P ⁵⁾												

¹⁾ Expositionsklassen siehe Seiten 4 bis 6.

²⁾ Bei chemischem Angriff durch Sulfat (ausgenommen bei Meerwasser) muss bei den Expositionsklassen XA2 und XA3 Zement mit hohem Sulfatwiderstand (HS-Zement) verwendet werden. Bei einem Sulfatgehalt des angreifenden Wassers von $SO_4^{2-} \leq 1500 \text{ mg/l}$ darf anstelle von HS-Zement (SR-Zement) eine Mischung aus Zement und Flugasche verwendet werden. Sulfatgehalte oberhalb 600 mg/l sind im Rahmen der Festlegung des Betons anzugeben.

³⁾ Zemente, die natürliche Puzzolane (P) enthalten, sind ausgeschlossen.

⁴⁾ Gilt nur für Trass nach DIN 51043 als Hauptbestandteil bis max. 40 M.-%.

⁵⁾ Gilt nur für Trass nach DIN 51043 als Hauptbestandteil.

4.5 Druckfestigkeitsklassen von Normalbeton und Schwerbeton			
Druckfestigkeitsklasse	$f_{ck, cyl}^1)$ [N/mm ²]	$f_{ck, cube}^2)$ [N/mm ²]	Betonart
C8/10	8	10	Normalbeton
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	Hochfester Beton
C60/75	60	75	
C70/85	70	85	
C80/95	80	95	
C90/105 ³⁾	90	105	
C100/115 ³⁾	100	115	

1) $f_{ck, cyl}$ = charakteristische Festigkeit von Zylindern
Durchmesser 150 mm, Länge 300 mm, Alter 28 Tage,
Lagerung nach DIN EN 12.390-2

2) $f_{ck, cube}$ = charakteristische Festigkeit von Würfeln
Kantenlänge 150 mm, Alter 28 Tage,
Lagerung nach DIN EN 12.390-2

3) Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder Zustimmung im Einzelfall erforderlich

4.6 Grenzwerte für die Expositionsklassen bei chemischem Angriff durch Grundwasser ¹⁾²⁾			
Chemisches Merkmal	XA1 schwach angreifend	XA2 mäßig angreifend	XA3 stark angreifend
pH-Wert	6,5 ... 5,5	< 5,5 ... 4,5	< 4,5 ... 4,0
Kalklösende Kohlensäure (CO ₂) [mg/l]	15 ... 40	> 40 ... 100	> 100 bis zur Sättigung
Ammonium ³⁾ (NH ₄ ⁺) [mg/l]	15 ... 30	> 30 ... 60	> 60 ... 100
Magnesium (Mg ²⁺) [mg/l]	300 ... 1000	> 1000 ... 3000	> 3000 bis zur Sättigung
Sulfat ⁴⁾ (SO ₄ ²⁻) [mg/l]	200 ... 600	> 600 ... 3000	> 3000 ... 6000

1) Werte gültig für Wassertemperatur zwischen 5 °C und 25 °C sowie bei einer sehr geringen Fließgeschwindigkeit (näherungsweise wie für hydrostatische Bedingungen)

2) Der schärfste Wert für jedes einzelne Merkmal ist maßgebend.
Liegen zwei oder mehrere angreifende Merkmale in derselben Klasse, davon mindestens eines im oberen Viertel (bei pH im unteren Viertel), ist die Umgebung der nächsthöheren Klasse zuzuordnen.
Ausnahme: Nachweis über eine spezielle Studie, dass dies nicht erforderlich ist.

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

4) Sulfatgehalte oberhalb 600 mg/l sind im Rahmen der Festlegung des Betons anzugeben. Bei chemischem Angriff durch Sulfat (ausgenommen bei Meerwasser) muss bei den Expositionsklassen XA2 und XA3 Zement mit hohem Sulfatwiderstand (HS-Zement) verwendet werden. Bei einem Sulfatgehalt des angreifenden Wassers von SO₄²⁻ ≤ 1500 mg/l darf anstelle von HS-Zement eine Mischung aus Zement und Flugasche verwendet werden.

4.7 Grenzwerte für Zusammensetzung und Eigenschaften von Beton – Teil 1

Klasse	max w/z bzw. (w/z) _{eq}	min f _{ck} ¹⁾ [N/mm ²]	min z ²⁾ [kg/m ³]	min z ²⁾ (bei Anrechnung von Zusatzstoffen)	min p (Mindestluftgehalt) [Vol.-%]	andere Anforderungen
kein Korrosions- oder Angriffsrisiko						
X0	-	C8/10 C12/15 für tragende Bauteile	-	-	-	-
Bewehrungskorrosion durch Karbonatisierung						
XC1	0,75	C16/20	240	240	-	-
XC2						
XC3	0,65	C20/25	260	240	-	-
XC4	0,60	C25/30	280	270	-	-
Bewehrungskorrosion durch Chloride, außer aus Meerwasser						
XD1	0,55	C30/37 ⁴⁾	300	270	-	-
XD2	0,50	C35/45 ⁴⁾ 5) 6)	320 ⁶⁾	270	-	-
XD3	0,45	C35/45 ⁴⁾ 6)	320 ⁶⁾	270	-	-
Bewehrungskorrosion durch Chloride aus Meerwasser						
XS1	0,55	C30/37 ⁴⁾	300	270	-	-
XS2	0,50	C35/45 ⁴⁾ 5) 6)	320 ⁶⁾	270	-	-
XS3	0,45	C35/45 ⁴⁾ 6)	320 ⁶⁾	270	-	-

- 1) Mindestdruckfestigkeitsklasse (min f_{ck}) gilt nicht für Leichtbeton
- 2) Bei 63 mm Größtkorn darf der Zementgehalt (min z) um 30 kg/m³ verringert werden.
- 3) In diesem Fall darf Fußnote 6) nicht angewendet werden.
- 4) Für die Anrechnung von Zusatzstoffen sind die Bedingungen nach DIN 1045-2, 5.2.5, einzuhalten.
- 5) Bei LP-Beton aufgrund gleichzeitiger Anforderung aus Expositionsklasse XF eine Festigkeitsklasse niedriger. In diesem Fall darf Fußnote 5) nicht angewendet werden.
- 6) Bei langsam und sehr langsam erhärtenden Betonen (r < 0,30) eine Festigkeitsklasse niedriger. Die Druckfestigkeit zur Einteilung in die Festigkeitsklasse ist auch in diesem Fall an Probekörpern im Alter von 28 Tagen zu bestimmen. In diesem Fall darf Fußnote 4) nicht angewendet werden.
- 6) Nach DAfStb-Richtlinie Massige Bauteile (kleinste Bauteildicke 80 cm) sind kleinere Grenzwerte möglich.

4.8 Grenzwerte für Zusammensetzung und Eigenschaften von Beton – Teil 2

Klasse	max w/z bzw. (w/z) _{eq}	min f _{ck} ¹⁾ [N/mm ²]	min z ²⁾ [kg/m ³]	min z ²⁾ (bei Anrechnung von Zusatzstoffen)	min p (Mindestluftgehalt) [Vol.-%]	andere Anforderungen
Frostangriff mit und ohne Taumittel						
XF1	0,60	C25/30	280	270	-	F ₄ ⁴⁾
XF2	0,55 ⁵⁾	C25/30	300	270 ⁵⁾	6)	MS _{2,5} ⁴⁾
	0,50 ⁵⁾	C35/45 ⁷⁾ 8)	320 ⁸⁾	270 ⁵⁾	-	
XF3	0,55	C25/30	300	270	6)	F ₂ ⁴⁾
	0,50	C35/45 ⁷⁾ 8)	320 ⁹⁾	270	-	
XF4	0,50 ⁵⁾	C30/37	320 ⁹⁾	270 ⁵⁾	6) 9)	MS ₁₈ ⁴⁾
Betonkorrosion durch Verschleißbeanspruchung¹⁰⁾						
XM1	0,55	C30/37 ¹¹⁾	300 ¹²⁾	270	-	-
XM2	0,55	C30/37 ¹¹⁾ 13)	300 ¹²⁾	270	-	Betonoberflächenbehandlung ¹⁴⁾
	0,45	C35/45 ¹¹⁾	320 ¹²⁾	270	-	
XM3	0,45	C35/45 ¹¹⁾ 13)	320 ¹²⁾	270	-	Einstreuen von Hartstoffen nach DIN 1100
Betonkorrosion durch aggressive chemische Umgebung						
XA1	0,60	C25/30	280	270	-	-
XA2	0,50	C35/45 ⁷⁾ 8) 11)	320 ⁹⁾	270	-	-
XA3 ¹⁵⁾	0,45	C35/45 ¹¹⁾	320	270	-	-

- 1) Mindestdruckfestigkeitsklasse (min f_{ck}) gilt nicht für Leichtbeton
- 2) Bei 63 mm Größtkorn darf der Zementgehalt (min z) um 30 kg/m³ verringert werden.
- 3) Für die Anrechnung von Zusatzstoffen sind die Bedingungen nach DIN 1045-2, 5.2.5 einzuhalten.
- 4) Gesteinskörnungen mit Regelanforderungen und zusätzlich Widerstand gegen Frost bzw. Frost und Taumittel
- 5) Nur Anrechnung von Flugasche zulässig. Weitere Zusatzstoffe des Typs II dürfen zugesetzt, aber nicht auf den Zementgehalt oder den w/z-Wert angerechnet werden. Bei Zugabe von Flugasche + Silikastaub ist jegliche Anrechnung ausgeschlossen.
- 6) Mittlerer Luftgehalt im Frischbeton unmittelbar vor dem Einbau: Größtkorn 8 mm ≥ 5,5 Vol.-%; Größtkorn 16 mm ≥ 4,5 Vol.-%; Größtkorn 32 mm ≥ 4,0 Vol.-%; Größtkorn 63 mm ≥ 3,5 Vol.-%. Einzelwerte dürfen diese Werte um max. 0,5 Vol.-% unterschreiten.
- 7) Bei langsam und sehr langsam erhärtenden Betonen (r < 0,30) eine Festigkeitsklasse niedriger. Die Druckfestigkeit zur Einteilung in die Festigkeitsklasse ist auch in diesem Fall an Probekörpern im Alter von 28 Tagen zu bestimmen. In diesem Fall darf Fußnote 11) nicht angewendet werden.
- 8) Nach DAfStb-Richtlinie Massige Bauteile (kleinste Bauteildicke 80 cm) sind kleinere Grenzwerte möglich.
- 9) Herstellung ohne Luftporen zulässig für erdfeuchten Beton mit w/z ≤ 0,40 sowie bei Anwendung von Zement CEM III/B für Meerwasserbauteile und Räumerlaufbahnen unter Beachtung der Fußnote 9) in Tafel 4.3
- 10) Es dürfen nur Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 unter Beachtung der Festlegungen von DIN 1045-2 verwendet werden (Regelanforderungen); sonst Opferbeton erforderlich.
- 11) Bei LP-Beton aufgrund gleichzeitiger Anforderung aus Expositionsklasse XF eine Festigkeitsklasse niedriger. In diesem Fall darf Fußnote 7) nicht angewendet werden.
- 12) Höchstzementgehalt 360 kg/m³, jedoch nicht für hochfesten Beton
- 13) Obwohl zulässig, Anwendung von LP-Beton nicht empfehlenswert
- 14) Z.B. Vakuumieren mit nachfolgendem Flügelglätten
- 15) Schutz des Betons erforderlich, ggf. besonderes Gutachten für Sonderlösung

4.9 Überwachungsklassen für Beton			
Gegenstand	Überwachungsklasse 1	Überwachungsklasse 2 ¹⁾	Überwachungsklasse 3 ¹⁾
Festigkeitsklasse für Normal- und Schwerbeton	≤ C25/30 ²⁾	≥ C30/37 und ≤ C50/60	≥ C55/67
Festigkeitsklasse für Leichtbeton der Rohdichteklassen			
D1,0 bis D1,4	nicht anwendbar	≤ LC25/28	≥ LC30/33
D1,6 bis D2,0	≤ LC25/28	LC30/33 und LC35/38	≥ LC40/44
Expositionsklasse nach DIN 1045-2	X0, XC, XF1	XS, XD, XA, XM ³⁾ , XF2, XF3, XF4	–
Besondere Betoneigenschaften		<ul style="list-style-type: none"> – Beton für wasserundurchlässige Baukörper (z. B. Weiße Wannen)⁴⁾ – Unterwasserbeton – Beton für hohe Gebrauchstemperaturen T ≤ 250 °C – Strahlenschutzbeton (außerhalb des Kernkraftwerkbaus) – Für besondere Anwendungsfälle (z. B. Verzögerter Beton, Selbstverdichtender Beton, Betonbau beim Umgang mit wassergefährdeten Stoffen) sind die jeweiligen DAfStb-Richtlinien anzuwenden 	
¹⁾ Das Bauunternehmen muss über eine ständige Betonprüfstelle zur Eigenüberwachung verfügen. Fremdüberwachung durch anerkannte Überwachungsstelle erforderlich. ²⁾ Spannbeton der Festigkeitsklasse C25/30 ist stets in Überwachungsklasse 2 einzuordnen. ³⁾ Gilt nicht für übliche Industrieböden ⁴⁾ 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 nichts anderes festgelegt ist.			

4.10 Expositionsklassengruppen		
In der nachstehenden Tabelle wurden Expositionsklassen für Stahlbeton, die üblicherweise gemeinsam auftreten, zu Gruppen zusammengefasst.		
Gruppe	Expositionsklasse	Beispiele
0	X0 und außerhalb DIN EN 206-1	Innenbauteile ohne Bewehrung
1	XC1, XC2	Innenbauteile, Gründungsbauteile
2	XC3	offene Hallen, Innenbauteile mit hoher Luftfeuchte (z.B. Wäschereien)
3	XC4, XF1, XA1	Außenbauteile
4	mit Luftporenbildner: XF2, XF3, XS1, XD1	Außenbauteile in Küstennähe Wasserwechselzone von Süßwasser
5	XS1, XD1, XM1 mit Oberflächenbehandlung: XM2	Industrieböden
6	mit Luftporenbildner: XF4, XD2, XS2	Verkehrsflächen mit Taumitteln Meerwasserbauteile in der Wasserwechselzone
7	XS2, XD2, XA2, XF2, XF3	Bauteile in Meerwasser-Hafenanlagen, ständig unter Wasser
8	XS3, XD3, XA3, XM3 mit Hartstoffen: XM2	Industrieabwasseranlagen, Parkdecks
9	Sonstige (z.B. mit Luftporenbildner XD3 und XS3)	Sonstige
Quelle: BTB		

4.11 Betondeckung der Bewehrung für Betonstahl in Abhängigkeit von der Expositionsklasse^{1) 4)}

Expositionsklasse	Stabdurchmesser ²⁾ d_s [mm]	Mindestmaße c_{min} [mm]	Nennmaße c_{nom} [mm]
XC1	bis 10	10	20
	12, 14	15	25
	16, 20	20	30
	25	25	35
	28	30	40
	32	35	45
XC2, XC3	bis 20	20	35
	25	25	40
	28	30	45
	32	35	50
XC4	bis 25	25	40
	28	30	45
	32	35	50
XD1, XD2, XD3 ³⁾	bis 32	40	55
XS1, XS2, XS3	bis 32	40	55

¹⁾ Bei mehreren zutreffenden Expositionsklassen für ein Bauteil ist jeweils die Expositionsklasse mit den höchsten Anforderungen maßgebend

²⁾ Bei Stabbündeln ist der Vergleichsdurchmesser d_{sv} maßgebend

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

⁴⁾ Für Spannstahlbewehrung gelten die Anforderungen nach [3], Tabelle 4

Vergrößerung der Betondeckung

- bei Bauteilen aus Leichtbeton gilt – außer bei Expositionsklasse XC1 – zusätzlich, dass c_{min} mindestens 5 mm größer sein muss als der Durchmesser des Größtkorns der leichten Gesteinskörnung
- bei Verschleißbeanspruchung besteht alternativ zu zusätzlichen Anforderungen an die Gesteinskörnungen die Möglichkeit, die Mindestbetondeckung der Bewehrung c_{min} zu vergrößern (Verschleißschicht)
Richtwerte für die Dicke der Verschleißschicht: bei XM1: $\Delta c_{Verschleiß} = + 5$ mm
bei XM2: $\Delta c_{Verschleiß} = + 10$ mm
bei XM3: $\Delta c_{Verschleiß} = + 15$ mm
- beim Betonieren gegen unebene Flächen ist das Vorhaltemaß zu erhöhen:
 - generell um das Differenzmaß der Unebenheit
 - Mindesterhöhung um $\Delta c_{uneben} \geq + 20$ mm
 - bei Herstellung unmittelbar auf dem Baugrund um $\Delta c_{uneben} \geq + 50$ mm

Verminderung der Betondeckung zulässig bei

- Bauteilen mit hoher Betondruckfestigkeit f_{ck} , wenn f_{ck} um 2 Festigkeitsklassen höher liegt als erforderlich, um 5 mm. Ausnahme: Abminderung für XC1 unzulässig.
- Bauteilen aus Leichtbeton mit hoher Dichtigkeit der Betondeckung. Die Erhöhung der Dichtigkeit ist unabhängig von der Festigkeitsklasse über die Anpassung der Betonzusammensetzung in Analogie zum Normalbeton entsprechend DIN 1045-2 sicherzustellen.
- Bauteilen mit kraftschlüssiger Verbindung Fertigteil/Ortbeton:
 $c_{min} \geq 5$ mm im Fertigteil und $c_{min} \geq 10$ mm im Ortbeton für die der Fuge zugewandten Ränder, $\Delta c = 0$;
bei Nutzung der Bewehrung im Bauzustand gelten jedoch die Tafelwerte für c_{min} .
- entsprechender Qualitätskontrolle
bei Planung, Entwurf, Herstellung und Bauausführung entsprechend DBV-Merkblatt „Betondeckung und Bewehrung“ sind Abminderungen zulässig, i.d.R. um 5 mm.

4.12 Anforderungen an die Begrenzung der Rissbreite nach DIN 1045-1, Abschnitt 11.2

Expositionsklasse	Rechenwert der Rissbreite w_k [mm] für Stahlbetonbauteile
XC1	0,4
XC2, XC3, XC4	0,3
XD1, XD2, XS1, XS2, XS3	0,3
XD3	0,3; im Einzelfall besondere Maßnahmen für den Korrosionsschutz

Für besondere Bauwerke, z.B. Brücken [18], druckwasserbeanspruchte Bauwerke (Behälter, Weiße Wannen [15]), Betonflachdächer [29], Parkhäuser [26], vorgespannte Bauteile etc., können sich höhere Anforderungen hinsichtlich der Rissbreite ergeben.

4.13 Hinweise zur Vermeidung einer schädigenden Alkali-Reaktion gemäß [14]

Einige Gesteinskörnungen können alkalireaktive Kieselsäure enthalten, die Alkalihydroxiden im Beton zu Alkalisilikat reagieren können. Unter bestimmten Voraussetzungen kann diese Reaktion zu einer Volumenvergrößerung mit einer Schädigung des Betons führen. Ablauf und Ausmaß dieser Reaktion hängen insbesondere von der Art, Menge, Größe und Verteilung der alkaliempfindlichen Gesteinsbestandteile, dem Alkalihydroxidgehalt in der Porenlösung, den Feuchtigkeits- und Temperaturbedingungen des erhärteten Betons sowie einer evtl. Alkalizufuhr von außen (z.B. durch Tausalze) ab.

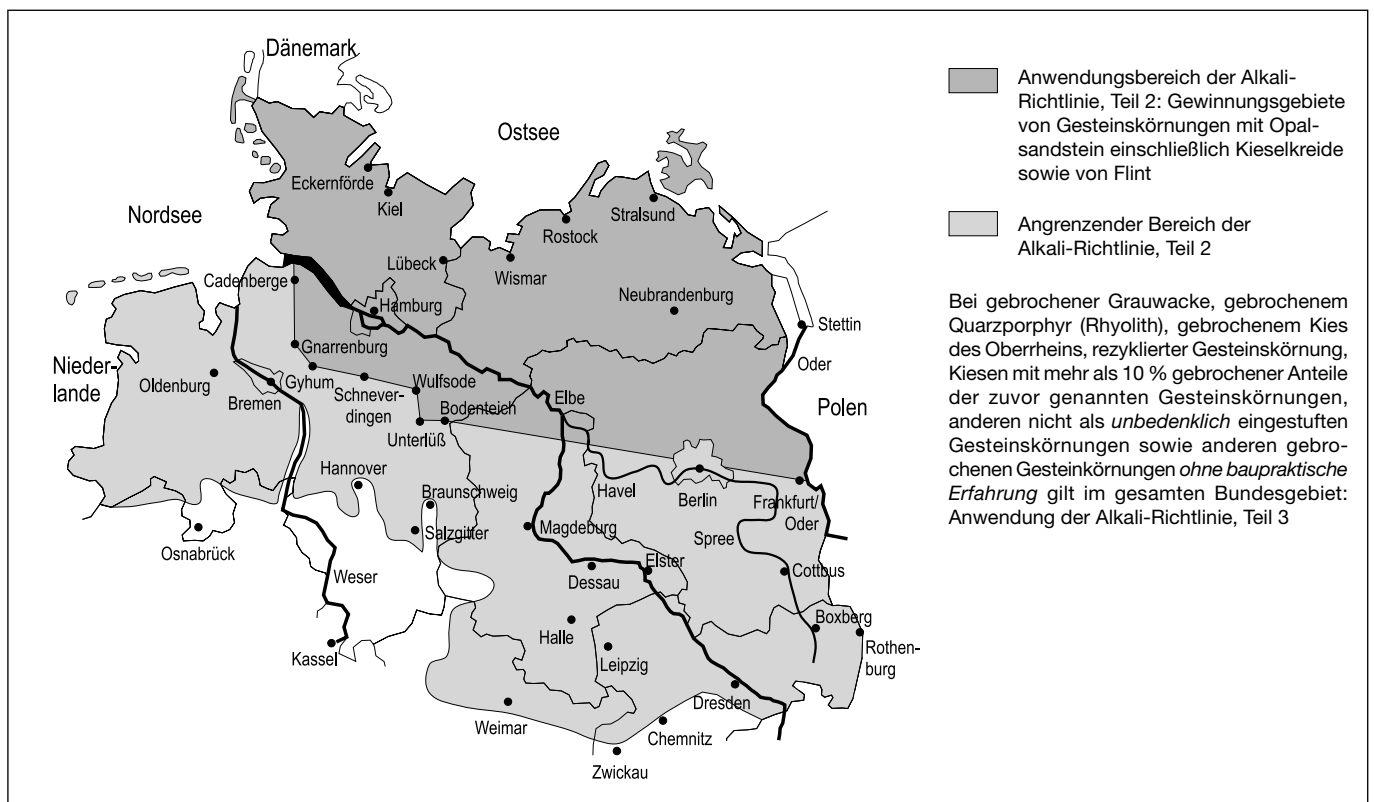
Die DAfStb-Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkali-Reaktion im Beton“ (Alkali-Richtlinie) [14] regelt Maßnahmen und Zuständigkeiten zur Vermeidung einer schädigenden Alkali-Kieselsäure-Reaktion (kurz: Alkali-Reaktion oder AKR). Hierzu wird die Empfindlichkeit von Gesteinskörnungen beurteilt und klassifiziert (Alkaliempfindlichkeitsklassen). Verantwortlich für die Einstufung in Alkaliempfindlichkeitsklassen sind der Produzent der Gesteinskörnung sowie dessen Überwachungs- und Zertifizierungsstelle.

Alkaliempfindlichkeitsklassen

Klasse ¹⁾	Gesteinskörnung	Einstufung
E I-O	Opalsandstein einschließlich Kieselkreide	unbedenklich
E II-O		bedingt brauchbar
E III-O		bedenklich
E I-OF	Opalsandstein einschließlich Kieselkreide und Flint	unbedenklich
E II-OF		bedingt brauchbar
E III-OF		bedenklich
E I-S	gebrochene Grauwacke; gebrochener Quarzporphyr (Rhyolith); gebrochener Oberrhein-Kies; rezyklierte Körnungen; Kies mit mehr als 10 M.-% der vorgenannten Körnungen;	unbedenklich
E III-S	andere gebrochene, nicht als <i>unbedenklich</i> eingestufte Gesteinskörnungen; andere gebrochene Gesteinskörnungen <i>ohne baupraktische</i> Erfahrungen	bedenklich
E I	Gesteinskörnungen, die nicht aus den Gewinnungsgebieten nach Teil 2 der Alkali-Richtlinie stammen oder zu den genannten alkaliempfindlichen Körnungen gehören und bei denen es unter baupraktischen Bedingungen zu keiner schädigenden Alkali-Kieselsäure-Reaktion gekommen ist	unbedenklich

¹⁾ Ist keine Klasse angegeben, so ist E III anzunehmen.

Die Anwendungsbereiche der Alkali-Richtlinie sowie die Gewinnungsgebiete alkaliempfindlicher Gesteinskörnungen können dem Bild entnommen werden.



Alkali-Richtlinie – Anwendungsbereich und angrenzender Bereich

Ergänzend hierzu sind seitens der planenden bzw. ausschreibenden Stelle („Verfasser der Festlegung“) im Leistungsverzeichnis die Feuchtigkeitsbedingungen anzugeben, denen das Bauteil im Laufe der Nutzung unterliegt. Hierzu wird jedem Betonbauteil eine von vier Feuchtigkeitsklassen für „Betonkorrosion infolge Alkali-Kieselsäure-Reaktion“ zugeordnet (analog zur Einordnung in Expositionsklassen, siehe S. 6, Tafel 1 (8)). Die Feuchtigkeitsklasse gibt Hinweise für die Betonzusammensetzung und hat keine weiteren Auswirkung auf die Bemessung des Betonbauteils.

Ist die Alkaliempfindlichkeit der Gesteinskörnung bekannt und das Bauteil einer Feuchtigkeitsklasse zugeordnet, sind die in der Alkali-Richtlinie festgelegten Maßnahmen zu ergreifen. Für erforderliche Anpassungen der Betonzusammensetzung ist der Betonhersteller verantwortlich.

Vorbegende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton

Alkaliempfindlichkeitsklasse	Zementgehalt [kg/m ³]	Feuchtigkeitsklasse ¹⁾ und zugehörige Maßnahmen			
		WO	WF	WA	WS
E I; E I-S	ohne Festlegung	-	-	-	Fahrbahndeckenzement ⁵⁾
E I-O	≤ 330 ²⁾	-	-	-	Fahrbahndeckenzement ⁵⁾
E II-O		-	-	NA-Zement	Austausch der Gesteinskörnung Fahrbahndeckenzement ⁵⁾
E III-O		-	NA-Zement	Austausch der Gesteinskörnung	
E I-OF	> 330 ³⁾	-	-	-	Fahrbahndeckenzement ⁵⁾
E II-OF		-	NA-Zement	NA-Zement	Austausch der Gesteinskörnung Fahrbahndeckenzement ⁵⁾
E III-OF		-	NA-Zement	Austausch der Gesteinskörnung	
E III-S	≤ 300	-	-	-	Fahrbahndeckenzement ⁵⁾
	300 < z ≤ 350	-	-	NA-Zement ⁴⁾	Austausch der Gesteinskörnung ⁴⁾ Fahrbahndeckenzement ⁵⁾
	> 350	-	NA-Zement ⁴⁾	Austausch der Gesteinskörnung ⁴⁾	

¹⁾ Die Zuordnung von Umgebungsbedingungen zu den Feuchtigkeitsklassen siehe S. 47 in Beton – Herstellung nach Norm

²⁾ Bei z > 330 kg/m³ ist E I-OF bis E III-OF maßgebend.

³⁾ Bei z ≤ 330 kg/m³ ist E I-O bis E III-O maßgebend.

⁴⁾ Alternativ Gutachterlösung (zukünftig Performance-Prüfung nach Teil 4 der Alkali-Richtlinie)

⁵⁾ Zemente nach [14], Tabelle 3–4

4.14 Mindestdruckfestigkeitsklasse in Abhängigkeit von der Expositionsklasse⁶⁾

C8/10 C12/15 ⁵⁾	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45
X0	XC1, XC2	XC3	XC4		
				XD1 ¹⁾	XD2 ^{1) 2)} , XD3 ¹⁾
				XS1 ¹⁾	XS2 ^{1) 2)} , XS3 ¹⁾
			XA1		XA2 ^{1) 2)} , XA3 ¹⁾
			XF1, XF2(LP), XF3(LP)	XF4(LP)	XF2 ²⁾ , XF3 ²⁾
				XM1 ¹⁾	XM2 ^{1) 3)} , XM3 ^{1) 4) 7)}

¹⁾ Bei Verwendung von Luftporenbeton, z.B. aufgrund gleichzeitiger Anforderung aus der Expositionsklasse XF, eine Festigkeitsklasse niedriger. Fußnote ²⁾ darf dann nicht angewendet werden. (DIN 1045-2, Anhang F)

²⁾ Bei langsam und sehr langsam erhärtenden Betonen (r < 0,30) eine Festigkeitsklasse niedriger. Bestimmung der Druckfestigkeitsklasse im Alter von 28 Tagen. Fußnote ¹⁾ darf dann nicht angewendet werden. (DIN 1045-2, Anhang F)

³⁾ Mit Oberflächenbehandlung, z.B. Vakuumieren und Flügelglätten, eine Festigkeitsklasse niedriger

⁴⁾ Mit Einstreuen von Hartstoffen nach DIN 1100

⁵⁾ Für Tragwerke nach DIN 1045-1 gilt die Mindestdruckfestigkeitsklasse C12/15

⁶⁾ Für den Geltungsbereich der ZTV-ING [18] und Massenbetone [13] gibt es teils abweichende Regelungen

⁷⁾ Obwohl zulässig, ist die Kombination von XM3 und Luftporenbeton nicht empfehlenswert

4.15 Erläuterungen zur ZTV-ING

Die ZTV-ING ist Element der VOB und gilt als obligatorische bauvertragliche Ergänzung für alle öffentlichen Bauaufträge im Geltungsbereich des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Die ZTV-ING erklärt grundsätzlich die Geltung der bauordnungsrechtlichen Regelwerke des Betonbaus, jedoch werden die DIN EN 206-1 und die DIN 1045-2 vor allem in ihrer Zusammenführung im Fachbericht 100 „Beton“ aufgerufen und zitiert und in Teilregelungen ergänzt bzw. abgewandelt. Nachfolgend werden einige dieser abweichenden, für die Planung relevanten Regelungen dargestellt.

Zement

Zur Verwendung nicht genormter Zemente ist dem Auftraggeber die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (ABZ) vorzulegen.	
CEM II-M-Zement	Zustimmung des Auftraggebers erforderlich
CEM III-Zement	für Kappen und Betonschutzwände (nur CEM III/A mit einem Hüttensandgehalt ≤ 50 M.-%)
CEM II-P (Portlandpuzzolanzement)	Nur mit Trass nach DIN 51043

Gesteinskörnungen

leichtgewichtige organische Verunreinigungen:	grobe Gesteinskörnungen $\leq 0,05$ M.-% ($Q_{0,05}$) feine Gesteinskörnungen $\leq 0,25$ M.-% ($Q_{0,25}$)
Kornform:	grobe Gesteinskörnungen, gebrochenes Korn mindestens Sl_{20}
Kornzusammensetzung:	grobe Gesteinskörnungen enggestuft
	Korngemische und natürliche zusammengesetzte (nicht aufbereitete) Gesteinskörnungen 0/8 dürfen nicht verwendet werden
	Gesteinskörnungen bis einschl. 8 mm Größtkorn mindestens zwei getrennte Korngruppen
	Gesteinskörnungen größer als 8 mm Größtkorn mindestens drei getrennte Korngruppen

Zuordnung der Expositions- und Feuchtigkeitsklassen

alle Bauteile	WA
vorwiegend horizontale, direkt mit tausalzhaltigem Wasser oder Schnee beaufschlagte Betonflächen, Betonschutzwände	XF4, XD3
nicht horizontale Betonflächen, tausalzhaltiges Spritzwasser	XF2, XD2
mit tausalzhaltigem Sprühnebel beaufschlagte Betonflächen	XF2, XD1
Trogsohlen (RStO) und Tunnelsohlen als weiße Wanne, Gründungen	XD2
Trogsohlen (RStO) und Tunnelsohlen mit außenliegender Abdichtung	XD1
wasserundurchlässige Tunnelwände (offene Bauweise)	XF2, XD2
Tunnelinnenschalen (geschlossene Bauweise), Tunnelwände und -decken (offene Bauweise) mit außenliegender Abdichtung	XF2, XD1
Einfahrtsbereiche von Tunneln	XF2, XD2

Planungsdaten der Hauptbauteile nach ZTV-ING

	XF2	XD2, XA2	XF3	XF4, XD3
max. w/z bzw. w/z _{eq}	0,50			0,45; 0,50 ¹⁾
Mindestdruckfestigkeitsklasse	C30/37; C25/30(LP)	C30/37 ⁴⁾	C30/37; C25/30(LP)	C30/37(LP); C25/30(LP) ¹⁾
min z (kg/m ³)	320			
min z + f (kg/m ³) ²⁾	270 + 50			
Andere Anforderungen	Gesteinskörnung F ₂ , NaCl-Verfahren ≤ 8 M.-%	Gesteinskörnung F ₂ , XA2 _{Sulfat} = HS-Zement	Gesteinskörnung F ₂	Gesteinskörnung F ₂ , NaCl-Verfahren ≤ 8 M.-%
Bauteile	Widerlager ³⁾ , Stützen ³⁾ , Pfeiler ³⁾ , Gründungen, Bohrpfähle, Tunnelsohlen, Tunnelwände und -innenschalen, Trogsohlen und -wände, Überbauten ³⁾			Kappen, Betonschutzwände

¹⁾ Brückenkappen

²⁾ bei Festigkeitsnachweis nach 56 d gilt 270 + min. 20 %

³⁾ Bewehrungskorrosion: Expositionsklasse XD1

⁴⁾ C30/37(LP) möglich

5 Schrifttum

- [1] DIN EN 197 u. DIN EN 14216, Zement; Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien
- [2] DIN EN 206-1 Beton – Teil 1: Festlegungen, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- [3] DIN 1045-1, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Bemessung und Konstruktion
- [4] DIN 1045-2, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
- [5] DIN 1045-3, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung
- [6] DIN 1045-4, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 4: Regeln für Herstellung und Konformität von Fertigteilen
- [7] DIN 1164, Zement mit besonderen Eigenschaften; Zusammensetzung, Anforderungen, Übereinstimmungsnachweis
- [8] DIN 11 622-2, Gärftersilos und Güllebehälter – Teil 2: Bemessung, Ausführung, Beschaffenheit, Gärftersilos und Güllebehälter aus Stahlbeton, Stahlbetonfertigteilen, Betonformsteinen und Betonschalungssteinen
- [9] DIN 18560-7, Estriche im Bauwesen – Teil 7: Hochbeanspruchbare Estriche (Industriestriche)
- [10] DIN 18908, Fußböden für Stallanlagen, Spaltenböden aus Stahlbeton und Holz
- [11] DIN EN 12255-1/DIN 19569-2, Kläranlagen – Allgemeine Baugrundsätze/Baugrundsätze für Bauwerke und technische Ausrüstungen
- [12] DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“
- [13] DAfStb-Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“
- [14] DAfStb-Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton“ (Alkali-Richtlinie)
- [15] DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ (WU-Richtlinie)
- [16] RLW – Richtlinien für den ländlichen Wegebau, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau
- [17] TL Beton-StB 07 – Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton
- [18] ZTV-ING – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten
- [19] ZTV-LW – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Befestigung ländlicher Wege
- [20] ZTV-W, LB 215 „Wasserbauwerke aus Beton und Stahlbeton“
- [21] AGI-Arbeitsblatt A12: Teil 1: Industrieböden, Industriestriche
- [22] Merkblatt ATV – M 168 „Korrosion von Abwasseranlagen – Abwasserableitung“
- [23] DBV-Merkblatt „Grundlagen zur Bemessung von Industriefußböden aus Stahlfaserbeton“, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein, Berlin
- [24] DIN 11622, Beiblatt 1, Gärftersilos und Güllebehälter Beiblatt 1: Erläuterungen, Systemskizzen für Fußpunktausbildung
- [25] DBV-Merkblatt „Industrieböden aus Beton für Frei- und Hallenflächen“, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein, Berlin
- [26] Bayer u.a.: Parkhäuser – aber richtig, Verlag Bau+Technik, Düsseldorf
- [27] Anforderungskatalog zum Bau der Festen Fahrbahn, Deutsche Bahn AG
- [28] Lohmeyer, Ebeling: Betonböden für Produktions- und Lagerhallen – Planung, Bemessung, Ausführung, Verlag Bau+Technik, Düsseldorf
- [29] Lohmeyer: Flachdächer, Verlag Bau+Technik, Düsseldorf
- [30] Lohmeyer, Ebeling: Weiße Wannens – einfach und sicher, Verlag Bau+Technik, Düsseldorf
- [31] Merkblatt für den Bau von Flugbetriebsflächen aus Beton, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
- [32] Flächenbefestigungen in Hafenanlagen, Hafenbautechnische Gesellschaft
- [33] DAfStb-Richtlinie „Selbstverdichtender Beton“ (SVB-Richtlinie)
- [34] DAfStb-Heft 526 Erläuterungen zu den Normen DIN EN 206-1, DIN 1045-2, DIN 1045-3, DIN 1045-4 und DIN 4226, Beuth-Verlag, Berlin
- [35] DIN EN 12737, Betonspaltenböden für die Tierhaltung
- [36] DAfStb-Heft 525 Erläuterungen zu DIN 1045-1, Beuth-Verlag, Berlin
- [37] Auslegungen zu DIN 1045-1, Normenausschuss Bauwesen (NABau), www.dafstb.de, Bereich Hilfsmittel DIN 1045
- [38] DBV-/BDZ-Merkblatt „Sichtbeton“, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein, Berlin und Bundesverband der Deutschen Zementindustrie, Berlin
- [39] DBV-Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“, Deutsche Beton- und Bautechnik-Verein, Berlin
- [40] DAfStb-Richtlinie „Stahlfaserbeton“



Beratung und Information zu allen Fragen der Betonanwendung

BetonMarketing Nord GmbH

Anderter Straße 99D
30559 Hannover
Telefon 0511 554707-0
hannover@betonmarketing.de

BetonMarketing Ost

Gesellschaft für Bauberatung und Marktförderung mbH

Teltower Damm 155
14167 Berlin-Zehlendorf
Telefon 030 3087778-0
mailbox@bmo-berlin.de

BetonMarketing Süd GmbH

Gerhard-Koch-Straße 2 + 4
73760 Ostfildern
Telefon 0711 32732-200
info@betonmarketing.de

Beethovenstraße 8
80336 München
Telefon 089 450984-0
info@betonmarketing.de

BetonMarketing West

Gesellschaft für Bauberatung und Marktförderung mbH

Annastraße 3
59269 Beckum
Telefon 02521 8730-0
info@bmwest.de

Herausgeber:

BetonMarketing Deutschland GmbH

Steinhof 39
40699 Erkrath
bmd@betonmarketing.de

www.beton.org

Die Broschüre „Bauteilkatalog“ stellt eine Planungshilfe dar, in der Bauteilen die Expositionsklasse, die Feuchtigkeitsklasse, die Mindestdruckfestigkeitsklasse, die Mindestbetondeckung und die Überwachungsklasse zugeordnet werden.

Durch die Aufbereitung der Inhalte der Regelwerke in Tafeln und Tabellen werden bewährte Planungsvorgänge bereits in der Vorbemessung unterstützt und übersichtlicher gestaltet.

Die Broschüre soll helfen, dauerhafte und wirtschaftliche Betonbauwerke zu erstellen.

Weitere Informationen zu Planung und Ausführung von Betonbauwerken (z. B. Zement-Merkblätter) finden Sie unter www.beton.org