

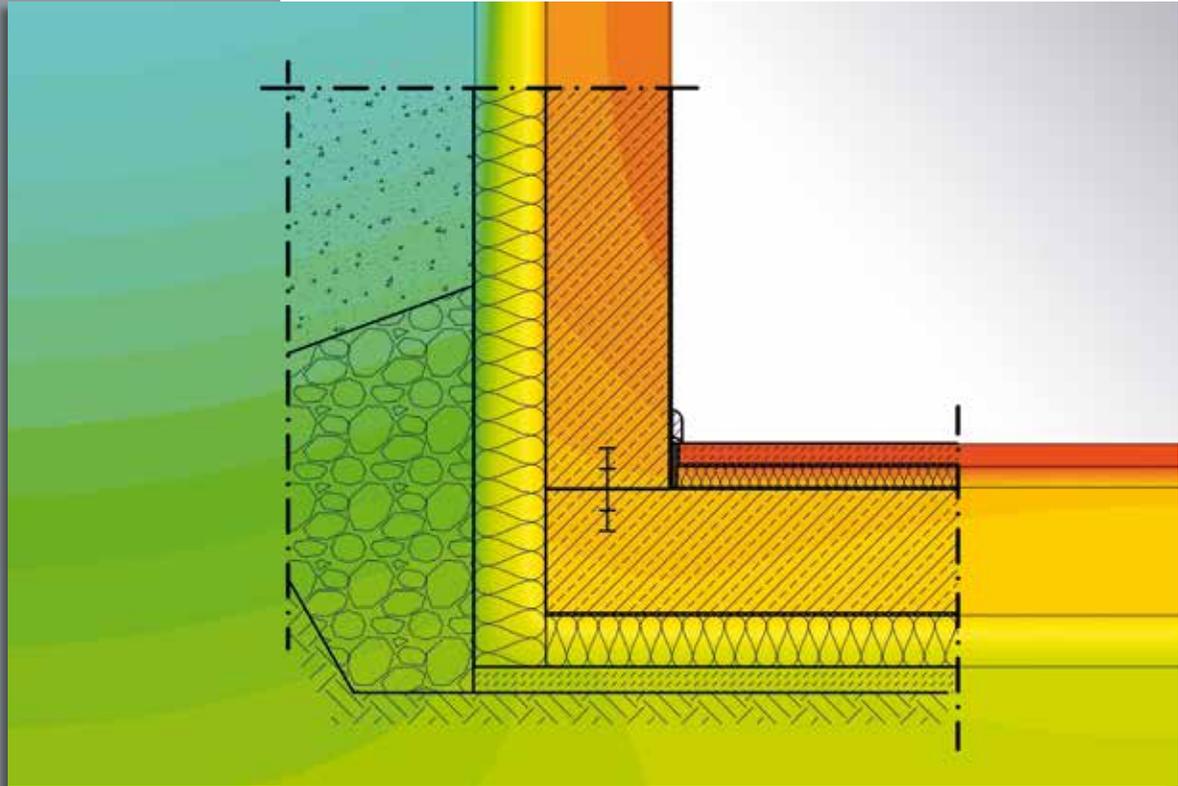
Kampen
Peck
Pickhardt
Richter



Bauteilkatalog

Planungshilfe für dauerhafte Betonbauteile

Schneller und einfacher haben Sie noch nie geplant!



Der „Planungsatlas für den Hochbau“ bietet mehr als 850 Planungsdetails mit ca. 10,5 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 4–29)

- 1) Je nach Beanspruchung zusätzliche Verschiefschicht; siehe [3], Abschn. 4.4.1.2 (13) und Anhang 4.1.1.
- 2) Soweit nicht aufgrund anderer Randbedingungen eine andere Überwachungsklasse maßgebend ist.
- 3) Für bewehrte Bauteile in Kistenmaße (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 1992-1-1 gilt die Mindestdruckfestigkeitsklasse C12/15.
- 10) Siehe z.B. 3.2.7b, 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 gemäß [39], nach Zustimmung durch den Auftraggeber.
- 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 [4] unmittelbar vor dem Einbau. Eine weitere Abminderung der Mindestdruckfestigkeit beim Einsatz langsam oder sehr langsam erhärtender Betone ($f \leq 0,30$) 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. ZTV-ING [18]).
- 23) Gilt nicht für Brückenkapfen.
- 24) Nur zutreffend bei bewehrten Pfählen.
- 25) Bei langsam und sehr langsam erhärtenden Betonen ($f \leq 0,30$) 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 XM1 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.
Je nach zu lagerndem Stoff und/oder je nach Beanspruchung festlegen.
Anforderungen an flüssigkeitsdichten Beton bzw. flüssigkeitsdichten Beton mit Eindringprüfung siehe [12].
- 35) 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, $\Delta c_{\text{dev}} = 10_{\text{min}}$
- 36) a – Sprühmehlbereich, Spritzwasserbereich und Freibord
b – Wasserwechselzone, Gezeitenzone,
c – Unterwasserbereich.
- 37) C25/30 (LP) für Planierbereiche nur mit Fußgänger- oder seltenem Fahrzeugverkehr, Mindestzementgehalt 300 kg/m³ (ZTV-W LB 215 [20])
- 38) Im Geltungsbereich der ZTV-W LB 215 ist grundsätzlich Beton mit hohem Wassereindringwiderstand zu verwenden, der w/z-Wert darf 0,65 nicht überschreiten.
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.
- 39) Mitgeltende Regelwerke sind zu beachten.
- 40) In Einzelfällen können Tausalzbeaufschlagungen auftreten (z.B. Brücken), die zur Einstufung XF4 führen. Im Einzelfall XF1 statt XF3 möglich [24], C25/30, $c_{\min} = 25$ mm.
- 41) Expositionsklasse XA im Einzelfall abminderbar, wenn kein Sauerstoffeintrag in den Gasraum erfolgt. In Einzelfällen (z.B. bei Räumen mit Kunststoffschiene) Expositionsklasse XM1 möglich.
- 42) Einsatz von SR-Zement.
- 43) Beschichtung erforderlich; auf eine Beschichtung kann verzichtet werden, wenn die Expositionsklasse XF4 (statt XF3) gewählt wird. Futterstockhöhe ≤ 3 m, Füllgutklassen 1 und 2 a, luft- und wasserdichte Abdeckung nach Einbringen des Silierguts.
- 44) Für die Betondeckung auf der Innenseite von Güllbehältern und Gärtüfersilos gilt XC4 [8].
- 45) Rechnerisch zulässige Rissbreite auf die Nutzung abstimmen.
- 46) Für tragende oder aussteifende Böden nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2.
- 47) Ohne Oberflächenbehandlung C35/45, mit Oberflächenbehandlung C30/37 (z.B. Vakuumieren mit nachfolgendem Flügelglätten).
- 48) Druckfestigkeit nach Bemessung.
- 49) Betonböden bei hoher Feuchte, hoher Luftfeuchtigkeit oder in offenen Hallen sind in die Expositionsklasse XC3 einzustufen.
- 50) Gilt nicht für Leichtbeton.
- 51) Ausführung nur mit zusätzlichen Maßnahmen (z.B. rissüberbrückende Beschichtung, siehe auch DAfStb-Heft 600 [35]).
- 52) Mindestdruckfestigkeitsklasse C40/50 bei Verwendung eines CEM III/B (w/z $\leq 0,35$, $z \geq 360$ kg/m³).
- 53) Auf Luftporen kann verzichtet werden.
- 54) Erfeuchter Beton mit w/z $\leq 0,40$ auch ohne Luftporen.
- 55) Schutz des Betons erforderlich, gegebenenfalls Gutachten für Sonderlösung.
- 56) Im Geltungsbereich der ZTV-W LB 215 [20] für massive Bauteile gilt abweichend von DIN 1045-2 und DAfStb-Richtlinie Massige Bauteile aus Beton: Luftporenbeton C20/25 (Nachweialter 56 Tage, Mindestzementgehalt 270 kg/m³).
- 57) in DIN EN 1992-1-1/NA indikative Mindestfestigkeitsklasse genannt
- 58) bei zweistufig betriebenen Biogasanlagen mit räumlicher Trennung von Hydrolyse/Versäuerung und Essigsäure-/Methanbildung gilt für die Hydrolyse/Versäuerung XA2 (C35/45)
- 59) Pferdeurin wird vom Einstreu gebunden; bei direkter Beaufschlagung des Betons mit Urin ist ein höherer chemischer Angriff als XA1 im Einzelfall zu prüfen
- 60) XF3 nur mit Mindestluftporengehalt nach DIN 1045-2 [4] im Geltungsbereich der ZTV-W LB 215 [20]
- 61) Mindestens UK2 im Geltungsbereich der ZTV-W LB 215 [20]
- 62) Bei Meerwasser XS1, bei Solewasser XD1.
- 63) Durch Wasseranalyse präzisieren.

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

Bauteilkatalog

Planungshilfe für dauerhafte Betonbauteile

8. überarbeitete Auflage 2014

Herausgeber:

BetonMarketing Deutschland GmbH, Erkrath

www.beton.org

Gesamtproduktion:

Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf

www.verlagbt.de

1100/07.14/6

Das Regelwerk im Betonbau wird ständig fortgeschrieben. DIN EN 1992, Teile 1 bis 3 einschließlich der Nationalen Anhänge NA, DIN EN 206-1, DIN 1045-2, DIN EN 13670 und DIN 1045-3 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. Im Hochbau 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 Überwachungskategorie 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 30.6.2014 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 Nordost, Hannover

Unser besonderer Dank geht an Dr.-Ing. Thorsten Reschke von der Bundesanstalt für Wasserbau in Karlsruhe für die freundliche Unterstützung bei der Erstellung der Planungsdaten für die Betonbauteile des Wasserbaus.

Die Broschüre „Bauteilkatalog“ sowie die Broschüren „Beton – Herstellung nach Norm“ und „Beton – Prüfung nach Norm“ sind Informationsmaterialien und Planungshilfen in der „Schriftenreihe der Zement- und Betonindustrie“, die den Umgang mit den zum Teil komplexen Sachverhalten der Regelungen im Betonbau – mitsamt seiner Ausgangsstoffe – erleichtern sollen. Ergänzt werden diese gedruckten Publikationen durch die Internetseite **www.beton.org**, auf der sich zahlreiche weitere Informationen und hilfreiche Links zu vielen Einsatzgebieten zementgebundener Baustoffe finden. Hinweise zu ergänzenden Veröffentlichungen über den Einsatz von zementgebundenen Baustoffen finden sich unter **www.betonshop.de**.

Die Verfasser

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1	4 Anhang	30
1 Anwendungshinweise	3	4.1 Begriffe	30
2 Normen	3	4.2 Zemente – Arten und Zusammensetzung nach DIN EN 197-1 bzw. für Sonderzemente nach DIN EN 14216	31
3 Bauteilkatalog	7	4.3 Anwendungsbereiche für Zemente (nach DIN 1045-2)	32
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)	33
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	34
3.3 Ingenieurbau Brücken, Brücken nach ZTV-ING, Masten, Schornsteine, Kühltürme, Weiße Wannen, Tiefgaragen/Parkhäuser, Schwimmbäder, Hallenbäder	12	4.6 Grenzwerte für die Expositionsklassen bei chemischem Angriff durch Grundwasser	34
3.4 Wirtschaftshochbau Stützen, Balken, Unterzüge, Decken, Wände, Fassaden, Drempel, Bauteile mit hohem Wassereindringwiderstand	16	4.7 Grenzwerte für Zusammensetzung und Eigenschaften von Beton – Teil 1	35
3.5 Umwelt- und Gewässerschutz Abwasseranlagen, Tankstellenabfüllplätze, Auffangwannen/Ableitflächen	17	4.8 Grenzwerte für Zusammensetzung und Eigenschaften von Beton – Teil 2	35
3.6 Wasserbau Bauteile im Süßwasser, Bauteile im Meerwasser	19	4.9 Überwachungsklassen für Beton	36
3.7 Verkehrswegebau Fahrbahnen und Verkehrsflächen, Landwirtschaftliche Wege, Feste Fahrbahnen, Rückenstützbeton, Tragschichten	21	4.10 Expositionsklassengruppen	36
3.8 Landwirtschaftliches Bauen Lagerböden, Stallböden, Düngerlager, Güllekanäle, Güllekeller, Güllehochbehälter, Eigenbedarfstankstellen, Festmistplatten, Kompostierungsanlagen, Fahrhilfen, Stallwände, -decken, -stützen, -balken, Biogasfermenter, Gärrestlager, Silagesickersaftbehälter	23	4.11 Betondeckung der Bewehrung für die Mindestdruckfestigkeitsklasse (indikative Mindestfestigkeitsklasse) des Betons	37
3.9 Besondere Bauweisen Sichtbeton, Elementwand, Bauteile unter Wärmedämmverbundsystemen und unter Putz, Dachflächen, Thermisch aktivierte Bauteile	27	4.12 Anforderungen an die Begrenzung der Rissbreite zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit von Stahlbetonbauteilen	37
3.10 Industrieböden Böden in Hallen, Böden im Freien	28	4.13 Hinweise zur Vermeidung einer schädigenden Alkali-Reaktion	38
		4.14 Mindestdruckfestigkeitsklasse in Abhängigkeit von der Expositionsklasse	39
		4.15 Erläuterungen zur ZTV-ING	40
		4.16 Erläuterungen zur ZTV-W, Leistungsbereich LB 215	41
		5 Schrifttum	43

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.

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 EN 1992-1-1:2011-01

Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau und Nationaler Anhang (NA) – National festgelegte Parameter: 2013-04,

DIN EN 206-1:2001-07

Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, einschließlich Änderungen A2:2005-09,

DIN 1045-2:2008-08

Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Anwendungsregeln zu DIN EN-206-1,

DIN EN 13670:2011-03

Ausführung von Tragwerken aus Beton,

DIN 1045-3:2012-03

Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung – Anwendungsregeln zu DIN EN 13670, einschließlich Berichtigung 1:2013-07

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 Expositionsklassen 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 Expositionsklassen und Feuchtigkeitsklassen maßgebend.

Zusätzlich bestehende Regelwerke, 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. Hinweise zur ZTV-W [20] enthält Abschnitt 4.16. Auslegungen zur DIN 1045-1, auch zu Expositionsklassen bei speziellen Anwendungsfällen, können auch für die Anwendung der DIN EN 1992-1-1 weiter genutzt werden. Sie sind komplett unter www.nabau.din.de, Auslegungen zu DIN-Normen, Auslegungen DIN 1045-1, Fassung Juni 2012 und Auslegungen zu DIN EN 1992-1-1, Fassung Februar 2014, zu finden [37].

Tafel 1: Zusammenstellung ausgewählter Angaben aus DIN EN 1992-1-1/NA, Tabelle 4.1 und DIN 1045-2, Tabellen 1, F.2.1 und F.2.2 [3]; [4]

Bewehrungskorrosion

Expositions- klasse	Beschreibung der Umgebung	Beispiele für die Zuordnung von Expositionsclassen (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
	Beton mit Bewehrung oder eingebettetem Metall, sehr trocken.	Beton in Gebäuden mit sehr geringer Luftfeuchte (relative Luftfeuchte RH ≤ 30 %)	
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) Beton, der ständig in Wasser getaucht ist	C16/20
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 Einzelgaragen	C30/37¹⁷⁾
XD2	nass, selten trocken	Solebäder Bauteile, die chloridhaltigen Industrieabwässern ausgesetzt sind	C35/45¹⁷⁾ 25) 32)
XD3	wechselnd nass und trocken	Teile von Brücken mit häufiger Spritzwasserbeanspruchung 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 1992-1-1/NA, Tabelle 4.1 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 Feuchtigkeitsklassen (informativ)	Mindestdruck- festigkeitsklasse
5 Frostangriff mit oder ohne Taumittel			
Wenn durchfeuchteter Beton erheblichem Angriff durch Frost-Tau-Wechsel ausgesetzt ist, muss die Expositionsklasse 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 Expositionsklasse 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)
		Futtertische der Landwirtschaft	
		Kühltürme mit Rauchgasableitung	
7 Betonkorrosion durch Verschleißbeanspruchung			
Wenn Beton einer erheblichen mechanischen Beanspruchung ausgesetzt ist, muss die Expositionsklasse 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 geschiebelasteten Gewässern, z. B. Tosbecken	

Fußnoten siehe Ausklappseite

**Tafel 1: Zusammenstellung ausgewählter Angaben aus
DIN EN 1992-1-1/NA, Tabelle 4.1 und DIN 1045-2, Tabellen 1, F.2.1 und F.2.2 [2]; [3]; [4]**

Betonkorrosion

Feuchtigkeitsklasse	Beschreibung der Umgebung	Beispiele für die Zuordnung von Expositionsklassen (informativ)	Mindestdruckfestigkeitsklasse
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 Belastungsklassen 0,3 bis 1,0 [17]	

Die Feuchtigkeitsklasse WS ist in DIN EN 1992-1-1 nicht enthalten. WS wird nur für hochbeanspruchte Betonfahrbahnen nach TL Beton-StB 07 [17] angewendet.

WS	Beton, der hoher dynamischer Beanspruchung und direktem Alkalieintrag ausgesetzt ist	Bauteile unter Tausalzeinwirkung mit zusätzlicher hoher dynamischer Beanspruchung (z. B. Betonfahrbahnen der Belastungsklassen 1,8 und höher [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, Schwimmbäder, Hallenbäder	12
3.4	Wirtschaftshochbau Stützen, Balken, Unterzüge, Decken, Wände, Fassaden, Drempel, Bauteile mit hohem Wassereindring- widerstand	16
3.5	Umwelt- und Gewässerschutz Abwasseranlagen, Tankstellenabfüll- plätze, Auffangwannen/Ableitflächen	17
3.6	Wasserbau Bauteile im Süßwasser, Bauteile im Meerwasser	19
3.7	Verkehrswegebau Fahrbahnen und Verkehrsflächen, Landwirtschaftliche Wege, Feste Fahrbahnen, Rückenstützbeton, Tragschichten	21
3.8	Landwirtschaftliches Bauen Lagerböden, Stallböden, Düngelager, Güllekanäle, Güllekeller, Güllehochbehälter, Eigenbedarfstankstellen, Festmistplatten, Kompostierungsanlagen, Fahrsilos, Stallwände, -decken, -stützen, -balken, Biogasfermenter, Gärrestlager, Silagesickersaftbehälter	23
3.9	Besondere Bauweisen Sichtbeton, Elementwand, Bauteile unter Wärmedämmverbundsystemen und unter Putz, Dachflächen, Thermisch aktivierte Bauteile	27
3.10	Industrieböden Böden in Hallen, Böden im Freien	28

3.2 Wohnungsbau												Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur					
		Überwachungs-kategorie	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Feuch-tigkeits-klasse	Ver-schleiß	Chem.-Angriff			Frost-Tau-mittel				Chlorid Meer	Chlorid	Karbonati-sierung	Frost-tau-mittel	Überwachungs-kategorie
						XA ⁷⁾	1	2	3	1	2						
3.2.7	Sohlplatten, im Erdreich unter GOK ¹¹⁾	bewehrt	ÜK ²⁾	C _{min} [mm]	WF	XM	XF	XF	XS ⁹⁾	XD ⁸⁾	XC ⁹⁾	XF	XF	XA ⁷⁾	WF	C _{min} [mm]	ÜK ²⁾
a)	ohne Frost			20	WF						X					20	1
b)	ohne Frost, hoher Wassereindringwiderstand			20	WF						X					20	2 ⁶⁾
c)	ohne Frost, schwacher chemischer Angriff ⁶⁾			20	WF						X					20	2
d)	ohne Frost, mäßiger chemischer Angriff ⁶⁾			20	WF						X					20	2
e)	ohne Frost, starker chemischer Angriff ⁶⁾			20	WF						X					20	2
3.2.8 Wände		unbewehrt															
a)	innen, ohne Frost				WO												1
b)	außen, Frost				WF			X									1
3.2.9 Wände, Stützen, Decken, Balken, Treppen, Podeste		bewehrt															
a)	innen, ohne Frost			10	WO						X					10	1
b)	außen, Frost ³⁾			25	WF			X								25	1
c)	außen, Frost, im Tausalzprühnebel			40	WA					X	X	X				40	2
d)	außen, Frost, Tausalz			40	WA					X	X	X				40	2
3.2.10 Kellerwände, im Erdreich unter GOK ¹¹⁾		unbewehrt															
a)	ohne Frost				WF												1
b)	ohne Frost, hoher Wassereindringwiderstand				WF												2 ⁶⁾
c)	ohne Frost, schwacher chemischer Angriff ⁶⁾				WF						X						2
d)	ohne Frost, mäßiger chemischer Angriff ⁶⁾				WF						X						2
e)	ohne Frost, starker chemischer Angriff ⁶⁾				WF						X						2
3.2.11 Kellerwände, im Erdreich unter GOK ¹¹⁾		bewehrt															
a)	ohne Frost			20	WF						X					20	1
b)	ohne Frost, tausalzhaltiges Sickerwasser			40	WF					X	X					40	2
3.2.12 Kellerwände, im Erdreich unter GOK ¹¹⁾		unbewehrt															
a)	im nicht frostsicheren Bereich																

wie 3.2.10 bis 3.2.11

Fußnoten siehe Ausklappseite

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 ⁹⁾	1	2	3	XD ⁸⁾	1	2	3	XF	1	2	3						XF
3.2.13	Kellerwände, Sockel über GOK⁽³⁾¹¹⁾																						
a)	außen, Frost					X																	
b)	außen, Frost, Tausalzsprühnebel					X	X		X									WF	C25/30	25	1		
c)	außen, Frost, Tausalz					X		X										WA	C25/30(LP) C35/45	40	2		
3.2.14	Garagen⁹⁾																	WA	C30/37(LP)	40	2		
a)	freistehend, bewittert, Frost					X																	
b)	freistehend, bewittert, Frost, Tausalzsprühnebel					X	X											WF	C25/30	25	1		
c)	Bodenplatte, Einzelgarage					X	X											WA	C25/30(LP) C35/45	40	2		
3.2.15	Tiefgaragen/Parkhäuser siehe Ziffer 3.3.10																						
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		Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur																
		Überwachungs-kategorie																
3.3.1	Brücken (Bauteile nach ZTV-ING siehe 3.3.2)	Karbonati-sierung	Chlorid Meer			Chlorid			Frost Taumittel			Frost	Ver-schleiß	Feuch-tigkeits-kategorie	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.1.1)	C _{min} [mm]	ÜK ²⁾
			XC ⁹⁾	XD ⁸⁾	XS ⁹⁾	XF	XF	XF	XF	XF	XF							
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
a)	Gründungsbauteile, Fundamente																	
b)	Widerlager ³⁾ Frost		X															
c)	Widerlager (Straßenbrücke) Frost, Tausalzsprühnebel		X	X														
d)	Pfeiler ³⁾ Frost		X															
e)	Pfeiler (Straßenbrücke) Frost, Tausalzsprühnebel		X	X														
f)	Überbau ³⁾ Frost		X															
g)	Überbau (Straßenbrücke) Frost, Tausalzsprühnebel		X	X														
h)	Brückenkappen Frost, Tausalz		X	X														
3.3.2	Brücken Bauteile nach ZTV-ING																	
a)	Bohrpfähle unbewehrt/bewehrt mäßiger chemischer Angriff ²¹⁾																	
b.1)	Widerlager, Stützen, Pfeiler nicht vorwiegend horizontale Betonflächen Frost, tausalzhaltiges Spritzwasser		X ²⁴⁾															
b.2)	Widerlager, Stützen, Pfeiler nicht vorwiegend horizontale Betonflächen Frost, tausalzhaltiger Sprühnebel																	
c)	Betonflächen ²³⁾ , vorwiegend horizontal Frost, Tausalz																	
d)	Brückenkappen Frost, Tausalz		X	X														
e)	Bauteile, mäßig chemisch angreifende Umgebung		nach Umgebungsbedingungen															
f)	Überbauten Frost, tausalzhaltiger Sprühnebel		X	X														

Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur

Überwachungs-kategorie

Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur

Anhang 4.15; [18]

Anhang 4.15; [18]

Anhang 4.15; [18]

XD2 nach Einzelfallprüfung möglich; Anhang 4.15; [18]

Fußnoten siehe Ausklappseite

3.3 Ingenieurbau		Karbonatisierung	Chlorid				Chlorid Meer				Frost	Frost Taumittel	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 ⁹⁾		XD ⁹⁾		XS ⁹⁾		XF				XA ⁷⁾		XM							
3.3.11	Schwimmbäder, Hallenbäder		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
	bewehrt																					
a)	Trinkwasser, Bauteile im direkten Kontakt mit Badewasser, ohne Frost	X																				
b)	Trinkwasser, Bauteile im direkten Kontakt mit Badewasser, Frost	X							X													
c)	Meerwasser, Bauteile im direkten Kontakt mit Badewasser, ohne Frost	X																				
d)	Meerwasser, Bauteile im direkten Kontakt mit Badewasser, Frost	X																				
e)	Solewasser, Bauteile im direkten Kontakt mit Badewasser, ohne Frost	X																				
f)	Solewasser, Bauteile im direkten Kontakt mit Badewasser, Frost	X																				
g)	Trinkwasser, Bauteile im Luftraum, belüftet	X																				
h)	Trinkwasser, Bauteile im Luftraum, unbelüftet	X																				
i)	Meer- bzw. Solewasser, Bauteile im Luftraum, belüftet	X																				
j)	Meer- bzw. Solewasser, Bauteile im Luftraum, unbelüftet	X																				

		3.4 Wirtschaftshochbau												Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur																				
		XO	XC ⁹⁾			XD ⁸⁾			XS ⁹⁾			Frost	Frost-Tau-mittel		Chem.-Angriff	Ver-schleiß	Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.1.1)	Überwa-chungs-klasse														
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3												
3.4.1	Stützen, Balken, Unterzüge, Decken, Wände, Treppen innen	X																						1	10	C16/20	WO						$c_{min} \geq \emptyset$	
3.4.2	Fassaden, Drempeel, Stützen, Balken, Wände																																	
a)	nicht direkt bewittert, mäßig feucht, Frost ³⁾																																	
b)	bewittert, Frost ³⁾																																	
3.4.3	Vertikale Bauteile bewittert, Frost, Tausalzsprühnebel																																	
3.4.4	Vertikale Bauteile mit hoher Wassersättigung, horizontale Bauteile bewittert, Frost, Tausalz,																																	
3.4.5	Bauteile aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand, unter GOK⁴⁾																																	
a)	ohne Frost																																	DIN 1045-2, Abs. 5.5.3 beachten; [15]
b)	Frost																																	DIN 1045-2, Abs. 5.5.3 beachten; [15]

Fußnoten siehe Ausklappseite

3.5 Umwelt- und Gewässerschutz		Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur	Überwachungs-kategorie	Betondeckung (s. Tab. 4.1.1)	Mindestdruckfestigkeitsklasse	Feuchtigkeitsklasse	Ver-schleiß	Chem. Angriff	Frost-tau-mittel	Frost	Chlorid Meer	Chlorid	Karbonati-sierung	XC ⁹⁾			XS ⁹⁾			XF			XA ⁷⁾			ÜK ²⁾
														1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
3.5.1	Abwasseranlagen²⁹⁾	bewehrt																								
a)	Gerinne (Zulauf), außen, Frost				C25/30(LP) C35/45 ³²⁾	WA		X		33)			X												2	[11]; [13]
b)	Gerinne (Ablauf), außen, Frost				C25/30(LP) C35/45 ³²⁾	WA		X		33)			X												2	[11]; [13]
c)	Sandfang, außen, Frost				C25/30(LP) C35/45 ³²⁾	WA		X		33)			X												2	[11]; [13]
d)	Offener Behälter: Sohlpfanne, Wand ohne Frost, schwacher chemischer Angriff				C25/30	WA		X					X												2	[11]; [22]
e)	Offener Behälter: Wand ³⁾ (Wasserwechselzone, ohne Frost) schwacher chemischer Angriff				C25/30	WA		X					X												2	[11]; [22]
f)	Offener Behälter: Wand ³⁾ (Wasserwechselzone, mit Frost) schwacher chemischer Angriff				C25/30(LP) C35/45 ³²⁾	WA		X	X				X												2	Bei angrenzendem Betriebsweg mit Tausalzsprühnebel XF2; [11]; [22]
g)	Regenüberlaufbecken (offen), außen, Frost				C25/30(LP) C35/45 ³²⁾	WA		X		33)			X												2	[11]; [13]
3.5.2	Abwasseranlagen²⁹⁾	bewehrt																								
a)	Räumlerlaufbahn, innen, ohne Frost				C30/37 ²⁸⁾ C35/45 ³²⁾	WF							X												2	[11]; [22]
b)	Räumlerlaufbahn, außen, Frost, Tausalz				C30/37(LP)	WA		X	X				X												2	[11]; [22]; ggf. ⁵⁹⁾
c)	Schlammleindicker (offen), außen, Frost				C25/30	WA		X	X				X												2	[11]; [13]
d)	Faulbehälter, innen				C25/30	WA		X	X				X												2	[11]; [13]
e)	Faulschlamm-speicher, außen, Frost				C25/30	WA		X	X				X												2	[11]; [13]
f)	Schlamm-lagerplätze (befahrbar), außen, Frost				C25/30(LP) C35/45 ³²⁾	WA		X		33)			X												2	[11]; [13]
g)	Schönungsteiche (befahrbar), außen, ohne Frost				C25/30(LP) C30/37	WA		X					X												2	[11]; [13]
3.5.3	Abwasseranlagen²⁹⁾	bewehrt																								
	Gasraum, geschlossener Behälter (nur bei biogenem Schwefelsäureangriff, sonst wie andere Festlegungen)				C35/45	WF																			2	SR-Zement; Schutz des Betons erforderlich; [11]; [22]

		3.5 Umwelt- und Gewässerschutz												Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur				
		XO	Karbonatisierung			Chlorid Meer			Frost		Frost-Tau-mittel		Chem. Angriff		Ver-schleiß	Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.11)
1	2		3	4	1	2	3	1	2	3	4	1		2				
3.5.4	Tankstellenabfüllplätze																	
a)	Frost, Tausalz																	
b)	Frost, Tausalz																	
3.5.5	Auffangwannen / Ableitflächen																	
a)	innen, nicht befahren																	
b)	innen, nicht befahren																	
c)	innen, befahren, trocken																	
d)	innen, befahren, trocken																	
3.5.6	Auffangwannen / Ableitflächen																	
a)	außen, nicht befahren, Frost (Bodenplatte, Wände)																	
b)	außen, nicht befahren, Frost ³⁾ (Bodenplatte, Wände)																	
c)	außen, befahren, Frost, Tausalz																	
d)	außen, befahren, Frost, Tausalz																	

3.6 Wasserbau Bauteile im Meerwasser		XO	XC ⁹⁾			XD ⁸⁾			XS ⁹⁾			XF		XA ⁷⁾			Ver- schleiß	Feuch- tigkeits- klasse	Mindest- druckfestig- keitsklasse	Beton- deckung (s. Tab. 4.1.1)	Überwa- chungs- klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur ⁴⁰⁾
			1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1						
3.6.9	Sperrwerkfeiler, Flügelwände bewehrt	a)																				
b					X																	[20]
c																						
3.6.10	Sperrwerksohle bewehrt	c	X																			[20]; bei starker Geschleibfracht und hoher Strömungsgeschwindigkeit XM3 mit Verschleißschicht, ohne Hartstoffe
3.6.11	Schleusen- / Molenwände, Kaimauern bewehrt	a																				
b					X																	[20]
c																						
3.6.12	Schleusen- und Molenplattformen, Kaimauern Tausalz bewehrt	a																				
b					X																	
c																						
3.6.13	Befahrene Hafенflächen, Betonböden außen, Tausalz; Einzellasten, Radlasten Q ≤ 80 kN unbewehrt	a																				

siehe auch 3.10.2 und 3.10.4

3.7 Verkehrswegebau ⁴²⁾		XO	Karbonatisierung			Chlorid Meer			Chlorid			Frost			Frost Taumittel			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					
Fahrbahnen und Verkehrsflächen																												
3.7.1	Betonfahrbahnen Belastungsklasse 1,8 – 100 Frost, Tausalz	unbewehrt																										
3.7.2	Betonfahrbahnen Belastungsklasse 0,3 – 1,0 Frost, Tausalz	unbewehrt																									[17] (z. B. Biegezugfestigkeit) ggf. [41]	
3.7.3	Rad- und Gehwege Frost, Tausalz	unbewehrt																									[17] (z. B. Biegezugfestigkeit)	
3.7.4	Verkehrsflächen für Kettenfahrzeuge Frost, Tausalz	unbewehrt																										
3.7.5	Lärmschutzwände Frost, Tausalz	bewehrt																									[18]	
3.7.6	Betonschutzwände, einschl. Fundamente Frost, Tausalz	bewehrt																									DIN EN 1317; [18]; [42]	
Landwirtschaftliche Wege																												
3.7.7	Hofbefestigungen ohne Tausalz	unbewehrt																										
3.7.8	Hofbefestigungen Frost, Tausalz	unbewehrt																										
3.7.9	Ländliche Wege ohne Tausalz	unbewehrt																									[19]	

3.8 Landwirtschaftliches Bauen		Karbonatisierung	Chlorid Meer				Chlorid				Frostmittel	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										
3.8.1	Lagerböden	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3			
a)	innen, ohne Einwirkung von Gülle, Silage, Dünger trocken, unbewehrt ohne wesentliche Verschleißbeanspruchung mäßige Verschleißbeanspruchung starke Verschleißbeanspruchung	X																	[25]; [28]
b)	innen, ohne Einwirkung von Gülle, Silage, Dünger trocken, bewehrt ohne wesentliche Verschleißbeanspruchung mäßige Verschleißbeanspruchung starke Verschleißbeanspruchung	X	X	X	X														[25]; [28] C _{min} ≥ d _s
c)	im Freien, überdacht, ohne Einwirkung von Gülle, Silage, Dünger unbewehrt ohne wesentliche Verschleißbeanspruchung mäßige Verschleißbeanspruchung starke Verschleißbeanspruchung								X	X									[25]; [28]
d)	im Freien, überdacht, ohne Einwirkung von Gülle, Silage, Dünger bewehrt ohne wesentliche Verschleißbeanspruchung mäßige Verschleißbeanspruchung starke Verschleißbeanspruchung		X	X	X				X	X									[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 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 EN 206-1 und DIN 1045-2.

Im landwirtschaftlichen Bauen sind auch Bauteile aufgeführt, die nicht oder nur zum Teil nach DIN EN 1992-1-1/NA, DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 zu beurteilen sind, weil

- die Bauteile nicht in den Anwendungsbereich dieser Normen fallen (z. B. Lagerböden, die nicht tragen oder aussteifend wirken)
- mitgeltende Produktnormen, z. B. DIN 11622 [8], [24] oder DIN EN 12737 [35] oder wasserrechtliche Vorschriften 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 EN 1992-1-1/NA, DIN EN 206-1 und DIN 1045-2. Die Hinweise und Anmerkungen enthalten zu berücksichtigende Abweichungen.

3.8 Landwirtschaftliches Bauen		Karbonatisierung	Chlorid Meer				Chlorid				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	XF	XF	XF	XF									
		1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	
3.8.3	Spaltenböden																		
3.8.4	Böden im Düngerlager																		
a)	unbewehrt																		
b)	bewehrt	X																	19)
3.8.5	Güllekanäle, -keller																		
3.8.6	Güllehochbehälter⁴⁴⁾ im Freien																		19)
3.8.7	Verkehrsflächen (siehe 3.7.7. bis 3.7.9)																		
3.8.8	Eigenbedarfstankstellen / Waschplätze																		
a)	im Freien																		19)
b)	im Freien	X																	19)
c)	im Freien, Tausalz																		19)
d)	im Freien, Tausalz	X																	19)
3.8.9	Festmistplatten																		
	im Freien																		19)
	im Freien	X																	19)

Festlegungen siehe [35]

Im landwirtschaftlichen Bauen sind auch Bauteile aufgeführt, die nicht oder nur zum Teil nach DIN EN 1992-1-1/NA, DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 zu beurteilen sind, weil
 – die Bauteile nicht in den Anwendungsbereich dieser Normen fallen (z. B. Lagerböden, die nicht tragend oder aussteifend wirken)
 – mitgelieferte Produktnormen, z. B. DIN 11622 [8;24] oder DIN EN 12737 [35] oder wasserrechtliche Vorschriften 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 EN 1992-1-1/NA, DIN EN 206-1 und DIN 1045-2.
 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	Frost	Chlorid Meer			Chlorid			Karbonati-sierung			ÜK ²⁾		
											XS ⁹⁾	1	2	3	XD ⁹⁾	1	2	3	XC ⁹⁾		1	2
3.8.10 Kompostierungsanlagen (Boden)																						
a)	innen, Sickerwasser	unbewehrt																				
b)	innen, Sickerwasser	bewehrt																				
c)	im Freien, Sickerwasser	unbewehrt																				
d)	im Freien, Sickerwasser	bewehrt																				
3.8.11 Fahrsilos, Gärfutter(flach-)silos⁴⁸⁾																						
a)	unbewehrt	unbewehrt																				
b)	bewehrt	bewehrt																				
3.8.12 Stallwände, -decken, -stützen, -balken																						
a)	innen, trocken	bewehrt																				
b)	Innen oder überdacht, mit hoher Luftfeuchtigkeit	bewehrt																				
c)	im Freien	bewehrt																				
3.8.13 Biogaserfomer, wärmegeämmt																						
a)	flüssigkeitsberührter Bereich ⁶⁴⁾	bewehrt																				
b)	gasberührter Bereich mit Beschichtung ⁴⁵⁾	bewehrt																				
c)	gasberührter Bereich mit Auskleidung ³⁴⁾	bewehrt																				
3.8.14 Gärrestlager		bewehrt																				
3.8.15 Silagesickersaftbehälter, erdüberdeckt																						
a)	mit Beschichtung	bewehrt																				
b)	mit Auskleidung	bewehrt																				

Im landwirtschaftlichen Bauen sind auch Bauteile aufgeführt, die nicht oder nur zum Teil nach DIN EN 1992-1-1/NA, DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 zu beurteilen sind, weil

- die Bauteile nicht in den Anwendungsbereich dieser Normen fallen (z. B. Lagerböden, die nicht tragend oder aussteifend wirken)
- mitgeltende Produktnormen, z. B. DIN 11622 [8,24] oder DIN EN 12737 [35] oder wasserrechtliche Vorschriften 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 EN 1992-1-1/NA, DIN EN 206-1 und DIN 1045-2. Die Hinweise und Anmerkungen enthalten zu berücksichtigende Abweichungen.

3.9 Besondere Bauweisen		Karbonatisierung	Chlorid Meer				Frost Taumittel	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			XF	XF	XA ⁷⁾	XA ⁷⁾						
1	2	3	4	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1	2	3		
3.9.1	Sichtbeton⁹⁾																	
		Für Sichtbeton gelten die normgemäß festzulegenden Expositions-klassen																
3.9.2	Elementwand Ortbetonfüllung																	
		Die Ortbetonfüllung kann nach den gleichen Anforderungen zusammengesetzt werden wie der Beton einer vergleichbaren Ortbetonwand.																
3.9.3	Stahlbetonbauteile unter Wärmedämmverbundsystemen (Außendämmung)																	
	unbewehrt	X																
	Wände, Unterzüge, Ringanker, Massivdächer																	
3.9.4	Stahlbetonbauteile unter Wärmedämmputz																	
	unbewehrt	X																
	Wände usw., außen																	
3.9.5	Stahlbetonbauteile dauerhaft unter Putz																	
	bewehrt		X															
	unbewehrt	X																
	Wände usw., außen																	
3.9.6	Dachflächen, gedämmt																	
	unter Dachabdichtung		X															
3.9.7	Thermisch aktivierte Bauteile																	
		Für thermisch aktivierte Bauteile gelten die Planungs- und Ausführungsdaten der jeweiligen Bauteilgruppe																

3.10 Industrieböden		Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur	Überwachungs-klasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.11)	Mindest-druckfestigkeitsklasse	Feuch-tigkeits-klasse	Ver-schleiß	Chem.-Angriff	Frost-Tau-mittel	Frost	Chlorid Meer			Chlorid			Karbonati-sierung			
											XF	XF	XF	XS ⁹⁾	XD ⁸⁾	XC ⁸⁾	XA ⁷⁾	XM	ÜK ²⁾	
3.10.1	Böden in Hallen	unbewehrt		c_{min} [mm]																
a)	ohne wesentliche Verschleißbeanspruchung	X			i.d.R. \geq C25/30 ^{6b)}	WO														[9]; [17]; [21]; [23]; [25]; [28]
b)	mäßige Verschleißbeanspruchung, z.B. durch luftbereifte Fahrzeuge				C30/37	WO	X													Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 [9]; [17]; [21]; [23]; [25]; [28]
c)	starke Verschleißbeanspruchung, z.B. durch luftbereifte oder vollgummibereifte Gabelstapler				C35/45 ^{6a)} C30/37 ^{6a)}	WO	X													Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 [9]; [17]; [21]; [23]; [25]; [28]
d)	sehr starke Verschleißbeanspruchung, z.B. durch elastomerbereifte Gabelstapler				C35/45	WO	X													Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 und Einstreuen von Hartstoffen nach DIN 1100; [9]; [17]; [21]; [23]; [25]; [28]
3.10.2	Böden im Freien	unbewehrt																		
a)	ohne wesentliche Verschleißbeanspruchung, Frost, Tausalz				C30/37(LP)	WA		X												[9]; [17]; [21]; [23]; [25]; [28]
b)	mäßige Verschleißbeanspruchung, z.B. durch luftbereifte Fahrzeuge, Frost, Tausalz				C30/37(LP)	WA	X		X											Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 [9]; [17]; [21]; [23]; [25]; [28]
c)	starke Verschleißbeanspruchung, z.B. durch luftbereifte oder vollgummibereifte Gabelstapler, Frost, Tausalz				C30/37(LP)	WA	X		X											Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 [9]; [17]; [21]; [23]; [25]; [28]
d)	sehr starke Verschleißbeanspruchung, z.B. elastomerbereifte Gabelstapler, Frost, Tausalz				C30/37(LP) ¹³⁾	WA	X		X											Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 und Einstreuen von Hartstoffen nach DIN 1100 [9]; [17]; [21]; [23]; [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 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 [2] bis [5].

3.10 Industrieböden		Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur	Überwachungs-kategorie	Betondeckung (s. Tab. 4.1.1)	Mindestdruckfestigkeitsklasse	Feuchtigkeitsklasse	Ver-schleiß	Chem. Angriff	Frost-Tau-mittel	Frost	Chlorid Meer			Chlorid			Karbonati-sierung		
											XF	XF	XF	XS ⁹⁾	XD ⁸⁾	XD ⁸⁾	XD ⁸⁾	XC ⁸⁾	XC ⁸⁾
3.10.3 Böden in Hallen ⁵⁾		Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur	Überwachungs-kategorie	Betondeckung (s. Tab. 4.1.1)	Mindestdruckfestigkeitsklasse	Feuchtigkeitsklasse	Ver-schleiß	Chem. Angriff	Frost-Tau-mittel	Frost	Chlorid Meer			Chlorid			Karbonati-sierung		
bewehrt											XM	XA ⁷⁾	XF	XF	XF	XS ⁹⁾	XD ⁸⁾	XD ⁸⁾	XD ⁸⁾
a)	ohne wesentliche Verschleißbeanspruchung	51); [9]; [17]; [21]; [23]; [25]; [28]	1	20 (oberseitig)	i.d.R. \geq C25/30 ⁵⁾	WO													
b)	mäßige Verschleißbeanspruchung, z.B. durch luftbereifte Fahrzeuge	Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620, 51)	2	20 ¹⁾ (oberseitig)	C30/37	WO	X												
c)	starke Verschleißbeanspruchung, z.B. durch luftbereifte oder vollgummibereifte Gabelstapler	Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620, 51); [9]; [17]; [21]; [23]; [25]; [28]	2	20 ¹⁾ (oberseitig)	C35/45 ⁵⁾ C30/37 ⁵⁾	WO	X												
d)	sehr starke Verschleißbeanspruchung, z.B. durch elastomerbereifte Gabelstapler	Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 und Einstreuen von Hartstoffen nach DIN 1100; 51); [9]; [17]; [21]; [23]; [25]; [28]	2	20 ¹⁾ (oberseitig)	C35/45	WO	X												
3.10.4 Böden im Freien ³⁾																			
a)	ohne wesentliche Verschleißbeanspruchung, Frost, Tausalz	51); [9]; [17]; [21]; [23]; [25]; [28]	2	40 (oberseitig)	C30/37(LP)	WA			X										
b)	mäßige Verschleißbeanspruchung, z.B. durch luftbereifte Fahrzeuge, Frost, Tausalz	Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620, 51); [9]; [17]; [21]; [23]; [25]; [28]	2	40 ¹⁾ (oberseitig)	C30/37(LP)	WA	X		X										
c)	starke Verschleißbeanspruchung, z.B. durch luftbereifte oder vollgummibereifte Gabelstapler, Frost, Tausalz	Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620, 51); [9]; [17]; [21]; [23]; [25]; [28]	2	40 ¹⁾ (oberseitig)	C30/37(LP)	WA	X		X										
d)	sehr starke Verschleißbeanspruchung, z.B. durch elastomerbereifte Gabelstapler, Frost, Tausalz	Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 und Einstreuen von Hartstoffen nach DIN 1100, 51); [9]; [17]; [21]; [23]; [25]; [28]	2	40 ¹⁾ (oberseitig)	C30/37(LP) ¹³⁾	WA	X		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 [2] bis [5].

4.1	Begriffe	30
4.2	Zemente – Arten und Zusammensetzung nach DIN EN 197-1 bzw. für Sonderzemente nach DIN EN 14216	31
4.3	Anwendungsbereiche für Zemente (nach DIN 1045-2)	32
4.4	Erweiterte Anwendungsbereiche für CEM II-M-, CEM IV- und CEM V-Zemente mit zwei bzw. drei Hauptbestandteilen (nach DIN 1045-2)	33
4.5	Druckfestigkeitsklassen von Normal- und Schwerbeton	34
4.6	Grenzwerte für die Expositionsklassen bei chemischem Angriff durch Grundwasser	34
4.7	Grenzwerte für Zusammensetzung und Eigenschaften von Beton – Teil 1	35
4.8	Grenzwerte für Zusammensetzung und Eigenschaften von Beton – Teil 2	35
4.9	Überwachungsklassen für Beton	36
4.10	Expositionsklassengruppen	36
4.11	Betondeckung der Bewehrung für die Mindestdruckfestigkeitsklasse (indikative Mindestfestigkeitsklasse) des Betons	37
4.12	Anforderungen an die Begrenzung der Rissbreite zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit von Stahlbetonbauteilen	37
4.13	Hinweise zur Vermeidung einer schädigenden Alkali-Reaktion	38
4.14	Mindestdruckfestigkeitsklasse in Abhängigkeit von der Expositionsklasse	39
4.15	Erläuterungen zur ZTV-ING	40
4.16	Erläuterungen zur ZTV-W, Leistungsbereich 215	41

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 bzw. für Sonderzemente nach DIN EN 14216

Hauptzementarten	Bezeichnung (Zementarten)	Hauptbestandteile [M.-%] ¹⁾²⁾												
		Kurzzeichen	Portlandzementklinker K	Hüttensand S	Silikaustaub D ³⁾	natürlich P	Puzzolane natürlich getempert Q ⁴⁾	kieselsäurereich V	Flugasche kalkreich W	gebrannter Schiefer T	Kalkstein ⁵⁾			
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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Portlandsilikaustabzement Portlandpuzzolanzement	CEM II/A-D	90 ... 94	-	6 ... 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		CEM II/A-P	80 ... 94	-	-	6 ... 20	-	-	-	-	-	-	-	-
		CEM II/B-P	65 ... 79	-	-	21 ... 35	-	-	-	-	-	-	-	-
		CEM II/A-Q	80 ... 94	-	-	-	6 ... 20	-	-	-	-	-	-	-
	Portlandflugaschezement	CEM II/B-Q	65 ... 79	-	-	-	21 ... 35	-	-	-	-	-	-	-
		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	-	-	-	-	-
		CEM II/A-T	80 ... 94	-	-	-	-	-	-	6 ... 20	-	-	-	-
	Portlandschieferzement	CEM II/B-T	65 ... 79	-	-	-	-	-	-	21 ... 35	-	-	-	-
		CEM II/A-L	80 ... 94	-	-	-	-	-	-	-	6 ... 20	-	-	-
		CEM II/B-L	65 ... 79	-	-	-	-	-	-	-	-	21 ... 35	-	-
		CEM II/A-LL	80 ... 94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6 ... 20	-
	Portlandkompositzement ⁶⁾	CEM II/B-LL	65 ... 79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21 ... 35	-
		CEM II/A-M	80 ... 88	-	-	-	-	12 ... 20	-	-	-	-	-	-
CEM III bzw. VLH III	Hochofenzement	CEM III/A	35 ... 64	36 ... 65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		CEM III/B VLH III/B	20 ... 34	66 ... 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		CEM III/C VLH III/C	5 ... 19	81 ... 95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		CEM IV/A VLH IV/A	65 ... 89	-	-	-	-	11 ... 35	-	-	-	-	-	-
		CEM IV/B VLH IV/B	45 ... 64	-	-	-	-	36 ... 55	-	-	-	-	-	-
CEM V bzw. VLH V	Kompositzement ⁶⁾	CEM V/A VLH V/A	40 ... 64	18 ... 30	-	-	18 ... 30	-	-	-	-	-	-	
CEM V/B VLH V/B		20 ... 38	31 ... 49	-	-	31 ... 49	-	-	-	-	-	-		

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 Silikaustaub 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.

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

Expositionsklassen ¹⁾ <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> = gültiger Anwendungsbereich</div> <div style="width: 45%;"> = Anwendung ausgeschlossen bzw. nur durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassung möglich</div> </div>	kein Korrosions- oder Angriffsrisiko	Bewehrungskorrosion			Betonangriff				Spannstahlverträglichkeit							
		durch Karbonatisierung verursachte Korrosion	durch Chloride verursachte Korrosion		Frostangriff			aggressive chemische Umgebung		Verschleiß						
			andere Chloride als Meerwasser	Chloride aus Meerwasser	XF1	XF2	XF3				XF4					
CEM II	A	XC1, XC2	XC3, XC4	XD1, XD2, XD3	XS1, XS2, XS3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1, XA2 ²⁾ , XA3 ²⁾	XM1	XM2, XM3				
														S-D; S-T; S-LL; D-T; D-LL; T-LL; V-T; V-LL		
	B	M	S-P; D-P; D-V; P-V; P-T; P-LL	S-D; S-T; D-T; S-V; V-T	S-P; D-P; D-V; P-T; P-V	S-LL; D-LL; P-LL; V-LL; T-LL										
	CEM IV	B														
	CEM V	A														
		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 (CEM I-SR 3 oder niedriger, CEM III/B-SR, CEM III/C-SF) verwendet werden. Bei einem Sulfatgehalt des angreifenden Wassers von $SO_4^{2-} \leq 1500 \text{ mg/l}$ darf anstelle der genannten SR-Zemente 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 Grundwasser¹⁾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
Kalk lösende 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⁾ Gültig 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 (CEM I-SR 3 oder niedriger, CEM III/B-SR, CEM III/C-SR) verwendet werden. Bei einem Sulfatgehalt des angreifenden Wassers von $SO_4^{2-} \leq 1500$ mg/l darf anstelle der genannten SR-Zemente 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 _{ok} ¹⁾ [N/mm ²]	min z ²⁾ [kg/m ³]	min z ²⁾ ³⁾ (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 ⁷⁾	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 ⁷⁾	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. In diesem Fall darf Fußnote 6) nicht angewendet werden.
- 3) Für die Anrechnung von Zusatzstoffen sind die Bedingungen nach DIN 1045-2, 5.2.5, einzuhalten.
- 4) Bei LP-Beton aufgrund gleichzeitiger Anforderung aus Expositionsklasse XF eine Festigkeitsklasse niedriger. In diesem Fall darf Fußnote 5) nicht angewendet werden.
- 5) 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.
- 7) Nach DAfStb-Richtlinie Massige Bauteile (kleinste Bauteildicke ≥ 80 cm) ist bei Verwendung von CEM III/B-V, CEM III/A oder CEM III/B oder von Flugasche im Beton ein höherer w/z-Wert möglich.

4.8 Grenzwerte für Zusammensetzung und Eigenschaften von Beton – Teil 2

Klasse	max w/z bzw. (w/z) _{eq}	min f _{ok} ¹⁾ [N/mm ²]	min z ²⁾ [kg/m ³]	min z ²⁾ ³⁾ (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 ₂₅ 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 ⁸⁾	270	-	
XF4	0,50 ⁵⁾	C30/37	320 ⁹⁾	270 ⁹⁾	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 ⁸⁾	-	-
XA2	0,50	C35/45 ⁷⁾ 8) 11)	320 ⁸⁾	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 5) in Tafel 4.3
- 10) Es dürfen nur Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 unter Beachtung der Festlegungen von DIN 1045-2 verwendet werden; sonst Optimum 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 Flügelnäßen
- 15) Zusätzlicher Schutz des Betons erforderlich, ggf. besonderes Gutachten für Sonderlösung

4.9 Überwachungsklassen für Beton

	Überwachungsklasse		
	1	2 ¹⁾	3 ¹⁾
Festigkeitsklasse für Normal- und Schwerbeton	≤ C25/30 ²⁾	≥ C30/37 und ≤ C50/60	≥ C55/67
Festigkeitsklasse für Leichtbeton der Rohdichteklassen D1,0 ... D1,4 D1,6 ... D2,0	nicht anwendbar	≤ LC25/28	≥ LC30/33
	≤ LC25/28	LC30/33 und LC35/38	≥ LC40/44
Expositionsklasse	X0, XC, XF1	XS, XD, XA, XM ³⁾ , ≥ XF2	-
Besondere Betoneigenschaften ⁴⁾	Stahlfaserbeton der Leistungsklasse ≤ L1-1,2	Beton für wasserundurchlässige Baukörper (z. B. Weiße Wannen) ⁵⁾ , Unterwasserbeton, Beton für hohe Gebrauchstemperaturen ≤ 250 °C, Strahlenschutzbeton (ausgenommen KKW), Stahlfaserbeton der Leistungsklasse > L1-1,2, FD/FDE-Beton, SVB, verzögerter Beton, Spritzbeton	-

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⁾ Ggf. Richtlinien des DAfStb 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 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, XM2 (mit Oberflächenbehandlung)	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, XM2, XM3 (mit Hartstoffen)	Industrieabwasseranlagen, Parkdecks
9	Sonstige (z. B. mit Luftporenbildner XD3 und XS3)	Sonstige

Quelle: BTB

4.11 Betondeckung der Bewehrung für die Mindestdruckfestigkeitsklasse (indikative Mindestfestigkeitsklasse)¹⁾ des Betons

Expositionsklasse	Festigkeitsklasse f_{ck}	Stabdurchmesser ²⁾ Φ bzw. Φ_n [mm]	Mindestmaß c_{min} [mm]	Vorhaltemaß Δc_{dev} [mm]	Nennmaß c_{nom} [mm]
XC1	$\geq C16/20$	bis 10	$c_{min,dur} = 10$	10	20
		12 ... 14	$c_{min,b} = 12 \dots 14$	10	25
		16 ... 20	$c_{min,b} = 16 \dots 20$	10	30
		25	$c_{min,b} = 25$	10	35
		28	$c_{min,b} = 28$	10	40
		32	$c_{min,b} = 32$	10	45
XC2	$\geq C16/20$	bis 20	$c_{min,dur} = 20$	15	35
XC3	$\geq C20/25$	25	$c_{min,b} = 25$	10 ³⁾	35
		28	$c_{min,b} = 28$	10 ³⁾	40
		32	$c_{min,b} = 32$	10 ³⁾	45
XC4	$\geq C25/30$	bis 25	$c_{min,dur} = 25$	15	40
		28	$c_{min,b} = 28$	10 ³⁾	40
		32	$c_{min,b} = 32$	10 ³⁾	45
XD1, XS1	$\geq C30/37$ ⁵⁾	bis 32	$c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma}$ = 40	15	55
XD2, XS2	$\geq C35/45$ ⁵⁾				
XD3 ⁴⁾ , XS3	$\geq C35/45$ ⁵⁾				

¹⁾ Bei mehreren zutreffenden Expositionsclassen für ein Bauteil ist jeweils die Expositionsklasse mit der höchsten Anforderung maßgebend (indikative Mindestfestigkeitsklasse). Alle Angaben für Normalbeton bis max. Größtkorn 32 mm und ohne Berücksichtigung von Vorspannbewehrung. Ggf. zusätzliche Vergrößerung bzw. Verminderung der Betondeckung (siehe unten). Der Tafel liegt die Anforderungskategorie S3 für Deutschland zugrunde.

²⁾ Bei Stabbündeln ist anstelle Φ der Vergleichsdurchmesser Φ_n maßgebend.

³⁾ Da Verbundsicherung maßgeblich, hier nur mit $\Delta c_{dev} \geq 10$ mm nach DIN EN 1992-1-1, 4.4.1.2 (3)

⁴⁾ Für XD3 sind ggf. zusätzlich besondere Maßnahmen zum Korrosionsschutz der Bewehrung notwendig.

⁵⁾ Bei Luftporenbeton, z. B. wegen gleichzeitiger Expositionsklasse XF, eine Festigkeitsklasse niedriger.

Vergrößerung der Betondeckung

Vergrößerung der Betondeckung erforderlich bei:

- Beton mit Größtkorn über 32 mm Durchmesser: Vergrößerung von mind. 5 mm empfohlen
- Bauteilen aus Leichtbeton
Zusätzlich gilt, dass c_{min} mindestens 5 mm größer sein muss als der Durchmesser des Größtkorns der porigen leichten Gesteinskörnung, außer bei Expositionsclassen XC1.
- Verschleißbeanspruchungen
Alternativ zu zusätzlichen Anforderungen an die Gesteinskörnungen besteht die Möglichkeit, die Mindestbetondeckung der Bewehrung c_{min} zu vergrößern (Opferbeton): bei XM1 $\Delta c_{Opfer} = + 5$ mm, bei XM2 $\Delta c_{Opfer} = + 10$ mm, jeweils bei Verwendung normaler Gesteinskörnung mit verminderten Anforderungen; bei XM3 $\Delta c_{Opfer} = + 15$ mm bei Verzicht auf die Verwendung von Hartstoffen
- Betonieren gegen unebene Flächen, Vorhaltemaß erhöhen
 - generell um das Differenzmaß der Unebenheit (z. B. bei architektonischer Gestaltung wie bei strukturierten Oberflächen, grobem Waschbeton), aber
 - Mindesthöhung um $\Delta c_{uneben} \geq + 20$ mm
 - bei Herstellung unmittelbar auf dem Baugrund um $\Delta c_{uneben} \geq + 50$ mm

Verminderung der Betondeckung

Verminderung der Betondeckung zulässig bei:

- Bauteilen mit hoher Betondruckfestigkeit f_{ck}
Wenn f_{ck} um 2 Festigkeitsklassen höher liegt als nach Expositionsclassen-Einstufung XC, XD und XS erforderlich, um 5 mm
Ausnahme: Abminderung für XC1 unzulässig
- Bauteilen aus Leichtbeton mit hoher Dichtheit der Betondeckung. Die Erhöhung der Dichtheit 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; $c_{min} \geq 10$ mm im Ortbeton für die der Fuge zugewandten Ränder.
 - Bei Nutzung der Bewehrung im Bauzustand gelten jedoch die Tafelwerte für $c_{min,b}$.
 - Direkt auf eine Elementdecke aufgelegte Bewehrung in der Ortbetonerfüllung ist nur zulässig, wenn vom Planer so berücksichtigt und auf dem Bewehrungsplan ausgewiesen.
- 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 zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit von Stahlbetonbauteilen¹⁾

Expositionsklasse	Grenzwert w_{max} [mm] für die rechnerische Rissbreite w_k
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
Brückenbauteile ²⁾	0,2

¹⁾ Für besondere Bauwerke, z. B. druckwasserbeanspruchte Bauwerke (Behälter, Weiße Wannen [15]), Betonflachdächer [29], Parkhäuser [26], vorgespannte Bauteile etc., können sich höhere Anforderungen hinsichtlich der Rissbreite ergeben.

²⁾ gemäß DIN EN 1992-2/NA

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

Einige Gesteinskörnungen können alkalireaktive Kieselsäure enthalten, die mit Alkalihydroxiden im Beton zu Alkalisilikat reagieren kann. 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.

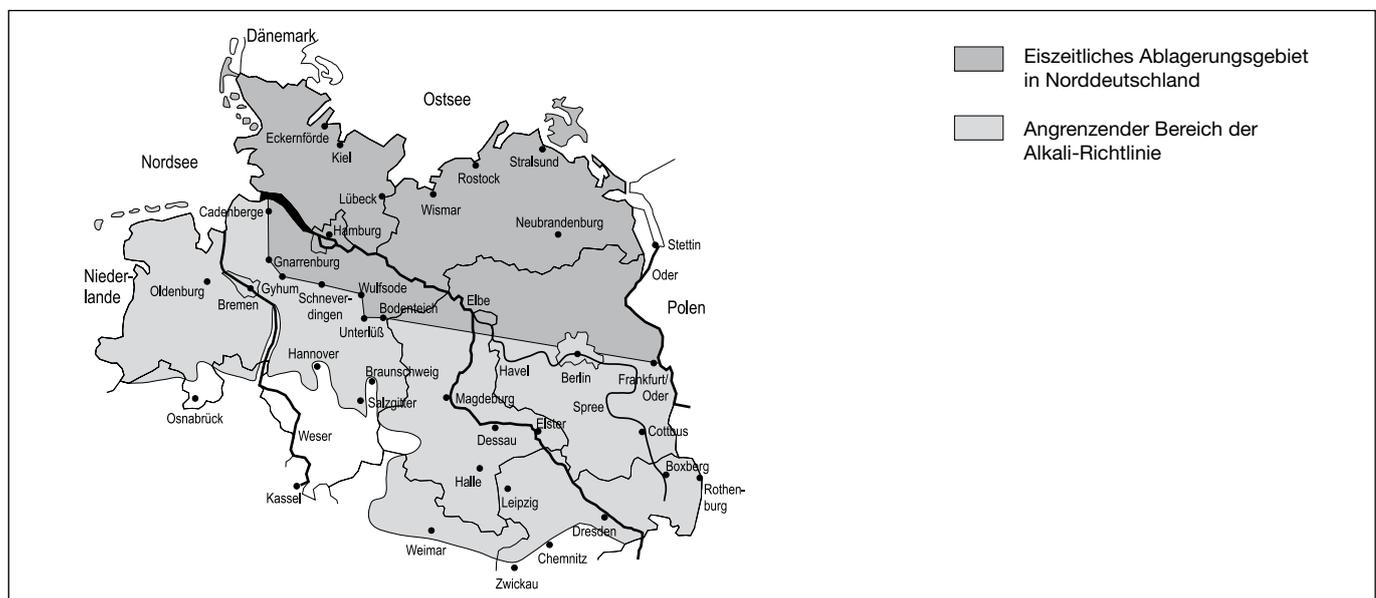
Die DAfStb-Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkali-Reaktion im Beton“ (Alkali-Richtlinie) [14] regelt Maßnahmen und Zuständigkeiten zur Vermeidung einer schädigenden Alkali-Kieselsäure-Reaktion (kurz: Alkali-Reaktion oder AKR). Hierzu wird die Empfindlichkeit von Gesteinskörnungen beurteilt und klassifiziert (Alkaliempfindlichkeitsklassen). Verantwortlich für die Einstufung in Alkaliempfindlichkeitsklassen sind der Produzent der Gesteinskörnung sowie dessen Überwachungs- und Zertifizierungsstelle. Die Alkali-Richtlinie gilt auch für Fahrbahndecken aus Beton der Belastungsklassen Bk 1,0 bis Bk 0,3. Für Fahrbahndecken der Belastungsklassen Bk 100 bis Bk 1,8 gelten die Regelungen des Allgemeinen Rundschreibens Straßenbau Nr. 04/2013 (Nachweis der Unbedenklichkeit der gewählten Gesteinskörnung bzw. des Fahrbahndeckenbetons nach Verfahren V1 bis V3).

Alkaliempfindlichkeitsklassen

Klasse ¹⁾	Gesteinskörnung	Einstufung
E I-O	mit Opalsandstein einschließlich Kieselkreide	unbedenklich
E II-O		bedingt brauchbar
E III-O		bedenklich
E I-OF	mit Opalsandstein einschließlich Kieselkreide und Flint	unbedenklich
E II-OF		bedingt brauchbar
E III-OF		bedenklich
E I-S	Folgende Gesteinskörnungen $d > 2$ mm – gebrochene Grauwacke; – gebrochener Quarzporphyr (Rhyolith); – gebrochener Oberrhein-Kies; – rezyklierte Körnungen;	unbedenklich
E III-S	– Kies mit mehr als 10 M.-% gebrochene Anteile der vorgenannten Körnungen; – ungebrochene Gesteinskörnungen aus den Flussläufen und anderen Ablagerungsräumen in den Gebieten des Saale, Elbe, Mulde, Elster und im angrenzenden Bereich sowie aus diesen hergestellte gebrochene Gesteinskörnung (Kiessplitte)	bedenklich
E I	Gesteinskörnungen ($d > 2$ mm), die – nicht aus dem eiszeitlichen Ablagerungsgebiet in Norddeutschland stammen und – keinen Opalsandstein und keine Kieselkreide enthalten – einen Gesamtflintanteil < 2 M.-% oder einen Flintanteil mit einer Rohdichte > 2450 kg/m ³ und einen reaktiven Flintanteil ≤ 2 M.-% aufweisen und – nicht zu den bei E I-S bzw. E III-S genannten Gesteinskörnungen gehören Gesteinskörnungen ($D \leq 2$ mm) außerhalb des eiszeitlichen Ablagerungsgebietes in Norddeutschland.	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.

Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton

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

¹⁾ Die Zuordnung von Umgebungsbedingungen zu den Feuchtigkeitsklassen siehe Seiten 6 und 42.

²⁾ Für jede zu liefernde Korngruppe sind immer zwei gesonderte Einstufungen hinsichtlich Opalsandstein (O) allein und Opalsandstein gemeinsam mit Flint (OF) erforderlich.

³⁾ Keine Maßnahmen erforderlich.

⁴⁾ Alternativ gutachterliche Stellungnahme durch besonders fachkundige Person.

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	nicht für Kappen, für Betonschutzwände 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
Tunnellinnenschalen (geschlossene Bauweise), Tunnelwände und -decken (offene Bauweise) mit außenliegender Abdichtung	XF2, XD1
Einfahrtbereiche 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} = SR-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

4.16 Erläuterungen zur ZTV-W, Leistungsbereich 215 [20]

Wenn nicht anders vereinbart, ist die ZTV-W Vertragsbestandteil beim Bau von massiven Wasserbauwerken. Die ZTV-W ergänzt die wasserbauspezifischen Besonderheiten aufbauend auf DIN 192-1-1/NA, DIN EN 206-1, DIN 1045-2, DIN EN 13670, DIN 1045-3 sowie DIN 19702. In der Regel werden Nutzungsdauern von 100 Jahren angestrebt. Für Bauteile der Expositionsclassen XS2 und XS3 ist bei Nutzungsdauern > 50 Jahren eine Dauerhaftigkeitsbemessung durchzuführen. Zusätzlich zu den in Tafel 1 (S. 4 ff.) genannten Bauteilen lassen sich folgende wasserbauspezifische Bauteile den Expositionsclassen beispielhaft zuordnen.

Expositions- klasse	Beschreibung der Umgebung	Wasserbauspezifische Beispiele ¹⁾ für die Zuordnung von Expositionsclassen (informativ)
1 Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko		
XO	Bauteile ohne Bewehrung oder eingebettetes Metall in nicht betonangreifender Umgebung	Unbewehrter Kernbeton bei zonierter Bauweise
2 Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Karbonatisierung		
XC1	trocken oder ständig nass	Sohlen von Schleusenammern, Sparbecken oder Wehren, Schleusenammernwände unterhalb UW, hydraulische Füll- und Entleersysteme
XC2	nass, selten trocken	Schleusenammernwände im Bereich zwischen UW und OW (sinngemäß Sparbeckenwände)
XC3	mäßige Feuchte	Nicht frei bewitterte Flächen (Außenluft, vor Niederschlag geschützt)
XC4	wechselnd nass und trocken	Freibord von Schleusenammern- oder Sparbeckenwänden, Wehrpfeiler oberhalb NW, freibewitterte Außenflächen, Kajen
3 Bewehrungskorrosion, verursacht durch Chloride, ausgenommen Meerwasser		
XD1	mäßige Feuchte	Wehrpfeiler im Sprühnebelbereich von Straßenbrücken
XD2	nass, selten trocken	
XD3	wechselnd nass und trocken	Plattformen von Schleusen, Verkehrsflächen (z. B. Hafenflächen), Treppen an Wehrpfeilern
4 Bewehrungskorrosion, verursacht durch Chloride aus Meerwasser		
XS1	salzhaltige Luft, aber kein unmittelbarer Kontakt mit Meerwasser	Außenbauteile in Küstennähe
XS2	unter Wasser	Sperrwerksohlen, Wände und Gründungspfähle unter NNTnW (niedrigster bekannter Tidewasserstand)
XS3	Tidebereich, Spritzwasser- und Sprühnebelbereiche	Gründungspfähle, Kajen, Molen und Wände oberhalb NNTnW (niedrigster bekannter Tidewasserstand)
5 Frostangriff mit und ohne Taumittel/Meerwasser		
XF1	mäßige Wassersättigung mit Süßwasser ohne Taumittel	Freibord von Sparbeckenwänden, Wehrpfeiler oberhalb HW
XF2	mäßige Wassersättigung mit Meerwasser und/oder Taumittel	Vertikale Bauteile im Spritzwasserbereich und Bauteile im unmittelbaren Sprühnebelbereich von Meerwasser
XF3	hohe Wassersättigung mit Süßwasser ohne Taumittel	Schleusenammernwände im Bereich zwischen UW-1,0 m und OW+1,0 m (Sparbeckenwände sinngemäß), Ein- und Auslaufbereiche von Dückern zwischen NW und HW, Wehrpfeiler zwischen NW und HW
XF4	hohe Wassersättigung mit Meerwasser und/oder Taumittel	Vertikale Flächen von Meerwasserbauteilen wie Gründungspfähle, Kajen und Molen im Wasserwechselbereich, meerwasserbeaufschlagte horizontale Flächen, Plattformen von Schleusen, Verkehrsflächen (z. B. Hafenflächen), Treppen an Wehrpfeilern
6 Betonkorrosion durch chemischen Angriff		
XA1	chemisch schwach angreifende Umgebung	
XA2	chemisch mäßig angreifende Umgebung und Meeresbauwerke	Betonbauteile, die mit Meerwasser in Berührung kommen (Unterwasser- und Wasserwechselbereich)
XA3	chemisch stark angreifende Umgebung	

4.16 Erläuterungen zur ZTV-W, Leistungsbereich 215 [20] (Fortsetzung)

Expositions- klasse	Beschreibung der Umgebung	Wasserbauspezifische Beispiele ¹⁾ für die Zuordnung von Expositionsklassen (informativ)
7 Betonkorrosion durch Verschleißbeanspruchung		
XM1	mäßige Verschleißbeanspruchung ²⁾	Flächen mit Beanspruchung durch Schiffsreibung (z. B. Schleusenkammerwände oberhalb UW-1.0 m), Bauteile für die Energieumwandlung mit Beanspruchung nur durch feinkörnige Geschiebefracht (z. B. aufgrund konstruktiver Maßnahmen wie Vorschaltung einer Geschiebefanggrube), Eisgang
XM2	starke Verschleißbeanspruchung	Wehrrücken und Bauteile für die Energieumwandlung (Tosbecken, Störkörper) mit Beanspruchung durch grobkörnige Geschiebefracht
XM3	sehr starke Verschleißbeanspruchung	Bauteile in Gebirgsbächen oder Geschiebeumleitestollen
8 Betonkorrosion infolge Alkali-Kieselsäurereaktion		
WO	Beton, der nach normaler Nachbehandlung nicht längere Zeit feucht und nach Austrocknen während der Nutzung weitgehend trocken bleibt.	Allgemein: Nur bei nicht massigen Bauteilen (kleinste Bauteilabmessung $\leq 0,80$ m) Innenbauteile von Wasserbauwerken, die nicht ständig einer relativen Luftfeuchte von mehr als 80 % ausgesetzt werden (z. B. Innenräume von Steuerständen)
WF	Beton, der während der Nutzung häufig oder längere Zeit feucht ist.	Allgemein: Stets bei massigen Bauteilen (kleinste Bauteilabmessung $> 0,80$ m) unabhängig vom Feuchtezutritt. Betonbauteile von Wasserbauwerken mit freier Bewitterung oder mit temporärer bzw. dauernder Wasserbeaufschlagung im Binnenbereich (z. B. Schleusenkammerwände auf gesamter Höhe). Innenbauteile von Wasserbauwerken, bei denen die relative Luftfeuchte überwiegend höher als 80 % ist.
WA	Beton, der zusätzlich zu der Beanspruchung der Klasse WF häufiger oder langzeitiger Alkalizufuhr von außen ausgesetzt ist.	Betonbauteile von Wasserbauwerken, die mit Meerwasser in Berührung kommen (Unterwasser- und Wasserwechselbereich, Spritzwasserbereich). Betonbauteile von Wasserbauwerken mit Tausalzeinwirkung (z. B. Planierbereiche von Schleusenkammerwänden).
WS	Beton, der hoher dynamischer Beanspruchung und direktem Alkalieintrag ausgesetzt ist.	wasserbaulich nicht relevant
¹⁾ Diese Beispiele gelten für die überwiegende Beanspruchung während der Nutzungsdauer. Abweichende Umgebungsbedingungen während der Bauzeit oder Nutzung (z. B. Trockenlegung) führen erfahrungsgemäß nicht zu Schäden. ²⁾ Schleusenkammersohlen und Füllsysteme ohne Beanspruchung durch Geschiebefracht unterliegen im Regelfall keiner Betonkorrosion infolge Hydroabrasion.		

- [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 EN 1992, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken (und Nationale Anhänge DIN EN 1992-.../NA)
- [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 EN 13670/DIN 1045-3, Ausführung von Tragwerken aus Beton
- [6] DIN 1045-4, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 4: Ergänzende Regeln für die Herstellung und die Konformität von Fertigteilen (gilt nur für Fertigteile, die in den europäischen Produktnormen nicht enthalten sind)
- [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 (in Überarbeitung)
- [9] DIN 18560-7, Estriche im Bauwesen – Teil 7: Hochbeanspruchbare Estriche (Industriestriche)
- [10] DIN 19702 Massivbauwerke im Wasserbau – Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit
- [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) (in Überarbeitung)
- [15] DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ (WU-Richtlinie)
- [16] RLW – Richtlinien für den ländlichen Wegebau, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
- [17] TL Beton-StB 07 – Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton sowie Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 04/2013 (BMVBS)
- [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 „Industrieböden aus Stahlfaserbeton – Besonderheiten bei Bemessung und Konstruktion, Herstellung und Ausführung“, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein, Berlin
- [24] DIN 11622, Beiblatt 1, Gärftersilos und Güllebehälter Beiblatt 1: Erläuterungen, Systemskizzen für Fußpunktausbildung (in Überarbeitung)
- [25] DBV-Merkblatt „Industrieböden aus Beton für Frei- und Hallenflächen“, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein, Berlin
- [26] Lohmeyer, Ebeling: Parkdecks – Hinweise und Empfehlungen zur Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit für Parkbauten aus Beton, 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] DBV-Merkblatt „WU-Dächer“, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein, Berlin
- [30] Lohmeyer, Ebeling: Weiße Wannen – einfach und sicher, Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton, 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 EN 12620, Beuth-Verlag, Berlin
- [35] DIN EN 12737, Betonspaltenböden für die Tierhaltung
- [36] DAfStb-Heft 600: Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2), Beuth-Verlag, Berlin
- [37] Auslegungen zur DIN EN 1992-1-1 und zur DIN 1045-1, Normenausschuss Bauwesen (NABau) www.nabau.din.de, Bereich Auslegungen zu DIN-Normen
- [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“

- [41] FGSV-Merkblatt für Planung, Konstruktion und Bau von Verkehrsflächen aus Beton M VaB, Teil 1 „Kreisverkehre, Busflächen und Rastanlagen“
- [42] DGfdr R25.04: Richtlinie Schwimm- und Badebecken. Deutsche Gesellschaft für das Badewesen
- [43] Freimann, T.; Müller, M.: Anforderungen an die Betontechnik und die konstruktive Ausbildung von Schwimmbecken aus WU-Beton. Beton- und Stahlbetonbau 101 (2006) Heft 11, S. 842-857
- [44] ZTV-FRS – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinie für Fahrzeug-Rückhaltesysteme. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen



Beratung und Information zu allen Fragen der Betonanwendung

BetonMarketing Nordost

BetonMarketing Nordost
Gesellschaft für Bauberatung und Marktförderung mbH
Hannoversche Straße 21
31319 Sehnde
Telefon 05132 502099-0
hannover@bmnordost.de

Teltower Damm 155
14167 Berlin
Telefon 030 3087778-0
berlin@betonmarketing.de

BetonMarketing Süd

BetonMarketing Süd GmbH
Gerhard-Koch-Straße 2+4
73760 Ostfildern
Telefon 0711 32732-200
info@betonmarketingsued.de

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

BetonMarketing West

BetonMarketing West
Gesellschaft für Bauberatung und Marktförderung mbH
Neustraße 1
59269 Beckum
Telefon 02521 8730-0
info@bmwest.de

Herausgeber:

BetonMarketing Deutschland

BetonMarketing Deutschland GmbH
Steinhof 39, 40699 Erkrath
bmd@beton.org

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