



Bauteilkatalog

Planungshilfe für dauerhafte Betonbauteile

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

Bauteilkatalog

Planungshilfe für dauerhafte Betonbauteile

6. überarbeitete Auflage 2009

Herausgeber:

BetonMarketing Deutschland GmbH, Erkrath

www.beton.org

Gesamtproduktion:

Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf

www.verlagbt.de

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

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

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

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

Der im Jahr 2001 erstmals erschienene Bauteilkatalog wird fortlaufend an die neuen Regelwerke angepasst. Normänderungen sind bis zum Stand 31.01.2009 eingearbeitet. Hinweise und Anregungen zu dieser Ausgabe sind ausdrücklich erwünscht.

Autoren dieser Ausgabe sind:

Dipl.-Ing. Rolf Kampen
BetonMarketing West, Beckum

Dipl.-Ing. Martin Peck
BetonMarketing Süd, München

Dipl.-Ing. Roland Pickhardt
BetonMarketing West, Beckum

Dr.-Ing. Thomas Richter
BetonMarketing Ost, Berlin

Für die Mitarbeit an den zuvor erschienenen Auflagen sei den Herren Dipl.-Ing. Karsten Ebeling, Burgdorf, Dipl.-Ing. Norbert Klose, Buxtehude und Dipl.-Ing. Michael J. Dickamp, Bochum, gedankt.

Die Verfasser

Inhaltsverzeichnis

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

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

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

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

Sofern zu einem Bauteil die Expositionsklassen XC2, XD2 oder XS2 festgelegt werden und die Möglichkeit besteht, dass beispielsweise einer der nachfolgend genannten Zemente zur Anwendung kommt:

- Portlandflugaschzement CEM II/B-W
- Portlandkompositzement CEM II/B-M
- Hochofenzement CEM III/C
- Puzzolanement CEM IV
- Kompositzement CEM V

sind, wenn ebenfalls zutreffend, in der Festlegung auch die Expositionsklassen XC1, XD1 oder XS1 anzugeben. (Beispiel: Bauteile im Meerwasser: unter der Wasserlinie XS2, oberhalb XS1). Diese Angabe ist erforderlich, da die genannten Zemente für die niedrigeren Expositionsklassen XC1, XD1 und XS1 nicht eingesetzt werden dürfen.

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

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

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

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

Normen 2

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

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

Die Regelwerke berücksichtigen die Änderungen durch die Neufassung der DIN 1045-1, DIN 1045-2, und der DIN 1045-3 im August 2008. Dies betrifft zum Beispiel die Berücksichtigung der Feuchtigkeitsklassen WO, WF, WA und WS im Rahmen der Festlegungen des Betons oder geänderte Regelungen zur Nachbehandlung des Betons.

Weiterhin enthält DIN 1045-2 schon alternativ eine Änderung, die sich durch die Fortschreibung der europäischen Zementnorm ergeben wird. Die Bezeichnungen für den Sulfatwiderstand der Zemente sind deshalb entsprechend angepasst. Neben diesen Änderungen fanden auch die Regelungen aus den entsprechenden Anwendungsnormen der Reihe DIN V 20000 Eingang in die Neufassung der DIN 1045-2.

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

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

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

Bewehrungskorrosion

Expositions- klasse	Beschreibung der Umgebung	Beispiele für die Zuordnung von Expositionsklassen (informativ)	Mindestdruck- festigkeitsklasse ⁵⁷⁾
1 Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko Für Bauteile ohne Bewehrung oder eingebettetes Metall in nicht betonangreifender Umgebung kann die Expositionsklasse X0 zugeordnet werden.			
X0	ohne Bewehrung und alle Umgebungsbedingungen außer XF, XA, XM	Füllbeton, Sauberkeitsschichten und dergleichen	C8/10
		tragende Bauteile mit vorwiegend ruhender Belastung: Fundamente ohne Bewehrung und ohne Frost; Innenbauteile ohne Bewehrung	C12/15
2 Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Karbonatisierung Wenn Beton, der Bewehrung oder anderes eingebettetes Metall enthält, Luft und Feuchtigkeit ausgesetzt ist, muss die Expositionsklasse wie folgt zugeordnet werden: ANMERKUNG: Die Feuchtigkeitsbedingung bezieht sich auf den Zustand innerhalb der Betondeckung der Bewehrung oder anderen eingebetteten Metalls; in vielen Fällen kann jedoch angenommen werden, dass die Bedingungen in der Betondeckung den Umgebungsbedingungen entsprechen. In diesen Fällen darf die Klasseneinteilung nach der Umgebungsbedingung als gleichwertig angenommen werden. Dies braucht nicht der Fall zu sein, wenn sich zwischen dem Beton und seiner Umgebung eine Sperrschicht befindet.			
XC1	trocken oder ständig nass	Bauteile in Innenräumen mit üblicher Luftfeuchte (einschließlich Küche, Bad und Waschküche in Wohngebäuden) 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⁾	C35/45¹⁷⁾ 32)
4 Bewehrungskorrosion, verursacht durch Chloride aus Meerwasser Wenn Beton, der Bewehrung oder anderes eingebettetes Metall enthält, Chloriden aus Meerwasser oder salzhaltiger Seeluft ausgesetzt ist, muss die Expositionsklasse wie folgt zugeordnet werden:			
XS1	salzhaltige Luft, aber kein unmittelbarer Kontakt mit Meerwasser	Außenbauteile in Küstennähe	C30/37¹⁷⁾
XS2	unter Wasser	Bauteile in Hafenanlagen, die ständig unter Wasser liegen	C35/45¹⁷⁾ 25) 32)
XS3	Tidebereiche, Spritzwasser- und Sprühnebelbereiche	Kaimauern in Hafenanlagen	C35/45¹⁷⁾ 32)

Fußnoten siehe Ausklappseite

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

Betonkorrosion

Expositions- klasse	Beschreibung der Umgebung	Beispiele für die Zuordnung von Expositionsclassen (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)
		Gärfuttersilos und 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⁾
		Oberflächen, die häufig mit Kettenfahrzeugen befahren werden	
		Wasserbauwerke in geschiebelasteten Gewässern, z.B. Tosbecken	

Fußnoten siehe Ausklappseite

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

Betonkorrosion

Expositions- klasse	Beschreibung der Umgebung	Beispiele für die Zuordnung von Expositionsclassen (informativ)	Mindestdruck- festigkeitsklasse
8 Betonkorrosion infolge Alkali-Kieselsäurereaktion (Erläuterungen siehe Abschnitt 4.13) Anhand der zu erwartenden Umgebungsbedingungen ist der Beton einer der vier folgenden Feuchtigkeitsklassen zuzuordnen:			
WO	Beton, der nach normaler Nachbehandlung nicht längere Zeit feucht und nach dem Austrocknen während der Nutzung weitgehend trocken bleibt	Innenbauteile des Hochbaus	-
		Bauteile, auf die Außenluft, nicht jedoch z.B. Niederschläge, Oberflächenwasser, Bodenfeuchte einwirken können und/oder die nicht ständig einer Luftfeuchte von mehr als 80 % ausgesetzt werden	
WF	Beton, der während der Nutzung häufig oder längere Zeit feucht ist	Ungeschützte Außenbauteile, die z.B. Niederschlägen, Oberflächenwasser oder Bodenfeuchte ausgesetzt sind	-
		Innenbauteile des Hochbaus für Feuchträume, wie z.B. Hallenbäder, Wäschereien und andere gewerbliche Feuchträume, in denen die relative Luftfeuchte überwiegend höher als 80% ist	
		Bauteile mit häufiger Taupunktunterschreitung, wie z.B. Schornsteine, Wärmeübertragungsstationen; Filterkammern und Viehställe	
		Massige Bauteile gemäß DAfStb-Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“ [13], deren kleinste Abmessung 0,80 m überschreitet (unabhängig vom Feuchtezutritt)	
WA	Beton, der zusätzlich zu der Beanspruchung nach Klasse WF häufiger oder langzeitiger Alkalizufuhr von außen ausgesetzt ist	Bauteile mit Meerwassereinwirkung	-
		Bauteile unter Tausalzeinwirkung ohne zusätzliche hohe dynamische Beanspruchung (z.B. Spritzwasserbereiche, Fahr- und Stellflächen in Parkhäusern)	
		Bauteile von Industriebauten und landwirtschaftlichen Bauwerken (z.B. Güllebehälter) mit Alkalisalzeinwirkung	
		Bauteile im Geltungsbereich der ZTV-ING [18]	
		Betonfahrbahnen der Bauklassen IV bis VI [17]	
WS	Beton, der hoher dynamischer Beanspruchung und direktem Alkalieintrag ausgesetzt ist	Bauteile unter Tausalzeinwirkung mit zusätzlicher hoher dynamischer Beanspruchung (z.B. Betonfahrbahnen der Bauklasse SV und I bis III [17])	-

Fußnoten siehe Ausklappseite

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

3.1 Gründungsbauteile, Fundamente, Stützbauwerke			Karbonatisierung				Chlorid			Chlorid Meer			Frost		Frost Taumittel		Chem. Angriff			Ver-schleiß			Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.11)	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur	
			XO	XC ⁸⁾				XD ⁹⁾			XS ⁸⁾			XF		XF		XA ⁷⁾			XM					c _{min} [mm]	ÜK ²⁾	
				1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1	2	3					
3.1.1	Bauteile unter GOK⁴⁾⁵⁾ ohne Frost	bewehrt		X																			WF	C16/20	20	1		
		unbewehrt	X																					WF	C8/10 ⁹⁾		1	
3.1.2	Bauteile unter GOK⁴⁾⁵⁾ ohne Frost, schwacher chemischer Angriff	bewehrt		X													X						WF	C25/30	20	2		
		unbewehrt																X							WF			
3.1.3	Bauteile unter GOK⁴⁾⁵⁾ ohne Frost, mäßiger chemischer Angriff	bewehrt		X													X						WF	C35/45	20	2		
		unbewehrt																X							WF			
3.1.4	Bauteile unter GOK⁴⁾⁵⁾ ohne Frost, starker chemischer Angriff	bewehrt		X													X						WF	C35/45	20	2	Anhang 4.6; Oberflächenschutz oder Gutachten erforderlich	
		unbewehrt																X							WF			
3.1.5	Bauteile über GOK³⁾⁴⁾⁵⁾ Frost	bewehrt			X						X												WF	C25/30	25	1		
		unbewehrt									X														WF			
3.1.6	Bauteile über GOK³⁾⁴⁾⁵⁾ Frost, schwacher chemischer Angriff	bewehrt			X						X					X							WF	C25/30	25	2		
		unbewehrt									X					X									WF			
3.1.7	Bauteile über GOK³⁾⁴⁾⁵⁾ Frost, mäßiger chemischer Angriff	bewehrt			X						X					X							WF	C35/45	25	2		
		unbewehrt									X					X									WF			
3.1.8	Bauteile über GOK³⁾⁴⁾⁵⁾ Frost, starker chemischer Angriff	bewehrt			X						X					X							WF	C35/45	25	2	Anhang 4.6; Oberflächenschutz oder Gutachten erforderlich	
		unbewehrt									X					X									WF			

Fußnoten siehe Ausklappseite

3.2 Wohnungsbau		XO	Karbonatisierung				Chlorid			Chlorid Meer			Frost		Frost Tausalzmittel		Chem. Angriff			Ver-schleiß			Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.11)	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur	
			XC ⁶⁾				XD ⁶⁾			XS ⁶⁾			XF		XF		XA ⁷⁾			XM								
			1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1	2	3						c _{min} [mm]
3.2.1	Innenbauteile																											
a)	unbewehrt	X																						WO	C8/10 ⁹⁾		1	
b)	bewehrt	X																						WO	C16/20	10	1	c _{min} ≥ d _s
3.2.2	Bauteile im Freien																											
a)	Frost											X												WF	C25/30		1	
b)	vertikal, Frost, Tausalzsprühnebel												X											WA	C25/30(LP) C35/45		2	
c)	horizontal, Frost, Tausalz													X										WA	C30/37(LP)		2	
3.2.3	Bauteile im Freien⁹⁾																											
a)	Frost				X							X												WF	C25/30	25	1	
b)	vertikal, Frost, Tausalzsprühnebel				X	X							X											WA	C25/30(LP) C35/45	40	2	
c)	horizontal, Frost, Tausalz				X		X							X										WA	C30/37(LP)	40	2	
3.2.4	Bauteile mit Zugang der Außenluft																											
a)	Frost											X												WF	C25/30		1	
b)	vertikal, Frost, Tausalzsprühnebel												X											WA	C25/30(LP) C35/45		2	
c)	horizontal, Frost, Tausalz													X										WA	C30/37(LP)		2	
3.2.5	Bauteile mit Zugang der Außenluft⁹⁾																											
a)	ohne Frost			X																				WO	C20/25	20	1	
b)	Frost			X								X												WO	C25/30	20	1	
c)	vertikal, Frost, Tausalzsprühnebel			X	X								X											WA	C25/30(LP) C35/45	40	2	
d)	horizontal, Frost, Tausalz			X			X					X ¹²⁾	X ¹²⁾											WA	C30/37(LP)	40	2	
3.2.6	Bauteile mit hohem Wassereindringwiderstand¹¹⁾																							WF	C25/30	- ¹²⁾	2 ⁶⁾	ggf. [15]
		Expositionsklasse nach Beanspruchung festlegen ¹⁰⁾																										

Fußnoten siehe Ausklappseite

3.2 Wohnungsbau		XO	Karbonatisierung				Chlorid			Chlorid Meer			Frost		Frost Tau-mittel		Chem. Angriff			Ver-schleiß			Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.11)	C _{min} [mm]	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur
			XC ⁸⁾				XD ⁹⁾			XS ⁸⁾			XF		XF		XA ⁷⁾			XM								
			1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1	2	3						
3.2.7	Sohlplatten, im Erdreich unter GOK¹¹⁾	bewehrt																										
a)	ohne Frost		X																				WF	C16/20	20	1		
b)	ohne Frost, hoher Wassereindringwiderstand		X																				WF	C25/30	20	2 ⁶⁾	ggf. [15]	
c)	ohne Frost, schwacher chemischer Angriff ⁵⁾		X													X							WF	C25/30	20	2	Anhang 4.6	
d)	ohne Frost, mäßiger chemischer Angriff ⁵⁾		X													X							WF	C35/45	20	2	Anhang 4.6	
e)	ohne Frost, starker chemischer Angriff ⁵⁾		X														X						WF	C35/45	20	2	Anhang 4.6 Oberflächenschutz od. Gutachten	
3.2.8	Wände	unbewehrt																										
a)	innen, ohne Frost	X																					WO	C8/10 ⁹⁾		1		
b)	außen, Frost										X												WF	C25/30		1		
3.2.9	Wände, Stützen, Decken, Balken, Treppen, Podeste	bewehrt																										
a)	innen, ohne Frost		X																				WO	C16/20	10	1	C _{min} ≥ d _s	
b)	außen, Frost ³⁾					X					X												WF	C25/30	25	1		
c)	außen, Frost, im Tausalzsprühnebel					X	X						X										WA	C25/30(LP) C35/45	40	2		
d)	außen, Frost, Tausalz					X			X					X									WA	C30/37(LP)	40	2		
3.2.10	Kellerwände, im Erdreich unter GOK¹¹⁾	unbewehrt																										
a)	ohne Frost	X																					WF	C8/10 ⁹⁾		1		
b)	ohne Frost, hoher Wassereindringwiderstand	X																					WF	C25/30		2 ⁶⁾	ggf. [15]	
c)	ohne Frost, schwacher chemischer Angriff ⁵⁾															X							WF	C25/30		2	Anhang 4.6	
d)	ohne Frost, mäßiger chemischer Angriff ⁵⁾															X							WF	C35/45		2	Anhang 4.6	
e)	ohne Frost, starker chemischer Angriff ⁵⁾																X						WF	C35/45		2	Anhang 4.6; Oberflächenschutz od. Gutachten	
3.2.11	Kellerwände, im Erdreich unter GOK¹¹⁾	bewehrt																										
	ohne Frost		X																				WF	C16/20	20	1		

3.2 Wohnungsbau		XO	Karbonatisierung				Chlorid			Chlorid Meer			Frost		Frost Tau-mittel		Chem. Angriff			Ver-schleiß			Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.11)	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur					
			XC ⁸⁾				XD ⁹⁾			XS ⁸⁾			XF		XF		XA ⁷⁾			XM												
			1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1	2	3						c _{min} [mm]			ÜK ²⁾	
3.2.12	Kellerwände, Sockel über GOK³⁾¹¹⁾	bewehrt																														
a)	außen, Frost					X							X																			
b)	außen, Frost, Tausalzsprühnebel					X	X								X																	
c)	außen, Frost, Tausalz					X			X						X																	
3.2.13	Garagen⁹⁾	bewehrt																														
a)	freistehend, bewittert, Frost					X							X																			
b)	freistehend, bewittert, Frost, Tausalzsprühnebel					X	X								X																	
c)	Bodenplatte, Einzelgarage					X	X						X																			
3.2.14	Tiefgaragen/Parkhäuser siehe Ziffer 3.3.8																															
3.2.15	Balkonplatten und -brüstungen⁹⁾		siehe 3.2.9, Treppen außen																													
3.2.16	Attiken, Dachstreifen, usw.³⁾		siehe 3.2.8 bzw. 3.2.9, Wände außen																													

3.3 Ingenieurbau		Karbonatisierung				Chlorid			Chlorid Meer			Frost		Frost Tau-mittel		Chem. Angriff			Ver-schleiß			Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.11)	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur					
		XO	XC ⁸⁾				XD ⁹⁾			XS ⁸⁾			XF		XF		XA ⁷⁾			XM					c _{min} [mm]	ÜK ²⁾					
			1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1	2	3									
3.3.1	Brücken (Bauteile nach ZTV-ING siehe 3.3.2)																														
a)	Gründungsbauteile, Fundamente																														
			siehe 3.1																												
b)	Widerlager³⁾	Frost					X								X												WF	C25/30	25	1	
c)	Widerlager (Straßenbrücke)	Frost, Tausalzsprühnebel					X	X							X												WA	C25/30(LP) C35/45 ²⁵⁾	40	2	
d)	Pfeiler³⁾	Frost					X							X												WF	C25/30	25	1		
e)	Pfeiler (Straßenbrücke)	Frost, Tausalzsprühnebel					X	X							X											WA	C25/30(LP) C35/45 ²⁵⁾	40	2		
f)	Überbau³⁾	Frost					X							X											WF	C25/30	25	1	Spannbeton ÜK2		
g)	Überbau (Straßenbrücke)	Frost, Tausalzsprühnebel					X	X							X										WA	C25/30(LP) C35/45 ²⁵⁾	40	2			
h)	Brückenkappen	Frost, Tausalz					X			X					X										WA	C30/37(LP)	40	2			
3.3.2	Brücken Bauteile nach ZTV-ING																														
a)	Bohrpfähle	mäßiger chemischer Angriff ²¹⁾					X ²⁴⁾												X								WA	C30/37	— ²²⁾	2	Anhang 4.15
b.1)	Widerlager, Stützen, Pfeiler	nicht vorwiegend horizontale Betonflächen Frost, tausalzhaltiges Spritzwasser					X	X							X										WA	C25/30(LP) C30/37	— ²²⁾	2	Die Rissbreitenbeschränkung ist mit den Mindestdruckfestigkeitswerten von Tab. F.2.1 und F.2.2 des DIN-Fachberichts 100 – Beton durchzuführen; Anhang 4.15		
b.2)	Widerlager, Stützen, Pfeiler	nicht vorwiegend horizontale Betonflächen Frost, tausalzhaltiges Sprühnebel					X	X						X										WA	C25/30(LP) C30/37	— ²²⁾	2				
c)	Betonflächen²³⁾ , vorwiegend horizontal	Frost, Tausalz					X			X					X									WA	C30/37(LP)	— ²²⁾	2				
d)	Brückenkappen	Frost, Tausalz					X			X					X									WA	C25/30(LP)	— ²²⁾	2				
e)	Bauteile , mäßig chemisch angreifende Umgebung		nach Umgebungsbedingungen														X								WA	C30/37 ¹⁵⁾	— ²²⁾	2	Anhang 4.15		
f)	Überbauten	nicht vorwiegend horizontale Betonflächen Frost, tausalzhaltiges Sprühnebel					X	X							X										WA	C35/45	— ²²⁾	2	Anhang 4.15		

Fußnoten siehe Ausklappseite

3.3 Ingenieurbau		XO	Karbonatisierung				Chlorid			Chlorid Meer			Frost		Frost Tau-mittel		Chem. Angriff			Ver-schleiß			Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.11)	C _{min} [mm]	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur
			XC ⁹⁾				XD ⁹⁾			XS ⁹⁾			XF		XF		XA ⁷⁾			XM								
			1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1	2	3						
3.3.3	Masten																											
a)	Mast⁹⁾ Frost bewehrt				X							X												WF	C25/30	25	1	Spannbeton ÜK2
b)	Mast neben Verkehrsflächen Frost, Tausalzsprühnebel bewehrt				X	X							X											WA	C25/30(LP) C35/45 ²⁵⁾	40	2	
3.3.4	Schornsteine⁹⁾																											
a)	Schornstein Frost bewehrt				X							X												WF	C25/30	25	1	
b)	Schornstein Frost, schwacher chemischer Angriff bewehrt				X							X					X							WF	C25/30	25	2	
c)	Schornstein Frost, mäßiger chemischer Angriff bewehrt				X							X					X							WF	C35/45	25	2	
d)	Schornstein Frost, starker chemischer Angriff bewehrt				X							X					X							WF	C35/45	25	2	Oberflächenschutz od. Gutachten
3.3.5	Kühltürme⁹⁾																											
a)	Kühlturm Frost bewehrt				X							X												WF	C25/30	25	1	
b)	Kühlturm mit Rauchgas Frost, starker chemischer Angriff bewehrt				X							X						X						WF	C35/45	25	2	Oberflächenschutz od. Gutachten
3.3.6	Weißer Wanne, Bodenplatte/Außenwände⁵⁾ bewehrt																											
a)	unter GOK, ohne Frost			X																				WF	C25/30 ¹⁶⁾	20	2 ⁶⁾	w _k besondere Anford.; [15]; [30]
b)	unter GOK, ohne Frost, schwacher chemischer Angriff			X													X						WF	C25/30	20	2		
c)	unter GOK, ohne Frost, mäßiger chemischer Angriff			X														X					WF	C35/45	20	2		
d)	unter GOK, ohne Frost, starker chemischer Angriff			X															X				WF	C35/45	20	2		
3.3.7	Weißer Wanne, Außenwände³⁾⁵⁾ bewehrt																											
a)	Frost				X							X												WF	C25/30	25	2 ⁶⁾	w _k besondere Anford.; [15]; [30]
b)	Frost, schwacher chemischer Angriff				X							X					X						WF	C25/30	25	2		
c)	Frost, mäßiger chemischer Angriff				X							X					X						WF	C35/45	25	2		
d)	Frost, starker chemischer Angriff				X							X					X						WF	C35/45	25	2		

Fußnoten siehe Ausklappseite

3.3 Ingenieurbau		XO	Karbonatisierung				Chlorid			Chlorid Meer			Frost		Frost Taumittel		Chem. Angriff			Ver-schleiß			Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.11)	c _{min} [mm]	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur				
			XC ⁸⁾				XD ⁹⁾			XS ⁸⁾			XF		XF		XA ⁷⁾			XM												
			1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1	2	3										
3.3.8	Tiefgaragen / Parkhäuser																															
a)	Fahrbahndecke, offenes Parkdeck¹⁴⁾ Frost, Tausalz	bewehrt				X			X						X													WA	C30/37(LP)	40	2	Zusätzl. Maßnahmen gem. DIN 1045-1, Tab. 3; [36]; [39]
b)	Stütze, offenes Parkdeck¹⁴⁾ Frost	bewehrt				X						X																WF	C25/30	25	1	Beschichtung und Hohlkehle gem. [39]
c)	Wand, offenes Parkdeck¹⁴⁾ Frost	bewehrt				X						X																WF	C25/30	25	1	Beschichtung und Hohlkehle gem. [39]
d)	Schrammbord, offenes Parkdeck¹⁴⁾ Frost, Tausalz	bewehrt				X			X						X													WA	C30/37(LP)	40	2	
e)	Fahrbahndecke, geschlossenes Parkdeck¹⁴⁾ Tausalz	bewehrt			X				X																			WA	C35/45	40	2	Zusätzl. Maßnahmen gem. DIN 1045-1, Tab. 3 [36]; [39]
f)	Stütze, geschlossenes Parkdeck¹⁴⁾	bewehrt			X																							WF	C20/25	20	1	Beschichtung und Hohlkehle gem. [39]
g)	Wand, geschlossenes Parkdeck¹⁴⁾	bewehrt			X																							WF	C20/25	20	1	Beschichtung und Hohlkehle gem. [39]
h)	Schrammbord, geschlossenes Parkdeck¹⁴⁾ Tausalz	bewehrt			X				X																			WA	C35/45	40	2	

3.5 Umwelt- und Gewässerschutz		XO	Karbonatisierung				Chlorid			Chlorid Meer			Frost		Frost Taumittel		Chem. Angriff			Ver-schleiß			Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.11)	C _{min} [mm]	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur	
			XC ⁸⁾				XD ⁹⁾			XS ⁸⁾			XF		XF		XA ⁷⁾			XM									
			1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1	2	3							
3.5.1	Abwasseranlagen²⁹⁾	bewehrt																											
a)	Gerinne (Zulauf), außen, Frost				X																								
b)	Gerinne (Ablauf), außen, Frost				X																								
c)	Sandfang, außen, Frost				X																								
d)	Offener Behälter: Sohlplatte, Wand ohne Frost, schwacher chemischer Angriff		X																										
e)	Offener Behälter: Wand ³⁾ (Wasserwechselzone, ohne Frost) schwacher chemischer Angriff				X																								
f)	Offener Behälter: Wand ³⁾ (Wasserwechselzone, mit Frost) schwacher chemischer Angriff				X																								
g)	Regenüberlaufbecken (offen), außen, Frost				X																								
3.5.2	Abwasseranlagen²⁹⁾	bewehrt																											
a)	Räumerlaufbahn, innen, ohne Frost			X																									
b)	Räumerlaufbahn, außen, Frost, Tausalz			X		X																							
c)	Schlammeyndicker (offen), außen, Frost			X																									
d)	Faulbehälter, innen		X																										
e)	Faulschlamm-speicher, außen, Frost			X																									
f)	Schlamm-lagerplätze (befahrbar), außen, Frost			X																									
g)	Schönung-steiche (befahrbar), außen, ohne Frost		X																										
3.5.3	Abwasseranlagen²⁹⁾	bewehrt																											
	Gasraum, geschlossener Behälter (nur bei biogenem Schwefelsäureangriff, sonst wie andere Festlegungen)																												

3.6 Wasserbau Bauteile im Süßwasser			Karbonatisierung				Chlorid			Chlorid Meer			Frost		Frost Tau-mittel		Chem. Angriff			Ver-schleiß			Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.11)	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur ⁴⁰⁾		
			XO		XC ⁸⁾		XD ⁹⁾			XS ⁸⁾			XF		XF		XA ⁷⁾			XM									
			³⁸⁾	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	c _{min} ³⁷⁾ [mm]	ÜK ²⁾	
3.6.1	Bauteile in Wildbächen Geschiebesperren, Stützwände	bewehrt	a				X					X											WF	C25/30	25	1			
			b				X						X											WF	C35/45 ²⁵⁾	25	2	[20]; XM3 mit Verschleißschicht (ohne Hartstoffe)	
			c	X																				X	WF	C35/45	20	2	
3.6.2	Wehrpfeiler	bewehrt	a				X					X											WF	C25/30	25	1	[20]		
			b				X					X											X	WF	C25/30(LP) C35/45 ²⁵⁾	25		2	
			c	X																				X	WF	C30/37		20	2
3.6.3	Wehrrücken	bewehrt	c	X																		X	WF	C35/45	20	2	[20]		
3.6.4	Wehrrücken ohne Stauklappe	bewehrt	c				X					X											X	WF	C35/45	25	2	[20]	
3.6.5	Tosbecken	bewehrt	c	X																			X	WF	C35/45	25	2	[20]; Bei starker Geschiebe- fracht und hoher Strömungs- geschwindigkeit XM3 mit Ver- schleißschicht (ohne Hartstoffe)	
3.6.6	Schleusen-, Molenwände, Kaimauern	bewehrt	a				X					X											X	WF	C30/37	25	2	[20]	
			b			X							X											X	WF	C20/25(LP) ⁶²⁾ C25/30(LP) C35/45 ²⁵⁾	20		2
			c	X																				X	WF	C30/37	20		2
3.6.7	Schleusen-, Molen- und Wehrpfeilerplattformen, Kaimauerkronen Tausalz	bewehrt	a				X		X					X								X	WA	C30/37(LP) ³⁹⁾	40	2	[20]		
3.6.8	Befahrene Hafенflächen, Betonböden außen, Tausalz; Einzellasten, Radlasten Q ≤ 80 kN	unbewehrt	a											X									X	WA	C30/37 ⁴¹⁾		2	[17]; [20]; [21]; [28]	

3.6 Wasserbau Bauteile im Meerwasser			Karbonatisierung			Chlorid			Chlorid Meer			Frost		Frost Tau-mittel		Chem. Angriff			Ver-schleiß			Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.11)	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur ⁴⁰⁾		
			XO			XC ⁸⁾			XD ⁸⁾			XS ⁸⁾			XF		XA ⁷⁾			XM								
			³⁸⁾	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1						2	3
3.6.9	Sperrwerkpfeiler, Flügelwände	bewehrt	a				X							X			X					WA	C30/37(LP) C35/45 ²⁵⁾	40	2	[20]		
			b				X								X			X	X				WA	C30/37(LP) ⁴¹⁾	40		2	
			c	X									X						X	X				WA	C35/45 ²⁵⁾		40	2
3.6.10	Sperrwerksohle	bewehrt	c	X							X						X		X		WA	C35/45 ²⁵⁾	40	2	[20]; Bei starker Geschiebe-fracht und hoher Strömungs-geschwindigkeit XM3 mit Verschleißschicht (ohne Hartstoffe)			
3.6.11	Schleusen- / Molenwände, Kaimauern	bewehrt	a				X					X			X		X	X				WA	C35/45 ²⁵⁾ C30/37(LP)	40	2	[20]		
			b		X								X			X	X	X				WA	C30/37(LP) ⁴¹⁾	40	2			
			c	X								X						X	X				WA	C35/45 ²⁵⁾	40		2	
3.6.12	Schleusen- und Molenplattformen, Kaimauern Tausalz	bewehrt	a				X		X		X			X	X	X	X				WA	C30/37(LP) ^{39) 41)}	40	2	[20]			
3.6.13	Befahrene Hafenflächen, Betonböden außen, Tausalz; Einzellasten, Radlasten Q ≤ 80 kN	unbewehrt	a											X	X	X					WA	C30/37 ⁴¹⁾		2	[17]; [20]; [21]; [28]; [32]			

3.7 Verkehrswegebau ⁴²⁾			Karbonatisierung				Chlorid			Chlorid Meer			Frost		Frost Taumittel		Chem. Angriff			Ver-schleiß			Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.11)	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur		
			XO		XC ⁸⁾				XD ⁹⁾			XS ⁸⁾			XF		XA ⁷⁾			XM								c _{min} [mm]	ÜK ²⁾
			1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1	2	3							
Fahrbahnen und Verkehrsflächen																													
3.7.1	Betonfahrbahnen Bauklasse SV, I - III	unbewehrt													X							X							
	Frost, Tausalz																												
3.7.2	Betonfahrbahnen Bauklasse IV - VI	unbewehrt													X							X							
	Frost, Tausalz																												
3.7.3	Rad- und Gehwege	unbewehrt													X														
	Frost, Tausalz																												
3.7.4	Verkehrsflächen für Kettenfahrzeuge	unbewehrt													X							X							
	Frost, Tausalz																												
3.7.5	Lärmschutzwände	bewehrt					X	X							X														
	Frost, Tausalz																												
3.7.6	Betonschutzwände	bewehrt					X		X						X														
	Frost, Tausalz																												
Landwirtschaftliche Wege																													
3.7.7	Hofbefestigungen	unbewehrt													X														
	ohne Tausalz																												
3.7.8	Hofbefestigungen	unbewehrt														X													
	Frost, Tausalz																												
3.7.9	Ländliche Wege	unbewehrt													X														
	ohne Tausalz																												
Sonstige Verkehrsflächen																													
3.7.10	Flugbetriebsflächen	unbewehrt														X						X							
	Frost, Taumittel																												
3.7.11	Feste Fahrbahnen für Schienenbahnen³⁾⁴³⁾	bewehrt					X								X														

3.8 Landwirtschaftliches Bauen		XO	Karbonatisierung				Chlorid			Chlorid Meer			Frost		Frost Tau-mittel		Chem. Angriff			Ver-schleiß			Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.11)	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur	
			XC ⁶⁾				XD ⁶⁾			XS ⁶⁾			XF		XF		XA ⁷⁾			XM								
			1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1	2	3						
3.8.1	Lagerböden																											
a)	innen, ohne Einwirkung von Gülle, Silage, Dünger																											
	trocken, unbewehrt																											
	ohne wesentliche Verschleißbeanspr.	X																										
	mäßige Verschleißbeanspruchung																		X									
	starke Verschleißbeanspruchung																				X							
b)	innen, ohne Einwirkung von Gülle, Silage, Dünger																											
	trocken, bewehrt																											
	ohne wesentliche Verschleißbeanspr.		X																									
	mäßige Verschleißbeanspruchung		X																		X							
	starke Verschleißbeanspruchung		X																		X							
c)	im Freien, überdacht, ohne Einwirkung von Gülle, Silage, Dünger																											
	unbewehrt																											
	ohne wesentliche Verschleißbeanspr.																											
	mäßige Verschleißbeanspruchung																											
	starke Verschleißbeanspruchung																											
d)	im Freien, überdacht, ohne Einwirkung von Gülle, Silage, Dünger																											
	bewehrt																											
	ohne wesentliche Verschleißbeanspr.				X																							
	mäßige Verschleißbeanspruchung				X																							
	starke Verschleißbeanspruchung				X																							

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

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

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

3.8 Landwirtschaftliches Bauen		XO	Karbonatisierung				Chlorid			Chlorid Meer			Frost		Frost Tau-mittel		Chem. Angriff			Ver-schleiß			Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.11)	C _{min} [mm]	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur
			XC ⁸⁾				XD ⁹⁾			XS ⁸⁾			XF		XF		XA ⁷⁾			XM								
			1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1	2	3						
3.8.2	Stallböden																											
a)	Warmstall innen, eingestreut	unbewehrt																X						WF	C25/30			19)
b)	Warmstall innen, eingestreut	bewehrt			X													X						WF	C25/30	20 (oberseitig)		19)
c)	Lauffläche, Entmistungsbahn mit Räumern innen, nicht eingestreut	unbewehrt																X		⁴⁶⁾	X			WF	C30/37 ⁵³⁾ C35/45			19)
d)	Lauffläche, Entmistungsbahn mit Räumern innen, nicht eingestreut	bewehrt			X													X		⁴⁶⁾	X			WF	C35/45 ⁶⁾	20 (oberseitig)		19)
e)	Kaltstall im Freien, überdacht, eingestreut	unbewehrt										X					X							WF	C25/30			19)
f)	Kaltstall im Freien, überdacht, eingestreut	bewehrt			X							X					X							WF	C25/30	20 (oberseitig)		19)
g)	Entmistungsbahn mit Räumern, Lauffläche außen, nicht eingestreut	unbewehrt										X					X			⁴⁶⁾	X			WF	C30/37(LP) C35/45 ⁶⁾			19)
h)	Entmistungsbahn mit Räumern, Lauffläche außen, nicht eingestreut	bewehrt				X						X					X			⁴⁶⁾	X			WF	C30/37(LP) C35/45 ⁶⁾	25 (oberseitig)		19)
i)	Futtertisch innen, mit Einwirkung von Gärsäuren	unbewehrt																X	X					WF	C35/45			19)
j)	Futtertisch innen, mit Einwirkung von Gärsäuren	bewehrt			X													X	X					WF	C35/45 ⁶¹⁾	20 (oberseitig)		19)
k)	Desinfektionswanne innen, Kupfersulfat	bewehrt			X												X ⁴⁷⁾							WF	C35/45 ⁶¹⁾	20 (oberseitig)		19)
3.8.3	Spaltenböden	Festlegungen siehe [10], [35]																										

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

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

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

3.8 Landwirtschaftliches Bauen		XO	Karbonatisierung				Chlorid			Chlorid Meer			Frost		Frost Tau-mittel		Chem. Angriff			Ver-schleiß			Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.11)	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur	
			XC ⁸⁾				XD ⁹⁾			XS ⁹⁾			XF		XF		XA ⁷⁾			XM								
			1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1	2	3						C _{min} [mm]
3.8.4	Böden im Düngerlager																											
a)	unbewehrt																											
b)	bewehrt	X																										
3.8.5	Güllekanäle, -keller				X																							
3.8.6	Güllehochbehälter⁴⁴⁾ im Freien				X									X														
3.8.7	Verkehrsflächen (siehe 3.7.7. bis 3.7.9)																											
3.8.8	Eigenbedarfstankstellen / Waschplätze																											
a)	im Freien													X														
b)	im Freien				X									X														
c)	im Freien, Tausalz														X													
d)	im Freien, Tausalz				X										X													
3.8.9	Festmistplatten																											
	im Freien													X														
	im Freien				X									X														

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

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

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

3.8 Landwirtschaftliches Bauen		XO	Karbonatisierung				Chlorid			Chlorid Meer			Frost		Frost Tau-mittel		Chem. Angriff			Ver-schleiß			Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.11)	C _{min} [mm]	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur			
			XC ⁸⁾				XD ⁹⁾			XS ⁹⁾			XF		XF		XA ⁷⁾			XM											
			1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1	2	3							1	2	3
3.8.10	Kompostierungsanlagen (Boden)																														
a)	innen, Sickerwasser unbewehrt																X			35)	35)	WF	C35/45(LP)					19)			
b)	innen, Sickerwasser bewehrt			X		X											X			35)	35)	WF	C35/45(LP)	40				19)			
c)	im Freien, Sickerwasser unbewehrt												X			X				35)	35)	WF	C30/37(LP)					19)			
d)	im Freien, Sickerwasser bewehrt				X	X							X			X				35)	35)	WF	C30/37(LP)	40				19)			
3.8.11	Gärfutter(flach-)silos⁴⁸⁾																														
a)	unbewehrt											X				X											C35/45 C30/37(LP)		2	[8]; [24]; Länderregelungen; ¹⁹⁾	
b)	bewehrt				X							X				X										C35/45 C30/37(LP)	25	2	[8]; [24]; Länderregelungen; ¹⁹⁾		
3.8.12	Stallwände, -decken, -stützen, -balken																														
a)	innen, trocken bewehrt	X																									WO	C16/20	10	1	C _{min} ≥ d _s
b)	Innen oder überdacht, mit hoher Luftfeuchtigkeit bewehrt			X																							WF	C20/25	20	1	
c)	im Freien bewehrt				X						X																WF	C25/30	25	1	
3.8.13	Biogasfermenter, wärme gedämmt																														
a)	flüssigkeitsberührter Bereich bewehrt				X										X												WA	C25/30	25 ⁴⁹⁾	2	[8]; [24]; Länderregelungen; ¹⁹⁾
b)	gasberührter Bereich mit Beschichtung ⁴⁵⁾ bewehrt				X											X										WA	C35/45	25	2	[8]; [24]; Länderregelungen; ¹⁹⁾	
c)	gasberührter Bereich mit Auskleidung ⁵⁰⁾ bewehrt			X											X											WA	C25/30	20	2	[8]; [24]; Länderregelungen; ¹⁹⁾	

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

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

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

3.9 Besondere Bauweisen		XO	Karbonatisierung				Chlorid			Chlorid Meer			Frost		Frost Taumittel		Chem. Angriff			Ver-schleiß			Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.11)	c _{min} [mm]	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur
			XC ⁸⁾				XD ⁸⁾			XS ⁸⁾			XF		XF		XA ⁷⁾			XM								
			1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1	2	3						
3.9.1	Sichtbeton⁹⁾		Für Sichtbeton gelten die normgemäß festzulegenden Expositionsklassen																		12)	27)			[38]; Erhöhung der Betondeckung um 5 mm empfohlen			
3.9.2	Elementwand Ortbetonfüllung		Die Ortbetonfüllung kann nach den gleichen Anforderungen zusammengesetzt werden wie der Beton einer vergleichbaren Ortbetonwand.																		12)							
3.9.3	Stahlbetonbauteile unter unbewehrt	X																						WO	C8/10 ⁹⁾		1	
	Wärmedämmverbundsystemen (Außendämmung) Wände, Unterzüge, Ringanker, Massivdächer bewehrt	X																						WO	C16/20	10	1	c _{min} ≥ d _s

Fußnoten siehe Ausklappseite

3.10 Industrieböden		XO	Karbonatisierung				Chlorid			Chlorid Meer			Frost		Frost Tausalz		Chem. Angriff			Ver-schleiß			Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse	Beton-deckung (s. Tab. 4.11)	Überwa-chungs-klasse	Spezielle Hinweise, Regelwerke und Literatur	
			XC ⁶⁾				XD ⁶⁾			XS ⁶⁾			XF		XF		XA ⁷⁾			XM								
			1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1	2	3						
3.10.2	Böden im Freien unbewehrt																											
a)	ohne wesentliche Verschleißbeanspruchung, Frost, Tausalz																											
b)	mäßige Verschleißbeanspruchung, z. B. durch luftbereifte Fahrzeuge, Frost, Tausalz																											
c)	starke Verschleißbeanspruchung, z. B. durch luftbereifte oder vollgummibereifte Gabelstapler, Frost, Tausalz																											
d)	sehr starke Verschleißbeanspruchung, z. B. elastomerbereifte Gabelstapler, Frost, Tausalz																											

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

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

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

Fußnoten siehe Ausklappseite

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

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

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

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

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

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

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

⁴⁾ Z.B. Phonolith

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

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

4.3 Anwendungsbereiche für Zemente (nach DIN 1045-2)

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

¹⁾ Expositionsklassen siehe Seiten 4 bis 6

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

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

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

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

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

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

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

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

Expositionsklassen ¹⁾ ■ = gültiger Anwendungsbereich ■ = Anwendung ausgeschlossen bzw. nur durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassung möglich			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										
			X0	XC1, XC2	XC3, XC4	XD1, XD2, XD3	XS1, XS2, XS3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1, XA2 ²⁾ , XA3 ²⁾	XM1	XM2, XM3			
CEM II	A	S-D; S-T; S-LL; D-T; D-LL; T-LL; V-T; V-LL	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
		S-P; D-P; D-V; P-V; P-T; P-LL	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	³⁾
	B	S-D; S-T; D-T; S-V; V-T	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		S-P; D-P; D-V; P-T; P-V	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	³⁾
		S-LL; D-LL; P-LL; V-LL; T-LL	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	³⁾
CEM IV	B	P ⁴⁾	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
CEM V	A	S-P ⁵⁾	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	B		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		

¹⁾ Expositionsklassen siehe Seiten 4 bis 6.

²⁾ Bei chemischem Angriff durch Sulfat (ausgenommen bei Meerwasser) muss bei den Expositionsklassen XA2 und XA3 Zement mit hohem Sulfatwiderstand (HS-Zement) verwendet werden. Bei einem Sulfatgehalt des angreifenden Wassers von $\text{SO}_4^{2-} \leq 1500 \text{ mg/l}$ darf anstelle von HS-Zement (SR-Zement) eine Mischung aus Zement und Flugasche verwendet werden. Sulfatgehalte oberhalb 600 mg/l sind im Rahmen der Festlegung des Betons anzugeben.

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

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

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

4.5 Druckfestigkeitsklassen von Normalbeton und Schwerbeton

Druckfestigkeitsklasse	$f_{ck, cyl}^{1)}$ [N/mm ²]	$f_{ck, cube}^{2)}$ [N/mm ²]	Betonart
C8/10	8	10	Normalbeton
C12/15	12	15	
C16/20	16	20	
C20/25	20	25	
C25/30	25	30	
C30/37	30	37	
C35/45	35	45	
C40/50	40	50	
C45/55	45	55	
C50/60	50	60	Hochfester Beton
C55/67	55	67	
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 12390-2

²⁾ $f_{ck, cube}$ = charakteristische Festigkeit von Würfeln
Kantenlänge 150 mm, Alter 28 Tage,
Lagerung nach DIN EN 12390-2

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 und \geq 4,0
Kalklösende Kohlensäure (CO ₂) [mg/l]	15 ... 40	> 40 ... 100	> 100 bis zur Sättigung
Ammonium ³⁾ (NH ₄ ⁺) [mg/l]	15 ... 30	> 30 ... 60	> 60 ... 100
Magnesium (Mg ²⁺) [mg/l]	300 ... 1000	> 1000 ... 3000	> 3000 bis zur Sättigung
Sulfat ⁴⁾ (SO ₄ ²⁻) [mg/l]	200 ... 600	> 600 ... 3000	> 3000 und \leq 6000

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

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

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

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

4.7 Grenzwerte für Zusammensetzung und Eigenschaften von Beton – Teil 1

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

¹⁾ Mindestdruckfestigkeitsklasse (min f_{ck}) gilt nicht für Leichtbeton
²⁾ Bei 63 mm Größtkorn darf der Zementgehalt (min z) um 30 kg/m³ verringert werden.
 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.

4.8 Grenzwerte für Zusammensetzung und Eigenschaften von Beton – Teil 2

Klasse	max w/z bzw. (w/z) _{eq}	min f _{ck} ¹⁾ [N/mm ²]	min z ²⁾ [kg/m ³]	min z ^{2) 3)} (bei Anrechnung von Zusatzstoffen) [kg/m ³]	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 ⁸⁾	270 ⁵⁾	^{6) 9)}	MS ₁₈ ⁴⁾
Betonkorrosion durch Verschleißbeanspruchung ¹⁰⁾						
XM1	0,55	C30/37 ¹¹⁾	300 ¹²⁾	270	–	–
XM2	0,55	C30/37 ^{11) 13)}	300 ¹²⁾	270	–	Betonoberflächenbehandlung ¹⁴⁾
	0,45	C35/45 ¹¹⁾	320 ¹²⁾	270	–	
XM3	0,45	C35/45 ^{11) 13)}	320 ¹²⁾	270	–	Einstreuen von Hartstoffen nach DIN 1100
Betonkorrosion durch aggressive chemische Umgebung						
XA1	0,60	C25/30	280	270	–	–
XA2	0,50	C35/45 ^{7) 8) 11)}	320 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 Räumleraufbahnen 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 (Regelanforderungen); sonst Opferbeton erforderlich.

¹¹⁾ Bei LP-Beton aufgrund gleichzeitiger Anforderung aus Expositionsklasse XF eine Festigkeitsklasse niedriger. In diesem Fall darf Fußnote ⁷⁾ nicht angewendet werden.

¹²⁾ Höchstzementgehalt 360 kg/m³, jedoch nicht für hochfesten Beton

¹³⁾ Obwohl zulässig, Anwendung von LP-Beton nicht empfehlenswert

¹⁴⁾ Z.B. Vakuumieren mit nachfolgendem Flügelglätten

¹⁵⁾ Schutz des Betons erforderlich, ggf. besonderes Gutachten für Sonderlösung

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

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

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

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

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

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

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

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

Vergrößerung der Betondeckung

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

Verminderung der Betondeckung zulässig bei

- Bauteilen mit hoher Betondruckfestigkeit f_{ck} , wenn f_{ck} um 2 Festigkeitsklassen höher liegt als erforderlich, um 5 mm. Ausnahme: Abminderung für XC1 unzulässig.
- Bauteilen mit kraftschlüssiger Verbindung Fertigteil/Ortbeton:
 $c_{min} \geq 5$ mm im Fertigteil und $c_{min} \geq 10$ mm im Ortbeton für die der Fuge zugewandten Ränder, $\Delta c = 0$;
bei Nutzung der Bewehrung im Bauzustand gelten jedoch die Tafelwerte für c_{min} .
- entsprechender Qualitätskontrolle
bei Planung, Entwurf, Herstellung und Bauausführung entsprechend DBV-Merkblatt „Betondeckung und Bewehrung“ sind Abminderungen zulässig, i.d.R. um 5 mm.

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

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

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

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

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

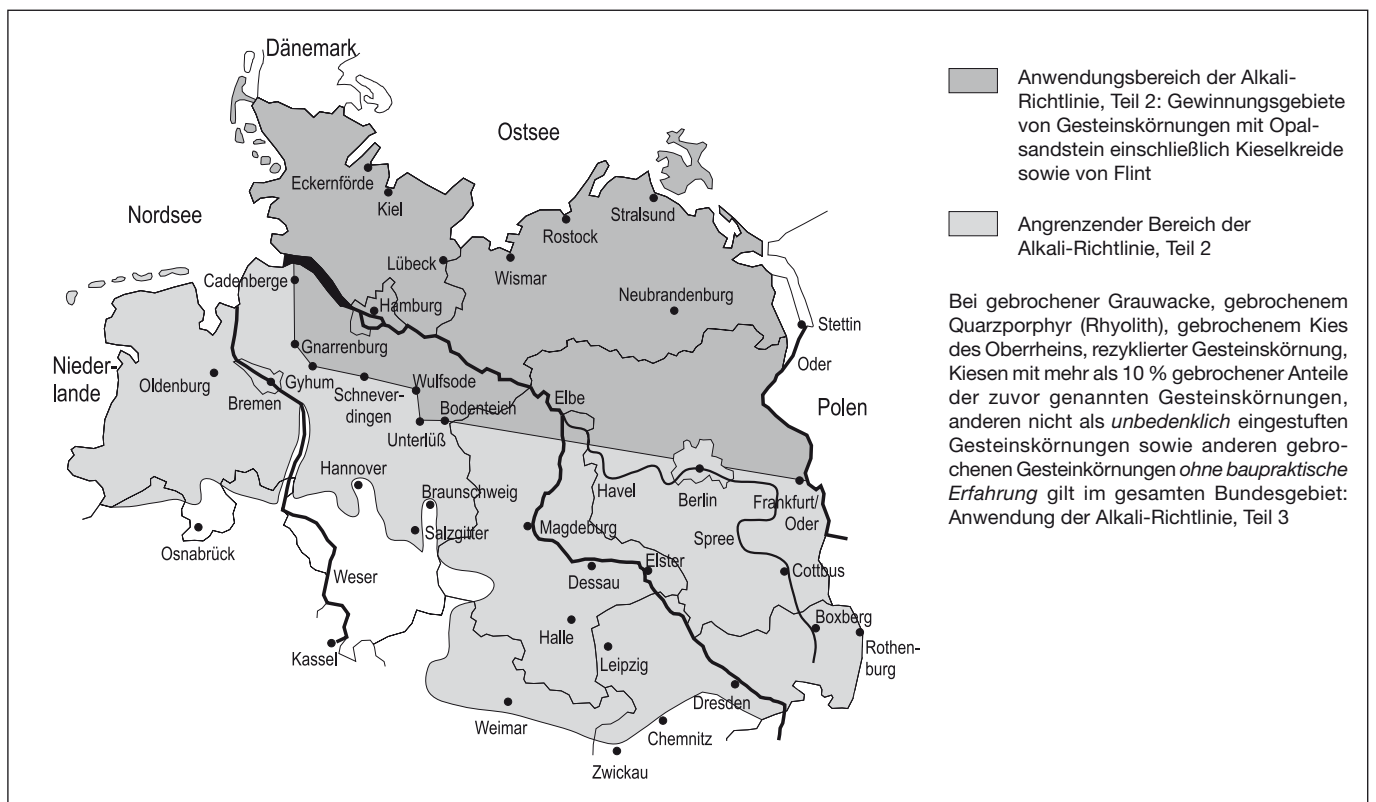
Die DAfStb-Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkali-reaktion im Beton“ (Alkali-Richtlinie) [14] regelt Maßnahmen und Zuständigkeiten zur Vermeidung einer schädigenden Alkali-Kieselsäure-Reaktion (kurz: Alkali-reaktion oder AKR). Hierzu wird die Empfindlichkeit von Gesteinskörnungen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

Alkaliempfindlichkeitsklassen

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

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

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



Alkali-Richtlinie – Anwendungsbereich und angrenzender Bereich

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

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

Vorbegende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton

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

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

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

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

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

⁵⁾ Zemente nach [14], Tabelle 3–4

4.14 Mindestdruckfestigkeitsklasse in Abhängigkeit von der Expositionsklasse⁶⁾

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

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

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

Regelungen für Ingenieurbauten des BMVBW

ZTV-ING steht für die „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW). Zum 1. Mai 2003 hat dieses Regelwerk u.a. die „alte“ ZTV-K „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für Kunstbauten“ ersetzt. Die ZTV-ING bezieht sich auf das Regelwerk DIN EN 206-1/DIN 1045-2 sowie auf den DIN-Fachbericht 100 „Beton“. Seit dem 1. Mai 2003 sind demnach alle Ausschreibungen für ZTV-ING-Bauwerke nach den aktuellen Normen zu erstellen. Ausnahmen bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers.

ZTV-ING weicht teilweise von der Norm ab

Die ZTV-ING übernimmt zwar die grundlegenden Anforderungen der neuen Norm, bei der Wahl der Expositionsklassen und bei den zugehörigen Druckfestigkeitsklassen gibt es jedoch Abweichungen von DIN EN 206-1/DIN 1045-2. Nachfolgend sind die abweichenden betontechnologischen Eckdaten der ZTV-ING dargestellt.

Anforderungen an Gesteinskörnungen und Beton

Gesteinskörnungen: DIN 4226-1	Organische Verunreinigungen $Q_{0,05}$ für grobe Gesteinskörnungen; $Q_{0,25}$ für feine Gesteinskörnungen (Sand)
	Kornformkennzahl mindestens Sl_{20} bei gebrochenem Material
	Kornzusammensetzung nur enggestufte Gesteinskörnungen Zugabe in zwei bzw. drei getrennten Korngruppen
Beton: DIN EN 206-1/DIN 1045-2	CDF-Test als mögliche „Kontrollprüfung“ für Expositionsklasse XF4 (28 Tage Frost-Tau-Wechsel, Abwitterung $\leq 1500 \text{ g/m}^2$)
	Luftgehalt (Tab. 3.3.1, ZTV-ING) Anforderungen in Abhängigkeit von der Konsistenz
	Betontemperatur (abweichend von DIN 1045-3) im Tunnelbau max. 25°C

Zuordnung der Expositionsklassen bei Frost- und/oder Tausalzeinwirkung

vorwiegend horizontale, frost- bzw. tausalzbeaufschlagte Betonflächen	XF4, XD3
Schräge Flächen/tausalzhaltiges Spritzwasser	XF2, XD2
Betonflächen und tausalzhaltiger Sprühnebel	XF2, XD1
Trogsohlen (RStO), Tunnelsohlen, wasserundurchlässig	XD2
Trogsohlen (RStO), Tunnelsohlen, ohne Wasserdruck oder mit außenliegender Folie	XD1
Tunnelinnenschalen ohne Wasserdruck oder mit außenliegender Folie	XD1
Tunnelwände, wasserundurchlässig	XD2
Einfahrtbereiche von Tunneln	XF2, XD2

Grenzwerte der Betonzusammenstellung

Abweichung von DIN EN 206-1/DIN 1045-2 (graue Felder)	XF2	XF3		XD2; XA2	XF4 zusammen mit XD3
Höchstzulässiger w/z-Wert	0,50	0,50	0,55	0,50	0,50
Mindestdruckfestigkeits- klasse	C30/37	C30/37	C25/30	C30/37	C25/30
min. z [kg/m^3]	320	320	300	320	320
min. z+FA [kg/m^3]	keine Anrechnung ²⁾	270+50	270+30	270+50	keine Anrechnung
LP	–	–	¹⁾	–	¹⁾
andere Anforderungen	Gesteinkörnung MS_{25}	Gesteinkörnung F_2	Gesteinkörnung F_2	ggf. HS-Zement	Gesteinkörnung MS_{18}
Bauteile (Für Überbauten gilt DIN EN 206-1/DIN 1045-2)	Widerlager, Stützen, Pfeiler, Tunnelsohlen, Tunnelwände, Tunnelschalen, Trogsohlen, -wände	Gründungen (z.B. Bohrpfähle)		Widerlager, Stützen, Pfeiler, Bohrpfähle, Tunnelsohlen, Tunnelwände, Tunnelschalen, Trogsohlen, -wände	Kappen

¹⁾ gemäß ZTV-ING, Teil 3, Abschnitt 1, Beton ²⁾ für Tunnelbauwerke ist die Anrechnung nach DIN 1045-2 möglich

Besondere Anforderungen bezüglich der Verwendung von Zementen und Zusatzstoffen

Zement, Zusatzstoff	Regelungen nach ZTV-ING
CEM II-M Portlandkompositzement	mit Zustimmung des Auftraggebers
CEM III Hochofenzement	für Kappen und Betonschutzwände: nur CEM III/A $\leq 50 \text{ M.-%}$ Hüttensandanteil
CEM II-P Portlandpuzzolanzement	Trass nach DIN 51043 als Puzzolan
Flugaschezugabe	max. 60 M.-% v.Z.; max. anrechenbar 80 kg/m^3
Hochofenzement CEM III/B und Flugasche	für Gründungsbauteile (wie z.B. Bohrpfähle) erlaubt. Für weitere Anwendungen nur mit Zustimmung des Auftraggebers
Mikrosilika	als homogene Suspension, ausgenommen Trockengemisch für Spritzbeton
Flugasche und Mikrosilika gleichzeitig	mit Zustimmung des Auftraggebers

[Quelle: BTB]

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

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

- 1) Je nach Beanspruchung zusätzliche Verschleißschicht; siehe [3], Tabelle 4 und Anhang 4.11.
- 2) Soweit nicht aufgrund anderer Randbedingungen eine andere Überwachungsklasse maßgebend ist.
- 3) Für bewehrte Bauteile in Küstennähe (salzhaltige Luft) gilt: Expositionsklasse XS1, Mindestdruckfestigkeitsklasse C30/37 bzw. C25/30 (LP), Mindestbetondeckung 40 mm, Überwachungsklasse 2, WA (Anhang 4.13).
- 4) Bauteile des Wasserbaus siehe Kapitel 3.6.
- 5) Im Geltungsbereich der DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“: Beton mit hohem Wassereindringwiderstand, [15] beachten.
- 6) Ausführung nach Überwachungsklasse 1 möglich, wenn der Baukörper nur zeitweilig aufstauendem Sickerwasser ausgesetzt ist und wenn in der Projektbeschreibung nichts anderes festgelegt ist.
- 7) Falls der Sulfatgehalt des Wassers > 600 mg/l beträgt, ist dieser in der Festlegung des Betons anzugeben (zusätzlich zur Expositionsklasse XA2 bzw. XA3).
- 8) Wenn neben der Expositionsklasse XC2 bzw. XD2 bzw. XS2 auch die Expositionsklasse XC1 bzw. XD1 bzw. XS1 für das Bauteil zutreffend ist, sind in der Festlegung jeweils beide Expositionsklassen anzugeben.
- 9) Für Tragwerke nach DIN 1045-1 gilt die Mindestdruckfestigkeitsklasse C12/15.
- 10) Siehe z.B. 3.2.7b, 3.2.10b, 3.2.12b und 3.2.13b.
- 11) Weiße Wanne siehe Bauteilkatalog Ziffer 3.3:6 bzw. 3.3:7.
- 12) Je nach Beanspruchung festlegen.
- 13) Obwohl normgemäß, ist die Kombination aus XM3 und XF4 (LP) wegen der Einarbeitung von Hartstoffen nicht empfehlenswert.
- 14) Alternative Planungsvarianten enthält [34].
- 15) Wenn nicht aufgrund anderer Anforderungen eine höhere Mindestdruckfestigkeitsklasse maßgebend ist.
- 16) Mindestdruckfestigkeitsklasse aus DIN 1045-2, Abs. 5.5.3.
- 17) Bei Verwendung von Luftporenbeton, z.B. auf Grund gleichzeitiger Anforderungen aus der Expositionsklasse XF, eine Festigkeitsklasse niedriger. Diese Mindestdruckfestigkeitsklassen gelten für Luftporenbeton mit Mindestanforderungen an den mittleren Luftgehalt im Frischbeton nach DIN 1045-2 [3] unmittelbar vor dem Einbau. Eine weitere Abminderung der Mindestdruckfestigkeit beim Einsatz langsam oder sehr langsam erhärtender Betone ($r \leq 0,30$) ist nicht zulässig.
- 18) Gemäß Alkali-Richtlinie je nach Beanspruchung festlegen; siehe [14] und Anhang 4.13.
- 19) Beton mit hohem Wassereindringwiderstand nach DIN 1045-2, Abschn. 5.5.3 erforderlich.
- 20) Bei Möglichkeit hoher Durchfeuchtung bei Frost ist die Einstufung in die Expositionsklasse XF3 zu prüfen (horizontale Flächen).
- 21) Bewehrte oder unbewehrte Bohrpfähle in chemisch schwach (XA1) oder chemisch stark (XA3) angreifender Umgebung sind nach DIN-Fachbericht 100 – Beton einzustufen.
- 22) Es gelten die Entwurfs- und Planungsvorgaben des BMVBW (z.B. DIN-Fachbericht 102 – Betonbrücken).
- 23) Gilt nicht für Brückenkappen.
- 24) Nur zutreffend bei bewehrten Pfählen.
- 25) Bei langsam und sehr langsam erhärtenden Betonen ($r \leq 0,30$) eine Festigkeitsklasse niedriger. Die Druckfestigkeit zur Einteilung in die geforderte Betondruckfestigkeitsklasse ist an Probekörpern im Alter von 28 Tagen zu bestimmen. Eine weitere Abminderung der Mindestdruckfestigkeitsklasse bei Einsatz von Luftporenbeton ist nicht zulässig.
- 26) Innenbauteile WO; indirekt oder direkt bewehrte Bauteile WF.
- 27) Gemäß geltender Expositionsklassen oder nach statischer Erfordernis. Zur Erfüllung der gestalterischen Anforderungen und der Vorgaben des DBV-/BDZ-Merkblatts „Sichtbeton“ [38] kann die Verwendung eines Betons mit einer Druckfestigkeitsklasse C30/37 erforderlich werden.
- 28) Mit Oberflächenbehandlung.
- 29) DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ [15] beachten.
- 30) Nur horizontale Flächen.
- 31) Bei horizontalen Flächen je nach Beanspruchung ggf. Einstufung in XM prüfen.
- 32) Bei massigen Bauteilen eine Festigkeitsklasse niedriger [4].
- 33) Wegen der besonderen Randbedingungen ggf. in Anlehnung an [24] Einstufung in XF1 (C25/30) prüfen, jedoch dann XM1 (C30/37 bzw. C25/30 (LP)) usw. beachten.
- 34) Bei Trennung von tragender (Beton) und abdichtender Funktion (z.B. Auskleidung) sowie vergleichbarer Nutzungsdauer von Beton und Auskleidung ist eine Abminderung der Expositionsklasse XA möglich. Sonst – auch bei Beschichtungen – ist XA3 erforderlich.
- 35) Je nach zu lagerndem Stoff und/oder je nach Beanspruchung festlegen.
- 36) Anforderungen an flüssigkeitsdichten Beton bzw. flüssigkeitsdichten Beton mit Eindringprüfung siehe [12].
- 37) Angaben gelten nicht für Bauteile nach ZTV-W, LB 215 „Wasserbauwerke aus Beton und Stahlbeton“, nach ZTV-W, LB215 gilt unabhängig von der Expositionsklasse $c_{\min} \geq 50$ mm.
- 38) a – Sprühnebelbereich und Spritzwasserbereich,
b – Wasserwechselzone, Gezeitenzone,
c – Untenwasserbereich.
- 39) An Plattformen ist der Planbeton auf ≤ 50 cm Betondicke zu beschränken (ZTV-W LB 215)
- 40) Im Geltungsbereich der ZTV-W LB 215 ist grundsätzlich Beton mit hohem Wassereindringwiderstand zu verwenden.
- 41) Mindestdruckfestigkeitsklasse C35/45 bei Verwendung eines CEM III/B ($w/z \leq 0,45$ und $z \geq 340$ kg/m³). Auf Luftporen kann verzichtet werden.
- 42) Mitgeltende Regelwerke sind zu beachten.
- 43) In Einzelfällen können Tausalzbeaufschlagungen auftreten (z.B. Brücken), die zur Einstufung XF4 führen.
- 44) Im Einzelfall XF1 statt XF3 möglich [24], C25/30, $c_{\min} = 25$ mm.
- 45) Expositionsklasse XA im Einzelfall abminderbar, wenn kein Sauerstoffeintrag in den Gasraum erfolgt.
- 46) In Einzelfällen (z.B. bei Räumen mit Kunststoffschiene) Expositionsklasse XM1 möglich.
- 47) Einsatz von HS-Zement.
- 48) Beschichtung erforderlich; auf eine Beschichtung kann verzichtet werden, wenn die Expositionsklasse XF4 (statt XF3) gewählt wird.
- 49) Für die Betondeckung auf der Innenseite von Güllebehältern und Gärfuttersilos gilt XC4 [8].
- 50) Trennung von Trag- und Abdichtungsfunktion, vergleichbare Nutzungsdauer von Auskleidung und Betonbehälter.
- 51) Rechnerisch zulässige Rissbreite auf die Nutzung abstimmen.
- 52) Für tragende oder aussteifende Böden nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2.
- 53) Ohne Oberflächenbehandlung C35/45, mit Oberflächenbehandlung C30/37 (z.B. Vakuumieren mit nachfolgendem Flügelglätten).
- 54) Druckfestigkeit nach Bemessung.
- 55) Betonböden bei hoher Feuchte, hoher Luftfeuchtigkeit oder in offenen Hallen sind in die Expositionsklasse XC3 einzustufen.
- 57) Gilt nicht für Leichtbeton.
- 58) Ausführung nur mit zusätzlichen Maßnahmen (z.B. rissüberbrückende Beschichtung siehe auch DAfStb-Heft 525 [35]).
- 59) Mindestdruckfestigkeitsklasse C40/50 bei Verwendung eines CEM III/B ($w/z \leq 0,35$, $z \geq 360$ kg/m³). Auf Luftporen kann verzichtet werden.
- 60) Erdfeuchter Beton mit $w/z \leq 0,40$ auch ohne Luftporen.
- 61) Schutz des Betons erforderlich, gegebenenfalls Gutachten für Sonderlösung.
- 62) Im Geltungsbereich der ZTV-W LB 215 [20] für massive Bauteile gilt abweichend von DIN 1045-2 und DAfStb-Richtlinie Massive Bauteile aus Beton: Luftporenbeton C20/25 (Nachweisalter 56 Tage, Mindestzementgehalt 270 kg/m³).



Beratung und Information zu allen Fragen der Betonanwendung

BetonMarketing Nord GmbH

Anderter Straße 99D
30559 Hannover
Telefon 0511 554707-0
Telefax 0511 554707-15
hannover@betonmarketing.de

BetonMarketing Ost

Gesellschaft für Bauberatung und Marktförderung mbH

Teltower Damm 155
14167 Berlin-Zehlendorf
Telefon 030 3087778-0
Telefax 030 3087778-8
mailbox@bmo-berlin.de

BetonMarketing Süd GmbH

Gerhard-Koch-Straße 2+4
73760 Ostfildern
Telefon 0711 32732-200
Telefax 0711 32732-202
info@betonmarketing.de

Rosenheimer Straße 145 g
81671 München
Telefon 089 450984-0
Telefax 089 450984-45
muenchen@betonmarketing.de

BetonMarketing West

Gesellschaft für Bauberatung und Marktförderung mbH

Annastraße 3
59269 Beckum
Telefon 02521 8730-0
Telefax 02521 8730-29
info@bmwest.de

Die Broschüre „Bauteilkatalog“ stellt eine Planungshilfe dar, in der Bauteilen die Expositionsklasse, 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