

Dauerhaftigkeit, Kriechzahl und Schwindmaß

FRILO Software GmbH

www.friilo.eu

info@friilo.eu

26.04.2019

Dauerhaftigkeit und Kriechzahl nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Dauerhaftigkeit

Luftporenbeton Oberflächenbehandlung
 erdfeuchter Beton $D_g > 32$ mm
 Zuschlag für Verschleiß langsam erhärtender Beton Qualitätskontrolle

ds, b= 8 mm

Bewehrung nicht korrosionsbeständig

Unterseite = Oberseite

oben

ds, l= 14 mm Δc_{dev} = -0 mm

Betonstahlangriff: XC1
Betonangriff: W0

Mindestbetonklasse C 16/20
vorh. C 25/30
c_{min, b}= 10 mm Δc_{dev} = 10 mm
Abst. Bew. (c_{min, b} maß... $d_{ob} \geq 35$ mm
XC1 zul wk=0,40 mm
Nachweis Dekompression: nicht

nutzerdefiniert zul wk= 0,40 mm

unten

ds, l= 14 mm Δc_{dev} = -0 mm

Betonstahlangriff: XC1
Betonangriff: W0

Mindestbetonklasse : C 16/20
vorh. C 25/30
c_{min, b}= 10 mm Δc_{dev} = 10 mm
Abst. Bew. (c_{min, b} maß... $d_{un} \geq 35$ mm
XC1 zul wk=0,40 mm
Nachweis Dekompression: nicht

nutzerdefiniert zul wk= 0,40 mm

Kriechzahl+Schwindmaß

 Luftfeuchte LU= 50 % Zementtyp N,R

Normalbeton f_{ck} = 25,0 N/mm² h₀ nutzerdefiniert h₀= 2*Ac/u= 15,7 cm

t₀= 28 Tage t=unendlich $\varphi(t_0, t)$ = 2,74 $\epsilon_{cs}(t)$ = -0,50 o/oo

Dauerhaftigkeit, Kriechzahl und Schwindmaß

Diese Dokumentation bezieht sich auf den in unseren Stahlbetonprogrammen programmübergreifend verwendeten Dialog „Dauerhaftigkeit und Kriechzahl“.

Inhaltsverzeichnis

Dauerhaftigkeit nach EN 1992-1-1	3
Expositionsklassen EN 1992-1-1	5
Beispiele für eine Expositionsklassenzuordnung entsprechend NA-D	6
Beispiele für eine Expositionsklassenzuordnung entsprechend Originaleurocode	11
Dauerhaftigkeitsanforderungen EN 1992-1-1	13
Kriechzahl und Schwindmaß EN1992-1-1	19
Teilsicherheitsbeiwerte Material EN 1992-1-1	20
Literatur	20

Kurzbezeichnungen für nationale Anhänge (aktuelle Versionen)

NA-D:	DIN EN 1992-1-1/NA:2015-09
NA-A:	ÖNORM B 1992-1-1:2018
NA-GB:	NA to BS EN 1992-1-1/A2:2015-07
NA-I:	UNI EN 1992-1-1/NTC:2018
NA-PN	PN EN 1992-1-1:2008/NA:2010
EN2-0	EN 1992-1-1:2004/A1:2014

Dauerhaftigkeit nach EN 1992-1-1

Zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit von Betonbauteilen ergeben sich abhängig von den Expositionsklassen Anforderungen an die

- Mindestfestigkeit des Betons,
- Mindestbetondeckung und das Vorhaltemaß,
- zulässige Rissbreite und Lastkombination für den Rissbreitennachweis

Gegebenenfalls ist der Nachweis der Dekompression erforderlich (andere Lastkombinationen).

Die Zuordnung des Bauteiles zu Expositionsklassen kann differenziert für jede Bauteilseite erfolgen (obere und untere Seite bei horizontalen-, linke und rechte Seite bei vertikalen Bauteilen).

Die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit können durch verschiedene Optionen und Eingabewerte für bestimmte Bauteileigenschaften beeinflusst werden:


Luftporenbeton	Ermöglicht für bestimmte Expositionsklassen geringere Mindestbetonfestigkeiten.
Erdfeuchter Beton	Nur NA-D (Anhang E Tab. A1DE) Ermöglicht für Expositionsklasse XF4 eine geringere Mindestbetonfestigkeit.
Zuschlag für Verschleiß	Keine Erhöhung der Mindestbetondeckung bei Verschleißbeanspruchung, Zuschlagstoffe müssen besonderen Anforderungen für Verschleiß genügen.
dg	Nur NA-D (11.4.2 (1)) Durchmesser des Größtkornes der leichten Körnung. Bei Leichtbeton ist das Größtkorn der leichten Körnung ein zusätzliches Kriterium für die Mindestbetondeckung.
langsam erhärtender Beton	Nur NA-D (Anhang E Tab. A1DE) Nach EN 206-1 mit $r < 0,3$ – ermöglicht in den Expositionsklassen XF2, XF3, XA2, XS2 und XD2 die Reduzierung der Mindestfestigkeit des Betons um eine Klasse.
Qualitätskontrolle	Die Herstellung unterliegt einer Qualitätskontrolle, bei der u.a. die Betondeckung gemessen wird (4.4.1.3 (3)). Diese Option ermöglicht u.U. eine Reduzierung des Vorhaltemaßes.
dp bzw. dh	Bei Spannbeton mit sofortigem Verbund ist der Nenndurchmesser der Litze dp bzw. dh ein zusätzliches Kriterium für die Mindestbetondeckung.
ds,b	Der Bügeldurchmesser ds,b geht in die Ermittlung des erforderlichen Bewehrungsabstandes ein.
Unterseite=Oberseite	Bei vielen Bauteilen sind beide Seiten identisch, wodurch sich die weitere Eingabe vereinfacht.
ds,l	Der Durchmesser des Betonstahls ds,l der entsprechenden Seite ist ein Kriterium für die Mindestbetondeckung und geht in die Ermittlung des erforderlichen Bewehrungsabstandes ein.
$\Delta\Delta c_{dev}$	Differenzmaß zum Vorhaltemaß der entsprechenden Seite - Abzugswert (<0) bei entsprechender Qualitätskontrolle nach 4.4.1.3 (2)

- Zuschlag (>0) bei Schüttung gegen unebene Flächen oder besonderer architektonischer Gestaltung nach 4.4.13 (4).

zul wk

Zulässige Rissbreite, die sich aus den Expositionsklassen ergibt. Die zulässige Rissbreite kann z.B. für Wasserbehälter auch strenger gefordert sein. Dies zu berücksichtigen ist über die nutzerdefinierte (freie) Eingabe möglich.

Betonstahlangriff: X C1
Betonangriff: X 0

Über den Button  gelangen Sie in den Dialog der [Expositionsklassenzuordnung](#) für die entsprechende Bauteilseite.

Expositionsklassen EN 1992-1-1

Für jedes Bauteil bzw. jede Bauteilseite sind alle in Frage kommenden Expositionsklassen entsprechend Tabelle 4.1, für Verschleiß nach 4.4.1.2 (13) sowie für Alkali- Kieselsäurereaktion (nur NA-D) anzugeben.

Siehe Beispiele für typische Bauteile → NA_D bzw. →Originaleurocode und andere NA

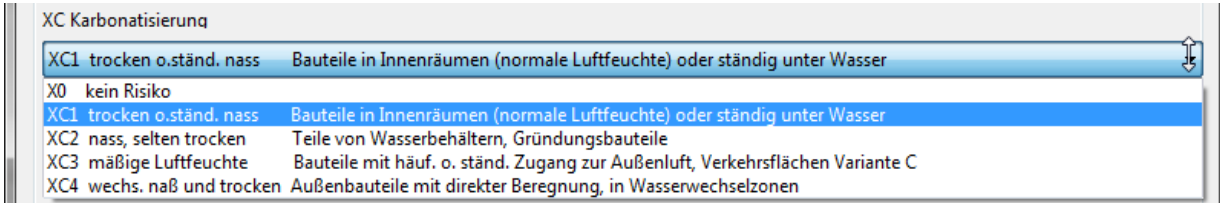
Aus deren Kombination werden die [Anforderungen zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit](#) ermittelt.

Die Anforderungsklassen XD und XS schließen sich gegenseitig aus.

Für bewehrte Bauteile ist es nicht zulässig, in allen Kategorien von Expositionsklassen den Wert "X0 kein Risiko" zuzuordnen !

Beispiele für eine Expositionsklassenzuordnung entsprechend NA-D

Klasse	Beschreibung	Beispiel
1 Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko		
X0	<p>Beton ohne Bewehrung oder eingebettetes Metall: alle Expositionsklassen, außer Frostangriff mit und ohne Taumittel, Abrieb oder chemischen Angriff</p> <p>Beton mit Bewehrung oder eingebettetem Metall:</p>	<p>Fundamente ohne Bewehrung ohne Frost; Innenbauteile ohne Bewehrung</p> <p>Beton in Gebäuden mit sehr geringer Luftfeuchte ^a</p>
a	Sehr geringe Luftfeuchte bedeutet $RH \leq 30 \%$.	

2 Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Karbonatisierung		
		
XC1	Trocken oder ständig nass	Bauteile in Innenräumen mit üblicher Luftfeuchte (einschließlich Küche, Bad und Waschküche in Wohngebäud.); Beton, der ständig in Wasser getaucht ist
XC2	Nass, selten trocken	Teile von Wasserbehältern; Gründungsbauteile
XC3	Mäßige Feuchte	<p>- 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</p> <p>- Dachflächen mit flächiger Abdichtung;</p> <p>- Verkehrsflächen mit flächiger unterlaufsicherer Abdichtung ^b (Ausführungsvariante C)</p>
XC4	Wechselnd nass und trocken	Außenbauteile mit direkter Beregnung

3 Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Chloride, ausgenommen Meerwasser

XD Chloride, ausgenommen Meerwasser XD0 kein Risiko XD1 mäßige Feuchte Bauteile im Sprühnebelbereich von Verkehrsflächen, befahrene Verkehrsflächen Variante B XD2 nass, selten trocken Solebäder, Bauteile chloridhaltigen Industrierwässern ausgesetzt XD3 wechs. nass u. trocken Brücken und Spritzwasser, befahrene Verkehrsflächen Variante A		
XD1	Mäßige Feuchte	- Bauteile im Sprühnebelbereich von Verkehrsflächen; Einzelgaragen - befahrene Verkehrsflächen mit vollflächigem Oberflächen-schutz ^b (Ausführungsvariante B)
XD2	Nass, selten trocken	Solebäder; Bauteile, die chloridhaltige Industrieabwässern ausgesetzt sind
XD3	Wechselnd nass und trocken	Teile von Brücken mit häufiger Spritzwasserbeanspruch.; Fahrbahndecken; befahrene Verkehrsflächen mit rissvermeidenden Bauweisen ohne Oberflächenschutz bzw. ohne Abdichtung (Ausführungsvariante A1) ^b oder mit dauerhaftem lokalem Schutz von Rissen (Ausführungsvariante A2) ^{b,d}
b Für die Sicherstellung der Dauerhaftigkeit ist ein Instandhaltungsplan im Sinne der DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ aufzustellen. d Für die Planung und Ausführung des dauerhaften lokalen Schutzes von Rissen gilt DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“. Siehe Abschnitt geänderte Zuordnungsbeispiele für XC3, XD1 und XD3 in NA:2015-12: weiter unten		

4 Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Chloride aus Meerwasser

XS Chloride im Meerwasser XS0 kein Risiko XS1 Salzhaltige Luft Außenbauteile in Küstennähe XS2 Unter Wasser Bauteile in Hafenbecken, die ständig unter Wasser liegen XS3 Gezeitenzonen, Spritz- und Sprühwasserzonen Kaimauern in Hafenanlagen;		
XS1	Salzhaltige Luft, kein unmittelbarer Kontakt mit Meerwasser	Außenbauteile in Küstennähe
XS2	Unter Wasser	Bauteile in Hafenanlagen, die ständig unter Wasser liegen
XS3	Tidebereiche, Spritzwasser- und Sprühnebelbereiche	Kaimauern in Hafenanlagen

5 Betonangriff durch Frost mit und ohne Taumittel

XF Frost mit oder ohne Taumittel	
X0	kein Risiko
X0	kein Risiko
XF1	mäß. Wassersätt. ohne Taumittel Außenbauteile
XF2	mäß. Wassersätt. Taumittel o. Meerwasser Sprühnebel o. Spritzwasserber. v. Verkehrsflächen/Sprühnebelbereich von Meerwasser
XF3	hohe Wassersätt. ohne Taumittel offene Wasserbehälter, Wechselwasserzone von Süßwasser
XF4	hohe Wassersätt. Taumittel o. Meerwasser Spritzwasserbereich von Verkehrsflächen/Wasserwechselzone von Meerwasser

XF1	Mäßige Wassersättigung ohne Taumittel	Außenbauteile
XF2	Mäßige Wassersättigung mit Taumittel oder Meerwasser	Bauteile im Sprühnebel- oder Spritzwasserbereich von taumittelbehandelten Verkehrsflächen, soweit nicht XF4; Betonbauteile im Sprühnebelbereich von Meerwasser
XF3	Hohe Wassersättigung ohne Taumittel	offene Wasserbehälter; Bauteile in der Wasserwechselzone von Süßwasser
XF4	Hohe Wassersättigung mit Taumittel oder Meerwasser	Verkehrsflächen, die mit Taumitteln behandelt werden; Überwiegend horizontale Bauteile im Spritzwasserbereich von taumittelbehandelten Verkehrsflächen; Räumlerlaufbahnen von Kläranlagen; Meerwasserbauteile in der Wasserwechselzone

6 Betonangriff durch chemischen Angriff der Umgebung

XA chemischer	
X0	kein Risiko
X0	kein Risiko
XA1	chem. schwach angreifend Behälter von Kläranlagen, Güllebehälter
XA2	chem. mäßig angreifend mit Meerwasser in Berührung, betonangreifende Böden
XA3	chem. stark angreifend chem. angreifende Abwässer, Kühltürme m. Rauchgasableitung, Gärfuttersilos und Futtertische

XA1	Chemisch schwach angreifende Umgebung	Behälter von Kläranlagen; Güllebehälter
XA2	Chemisch mäßig angreifen-de Umgebung und Meeresbauwerke	Betonbauteile, die mit Meerwasser in Berührung kommen; Bauteile in betonangreifenden Böden
XA3	Chemisch stark angreifende Umgebung	Industrieabwasseranlagen mit chemisch angreifenden Abwässern; Futtertische der Landwirtschaft; Kühltürme mit Rauchgasableitung

^c Grenzwerte für die Expositionsklassen XA sind in DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 angegeben

7 Betonangriff durch Verschleiß, Alternative Opferbeton

XM Verschleißbeanspruchung	
X0	kein Risiko
X0	kein Risiko
XM1	mäßiger Verschleiß direkt befahren mit luftbereiften Fahrzeugen
XM2	schwerer Verschleiß direkt befahren mit luft- oder vollgummibereiften Gabelstaplern
XM3	extremer Verschleiß direkt befahren mit elastomer- oder stahlrollenbereiften Gabelstaplern, Kettenfahrzeuge /Tosbecken

XM1	mäßiger Verschleiß	Bauteile von Industrieanlagen mit Beanspruchung durch luftbereifte Fahrzeuge
XM2	Starke Verschleißbeanspruchung	Bauteile von Industrieanlagen mit Beanspruchung durch luft- oder vollgummibereifte Gabelstapler
XM3	Sehr starke Verschleißbeanspruchung	Bauteile von Industrieanlagen mit Beanspruchung durch elastomerbereifte oder stahlrollenbereifte Gabelstapler oder Kettenfahrzeuge

8 Betonangriff infolge Alkali- Kieselsäurereaktion

XW Alkali- Kieselsäurereaktion	
W0	weitgehend trocken
W0	weitgehend trocken
WF	häufig oder längere Zeit feucht
WA	WF und häufige oder langwierige Alkalizufuhr
WS	Beton mit hoher dyn. Beanspruchung und direkten Alkalieintrag

W0	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 relativen Luftfeuchte von mehr als 80 % ausgesetzt werden.
WF	Beton, der während der Nutzung häufig oder längere Zeit feucht ist.	Ungeschützte Außenbauteile, die z. B. Niederschlägen, Oberflächenwasser oder Bodenfeuchte ausgesetzt sind; Innenbauteile des Hochbaus für Feuchträume, wie z. B. Hallenbäder, Wäschereien und andere gewerbliche Feuchträume, in denen die relative Luftfeuchte überwiegend höher als 80 % ist; Bauteile mit häufiger Taupunktunterschreitung, wie z. B. Schornsteine, Wärmeübertragerstationen, Filterkammern und Viehställe; Massige Bauteile gemäß DAfStb-Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“, deren kleinste Abmessung 0,80 m überschreitet (unabhängig vom Feuchtezutritt).
WA	Beton, der zusätzlich zu der Beanspruchung nach Klasse WF häufiger oder langzeitiger Alkalizufuhr von außen ausgesetzt ist.	Bauteile mit Meerwassereinwirkung; Bauteile unter Tausalzeinwirkung ohne zusätzliche hohe dynamische Beanspruchung (z. B. Spritzwasserbereiche, Fahr- und Stellflächen in Parkhäusern); Bauteile von Industriebauten und landwirtschaftlichen Bauwerken (z. B. Güllebehälter) mit Alkalisalzeinwirkung.

Geänderte Zuordnungsbeispiele für XC3, XD1 und XD3 in DIN EN 1992-1-1/NA:2015-12:

(siehe auch Fingerloos, Hegger: „Erläuterungen zur Änderung des nationalen Anhanges zu Eurocode 2 (DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12)“, Beton- und Stahlbetonbau 2016, Heft 1, S.2 ff.)

▪ XD3:

Beispiel direkt befahrene Parkdecks wurde gestrichen und 2 Beispiele für direkt befahrene Verkehrsflächen in 2 Ausführungsvarianten (Erläuterungen Tab.2) ergänzt:

- mit rissvermeidenden Bauweisen ohne Oberflächenschutz bzw. ohne Abdichtung (entspricht Ausführungsvariante A1)
- mit dauerhaftem lokalem Schutz von Rissen (Ausführungsvariante A2)

▪ XD1:

Ergänzt wurde ein Beispiel für direkt befahrene Verkehrsflächen mit vollflächigen Oberflächenschutz (entspricht Ausführungsvariante B in Tab.2 der Erläuterungen)

▪ XC3:

Ergänzt wurden zwei Beispiele:

- Dachflächen mit flächiger Abdichtung
- Verkehrsflächen mit flächiger unterlaufsicherer Abdichtung entsprechend Ausführungsvariante C (Erläuterungen Tab.2)

▪ Fußnote b:

bisher nur für zusätzliche Maßnahmen bei Parkdecks angewendet
steht jetzt für die Forderung nach einem Instandhaltungsplan im Sinne der DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ für alle Verkehrsflächen in XC3, XD1 und XD3

▪ Fußnote d:

Neu hinzugefügt für das XD3 Beispiel Verkehrsflächen mit mit dauerhaftem lokalem Schutz von Rissen, die nach DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ geplant werden muß.

Beispiele für eine Expositionsklassenzuordnung entsprechend Originaleurocode

Klasse	Beschreibung	Beispiel
1 Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko		
X0	Beton ohne Bewehrung oder eingebettetes Metall: alle Expositionsklassen, außer Frostangriff mit und ohne Taumittel, Abrieb oder chemischen Angriff Beton mit Bewehrung oder eingebettetem Metall: sehr trocken	Beton in Gebäuden mit sehr geringer Luftfeuchte

2 Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Karbonatisierung		
XC1	Trocken oder ständig nass	Beton in Gebäuden mit geringer Luftfeuchte Beton, der ständig in Wasser getaucht ist
XC2	Nass, selten trocken	Langzeitig wasserbenetzte Oberflächen; vielfach bei Gründungen
XC3	Mäßige Feuchte	Beton in Gebäuden mit mäßiger oder hoher Luftfeuchte; vor Regen geschützter Beton im Freien
XC4	Wechselnd nass und trocken	wasserbenetzte Oberflächen, die nicht der Klasse XC2 zuzuordnen sind

3 Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Chloride, ausgenommen Meerwasser		
XD1	Mäßige Feuchte	Betonoberflächen, die chloridhaltigem Sprühnebel ausgesetzt sind
XD2	Nass, selten trocken	Schwimmbäder; Beton, der chloridhaltigen Industrieab-wässern ausgesetzt ist
XD3	Wechselnd nass und trocken	Teile von Brücken, die chloridhaltigem Spritzwasser ausgesetzt sind; Fahrbahndecken; Parkdecks

4 Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Chloride aus Meerwasser		
XS1	Salzhaltige Luft, kein unmittelbarer Kontakt mit Meerwasser	Bauwerke in Küstennähe oder an der Küste
XS2	Unter Wasser	Teile von Meeresbauwerken
XS3	Tidebereiche, Spritzwasser- und Sprühnebelbereiche	Teile von Meeresbauwerken

5 Betonangriff durch Frost mit und ohne Taumittel		
XF1	Mäßige Wassersättigung ohne Taumittel	senkrechte Betonoberflächen, die Regen und Frost ausgesetzt sind
XF2	Mäßige Wassersättigung mit Taumittel oder Meerwasser	senkrechte Betonoberflächen von Straßen-bauwerken, die taumittelhaltigem Sprühnebel ausgesetzt sind
XF3	Hohe Wassersättigung ohne Taumittel	waagerechte Betonoberflächen, die Regen und Frost ausgesetzt sind
XF4	Hohe Wassersättigung mit Taumittel oder Meerwasser	Straßendecken und Brückenplatten, die Taumitteln ausgesetzt sind; senkrechte Betonoberflächen, die taumittelhaltigen Sprühnebeln und Frost ausgesetzt sind; Spritzwasserbereich von Meeresbauwerken, die Frost ausgesetzt sind

6 Betonangriff durch chemischen Angriff der Umgebung^c		
XA1	Chemisch schwach angreifende Umgebung	Natürliche Böden und Grundwasser
XA2	Chemisch mäßig angreifende Umgebung und Meeresbauwerke	Natürliche Böden und Grundwasser
XA3	Chemisch stark angreifende Umgebung	Natürliche Böden und Grundwasser

Verschleißbeanspruchung, Einstufung für Opferbeton nach 4.4.1.2 (13) Anmerkung 1		
XM1	mäßige Verschleißbeanspruchung	Bauteile von Industrieanlagen mit Beanspruchung durch luftbereifte Fahrzeuge.
XM2	starke Verschleißbeanspruchung	Bauteile von Industrieanlagen mit Beanspruchung durch luft- oder vollgummibereifte Gabelstapler
XM3	sehr starke Verschleißbeanspruchung	Bauteile von Industrieanlagen mit Beanspruchung durch elastomerbereifte oder stahlrollenbereifte Gabelstapler oder Kettenfahrzeuge

Dauerhaftigkeitsanforderungen EN 1992-1-1

Mindestfestigkeit des Betons

Die Mindestfestigkeit des Betons ergibt sich entsprechend der dem Querschnitt zugeordneten Expositionsklassen.

Bewehrungskorrosion

	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3	Bemerkungen
EN	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C35/45	C35/45	Tab. E.1N
NA-D	C16/20	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37 a	C35/45 a,c	C35/45 a	C30/37 a	C35/45 a,c	C35/45 a	Tab. E.1DE a: mit LP - 1 KL c: langsam erh. - 1KL
NA-GB	C20/25	C25/30	C25/30	C25/30	C28/35	C28/35 a	C35/45 a, b	C35/45 a	C28/35 a, b	C40/50 a, c	BS 8500-1 :2015 Tab.A4 a: bei entspr. Zement auch niedriger b: bei Luftporen C28/32 c: Zement IIB-V, IIIA
NA-A	C20/25	C20/25	C25/30	C30/37	C25/30	C25/30	C35/45	--	--	--	Tab.9, kein Meer
NA-I	C25/30 AO	C25/30 AO	C25/30 AO	C28/35 AA	C28/35 AA	C35/45 AM	C35/45 AM	C28/35 AA	C35/45 AM	C35/45 AM	/57/ Tab.C.4.1.IV und Umgebungsclassen AO, AO, AA, AM nach NTC Tab. 4.1. III

LP: Luftporen

NA_GB:

Werte für ungünstigste Zementsorte außer XS3: Zement IIB-V, IIIA

NA-I:

Umgebungsclassen nach NTC Tab. 4.1. III

AO: normale Bedingungen X0, XC1-3, XF1

AA: aggressive Umgebung XC4, XD1, XS1, XF2-3, XA1-2

AM sehr aggressive Umgebung XD2-3, XS2-3, XA3, XF4

Betonangriff

	X0	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	Bemerkungen
EN	C12/15	C30/37	C25/30	C30/37	?	C30/37	C30/37	C35/45	Tab. E.1N
NA-D	C12/15	C25/30	C35/45 c, C25/30 LP b	C35/45 c, C25/30 LP b	C30/37 b,d,e	C25/30	C35/45 a,c	C35/45 a	Tab. E.1DE a: mit LP - 1 KL b: wenn mit LP c: langsam erh. - 1KL d: erdfeuchter Beton ohne LP
NA-GB	--	C25/30	C25/30	C25/30	C28/35	a	a	a	BS 8500-1 :2015 Tab.A8 a: Spezialbetone entsprechend ACEC Klassen in Tabelle A2
NA-A	--	C25/30	C25/30 a	C25/30	C25/30 a	C25/30	C35/45	C35/45	Tab. 9 a: LP berücksichtigt
NA-I	C16/20 A0	C25/30 AO	C28/35 AA	C28/35 AA	C35/45 AM	C28/35 AA	C28/35 AA	C35/45 AM	/57/ Tab.C.4.1.IV und Umgebungsklassen A0, AO, AA, AM nach NTC Tab. 4.1. III

NA-GB: an Stelle der Expositionsclassen XA1, XA2, XA3 sind ACEC Klassen (Bre Special Digest) zu verwenden. Nach /62/ sind für diese Beanspruchung Spezialbetone (Designated Concrete) mit der Festigkeitsklasse C25/30 einzusetzen.

Nennwert der Betondeckung

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$

c_{nom} Nennwert der Betondeckung

c_{min} Mindestwert der Betondeckung

Δc_{dev} Vorhaltemaß

Der Nennwert der Betondeckung der Längsbewehrung $c_{nom,l}$ ergibt sich je Bauteilseite aus dem Maximum von $c_{min,B} + \Delta c_{dev} + d_b$ (Bügel maßgebend) bzw. $c_{min,l} + \Delta c_{dev}$.

Der minimale Abstand der Bewehrungslage ergibt sich aus $c_{nom,l} + d_s/2$.

	Deutsche Kurzbezeichnung	Englische Kurzbezeichnung
Durchmesser Betonstahl längs	d_s	ϕ, m
Durchmesser Bügel	d_b	ϕ, l
Mindestbetondeckung Längsbewehrung	$c_{Min,l}$	$c_{Min,m}$
Mindestbetondeckung Bügel	$c_{Min,b}$	$c_{Min,l}$

Mindestbetondeckung c_{min}

$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,add} - \Delta c_{dur,st}; 10\text{mm})$

$c_{min,b}$ infolge Verbund

$c_{min,dur}$ aus Umgebungsbedingungen

$+\Delta c_{dur,\gamma}$ additives Sicherheitselement

$\Delta c_{dur,st}$ Abminderung wegen nichtrostendem Stahl

$\Delta c_{dur,add}$ Abminderung wegen zusätzlicher Maßnahmen

$c_{min,b}$ Mindestbetondeckung aus Verbund (NDP, Tab. 4.2)

	Stabstahl	Stabbündel	Litze	Spanndraht	Bemerkung
EN	ds a)	dv a)	$1,5 \cdot dp$	$2,5 \cdot dp$	a) wenn $D_g > 32\text{ mm} + 5\text{mm}$
NA-D	ds a)	dv a)	$2,5 \cdot dp$ $2,0 \cdot dp$ (b)	$3,0 \cdot dp$ $2,5 \cdot dp$ (b)	a) wenn $D_g > 32\text{ mm} + 5\text{mm}$ b) wenn $\sigma_p(0) \leq 1000\text{ N/mm}^2$
NA-GB	=EN	=EN	=EN	=EN	
NA-A	=EN	=EN	=EN	=EN	
NA-I	=EN	=EN	=EN	=EN	[63]

$c_{min,dur}$ Mindestbetondeckung aus Umgebungsbedingungen für Betonstahl (NDP)

	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1/XS1	XD2/XS2	XD3/XS3	Bemerkung
EN	10	15	25	30	35	40	45	Tab. 4.4N, Zeile S4
NA-D	n.e.	10	20	25	30	35	40	Tab. 4.4DE, entspricht S3 *1)
NA-GB	n.e.	15	25	35	XD1:35 XS1:65	XD2: 40 XS2:80	XD3:50 XS3:70	BS 8500-1:2012 Tab. A4 für minimale Betonklasse
NA-A	n.e.	15	25	25	30	30	40	Tab. 1
NA-I		25 AO		35 AA		45 AM		AO,AA,AM nach NTC Tab. 4.1. III

*1): Bei Verwendung von nichtrostendem Betonstahl nach Zulassung gelten die reduzierten Mindestbetondeckungen der Zulassung. In den meisten Fällen wird die Mindestbetondeckung aus Verbund maßgebend, mit dem dann auch günstigeren Vorhaltemaß. Diese Vorteile können bei Bauteilen mit Bügeln jedoch nur wirksam werden, wenn auch die Bügel mit nichtrostendem Betonstahl ausgeführt werden.

c_{min, dur} Mindestbetondeckung aus Umgebungsbedingungen für Spannstahl (NDP)

	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1/XS1	XD2/XS2	XD3/XS3	Bemerkung
EN	n.e.	25	35	40	45	50	55	Tab. 4.5N, Zeile S4
NA-D	n.e.	20	30	35	40	45	50	Tab. 4.5DE, entspricht S3
NA-GB	n.e.	15	25	30	35	XD1:35 XS1:65	XD2: 40 XS2:80	XD3:50 XS3:70
NA-A	n.e.	25	35	35	40	40	50	Tab. 2
NA-I		35 AO		45 AA		50 AM		AO,AA,AM nach NTC Tab. 4.1. III

Δc_{dur,y} additives Sicherheitselement nach 4.4.1.2 (6) NDP

	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1/XS1	XD2/XS2	XD3/XS3	Bemerkung
EN	0	0	0	0	0	0	0	
NA-D	=EN	=EN	=EN	=EN	10	5	0	Tab.4.4DE, Tab.4.5DE Hochbau
NA-GB	=EN	=EN	=EN	=EN	=EN	=EN	=EN	
NA-A	=EN	=EN	=EN	=EN	=EN	=EN	=EN	
NA-I	=EN	=EN	=EN	=EN	=EN	=EN	=EN	[63]

Δc_{dur,st} Abminderung bei nichtrostendem Stahl nach 4.4.1.2 (7) NDP

Diese Option wird zur Zeit vom Programm nicht unterstützt, kann aber durch den Korrekturwert ΔΔc_{dev} manuell berücksichtigt werden.

	Δc _{dur,st}	Bemerkung
EN	0	
NA-D	c _{min,dur} - c _{min,b}	Nur Hochbau
NA-GB	0	
NA-A	0	
NA-I	=EN	[63]

$\Delta c_{dur,add}$ Abminderung bei Beschichtung des Betons
Diese Option wird zur Zeit vom Programm nicht unterstützt, kann aber durch den Korrekturwert $\Delta\Delta c_{dev}$ manuell berücksichtigt werden.

	$\Delta c_{dur,add}$ nach 4.4.1.2 (8))	Bemerkung
EN	0	
NA-D	0	XD, dauerhafte rissüberbrückende Beschichtung + Wartungsvertrag
NA-GB	0	
NA-A	0	
NA-GB	=EN	
NA-A	=EN	
NA-I	=EN	[63]

NA_D : ab Änderung 2015-12 gilt $\Delta c_{dur,add} = 0$ mm (bisher $\Delta c_{dur,add} = 10$ mm)

Vorhaltemaß Δc_{dev}

Das Vorhaltemaß (NDP) dient der Berücksichtigung unplanmäßiger Abweichungen und ergibt sich je Bauteilseite nach Abschnitt 4.4.1.3

Es kann nach Absatz (3) bei entsprechender Qualitätskontrolle abgemindert werden bzw. muss nach Absatz (4) bei Schüttung auf eine unebene Fläche erhöht werden.

Diese Korrekturen muss der Anwender über die Eingabe des Wertes $\Delta\Delta c_{dev}$ selbst vornehmen.

	Δc_{dev} nach 4.4.1.3	Reduzierung bei Qualitätskontrolle	Bemerkung
EN	10 mm	5 mm a) 10 mm b)	a) Betondeckung gemessen b) nichtkonforme Bauteile werden ausgesondert
NA-D	15 mm c)	5 mm	c) 10 mm wenn XC1 oder $c_{Min,Dur} \leq c_{Min,b}$
NA-GB	=EN	= EN	Bei Qualitätskontrolle Reduzierung bis 10 mm möglich
NA-A	5 mm d)	keine Reduzierung zugelassen	d) Bei Anordnung der Abstandhalter nach Tab. 3
NA-I	=EN	=EN	[63]

b) Diese Option wird zur Zeit vom Programm nicht unterstützt, kann aber durch den Korrekturwert $\Delta\Delta c_{dev}$ manuell berücksichtigt werden.

Zulässige Rissbreite nach Tabelle 7.1
Für Stahlbetonbauteile

	X0, XC1	XC2/XC3/XC4	XS1-3, XD1-3	Bemerkung
EN	0,4 + Qk	0,3 + Qk	0,3 + Qk	Tab. 7.1N
D	=EN	=EN	=EN	Tab. 7.1DE
GB	0,3 + Qk	=EN	=EN	
A	=EN	=EN	=EN	
I	AO 0,3 + Qk 0,4 + Hk	AA 0,2 + Qk 0,3 + Hk	AM 0,2 + Qk 0,2 + Hk	A0,A0,AA,AM nach NTC Tab. 4.1. III

Spannbeton im Verbund:

	X0, XC1	XC2/XC4	XS1-3, XD1-3	
EN	0,2 + Hk	0,2+ Hk Dek. Qk	Dek. Hk	Tab. 7.1N
NA-D	=EN	=EN	nachträglicher Verbund: 0,2+ Hk und Dek. Qk Sofortiger Verbund 0,2 + Sk und Dek. Hk	Tab. 7.1DE
NA-GB	=EN	=EN	=EN	
NA-A	=EN	=EN	nachträglicher Verbund: 0,2+ Hk und Dek. Qk Sofortiger Verbund 0,2 + Sk und Dek. Hk	
NA-I	AO 0,3 + Qk 0,2 + Hk	AA 0,2 + Hk Dek.+ Qk	AM Dek. + Qk Sigt + Sk	A0,A0,AA,AM nach NTC Tab. 4.1. III

Qk	quasi-ständige Kombination
Hk	häufige Kombination
Sk	seltene Kombination
Dek	Nachweis der Dekompression
Sigt	Nachweis der Zugspannungen

Zulässige Rissbreite nutzerdefiniert

Die zulässige Rissbreite kann z.B. für Wasserbehälter auch strenger gefordert sein. Dies zu berücksichtigen ist über eine nutzerdefinierte (freie) Eingabe möglich.

Kriechzahl und Schwindmaß EN1992-1-1

In diesem Dialog können die Kriechzahlen entsprechend den Randbedingungen berechnet oder vom Anwender vorgegeben werden.

Modus - Werte berechnen
 - Werte vorgeben

LU Luftfeuchte 40 ... 100 %
t0 Belastungsbeginn 1 ... 10000 Tage

Zementtyp Klassen
 S - langsam,
 N - normal,
 R - schnell erhärtend

NA-D: Zuordnung nach DAfStb H.525 Tab. H9.3

h0 wirksame Bauteildicke
 $h_0 = 2 \cdot A_c / U$
 Ac: Querschnittsfläche
 U: Umfang des Querschnittes, welcher der Austrocknung ausgesetzt ist

$\varphi(t_0, t)$ Kriechzahl für $t = \infty$ mit Belastungsbeginn t_0 .
 Die Berechnung erfolgt nach Anhang B und 11.3.3 (Leichtbeton)

$\epsilon_{cs}(t)$ Schwindmaß für $t = \infty$
 Die Berechnung erfolgt nach Kapitel 3.1.4 (Normalbeton), 11.3.3 (Leichtbeton) und Anhang B

Teilsicherheitsbeiwerte Material EN 1992-1-1

Aufruf des Eingabedialogs über den Button

Für Beton und Betonstahl können die zur Reduzierung der Teilsicherheitsbeiwerte erforderlichen Qualitätsattribute nach Anhang A aktiviert bzw. deaktiviert werden.

Die Attribute sind entsprechend ihrer Zulässigkeit im gewählten Nationalen Anhang aktivierbar.

Beton

γ_c mögliche Reduzierung nach Anhang A

	A2.1 reduzierte geometrische Abweichungen durch Kontrolle $\gamma_c, Red1$	A2.2 (1) gemessene oder verminderte geometrische Daten $\gamma_c, Red2$	A2.2 (2) Variationskoeffizient der Betonfestigkeit < 10 % $\gamma_c, Red3$	A2.3 Betonfestigkeit im Betonwerk bestimmt Abminderung Faktor η ($\gamma_c, Red * \eta$)	A2.3 Minimum γ_c ($\gamma_c, Red4$)
EN	1,4	1,45	1,35	0,85	1,30
NA-D	nicht möglich	nicht möglich	nicht möglich	0,9	1,35
NA-GB	=EN	=EN	=EN	=EN	=EN
NA-A	=EN	=EN	=EN	=EN	=EN
NA-I	1.4	nicht möglich	nicht möglich	nicht möglich	1.4

Betonstahl längs

γ_s mögliche Reduzierung nach Anhang A

	A2.1 reduzierte geometrische Abweichungen durch Kontrolle $\gamma_s, Red1$	A2.2 (1) gemessene oder verminderte geometrische Daten $\gamma_s, Red2$
NA-EN	1,10	1,05
NA-D	nicht möglich	nicht möglich
NA-GB	=EN2	=EN2
NA-A	=EN2	=EN2
NA-I	nicht möglich	nicht möglich
NA-PN	nicht möglich	nicht möglich

Literatur

Siehe Dokument „Nachweise am Stahlbeton-Querschnitt“, Kapitel [Literatur](#)