

Bewehren von Stahlbetontragwerken nach DIN EN 1992-1-1:2011-01 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01

Sicherstellung der Dauerhaftigkeit

Arbeitsblatt 6
Ausgabe 2012-06

Gesamtherstellung und Herausgabe:
Institut für Stahlbetonbewehrung e.V.

Überarbeitung DIN EN 1992-1-1:
Dr.-Ing. N. Brauer, Dipl.-Ing. J. Ehmke

Dauerhaftigkeit , Umgebungsbedingungen (DIN EN 1992-1-1, 4)

Stahlbeton- und Spannbetonbauteile müssen dauerhaft sein gegen chemische und physikalische Einflüsse. Diese sind in Umgebungsbedingungen klassifiziert, wobei zwischen zwei Hauptgruppen unterschieden wird:

- Bewehrungskorrosion auslösende Einflüsse
- Betonangriff verursachende Einflüsse.

Zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit sind je nach Expositionsklasse Mindestbetonfestigkeitsklassen und Mindestwerte der Betondeckung gefordert.

Betondeckung

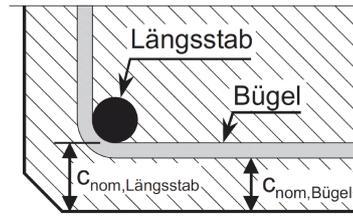
Eine ausreichende Betondeckung gewährleistet Korrosionsschutz, Verbundtragfähigkeit und Brandschutz (sofern die dafür geltenden speziellen Regeln eingehalten werden).

Für jedes einzelne Bewehrungselement ist das Nennmaß der Betondeckung c_{nom} wie folgt aus der Mindestbetondeckung c_{min} zu ermitteln und einzuhalten:

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

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

mit	$c_{min,dur}$	Mindestbetondeckung aus Dauerhaftigkeitsanforderung
	$c_{min,b}$	Mindestbetondeckung aus Verbundanforderung
	Δc_{dev}	Vorhaltemaß, berücksichtigt unplanmäßige Abweichungen; für Verbundanforderung $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$, für Dauerhaftigkeitsanforderung $\Delta c_{dev} = 15 \text{ mm}$ (außer für XC1: $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$). Das Vorhaltemaß Δc_{dev} darf bei entsprechenden Qualitätskontrollen um 5 mm abgemindert werden
	$\Delta c_{dur,\gamma}$	additives Sicherheitselement
	$\Delta c_{dur,st}$	Verringerung der Mindestbetondeckung bei Verwendung von nichtrostenden Stählen nach den jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen des Stahls
	$\Delta c_{dur,add}$	Verringerung der Mindestbetondeckung auf Grund zusätzlicher Sicherheitsmaßnahmen $\Delta c_{dur,add} = 10 \text{ mm}$ bei dauerhafter rissüberbrückender Beschichtung (siehe DAfStb-Heft 600) für die Expositionsklassen XD.



Das **Verlegemaß der Bewehrung** c_v ist so festzulegen, dass das Nennmaß der Betondeckung c_{nom} für alle Bewehrungselemente eingehalten ist ($c_v \geq c_{nom}$).

Das **Verlegemaß** c_v ist für die Ermittlung der statischen Nutzhöhe maßgebend.

Betonstahl

Für **Betonstahl** ist die Dauerhaftigkeit durch die Betondeckung gewährleistet. Die Anforderungen an die Betondeckung sind in umseitiger Tabelle festgelegt, in der die Tabellen 4.4N und NA.E.1 aus DIN EN 1992-1-1 (NA) zusammengefasst sind.

Spannstahl (NDP Zu 4.4.1.2 (3))

Für **Spannstahl** sind in der umseitigen Tabelle die Mindestwerte der Betondeckung c_{min} um 10 mm zu erhöhen; ansonsten gelten die Angaben sinngemäß. Darüber hinaus ist zu beachten:

- Die Angaben zur Betondeckung beziehen sich auf die Oberfläche des Hüllrohres
- Bei Vorspannung mit sofortigem Verbund gelten zur Sicherstellung des Verbundes bei:
Litzen, profilierte Drähten: $c_{min,b} = 2,5 \cdot \varnothing_p$ (\varnothing_p Nenndurchmesser Litze, profilierter Draht)
- Bei Vorspannung mit nachträglichem Verbund gilt:
 $c_{min,b} = 1,0 \cdot \varnothing_{duct} \leq 80 \text{ mm}$ (\varnothing_{duct} Außendurchmesser des runden Hüllrohrs)

Dauerhaftigkeit beim Bewehren mit Betonstahl

Korrosionsart	Expositionsklasse ²⁾		Beispiele	Betondeckung ^{4),5),6),8)} [mm]			Mindestbetonfestigkeitsklasse
				$c_{min,dur}$ ⁷⁾	Δc_{dev}	c_{nom}	
1	2	3	4	5	6	7	8
kein Angriffsrisiko	X0	-	Umgebungen mit sehr geringer Luftfeuchte ($RH \leq 30\%$)	-			C 12/15
Karbonatisierungsinduzierte Korrosion	XC 1	Trocken oder ständig nass	Innenräume mit normaler Luftfeuchte; Bauteile, ständig unter Wasser	10	10	20	C 16/20
	XC 2	Nass, selten trocken	Teile von Wasserbehältern, Gründungsbauteile	20	15	35	C 20/25
	XC 3	Mäßige Luftfeuchte	Offene Hallen, Garagen, Innenräume mit hoher Luftfeuchte				
	XC 4	Wechselnd nass und trocken	Beregnete Außenbauteile, Bauteile in Wasserwechselzonen	25		40	C 25/30
Chloridinduzierte Korrosion (ohne Meerwasser)	XD 1	Mäßige Feuchte	Bauteile im Sprühnebelbereich von Verkehrsflächen; Einzelgaragen	40	15	55	C 30/37 ¹⁰⁾
	XD 2	Nass, selten trocken	Schwimmbecken und Solebäder; Bauteile, die chloridhaltigen Industrierwässern ausgesetzt sind				C 35/45 ^{10) od. 12)}
	XD 3	Wechselnd nass und trocken	Teile von Brücken mit häufiger Spritzwasserbeanspruchung, Fahrbahndecken, direkt befahrene Parkdecks ³⁾				C 35/45 ¹⁰⁾
Chloridinduzierte Korrosion aus Meerwasser	XS 1	Salzhaltige Luft, kein unmittelbarer Kontakt mit Meerwasser	Außenbauteile in Küstennähe	40	15	55	C 30/37 ¹⁰⁾
	XS 2	Unter Wasser	Bauteile in Hafenbecken, ständig unter Wasser				C 35/45 ^{10) od. 12)}
	XS 3	Gezeitenzonen, Spritz- und Sprühwasserzonen	Kaimauern in Hafenanlagen				C 35/45 ¹⁰⁾
Bei gleichzeitigem Betonangriff durch Verschleiß (ohne betontechnische Maßnahmen)	XM 1	Mäßiger Verschleiß	Direkt befahrene Bauteile mit mäßigem Verkehr	Erhöhung von c_{min} um 5 mm			C 30/37 ¹⁰⁾
	XM 2	Schwerer Verschleiß	Durch schwere Gabelstapler direkt befahrene Bauteile, direkt beanspruchte Bauteile in Industrieanlagen, Silos	Erhöhung von c_{min} um 10 mm			
	XM 3	Extremer Verschleiß	Durch Kettenfahrzeuge häufig direkt befahrene Bauteile	Erhöhung von c_{min} um 15 mm			C 35/45 ¹⁰⁾
Betonangriff durch Frost mit und ohne Taumittel	XF 1	mäßige Wassersättigung, ohne Taumittel	Außenbauteile	-			C 25/30
	XF 2	mäßige Wassersättigung, mit Taumittel	Bauteile im Sprühnebel- oder Spritzwasserbereich von Taumittelbehandelten Verkehrsflächen, Bauteile im Sprühnebelbereich von Meerwasser	-			C 25/30 (LP) ¹¹⁾ C 35/45 ¹²⁾
	XF 3	hohe Wassersättigung, ohne Taumittel	offene Wasserbehälter; Bauteile in der Wasserwechselzone von Süßwasser	-			wie XF 2
	XF 4	hohe Wassersättigung, mit Taumittel	Verkehrsflächen, die mit Taumitteln behandelt werden, Überwiegend horizontale Bauteile im Spritzwasserbereich von taumittelbehandelten Verkehrsflächen; Meerwasserbauteile in der Wasserwechselzone	-			C 30/37 LP ^{11),13)}

²⁾ Für Betondeckung und Mindestbetonfestigkeit ist die Expositionsklasse mit der höchsten Anforderung maßgebend.

³⁾ Zusätzlicher Oberflächenschutz für direkt befahrene Parkdecks notwendig, z. B. Beschichtung, siehe auch DafStb - Heft 600

⁴⁾ c_{min} darf um 5 mm verringert werden, wenn die Betonfestigkeitsklasse um 2 Festigkeitsklassen höher ist als die Mindestbetonfestigkeitsklasse; für Bauteile in der Umgebungsklasse XC 1 ist diese Abminderung unzulässig.

⁵⁾ Zur Sicherstellung des Verbundes gilt: $c_{min} \geq d_g$ bzw. d_{sv} (d_{sv} - Vergleichsdurchmesser eines Stabbüdels); $\Delta c = 10$ mm

⁶⁾ Bei kraftschlüssiger Verbindung von Ortbeton mit einem Fertigteil gilt für die Mindestwerte c_{min} an den der Fuge zugewandten Rändern: Fertigteil $c_{min} = 5$ mm, Ortbeton $c_{min} = 10$ mm (bzw. 5 mm bei rauer Fuge); Die Bedingungen zur Sicherstellung des Verbundes nach Fußnote ⁵⁾ sind bei Ausnutzung der Bewehrung im Bauzustand zu beachten. Auf das Vorhaltemaß der Betondeckung darf auf beiden Seiten der Fuge verzichtet werden.

⁷⁾ inklusive $\Delta c_{dur,\gamma}$

⁸⁾ Beim Betonieren gegen unebene Flächen ist Δc um das Differenzmaß der Unebenheit, jedoch mindestens um 20 mm zu erhöhen; beim Betonieren unmittelbar auf den Baugrund um 50 mm.

⁹⁾ Soweit sich aus den Expositionsklassen für Betonangriff keine höheren Werte ergeben.

¹⁰⁾ Bei Verwendung von Luftporenbeton eine Festigkeitsklasse niedriger; siehe auch Fußnote 11.

¹¹⁾ Diese Mindestbetonfestigkeitsklassen gelten für Luftporenbeton mit Mindestanforderungen an den mittleren Luftgehalt im Frischbeton nach DIN 1045-2 unmittelbar vor dem Einbau.

¹²⁾ Bei langsam und sehr langsam erhärtenden Betonen ($r < 0,30$ nach DIN EN 206-1) eine Festigkeitsklasse im Alter von 28 Tagen niedriger. Die Druckfestigkeit zur Einteilung in die geforderte Betonfestigkeitsklasse ist auch in diesem Fall an Probekörpern im Alter von 28 Tagen zu bestimmen.

¹³⁾ siehe Fußnoten ^{d, e} in Tabelle NA.E.1, DIN EN 1992-1-1/NA