

Betonieren bei kaltem Wetter

Holcim (Deutschland) GmbH



Planen und Vorbereiten

Auch bei kaltem Wetter kann betoniert werden, wenn notwendige Vorkehrungen getroffen sind.

- Anhebung des Zementgehalts und/oder Verwendung von Zement mit höherer Wärmeentwicklung (z. B. Holcim-Pur 4 R) bei sonst gleichen Ausgangsstoffen.
- Herabsetzen des w/z-Werts durch Einsatz eines Betonverflüssigers (BV) oder eines Fließmittels (FM).
- Verlängerung der Ausschalfristen und der Nachbehandlungsdauer.
- Verwendung von Materialien mit erhöhten thermischen Isolationseigenschaften für die Schalung (z. B. Holz) und für die Nachbehandlung (z. B. Thermomatten).
- Anhebung der Frischbetontemperatur durch gezielte Erwärmung des Zugabewassers und/oder Erwärmen der Gesteinskörnung.
- Bauteil oder ganzes Gebäude vor Wärmeverlust und Luftzug schützen.



Einbringen und Verdichten

- Auf gefrorenem Baugrund darf nicht betoniert werden, ebenso wenig auf gefrorene Bauteile.
- Schalungsflächen und Bewehrungen frei von Eis und Schnee halten, jedoch nie mit Wasser, sondern durch Wärmebehandlung.
- Der vorgewärmte Beton muss zügig in die von Schnee und Eis befreite Schalung eingebaut und sofort verdichtet werden.
- Den jungen Beton nach Möglichkeit vor Wärmeentzug während des Transports und auf der Baustelle schützen.
- Im eingebrachten Beton sind Vorkehrungen zu treffen, um die Betontemperatur laufend messen zu können.
- Beim Einbringen und während der Verarbeitung darf ohne besondere Maßnahmen der Frischbeton nicht kälter als $+ 5\text{ °C}$ sein. Bei Betonoberflächen mit erhöhten Anforderungen wird empfohlen, die Frischbetontemperatur auf $+ 10\text{ °C}$ zu erhöhen. Bei Zementgehalten unter 240 kg/m^3 und bei der Verwendung von Zementen mit niedriger Hydratationswärme darf die Frischbetontemperatur $+ 10\text{ °C}$ nicht unterschreiten.
- Bei Lufttemperaturen unter -3 °C muss zusätzlich mindestens für drei Tage eine Frischbetontemperatur größer gleich 10 °C gehalten werden.



Nachbehandlung

- Bei kalten Temperaturen muss der Beton unmittelbar nach dem Einbringen vor Wärmeentzug geschützt werden. Dazu eignet sich das Abdecken mit Thermomatten.
- Kann die Thermomatte nicht direkt auf die Betonoberfläche gelegt werden, ist der Beton vor Zugluft zu schützen (Einhausung).
- Während der Erhärtungszeit muss der Beton nicht nur vor Wärme-, sondern auch vor Feuchtigkeitsverlust geschützt werden. Bei kaltem und/oder trockenem Wetter kann der Feuchtigkeitsgehalt der Luft sehr gering sein.
- Bei Frost ist eine Nachbehandlung mit Wasser nicht erlaubt.
- Erfolgt kein Festigkeitsnachweis, richtet sich die Dauer der Nachbehandlung nach der Expositionsklasse, der Oberflächentemperatur und der Festigkeitsentwicklung des Betons (s. DIN 1045-3).
- Bauteil oder ganzes Gebäude solange durch Beheizen und Einhausen warmhalten, bis die Gefrierbeständigkeit erreicht ist (kann mehrere Tage beanspruchen).
- Die Gefrierbeständigkeit des jungen Betons ist erreicht, wenn er eine Druckfestigkeit von 5 N/mm^2 aufweist.



Mindestdauer der Nachbehandlung

Höchstzulässiger Mehlkorngelalt für Beton mit einem Größtkorn der Gesteinskörnung von 16 mm bis 63 mm in Abhängigkeit der Druckfestigkeits- und Expositions-kategorie:

Expositions-kategorie	Erforderliche Festigkeit im oberflächennahen Bereich	Mindestdauer der Nachbehandlung
X0, XC1	–	0,5 Tage (mindestens 12 Stunden)
Alle Klassen, außer X0, XC1, XM	$0,5 \cdot f_{ck}$	Werte der Tabelle unten
XM	$0,7 \cdot f_{ck}$	Werte der Tabelle unten verdoppeln

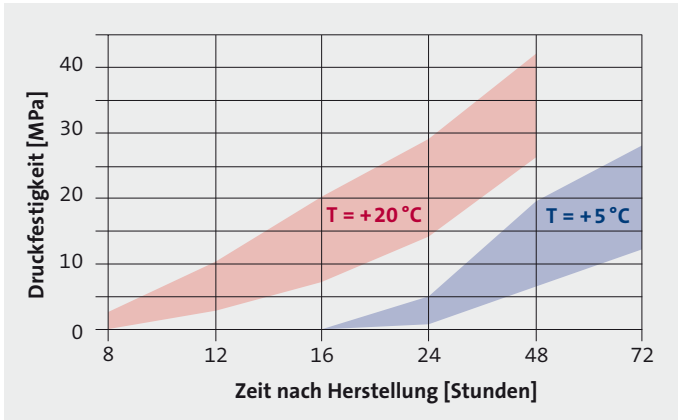
Oberflächentemperatur $T [^{\circ}C]^{2)}$	Mindestdauer der Nachbehandlung in Tagen			
	Festigkeitsentwicklung des Betons: $r = f_{cm2} / f_{cm28}^{1)}$			
	$r \geq 0,50$ schnell	$r \geq 0,30$ mittel	$r \geq 0,15$ langsam	$r < 0,15$ sehr langsam
≥ 25	1	2	2	3
$25 > T \geq 15$	1	2	4	5
$15 > T \geq 10$	2	4	7	10
$10 > T \geq 5$	3	6	10	15

¹⁾ f_{cm2} bzw. f_{cm28} bezeichnen die Mittelwerte der Druckfestigkeit nach 2 bzw. 28 Tagen.

²⁾ Anstelle der Oberflächentemperatur des Betons darf die Lufttemperatur angesetzt werden.

Expositions-kategorien XC2, XC3, XC4 und XF1 Frischbetontemperatur $T [^{\circ}C]^{3)}$	Mindestdauer der Nachbehandlung in Tagen			
	Festigkeitsentwicklung des Betons: $r = f_{cm2} / f_{cm28}^{1)}$			
	$r \geq 0,50$ schnell	$r \geq 0,30$ mittel	$r \geq 0,15$ langsam	$r < 0,15$ sehr langsam
≥ 15	1	2	4	k.A.
$15 > T \geq 10$	2	4	7	k.A.
$10 > T \geq 5$	4	8	14	k.A.

³⁾ Kann ein übermäßiges Auskühlen des Betons im Anfangsstadium ausgeschlossen werden, können für die Expositions-kategorien XC2, XC3, XC4 und XF1 die erforderlichen Nachbehandlungsdauern auch über die Frischbetontemperatur zum Zeitpunkt des Betoneinbaus festgelegt werden.



Frühfestigkeitsentwicklung bei unterschiedlichen Zementen (CEM I 42,5 N: untere Begrenzung. CEM I 52,5 R: obere Begrenzung) und verschiedenen Außentemperaturen (+5 °C und +20 °C).



Frischbetontemperatur

Die gewünschte Frischbetontemperatur lässt sich durch Erwärmen der Ausgangsstoffe erreichen.

Vereinfachte Formel für die Berechnung der Frischbetontemperatur:

$$T_b = 0,7 \times T_g + 0,2 \times T_w + 0,1 \times T_z$$

T_b = Betontemperatur in °C

T_g = Temperatur der Gesteinskörnung in °C

T_w = Wassertemperatur in °C

T_z = Zementtemperatur in °C

Beispiel:

Vorgaben:

Temperatur der Gesteinskörnung $T_g = 8 \text{ °C}$

Wassertemperatur $T_w = 10 \text{ °C}$

Zementtemperatur $T_z = 50 \text{ °C}$

Gesucht:

Betontemperatur T_b

Lösung:

$$T_b = 0,7 \times 8 + 0,2 \times 10 + 0,1 \times 50 = 12,6 \text{ °C Betontemperatur}$$



Holcim (Deutschland) GmbH

Customer Solutions

Hannoversche Straße 28

31319 Sehnde-Höver

Tel. +49 51 32 9 27-4 32

Fax +49 51 32 9 27-4 30

Customer_Solutions-DEU@lafargeholcim.com

www.holcim.de