Betonieren bei kalter Witterung

Meichle & Mohr GmbH • Steigwiesen 5 • 88090 Immenstaad am Bodensee

Meichle + Mohr GmbH
Steigwiesen 5
88090 Immenstaad am Bodensee
Tel.: +49 7545 9318 -0
Fax: +49 7545 9318 -50
kies.beton@meichle-mohr.de
www.meichle-mohr.de

1) Gefrierbeständigkeit von Beton

Tiefe Temperaturen haben einen Einfluss auf den jungen Beton und können zu Schäden führen:

a) Mit abnehmender Temperatur wird das Erstarren verzögert und die Festigkeitsentwicklung verlangsamt. Unter dem Gefrierpunkt kommt sie sogar zum Stillstand.
b) Das Gefrieren des ungebundenen Wassers im jungen Beton schädigt dessen Gefüge.
c) Große Temperaturdifferenzen zwischen Kern- und Randbeton können bei großen Bauteildicken zu einer Rissbildung in der Betonrandzone führen.
d) Gefrierbeständige Betone erhärten nach einmaligem Durchfrieren zwar normal weiter, mehrfaches Durchfrieren überstehen aber auch solche Betone nicht.
e) Luftporenbildner tragen nichts zur Gefrierbeständigkeit bei.
f) Die Zugabe von Beschleunigern führt wohl zu einem schnelleren Erhärten, dies ist aber nur schwer kontrollierbar.

Ziel beim Betonieren bei tiefen Temperaturen ist ein schnelles Erreichen der Gefrierbeständigkeit. Junger Beton ist gefrierbeständig, wenn er eine Druckfestigkeit von mindestens 5 N/mm² an der Betonoberfläche erreicht hat.

Wenn bei kalter Witterung betoniert werden muss, wird ein Vorgehen nach den folgenden drei Phasen empfohlen:

a) Planen einer Winterrezeptur
b) Einbringen und Verdichten
c) Nachbehandlung

Betonieren bei kalter Witterung

Meichle & Mohr GmbH • Steigwiesen 5 • 88090 Immenstaad am Bodensee

Meichle + Mohr GmbH
Steigwiesen 5
88090 Immenstaad am Bodensee
Tel.: +49 7545 9318 -0
Fax: +49 7545 9318 -50
kies.beton@meichle-mohr.de
www.meichle-mohr.de

2) Planen einer Winterrezeptur

Bei kalter Witterung kann betoniert werden, wenn der Beton mit einer oder mehreren der folgenden betontechnologischen Maßnahmen optimiert wird (Winterrezeptur):

a) Anheben der Frischbetontemperatur durch gezieltes Erwärmen des Zugabewassers und/oder Erwärmen der Gesteinskörnung.
b) Wählen einer Frischbetontemperatur mit hinreichendem Vorhaltemaß, um auch Temperaturabsenkungen beim Transport und allfällige Wartezeiten auf der Baustelle berücksichtigen zu können.
c) Anhebung des Zementgehalts ≥ 300 kg/m3 und/oder Verwendung von Zement mit höherer Wärmeentwicklung bei sonst gleichen Ausgangsstoffen.
d) Herabsetzen des w/z-Werts ≥ 0,55 durch Einsatz eines Betonverflüssigers (BV) oder eines Fließmittels (FM).
e) Verzicht auf einen Verzögerer (VZ) oder auf verzögernde Fließmittel.
f) Beschleunigen der Festigkeitsentwicklung durch den Einsatz eines Erhärtungsbeschleunigers nur in Ausnahmefällen.

Betonieren bei kalter Witterung

Meichle & Mohr GmbH • Steigwiesen 5 • 88090 Immenstaad am Bodensee

Meichle + Mohr GmbH
Steigwiesen 5
88090 Immenstaad am Bodensee
Tel.: +49 7545 9318 -0
Fax: +49 7545 9318 -50
kies.beton@meichle-mohr.de
www.meichle-mohr.de

3) Einbringen und Verdichten

Bei kalter Witterung kann betoniert werden, wenn notwendige Vorkehrungen auf der Baustelle getroffen werden:

a) Es darf weder auf gefrorenem Baugrund noch auf gefrorenen Bauteilen betoniert werden.
b) Schalung und Bewehrung frei von Schnee und Eis halten, jedoch nie mit Wasser, sondern durch Warmluft bzw. Wärmebehandlung.
c) Der vorgewärmte Beton muss zügig in die von Schnee und Eis befreite Schalung eingebaut und sofort verdichtet werden.
d) Den jungen Beton nach Möglichkeit vor Wärmeentzug während des Transports und auf der Baustelle schützen. Nach Möglichkeit keine Förderbänder verwenden. Längere Pumpleitungen ggf. wärmedämmen.
e) Im eingebrachten Beton sind Vorkehrungen zu treffen, um die Betontemperatur laufend messen zu können und ggf. Maßnahmen für eine weitere Wärmezufuhr getroffen werden.
f) Beim Einbringen und während des Verdichtens darf der Frischbeton ohne besondere Schutzmaßnahmen nicht kälter als +5 °C sein. Bei Betonoberflächen mit erhöhten Anforderungen wird empfohlen, die Frischbetontemperatur auf +10 °C zu erhöhen. Bei Zementgehalten unter 240 kg/m3 und bei der Verwendung von Zementen mit niedriger Hydratationswärme darf die Frischbetontemperatur + 10 °C nicht unterschreiten.
g) Bei Lufttemperaturen unter −3 °C muss zusätzlich mindestens für drei Tage eine Frischbetontemperatur ≥ + 10 °C gehalten werden.

Betonieren bei kalter Witterung

Meichle & Mohr GmbH • Steigwiesen 5 • 88090 Immenstaad am Bodensee

Meichle + Mohr GmbH
Steigwiesen 5
88090 Immenstaad am Bodensee
Tel.: +49 7545 9318 -0
Fax: +49 7545 9318 -50
kies.beton@meichle-mohr.de
www.meichle-mohr.de

4) Nachbehandlung

Dem Schutz des Betons ist bei tiefen Temperaturen besondere Aufmerksamkeit zu schenken:

a) Verwenden von Materialien mit erhöhten Wärmedämmeigenschaften für die Schalung (z. B. Holz) und für die Nachbehandlung (z. B. Thermomatten).
b) Bei kalten Temperaturen muss der Beton unmittelbar nach dem Einbringen vor Wärmeentzug durch Abdecken mit Thermomatten geschützt werden.
c) Kann die Thermomatte nicht direkt auf die Betonoberfläche gelegt werden, ist der Beton vor Zugluft zu schützen (Einhausung).
d) Während der Erhärtungszeit muss der Beton nicht nur vor Wärme-, sondern auch vor Feuchtigkeitsverlust geschützt werden, weil bei kalter Witterung die Luft sehr trocken sein kann.
e) Die Art der Nachbehandlung hängt von den Witterungsbedingungen, der Luft- und Betontemperatur, der Festigkeitsentwicklung des Betons, der Schalung sowie der Geometrie der Bauteile ab.
f) Erfolgt kein Festigkeitsnachweis, richtet sich die Dauer der Nachbehandlung nach der Expositionsklasse, der Oberflächentemperatur und der Festigkeitsentwicklung des Betons (s. DIN 1045-3).
g) Bauteil oder ganzes Gebäude solange durch Beheizen und Einhausen warmhalten, bis die Gefrierbeständigkeit erreicht ist (kann mehrere Tage beanspruchen).
h) Die Gefrierbeständigkeit des jungen Betons ist erreicht, wenn er eine Druckfestigkeit von 5 N/mm² aufweist.
i) Bei Frost ist eine Nachbehandlung mit Wasser nicht erlaubt.

Betonieren bei kalter Witterung

Meichle & Mohr GmbH • Steigwiesen 5 • 88090 Immenstaad am Bodensee

Meichle + Mohr GmbH
Steigwiesen 5
88090 Immenstaad am Bodensee
Tel.: +49 7545 9318 -0
Fax: +49 7545 9318 -50
kies.beton@meichle-mohr.de
www.meichle-mohr.de

Bei Glättbetonen ist der Beton zwischen Einbau und Glätten vor Feuchtigkeitsverlust, Austrocknung und Auskühlen zu schützen. Folgende Maßnahmen sind bei niedrigen Temperaturen zwingend erforderlich, um schadenfreie Betonflächen erstellen zu können:

a) Besprühen mit einem geeigneten Nachbehandlungsmittel (Curing).
b) Beton mit feinem Wassernebel besprühen (nur bei entsprechenden Fachkenntnissen).
c) Folien auflegen.
d) Gegebenenfalls Wärmedämmmatten auflegen, um die Temperaturunterschiede zwischen Kern und Oberfläche gering zu halten (massige Bauteile).



Betonieren bei kalter Witterung

Meichle & Mohr GmbH • Steigwiesen 5 • 88090 Immenstaad am Bodensee

Meichle + Mohr GmbH
Steigwiesen 5
88090 Immenstaad am Bodensee
Tel.: +49 7545 9318 -0
Fax: +49 7545 9318 -50
kies.beton@meichle-mohr.de
www.meichle-mohr.de

5) Mindestdauer der Nachbehandlung

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

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

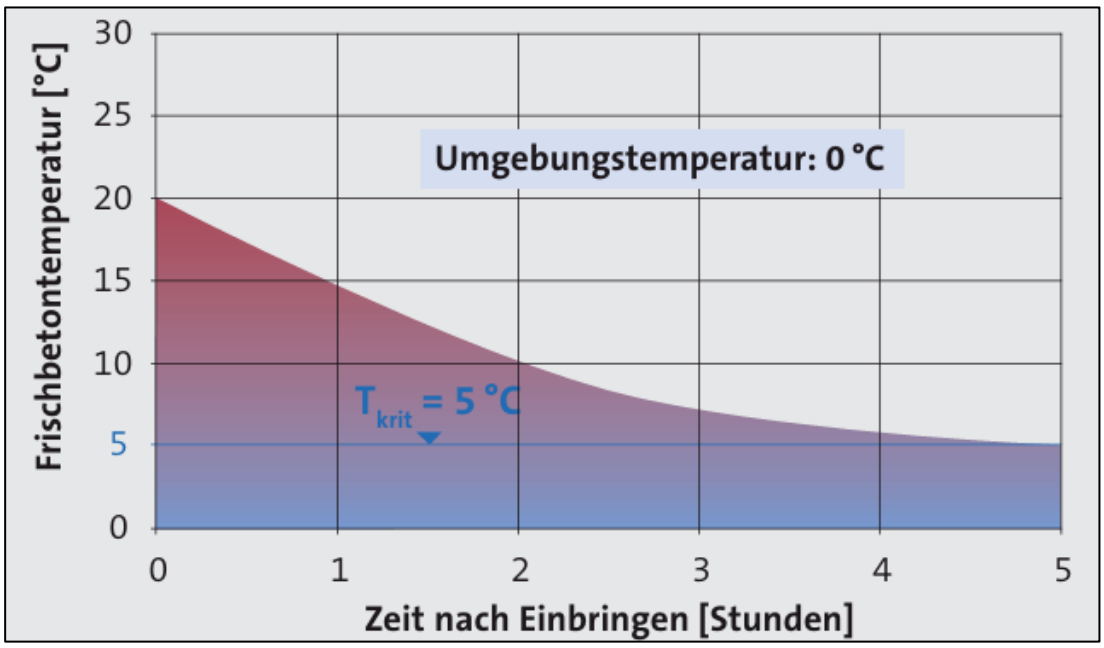
[3] Kann ein übermäßiges Auskühlen des Betons im Anfangsstadium ausgeschlossen werden, können für die Expositionsklassen XC2, XC3, XC4 und XF1 die erforderlichen Nachbehandlungsdauern auch über die Frischbetontemperatur zum Zeitpunkt des Betoneinbaus festgelegt werden.

Betonieren bei kalter Witterung

Meichle & Mohr GmbH • Steigwiesen 5 • 88090 Immenstaad am Bodensee

Meichle + Mohr GmbH
Steigwiesen 5
88090 Immenstaad am Bodensee
Tel.: +49 7545 9318 -0
Fax: +49 7545 9318 -50
kies.beton@meichle-mohr.de
www.meichle-mohr.de

Ungeschützter Frischbeton kühlt nach dem Einbau schnell aus. Der Temperaturverlust beträgt ca. 3 °C pro Stunde:



Adresse

Meichle + Mohr GmbH
Steigwiesen 5
88090 Immenstaad

Kontakt

T +49 7545 9318 -0
F +49 7545 9318 -50
E-Mail kies.beton@meichle-mohr.de