



BETONIEREN BEI HEISSEM WETTER ODER STARKEM WIND

Holcim (Süddeutschland) GmbH

PLANUNG UND VORBEREITUNG

- Verwendung von Zementen mit moderater Wärmeentwicklung, z. B. Holcim Optimo 4 N mit Flugasche, Durabilo 5 N-SR mit Flugasche oder Holcim CEM II/B-Q 42,5 N-LH.
- Die Frischbetonmengen müssen auf die Lieferintervalle und die Einbauleistungen abgestimmt werden. Es dürfen keine zeitlichen Verzögerungen entstehen!
- Die kühleren Tageszeiten sollen zum Betonieren genutzt werden und die Einbaustelle soll nach Möglichkeit beschattet werden.
- Genügend Personal einplanen.
- Gezielte Absenkung der Frischbetontemperatur.
- Die Geräte für den Einbau sowie das Material für die Nachbehandlung müssen überprüft sein und bereitstehen.
- Unterlage und Schalung dürfen dem Frischbeton kein Wasser entziehen. Die Schalung ist deshalb vor dem Einbringen des Betons zu benetzen. Übermäßiges Wässern von Schalung und Untergrund ist zu vermeiden (keine Wasserlachen).



EINBRINGEN UND VERDICHTEN

- Lange Transport- und Liegezeiten des Betons vermeiden. Rasches Entladen, Verarbeiten und Verdichten sind oberstes Gebot!
- Bei Verzögerungen und längeren Standzeiten muss das Lieferwerk sofort benachrichtigt werden.
- Beton mit zu niedriger Konsistenz nicht mehr einbauen. Konsistenz ggf. durch Fließmittel korrigieren.
- Die Frischbetontemperatur soll $+30^{\circ}\text{C}$ nicht überschreiten.
- Bei Frischbetontemperaturen über $+30^{\circ}\text{C}$ sind die Bedingungen an BBQ-S zu erfüllen.
- Wenn höhere Temperaturen erwartet werden, ist das zwischen Hersteller und den Verantwortlichen der Baustelle z. B. im BBQ-Gespräch abzustimmen
- Bei Lufttemperaturen über $+30^{\circ}\text{C}$ und bei ÜK II ist die Frischbetontemperatur im Bautagebuch zu dokumentieren.



Eine nachträgliche Wasserzugabe auf der Baustelle ist nicht zulässig, außer sie ist planmäßig vorgesehen.

Wird auf der Baustelle nachträglich Wasser zugegeben, geht die Verantwortung für das Einhalten der geforderten Betoneigenschaften auf den Anweisenden über.

TEMPERATUREN BEIM EINBAU DES BETONS

Lufttemperatur (°C)	Mindesttemperatur des Frischbetons beim Einbau (°C)
+ 5 bis - 3	+ 5 allgemein + 10 (bei Zementgehalt < 240 kg/m ³ oder bei LH-Zementen)
< - 3	+ 10 (mindestens 3 Tage)

Die Frischbetontemperatur darf im Allgemeinen +30°C nicht überschreiten, sofern nicht durch geeignete Maßnahmen sichergestellt ist, dass keine nachteiligen Folgen zu erwarten sind. Festlegung im BBQ-Gespräch.

Gefrierbeständigkeit des Betons

Während der ersten Tage der Hydratation darf der Beton in der Regel erst dann durchfrieren, wenn:

- seine Temperatur vorher wenigstens 3 Tage +10°C nicht unterschritten hat oder
- er eine Druckfestigkeit von mindestens 5 N/mm² erreicht hat

MÖGLICHE MASSNAHMEN

- Belassen in der Schalung
- Abdecken der Betonoberfläche mit dampfdichten Folien, die an den Kanten und Stößen gegen Durchzug gesichert sind
- wasserspeichernde Abdeckungen unter ständigem Feuchthalten bei gleichzeitigem Verdunstungsschutz
- Aufrechterhalten eines sichtbaren Wasserfilms auf der Betonoberfläche (Besprühen, Fluten)
- Aufsprühen von Nachbehandlungsmitteln mit nachgewiesener Eignung
- ggf. wärmedämmende Abdeckung
- Schutz vor Erschütterung des jungen Betons

ZWISCHENNACH- BEHANDLUNG

Zusatzmaßnahmen bei Glättbetonen

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

- Besprühen mit einem geeigneten Nachbehandlungsmittel (Curing).
- Beton mit feinem Wassernebel besprühen.
- Folien auflegen.
- Gegebenenfalls Wärmedämmmatten auflegen, um die Temperaturunterschiede zwischen Kern und Oberfläche gering zu halten (massige Bauteile).



NACH- BEHANDLUNG

Bis zur ausreichenden Erhärtung ist der frisch verarbeitete und junge Beton durch Nachbehandlung zu schützen. Die Nachbehandlung ist zu planen.

- Die Nachbehandlung muss unmittelbar nach dem Einbringen des Betons beginnen.
- Der Frischbeton muss unbedingt feucht gehalten werden.
- Frischbeton mit Folien oder feuchten Matten abdecken oder flüssiges Nachbehandlungsmittel aufbringen.
- Beton andauernd mit leichtem Wassernebel besprühen.
- Nicht zu früh ausschalen (Ausschalfristen beachten).
- Die Nachbehandlung so früh wie möglich beginnen und so lange wie möglich durchführen.
- Eine konsequente Nachbehandlung erhöht die Dauerhaftigkeit und Beständigkeit des Betons.



MINDESTDAUER DER NACHBEHANDLUNG

Die Dauer der Nachbehandlung richtet sich – ohne genauen Nachweis der Festigkeit – nach den Expositionsclassen, der Oberflächentemperatur (bzw. der Frischbetontemperatur) und der Festigkeitsentwicklung des Betons.

Nachbehandlungs-klasse	Expositions-klasse	Erforderliche Festig-keit im oberflächen-nahen Bereich	Mindestdauer der Nachbehandlung
1	X0, XC1	-	0,5 Tage (mindestens 12 Std.)
3	Alle Klassen außer X0, XC1, XM	$0,5 \cdot f_{ck}$	Werte der Tabelle 6 – DIN 1045-3:2023-08
4	XM	$0,7 \cdot f_{ck}$	Werte der Tabelle 6 – DIN 1045-3:2023-08 verdoppeln

- Bei Temperaturen unter 5°C ist die Nachbehandlungsdauer, um die Zeit zu verlängern, während der die Temperatur unter 5°C lag.
- Bei mehr als 5h Verarbeitbarkeitszeit ist die Nachbehandlung angemessen zu verlängern.
- Die Festigkeitsentwicklung des Betons (r-Wert) wird durch das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen und nach 28 Tagen ($r = f_{cm2}/f_{cm28}$) beschrieben.
- Es darf die Oberflächentemperatur des Betons, ersatzweise die Lufttemperatur angesetzt werden.
- Bei Verwendung eines Betons mit langsamer oder sehr langsamer Festigkeitsentwicklung setzt die Planungsklasse PK-E und die Ausführungsklasse AK-E voraus.

NACHBEHANDLUNG IN TAGEN

Tabelle 6 DIN 1045-3:2023-08 – Mindestdauer der Nachbehandlung von Beton in allen Expositionsklassen außer X0, XC1 und XM der Nachbehandlungsklasse 3. Bei XM Nachbehandlungsklasse 4 die Werte in der Tabelle verdoppeln

Oberflächen- temperatur T [°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.

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 Betonbaus festgelegt werden.

Tabelle 7 DIN 1045-3:2023-08 – Mindestdauer der Nachbehandlung von Beton in den Expositionsklassen XC2, XC3, XC4 und XF1 der Nachbehandlungsklasse 3

Expositionsklassen XC2, XC3, XC4 und XF1 Frisch- betontemperatur T [°C] ³⁾	Mindestdauer der Nachbehandlung in Tagen		
	Festigkeitsentwicklung des Betons: $r = f_{cm2}/f_{cm28}^{1)}$		
	$r \geq 0,50$ schnell	$0,3 \leq r < 0,50$ mittel	$0,15 \leq r < 0,3$ langsam
≥ 15	1	2	4
$15 > T \geq 10$	2	2	7
$10 > T \geq 5$	4	8	14

AUSTROCKNUNGS- GESCHWINDIGKEIT

Die Austrocknungsgeschwindigkeit ist abhängig von der

- Lufttemperatur
- Betontemperatur
- relativen Luftfeuchtigkeit
- Windgeschwindigkeit

Frühschwinden als Folge mangelhafter Nachbehandlung bei extremen Witterungsbedingungen.

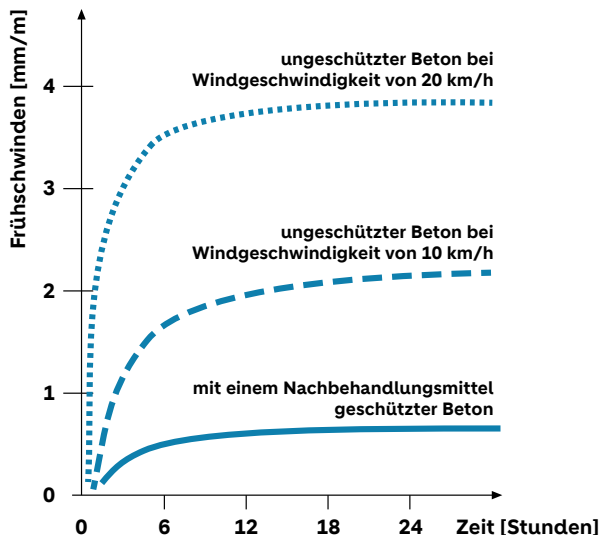
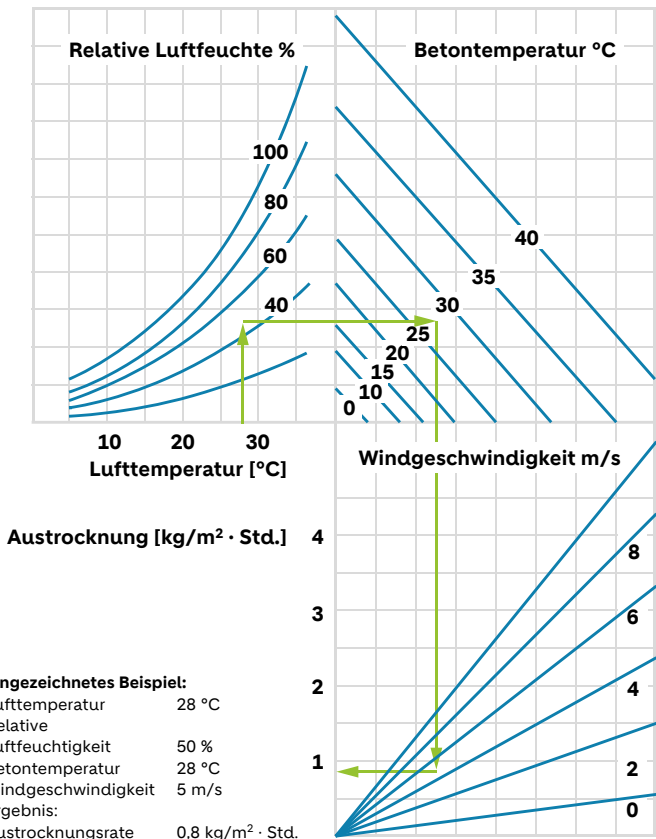
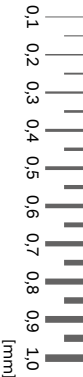


DIAGRAMM ZUR ABSCHÄTZUNG DER AUSTROCKNUNGSRATE AN OFFEN LIEGENDEN BETONFLÄCHEN



SCHWINDEN VON BETON

- Das Schwinden von Beton ist eine volumenbedingte Verkürzung des Baustoffs, verursacht durch **Feuchtigkeitsabgabe (Austrocknung)** und **chemische Prozesse** beim Aushärten
- Es handelt sich um eine lastunabhängige Volumenabnahme, die vor allem in den ersten Wochen auftritt und bei Behinderung zu Rissen führt
- Wesentliche Maßnahmen sind eine sorgfältige **Nachbehandlung** zur Reduzierung der Austrocknung, die Begrenzung des **Wasserelementwerts** und die Anordnung von **Schwindfugen**



SCHWINDARTEN

URSACHEN UND ARTEN DES SCHWINDENS

Plastisches Schwinden – Frühschwinden: Tritt in den ersten Stunden auf, wenn Wasser schnell an der Oberfläche verdunstet, bevor der Beton erhärtet

→ frühzeitige normgerechte Nachbehandlung

Trocknungsschwinden: Das Hauptschwinden entsteht durch das Verdunsten von Porenwasser, wenn die Umgebungsfeuchte geringer ist als die Betonfeuchte

→ ausreichende Nachbehandlung

Autogenes Schwinden – chemisches Schwinden (Selbstschwinden): Volumenverringering durch chemische Bindung von Wasser während der Zementhydratation, tritt besonders bei hochfestem Beton auf

→ unvermeidbarer Prozess

MASSNAHMEN ZUR REDUZIERUNG

Nachbehandlung: Schutz vor zu schnellem Austrocknen durch Abdecken (Folie), Besprühen mit Wasser oder Aufbringen von Nachbehandlungsmitteln

Wasserzementwert (w/z-Wert): Möglichst gering halten, da weniger Wasser weniger Schwinden bedeutet

Zementgehalt: Optimierung des Zementgehalts, da Schwinden aus dem Zementstein resultiert

Schwindfugen: Einplanen von Fugen, um dem Beton Platz für die Verformung zu geben

Gesteinskörnung: Verwendung von Gesteinskörnungen mit geringem Schwindpotential

NACHBEHANDLUNGS- KLASSEN

Die Dauer der Nachbehandlung richtet sich – ohne genauen Nachweis der Festigkeit – nach den Expositionsclassen, der Oberflächen-temperatur (bzw. der Frischbetontemperatur) und der Festigkeitsentwicklung des Betons.

NACHBEHANDLUNGSKLASSEN NACH DIN EN 13670 UND ZUORDNUNG ZU EXPOSITIONSKLASSEN

DIN 1045-3:2023-08 Tabelle 5	Nachbe- handlungs- klasse 1	Nachbe- handlungs- klasse 2	Nachbe- handlungs- klasse 3	Nachbe- handlungs- klasse 4
Expositions-klasse(n)	X0, XC1	nicht zutreffend	alle außer X0, XC1 und XM	XM1, XM2, XM3, XF4 ¹⁾
Prozentualer Anteil der charakteristischen Mindest-Druckfestigkeit	nicht festgelegt	35%	50%	70%

¹⁾ gilt nur bei langsamen und sehr langsamen Betonen siehe auch die Tabellen:

- Mindestdauer der Nachbehandlung von Beton in allen Expositionsclassen außer X0, XC1 und XM der Nachbehandlungsklasse 3 und
- Mindestdauer der Nachbehandlung von Beton in allen Expositionsclassen außer XC2, XC3, XC4 und XF1 der Nachbehandlungsklasse 3

Von dieser Tabelle abweichend erhöhte oder speziell festzulegende Nachbehandlungsanforderungen müssen in den bautechnischen Unterlagen angegeben sein. Dies führt zu Ausführungsklasse AK-E oder AK-S.

Holcim (Süddeutschland) GmbH

Dormettinger Straße 27

72359 Dotternhausen

Deutschland

Telefon +49 (0) 7427 79 0

info-sueddeutschland@holcim.com



holcim_sued



Holcim Süddeutschland GmbH



www.holcim-sued.de

Haftungsausschluss

Die Hinweise und Empfehlungen der Holcim (Süddeutschland) GmbH berücksichtigen die derzeit gültigen Normen, Merkblätter und Praxiserfahrungen. Die Informationen sind jedoch unverbindlich und werden unter Ausschluss jeglicher Haftung, oder Gewährleistung abgegeben.