

Betonieren bei extremen Temperaturen



Maßnahmen zur Dauerhaftigkeit
Betonfachpersonalschulung 2026
Hubert Märländer Produktmanager



AGENDA

- Einführung
- Betonieren bei Kälte
- Betonieren bei Hitze und Wind
- Zusammenfassung



Betonieren bei extremen Temperaturen

Maßnahmen zur Dauerhaftigkeit

Einführung:

Jede Betonage birgt ihre Schwierigkeiten. Zum Einen betonieren wir bei starkem Sonnenschein und hohen Temperaturen, Zum Anderen bei Kälte, auch unter dem Gefrierpunkt. Zu guter Letzt weht ein starker Wind, der dem Beton ebenso Schaden kann.

Ohne entsprechende Maßnahmen kann der Junge Beton Schaden nehmen, die Dauerhaftigkeit wird in Mitleidenschaft gezogen, ebenso die Druckfestigkeiten. Der Baufortschritt wird beeinträchtigt usw.

Was ist bei den jeweiligen Wetterbedingungen zu tun, was muss ich vor einer Betonage berücksichtigen?

Wie schütze ich den Beton vor Kälte, Hitze und Wind.
Welche Regeln muss ich beachten?



Betonieren bei Kälte



Betonieren bei kaltem Wetter

Kälte und Frost

Laut Norm gelten Temperaturen von unter 5 °C als niedrig. Mit zunehmender Kälte erhärtet der Zementleim immer langsamer und ab einer Temperatur von -10 °C stoppt der Erhärtungsprozess komplett.

Junger Beton kann schadlos durchfrieren, wenn seine Temperatur in den ersten drei Tagen nicht unter +10 °C fällt und seine Druckfestigkeit mindestens 5 N/mm² beträgt. Andernfalls schädigt ein Gefrieren das Betongefüge nachhaltig.

Nach Frostende werden entstehende Hohlräume durch Kristalle ausgefüllt, die durch die sich fortsetzende Hydratation des Zements entstehen. Gefriert Wasser in noch nicht genügend erhärtetem Beton, kann das Betongefüge durch die Volumenvergrößerung gelockert und gesprengt werden.



Betonieren bei kaltem Wetter



Junger Beton reagiert empfindlich bei tiefen Temperaturen und wird bei Frost dauerhaft geschädigt.

Was für Maßnahmen, welche Vorkehrungen kann man treffen?

Auf den folgenden Seiten, werden wir ausführlich beschreiben, welche Möglichkeiten es gibt, den Beton zu schützen

Betonieren bei kaltem Wetter

Während des Beförderns Beton vor schädlichen Witterungseinflüssen schützen!!

- bei Frost

- Frischbetontemperatur mindestens 5°C beim Einbau!
- geeignete Maßnahmen ergreifen – vor Auskühlung schützen!
- Fahrzeuge über Nacht in der Halle Abstellen
- Keine zu langen Verweilzeiten auf der Baustelle
- Abstimmung Baustelle und Betonwerk - Lieferzyklus



Betonieren bei kaltem Wetter

Wasserzementwert w/z



1. Herabsetzen des w/z Wertes auf max. 0,55.
Einsatz von BV und FM

- der Zement bindet chemisch und physikalisch **ca. 40%** seiner Masse an Wasser
- bei einem w/z-Wert > 0,40 fällt Überschusswasser an
- somit entstehen feine Kapillarporen

Betonieren bei kaltem Wetter

Betontemperatur nach DIN 1045 -3

Lufttemperatur	Mindesttemperatur des Frischbetons beim Einbau
+5 °C bis -3 °C	+5°C im allgemeinen Fall +10 °C bei < 240kg/m³ Zement oder LH
> - 3 °C	+10°C sollte mindestens 3 Tage lang gehalten werden



Betonieren bei kaltem Wetter

Betontemperatur

Die Bestimmung der Betontemperatur lässt sich recht einfach mit einer Formel berechnen.

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

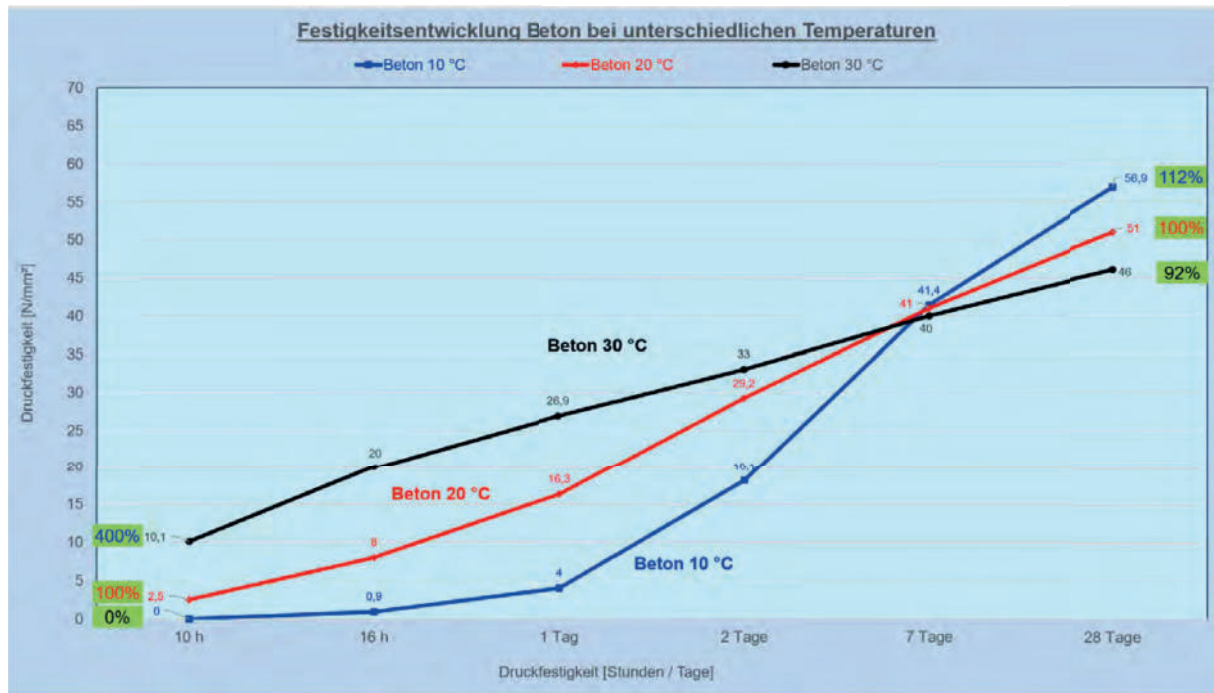
- T_b = Betontemperatur in °C
- T_g = Temperatur der Gesteinskörnung in °C
- T_w = Wassertemperatur in °C
- T_z = Zementtemperatur in °C

Beispiel:
Temperaturen der Zuschläge Wasser 10°C; Gesteinskörnungen 8°C; Zementtemperatur 50 °C

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

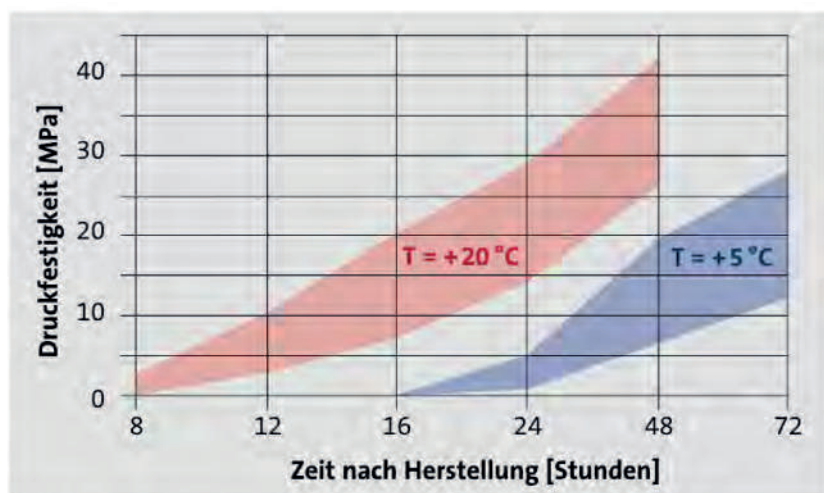


Betonieren bei kaltem Wetter



Betonieren bei kaltem Wetter

Minstdauer der Nachbehandlung



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).

Betonieren bei kaltem Wetter

Einbringen und Verdichten

1. Auf gefrorenen Bauteilen und gefrorenem Baugrund darf nicht betoniert werden.
2. Schalung und Bewährung muss eisfrei sein. Enteisen nicht mit Wasser sondern mit Wärmebehandlung
3. Der Vorgewärmte Beton muss zügig eingebaut und verdichtet werden.



Betonieren bei kaltem Wetter

Einbringen und Verdichten

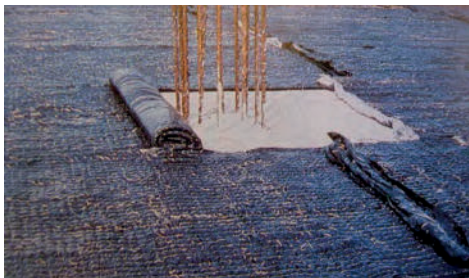
1. Den jungen Beton, wenn möglich, während des Transportes und auf der Baustelle nach dem Einbau vor Wärmeverlust schützen
2. Nach dem Einbau Vorkehrungen treffen um das Messen der Temperatur zu ermöglichen.
3. Der Beton darf während der Verarbeitung 5 °C nicht unterschreiten. Bei erhöhten Anforderungen des Betons wird eine Temperaturerhöhung auf 10°C empfohlen.
4. Betone mit Zementgehalten unter 240 Kg/m³ und dem Einsatz von LH Zementen darf die Frischbetontemperatur 10 °C nicht unterschreiten
5. Bei Außentemperaturen unter -3°C muss der Frischbeton mind. 3 Tage bei mind. 10°C gehalten werden.



Betonieren bei kaltem Wetter

Zwischen- und Nachbehandeln

1. Der Beton muss unmittelbar nach dem Einbringen vor Wärmeentzug geschützt werden.
2. Zum Abdecken eignen sich Wärmeschutz,- oder Thermomatten. Ist es nicht möglich die Matten direkt auf den Beton zu legen, empfiehlt sich eine Einhausung um den Beton gegen Zugluft zu schützen.
3. Während der Beton aushärtet, muss er ebenso gegen Feuchtigkeitsverlust geschützt werden.
4. Curing als Zwischennachbehandlung
5. Der Feuchtigkeitsgehalt kann bei kaltem und/oder trockenem Wetter in der Luft sinken.
6. Bei Frost niemals mit Wasser nachbehandeln.



Betonieren bei kaltem Wetter

Zwischen- und Nachbehandeln

1. Bei Frost niemals mit Wasser nachbehandeln.



Betonieren bei kaltem Wetter

Minstdauer der Nachbehandlung

Tabelle 6 — Minstdauer der Nachbehandlung von Beton in allen Expositions-klassen außer X0, XC1 und XM der Nachbehandlungsklasse 3					
Nr.	1	2	3	4	5
maßgebliche Temperatur T ^d °C	Minstdauer der Nachbehandlung in Tagen ^a				
	Festigkeitsentwicklung des Betons ^c				
		schnell (r ≥ 0,5)	mittel (0,3 ≤ r < 0,5)	langsam ^e (0,15 ≤ r < 0,3)	sehr langsam ^e (r < 0,15)
1	T ≥ +25	1	2	2	3
2	+25 > T ≥ +15	1	2	4	5
3	+15 > T ≥ +10	2	4	7	10
4	+10 > T ≥ +5 ^b	3	6	10	15
ANMERKUNG Hinweise und praktische Erläuterungen zum Ansatz der maßgeblichen Temperaturen im Nachbehandlungszeitraum sind z. B. im DAfStb-Heft 526 sowie im DBV-Merkblatt – Nachbehandlung von Beton enthalten.					
^a Bei mehr als 5 h Verarbeitbarkeitszeit ist die Nachbehandlungsdauer angemessen zu verlängern.					
^b Bei Temperaturen unter 5 °C ist die Nachbehandlungsdauer um die Zeit zu verlängern, während der die Temperatur unter 5 °C lag.					
^c Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird – analog zu DIN 1045-2:2023-08, 7.2 (2) und (3a) – durch das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen und nach 28 Tagen ($r = f_{cm,2}/f_{cm,28}$) beschrieben, das bei der Erstprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton mit vergleichbarer Zusammensetzung ermittelt wurde. Wird bei besonderen Anwendungen in den Ausführungsklassen AK-E oder AK-S die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt als 28 Tage bestimmt, ist für die Ermittlung der Nachbehandlungsdauer der Schätzwert des Festigkeitsverhältnisses entsprechend DIN 1045-2:2023-08, Tabelle 19 aus dem Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen ($f_{cm,2}$) zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit unter Berücksichtigung von DIN EN 12390-2 zu ermitteln oder eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen zwei Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.					
^d Es darf die Oberflächentemperatur des Betons, ersatzweise die Lufttemperatur, jeweils als minimaler Wert im Zeitintervall, angesetzt werden.					
^e Die Verwendung eines Betons mit langsamer oder sehr langsamer Festigkeitsentwicklung setzt die Planungskategorie PK-E und die Ausführungskategorie AK-E voraus.					

1. Ohne
- Festigkeitsnachweis
- richtet sich die Dauer
- der Nachbehandlung
- der Expositions-klasse,
- der
- Oberflächentemperatur
- und der
- Festigkeitsentwicklung
- . (s. DIN 1045-3)

Betonieren bei kaltem Wetter

Minstdauer der Nachbehandlung

Tabelle 7 — Minstdauer der Nachbehandlung von Beton in den Expositions-klassen XC2, XC3, XC4 und XF1 der Nachbehandlungsklasse 3				
Nr.	1	2	3	4
Frischbetontemperatur T _{fb} zum Zeitpunkt des Betoneinbaus	Minstdauer der Nachbehandlung in Tagen ^a			
	Festigkeitsentwicklung des Betons ^b			
		schnell (r ≥ 0,5)	mittel (0,3 ≤ r < 0,5)	langsam ^c (0,15 ≤ r < 0,3)
1	T _{fb} ≥ +15 °C	1	2	4
2	+10 ≤ T _{fb} < +15 °C	2	4	7
3	+5 ≤ T _{fb} < +10 °C	4	8	14
^a Bei mehr als 5 h Verarbeitbarkeitszeit ist die Nachbehandlungsdauer angemessen zu verlängern.				
^b Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird – analog zu DIN 1045-2:2023-08, 7.2 (2) und (3a) – durch das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen und nach 28 Tagen ($r = f_{cm,2}/f_{cm,28}$) beschrieben, das bei der Erstprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton mit vergleichbarer Zusammensetzung ermittelt wurde. Wird bei besonderen Anwendungen in den Ausführungsklassen AK-E oder AK-S die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt als 28 Tage bestimmt, ist für die Ermittlung der Nachbehandlungsdauer der Schätzwert des Festigkeitsverhältnisses entsprechend DIN 1045-2:2023-08, Tabelle 19 aus dem Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen ($f_{cm,2}$) zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit unter Berücksichtigung von DIN EN 12390-2 zu ermitteln oder eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen zwei Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.				
^c Die Verwendung eines Betons mit langsamer Festigkeitsentwicklung setzt die Planungskategorie PK-E und die Ausführungskategorie AK-E voraus.				

Betonieren bei kaltem Wetter

Generell kann man sagen, dass bei nahezu jeder Temperatur betoniert werden kann, wenn die nötigen Vorkehrungen getroffen werden

1. Anhebung des Zementgehaltes auf mind. 300 kg/m³
2. Verwendung von Zementen mit hoher Wärmeentwicklung. (R-Zemente)
3. Verlängerung der Ausschulfristen und Nachbehandlung.
4. Erhöhung der Isoliereigenschaften bei Schalung (Holz) und Nachbehandlungsmatten (Thermomatten)
5. Erhöhung der Frischbetontemperatur durch gezieltes erwärmen der Zuschläge wie Wasser und Gesteinskörnung.
6. Das Gebäude oder speziell die Bauteile vor Wärmeverlust und Zugluft schützen.
7. Kein Zementersatz wie Flugasche einsetzen
8. Anpassen des w/z Wertes max. 0,55

Frostangriff auf frisch betonierte Bodenplatte



Betonieren bei kaltem Wetter

Generell kann man sagen, dass bei nahezu jeder Temperatur betoniert werden kann, wenn die nötigen Vorkehrungen getroffen werden

Es wird abgeraten bei kalten Temperaturen Sichtbeton mit hohen Anforderungen herzustellen.

Der Beton neigt zu entmischen

Dadurch entstehen unterschiedliche Farbtöne, der Beton dunkelt ab



BETONIEREN BEI HITZE und Wind

Betonfachpersonalschulung
Februar 2026
Hubert Märländer Produktmanager



Betonieren bei Hitze und Wind

Betonieren bei Hitze und starkem Wind erfordert einen besonderen Schutz des Betons

Es bedarf besonderer Maßnahmen um den Beton vor zu schneller Austrocknung zu schützen

Ein zu schneller Entzug des Anmachwassers reduziert deutlich die Qualität und somit die Dauerhaftigkeit.

Der Hydratationsprozess wird ebenso wie bei Kälte gestört.

Hitze und Wind wirken wie ein Föhn auf den Beton, der das Wasser an der Oberfläche sehr schnell verdunsten lässt und der Beton austrocknet.



Betonieren bei Hitze und Wind

Frühschwindrisse

Der schnelle Entzug des Wassers an der Betonoberfläche verursacht Frühschwindrisse, die schon nach wenigen Stunden entstehen können.

Diese Risse gefährden die Dauerhaftigkeit von Stahlbeton. Bei WU schon Probleme ab 0,1 mm



Betonieren bei Hitze und Wind

Frühschwindrisse

- Geringere Druckfestigkeit
- Weniger Schutz gegen Chemische Angriffe
- Geringere Frostbeständigkeit
- Geringere Dichtigkeit
- Die Dauerhaftigkeit nimmt rapide ab.



Betonieren bei Hitze und Wind

Was ist vorab zu beachten und zu planen?

- Einsatz von Zementen mit geringer, bzw. moderater Wärmeentwicklung (Optimo 4 mit Flugasche, Durabilo, Hochofenzemente)
- Die Liefermengen müssen der Einbauleistung angepasst sein.
- Kühle Tageszeiten sollten genutzt werden.
- Wenn möglich, die zu betonierenden Bereiche beschatten
- Sofern möglich, den Transportbeton Fahrzeugen Schattenplätze schaffen.
- Die Trommeln mit Wasser kühlen.
- Gegebenenfalls die Frischbetontemperatur herabsenken.
- Saugende Schalung vorab benetzen, Lachenbildung vermeiden. Die Schalung sollte dem Beton kein Wasser entziehen.



Betonieren bei Hitze und Wind

Einbringen und Verdichten

- Lange Transportwege und Liegezeiten des Betons vermeiden.
- Den Beton zügig einbauen und verdichten.
- Verzögerungen beim Einbau sollten umgehend dem TB-Werk gemeldet werden um die Herstellung zu drosseln oder ganz zu stoppen.



Betonieren bei Hitze und Wind

Einbringen und Verdichten

- Wichtig ist auf die Konsistenz des Betons zu achten. Niemals Wasser zugeben, wenn überhaupt mit Fließmittel korrigieren.



Betonieren bei Hitze und Wind

Einbringen und Verdichten

- Die Frischbetontemperatur beachten. 30 °C sollten nicht überschritten werden.
- Bei Lufttemperaturen über 30 °C und ÜK II Baustellen, sind die Frischbetontemperaturen im Bautagebuch zu dokumentieren.

Eine nachträgliche Wasserzugabe auf der Baustelle ist nicht zulässig, es sei denn, sie ist planmäßig vorgesehen.



Betonieren bei Hitze und Wind

Nachbehandlung

- Die Nachbehandlung muss unmittelbar nach der Einbringung des Betons erfolgen.
- Der Beton muss feucht gehalten werden.
- Curing ist eine Möglichkeit, den Beton vorab zu schützen. (Bei geplanten Beschichtungen allerdings auf Verträglichkeit prüfen)



Betonieren bei Hitze und Wind

Nachbehandlung

- Den Frischbeton mit Folien oder feuchten Matten abdecken



Betonieren bei Hitze und Wind

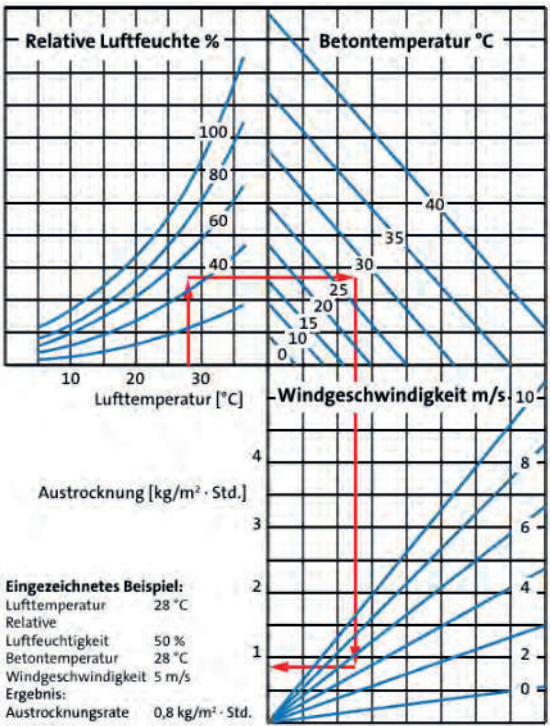
Nachbehandlung

- Beton dauerhaft mit Wasser besprühen. (Sprühnebel)
- Den Beton so lange wie möglich in der Schalung belassen.



Betonieren bei Hitze und Wind

Diagramm zur Abschätzung der Austrocknungsrate an offen liegenden Bauteilen



Betonieren bei Hitze und Wind

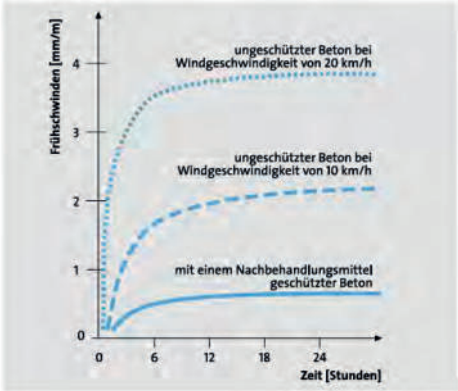
Austrocknungsgeschwindigkeit

Die Austrocknungsgeschwindigkeit ist abhängig von der

- Lufttemperatur
- Betontemperatur
- relativen Luftfeuchtigkeit
- Windgeschwindigkeit

Frühschwinden als Folge mangelhafter Nachbehandlung bei extremen Witterungsbedingungen.

Frühschwinden als Folge mangelhafter Nachbehandlung bei extremen Witterungsbedingungen.



Betonieren bei heißem Wetter

Minstdauer der Nachbehandlung

Tabelle 6 — Minstdauer der Nachbehandlung von Beton in allen Expositionsclassen außer X0, XC1 und XM der Nachbehandlungsklasse 3

Nr.	1	2	3	4	5
maßgebliche Temperatur T ^a °C	Minstdauer der Nachbehandlung in Tagen ^a				
	Festigkeitsentwicklung des Betons ^c				
	schnell (r ≥ 0,5)	mittel (0,3 ≤ r < 0,5)	langsam ^e (0,15 ≤ r < 0,3)	sehr langsam ^e (r < 0,15)	
1	T ≥ +25	1	2	2	3
2	+25 > T ≥ +15	1	2	4	5
3	+15 > T ≥ +10	2	4	7	10
4	+10 > T ≥ +5 ^b	3	6	10	15

ANMERKUNG Hinweise und praktische Erläuterungen zum Ansatz der maßgeblichen Temperaturen im Nachbehandlungszeitraum sind z. B. im DAfStb-Heft 526 sowie im DBV-Merkblatt – Nachbehandlung von Beton enthalten.

^a Bei mehr als 5 h Verarbeitbarkeitszeit ist die Nachbehandlungsdauer angemessen zu verlängern.
^b Bei Temperaturen unter 5 °C ist die Nachbehandlungsdauer um die Zeit zu verlängern, während der die Temperatur unter 5 °C lag.
^c Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird – analog zu DIN 1045-2:2023-08, 7.2 (2) und (3a) – durch das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen und nach 28 Tagen ($r = f_{cm,2}/f_{cm,28}$) beschrieben, das bei der Erstprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton mit vergleichbarer Zusammensetzung ermittelt wurde. Wird bei besonderen Anwendungen in den Ausführungsklassen AK-E oder AK-S die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt als 28 Tage bestimmt, ist für die Ermittlung der Nachbehandlungsdauer der Schätzwert des Festigkeitsverhältnisses entsprechend DIN 1045-2:2023-08, Tabelle 19 aus dem Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen ($f_{cm,2}$) zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit unter Berücksichtigung von DIN EN 12390-2 zu ermitteln oder eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen zwei Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.
^d Es darf die Oberflächentemperatur des Betons, ersatzweise die Lufttemperatur, jeweils als minimaler Wert im Zeitintervall, angesetzt werden.
^e Die Verwendung eines Betons mit langsamer oder sehr langsamer Festigkeitsentwicklung setzt die Planungskategorie PK-E und die Ausführungskategorie AK-E voraus.



Betonieren bei kaltem und heißem Wetter

Möglichkeiten der Nachbehandlung



Abdeckvlies

- Wasserhaltend – zuführend
- Muss permanent feucht gehalten werden
- Aufwändig aber unempfindlich bei Wind
- Zur Herstellung von Sichtbeton gut geeignet

Betonieren bei kaltem und heißem Wetter

Möglichkeiten der Nachbehandlung



Folie

- Hält Wasser gut zurück
- Die Folie muss dicht anliegen
- An den Stößen gegen Luftzug sichern
- Bei Sichtbeton eher ungeeignet

Betonieren bei kaltem und heißem Wetter

Möglichkeiten der Nachbehandlung



Thermomatten

- Verhindern das Auskühlen des Betons
- Gut zu verlegen
- Hält Feuchtigkeit zurück

Betonieren bei kaltem und heißem Wetter

Möglichkeiten der Nachbehandlung



Belassen in der Schalung

- Wasserhaltend
- Schutz vor Austrocknung
- Schutz vor Beschädigungen.
- Nichtgeschalte Flächen gesondert behandeln

Betonieren bei extremen Wetter und Temperaturen

Zusammenfassung:

Wichtig, eine richtige Vorplanung

Regeln beim Einbringen und Verarbeiten beachten

Egal ob bei Kälte, Hitze oder Wind, eine Nachbehandlung ist unerlässlich

Ausschalfristen beachten



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit und
weiterhin gutes
Gelingen.**

