

# Betonieren bei tiefen Temperaturen

## Einleitung

Bei tiefen Temperaturen müssen für die Herstellung und den Einbau von Beton verschiedene Massnahmen getroffen werden. Je tiefer die Temperatur des Betons, desto langsamer verläuft der Erhärtungsprozess des Betons. Bei Temperaturen unter 0 °C kann der Beton gefrieren. Tiefe Luftfeuchtigkeiten erhöhen das Risiko von Schwindrissen.

Die Normen (SIA 262 und Mitgeltende) schreiben vor, dass die Temperatur des Frischbetons beim Einbringen +5 °C nicht unterschreiten darf.

Bei Lufttemperaturen unter dem Gefrierpunkt ist eine Frischbetontemperatur von mindestens 10°C beim Einbringen in die Schalung anzustreben. Ohne besondere Vorsichtsmassnahmen ist bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt von einem Betonieren abzusehen.

## Bei der Planung zu beachten

### Wahl der Betonsorte – schnelle Festigkeitsentwicklung

Der Planer kann eine Betonsorte mit höherer Festigkeitsklasse oder in Absprache mit dem Transportbetonwerk eine Betonsorte mit schnellerer Festigkeitsentwicklung wählen. So wird die Gefrierbeständigkeit schneller erreicht.

### Isolationseigenschaft Schalung – Wärmeverlust minimieren

Verschiedenartige Schalmaterialien führen zu unterschiedlichem Wärmeverlust beim Beton. Holz- und Kunststoffschalungen sind deshalb anderen Schalungen vorzuziehen.

### Verlängerung der Ausschfrist und Nachbehandlungsdauer

Die langsamere Festigkeitsentwicklung des Betons bedingt, dass nicht nur die Nachbehandlungsdauer als auch die Ausschfrist zum Schutze des Betons verlängert werden müssen. Es empfiehlt sich die Druckfestigkeit des Betons vor dem Ausschalen zu prüfen (Prellhammer oder auf der Baustelle gelagerte Prüfkörper).

### Isolationseigenschaft Nachbehandlung – Thermomatten

Bei tiefen Temperaturen eignen sich als Abdeckmaterial im Prinzip nur Thermomatten. Diese müssen ausgeschrieben werden.

### Wärmeverlust

In speziellen Fällen muss das Bauteil oder das ganze Bauwerk vor Wärmeverlust geschützt werden oder sogar beheizt werden.

## Vor dem Einbringen

### Frostschutzmittel

Zur Beschleunigung der Erhärtungsgeschwindigkeit empfiehlt es sich, Beton mit Frostschutzmittel zu bestellen.

Hinweis: Die Angaben, insbesondere die Vorschläge für die Verarbeitung und Verwendung unserer Produkte, beruhen auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen im Normalfall zur Zeit der Dokumentverfassung. Je nach den konkreten Umständen, insbesondere bezüglich Untergründen, Verarbeitung und Umwelteinflüssen, können die Ergebnisse von diesen Angaben abweichen. Die Hochuli AG garantiert nur für aktuelle Werte die vom technische Leiter zur Zeit der Anwendung schriftlich abgegeben wurden. Es gelten die allg. Verkaufsbedingungen des aktuellen Hochuli Kataloges.

## Entfernung von Eis und Schnee

Schalungsflächen und Bewehrung sind frei von Eis und Schnee zu halten, jedoch nie mittels Wasser, sondern durch Wärmebehandlung, z.B. mit Flammgeräten.

## Aufwärmen der Bewehrung

Wenn die Bewehrung kälter als +1 °C ist, ist mit Hilfe von Wärmezufuhr dafür zu sorgen, dass sich während des Betonierens an ihrer Oberfläche keine Eisschicht durch Kondenswasser bildet. Bei besonders tiefen Temperaturen und hohem Bewehrungsgehalt ist die Bewehrung unmittelbar vor dem Einbringen des Frischbetons zu wärmen.

## Einbringen und Verdichten

### Gefrorener Baugrund

Es darf weder auf gefrorenen Baugrund noch auf gefrorene Bauteile betoniert werden.

### Zügiges Einbringen

Der Beton muss zügig in die von Schnee und Eis befreite Schalung eingebracht und verdichtet werden.

## Nachbehandlung

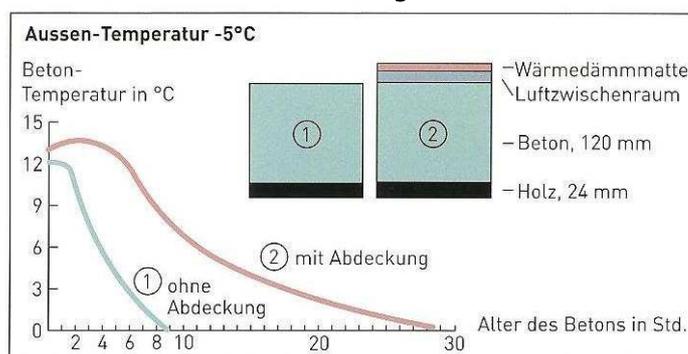
### Sofortiges Abdecken

Der Beton muss unmittelbar nach dem Einbringen vor Wärmeentzug und Feuchtigkeitsverlust geschützt werden. Bei kaltem und trockenem Wetter ist der Feuchtigkeitsgehalt der Luft sehr niedrig. Das Abdecken reduziert die Gefahr von Temperatur- und Schwindrissen.

### Thermomatten

Für das Abdecken eignen sich Thermomatten besonders gut. Kann die Thermomatte nicht direkt auf die Betonoberfläche gelegt werden, ist der Beton vor Zugluft zu schützen. Der Einfluss einer wärmedämmenden Abdeckung ist in der nachfolgenden Grafik ersichtlich.

#### Wärmedämmende Abdeckung



### Heizen

In speziellen Fällen muss das Bauteil oder das ganze Bauwerk vor Wärmeverlust geschützt werden oder sogar beheizt werden.

Hinweis: Die Angaben, insbesondere die Vorschläge für die Verarbeitung und Verwendung unserer Produkte, beruhen auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen im Normalfall zur Zeit der Dokumentverfassung. Je nach den konkreten Umständen, insbesondere bezüglich Untergründen, Verarbeitung und Umwelteinflüssen, können die Ergebnisse von diesen Angaben abweichen. Die Hochuli AG garantiert nur für aktuelle Werte die vom technische Leiter zur Zeit der Anwendung schriftlich abgegeben wurden. Es gelten die allg. Verkaufsbedingungen des aktuellen Hochuli Kataloges.

### Nachbehandlungsdauer

Art und Dauer der Nachbehandlung hängen ab von den Witterungsbedingungen, der Festigkeitsentwicklung des Betons sowie der Geometrie der Bauteile. Sinkt die Betontemperatur während des Erhärtens zeitweise unter 0 °C ab, sind die Ausschalfristen mindestens um diese Zeitspanne zu verlängern.

### Ausschalzeitpunkt

Da die Festigkeitsentwicklung langsamer verläuft, muss das Ausschalen wesentlich später erfolgen.

### Schutz vor Ausblühungen

Betonieren bei tiefen Temperaturen kann zu verstärkten Ausblühungen führen. Es ist deshalb wichtig, dass das Bauteil vor Schnee und Regen geschützt wird. Konsequente und verlängerte Nachbehandlung reduziert die Gefahr von Ausblühungen.

### Temperaturmessung

Die Überwachung der Betontemperatur ermöglicht die Beurteilung des Abbinde- und Erhärtungsvorganges des Betons.

### Festigkeitsmessung

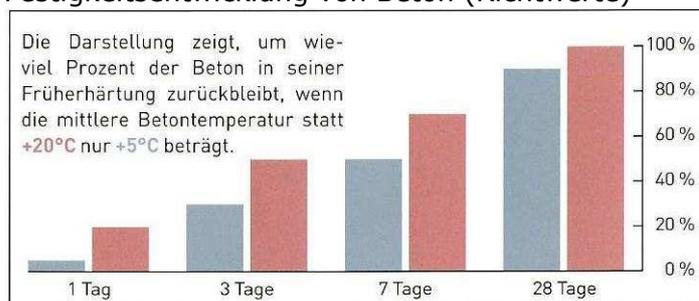
In kritischen Fällen ist die Festigkeit vor dem Ausschalen zu bestimmen. Eine zerstörungsfreie Betonprüfung ist mit dem Betonprüfhammer möglich. Prüfung von Betonprobewürfeln, die bei gleicher Temperatur wie das Bauteil erhärtet sind, auf mindestens die Hälfte der geforderten charakteristischen Mindestdruckfestigkeit.

## Betontechnologie

### Festigkeitsentwicklung

Bei Betontemperaturen nahe dem Gefrierpunkt kommt die Festigkeitsentwicklung praktisch zum Stillstand. Die folgende Darstellung verdeutlicht, um wie viel % der Beton in seiner Früherhärtung zurückbleibt, wenn die mittlere Betontemperatur statt +20°C nur +5°C beträgt.

Festigkeitsentwicklung von Beton (Richtwerte)



### Gefrierbeständigkeit

Nach Erreichen einer bestimmten Reife (Festigkeit), ist junger Beton in der Lage ein einmaliges Durchfrieren ohne dauerhafte Gefügeschäden zu überstehen. Ein schadloses Gefrieren von jungem Festbeton ist möglich, wenn der Beton beim Einbau für mind. 3

Hinweis: Die Angaben, insbesondere die Vorschläge für die Verarbeitung und Verwendung unserer Produkte, beruhen auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen im Normalfall zur Zeit der Dokumentverfassung. Je nach den konkreten Umständen, insbesondere bezüglich Untergründen, Verarbeitung und Umwelteinflüssen, können die Ergebnisse von diesen Angaben abweichen. Die Hochuli AG garantiert nur für aktuelle Werte die vom technische Leiter zur Zeit der Anwendung schriftlich abgegeben wurden. Es gelten die allg. Verkaufsbedingungen des aktuellen Hochuli Kataloges.

weitere Tage eine Temperatur von min. 10 °C nicht unterschreitet oder in einer Erhärtungsprüfung eine Druckfestigkeit von min. 5 N/mm<sup>2</sup> nachgewiesen wurde. Für mehrmaliges Durchfrieren müssen min. 10 N/mm<sup>2</sup> erreicht werden.

**Mögliche Massnahmen** (Zement, Zusatzmittel, Heizen)

In der Betonrezeptur beeinflussen die Menge Zement, der Zementtyp, Zusatzmittel/Zusatzstoffe, der w/z-Faktor und die Temperatur der Ausgangsstoffe die Festigkeit und die Festigkeitsentwicklung. Der Betonhersteller wird die entsprechenden Anpassungen für das Betonieren bei tiefen Temperaturen vornehmen. Frostschutz beschleunigt die Erhärtungsgeschwindigkeit

Hinweis: Die Angaben, insbesondere die Vorschläge für die Verarbeitung und Verwendung unserer Produkte, beruhen auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen im Normalfall zur Zeit der Dokumentverfassung. Je nach den konkreten Umständen, insbesondere bezüglich Untergründen, Verarbeitung und Umwelteinflüssen, können die Ergebnisse von diesen Angaben abweichen. Die Hochuli AG garantiert nur für aktuelle Werte die vom technische Leiter zur Zeit der Anwendung schriftlich abgegeben wurden. Es gelten die allg. Verkaufsbedingungen des aktuellen Hochuli Kataloges.