

**Zeitschrift:** Cementbulletin  
**Band:** 54-55 (1986-1987)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Aufgewärmter Frischbeton  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-153693>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.11.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# CEMENTBULLETIN

FEBRUAR 1986

JAHRGANG 54

NUMMER 2

---

## Aufgewärmter Frischbeton

**Empfohlene Frischbetontemperaturen bei Betonarbeiten bei Frost. Möglichkeiten der Aufwärmung des Frischbetons. Einige Hinweise für die Praxis.**

Auch dieser Winter hat gezeigt, dass die Kälte die Betonarbeiten stark behindert und dass man in der Regel gezwungen ist, Bauarbeiten, die mit Zement ausgeführt werden, bei Frost einzustellen. Diese Einschränkung erfolgt aus zwei Gründen:

- Die Festigkeitsentwicklung von Portlandzement-Mörtel/-Beton wird mit sinkenden Temperaturen immer langsamer und setzt sich bei  $-10^{\circ}$  überhaupt nicht mehr fort (s. «CB» 13/1971, 20/1973, 3/1976).
- Beton und Mörtel, die in frischem Zustand einfrieren, werden dadurch in ihrer Festigkeit dauernd beeinträchtigt («CB» 11/1964, 1/1974, 22/1975).

Mit Beton, der in Bauteilen mit massivem Charakter (kleinste Abmessung 15–20 cm und mehr) eingesetzt wird, ist man in der Lage, über diese Gefahren hinwegzukommen, weil Portlandzement bei der Erhärtungsreaktion selbständig Wärme erzeugt. Wenn ein Wärmeabfluss vollständig verhindert werden könnte, so würde sich ein Betonkörper beim Erhärten in drei Tagen um ungefähr  $40^{\circ}\text{C}$  (P 300) bzw. um ungefähr  $45^{\circ}\text{C}$  (P 350) erwärmen. Die Festigkeitsentwicklung würde dadurch dreifach beschleunigt.

Die kritische Festigkeit von  $5\text{ N/mm}^2$ , bei der ein Einfrieren keine Schädigung mehr erzeugen kann, wird mit dieser natürlichen Wärmeproduktion verhältnismässig rasch erreicht. Je nach der herr-

2 schenden Kälte müssen aber angemessene Isolationsmassnahmen getroffen werden (s. Lit.-Ang. [1]).

Um diesen Ablauf sicherzustellen, muss die Festigkeitsentwicklung und damit die Erzeugung von Eigenwärme erstmal richtig anlaufen. Es ist deshalb Bedingung, dass der Frischbeton beim Einbringen eine angemessene hohe Temperatur aufweist. Amerikanische Empfehlungen (s. Lit.-Ang. [2]) geben bezüglich der Frischbetontemperatur die Angaben gemäss Tabelle 1.

**Tabelle 1**

Empfohlene minimale Frischbetontemperaturen bei verschiedenen Bedingungen

Lufttemperatur °C	Dimensionen des Baukörpers (kleinste Abmessung)		
	< 300 mm	300–900 mm	900–1800 mm
Minimale Betontemperatur in der Schalung:			
	13	10	7 °C
Minimale Betontemperatur am Mischer:			
> 0	16	13	10
0...–18	18	16	13
< –18	21	18	16 °C

Wenn der Frischbeton bei diesen Minimalbedingungen zu erhärten beginnt, sollte die Gefrierfestigkeit nach drei Tagen erreicht werden, mit Beton mit HPC oder mit PC-Dosierungen von 350 und mehr kg/m<sup>3</sup> schon nach zwei Tagen. Die Isolation sollte so bemessen sein, dass die in der ersten Zeile der Tabelle 1 angegebenen Betontemperaturen während dieser Frist erhalten bleiben. Über die Grössenordnung einer Isolation gegen Wärmeverlust gibt Tabelle 2 Auskunft.

**Tabelle 2**

Isolationsleistung zur Aufrechterhaltung einer Betontemperatur von 13 °C während drei Tagen bei einer Betonwandstärke von 250 mm

Lufttemperatur	Zementgehalt	
	300 kg/m <sup>3</sup>	350 kg/m <sup>3</sup>
– 3	0,4 *)	0,35
– 5	0,6	0,4 *)
–10	0,85	0,7 **)

Wärmedurchgangskoeffizienten  $\frac{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}{\text{W}}$  (nach Literaturangaben [2])

\*) z. B. 30-mm-Holzschalung

\*\*) z. B. 20-mm-Schaumstoffplatten aus Polystyrol

3 Neben der Wärmeisolation besteht die Frage, wie man die angegebenen minimalen Frischbetontemperaturen erzielen kann und wie sich diese möglicherweise auf die Qualität des Betons auswirken. Einzelne Transportbetonwerke können Warmbeton anbieten. Sie verfügen über Aufheizungsrichtungen, mit denen entweder heisses Anmachwasser erzeugt wird oder überhitzter Dampf, den man in Zuschlagsdepots oder direkt in den Frischbeton einleitet. Die erstgenannte Heisswasserlösung wird heute vorgezogen, weil sie eine gute Vorausbestimmung der Betontemperatur erlaubt und die Einhaltung eines bestimmten Wasserzementwertes nicht in Frage stellt. Beim Einleiten von Dampf ist die Wassermenge, welche man damit dem Beton schlussendlich zufügt, praktisch nicht bestimmbar. Aus der Zusammensetzung der Betonmischung und den Temperaturen der Komponenten kann die sich einstellende Temperatur des Frischbetons ermittelt werden. Die allgemein gültige Formel dafür lautet:

$$T_B = \frac{Z \cdot T_z + G \cdot T_g + 5 W \cdot T_w}{Z + G + 5 W}$$

$T_B$  = die sich einstellende Frischbetontemperatur (°C)  
 $Z, G, W$  = Gehalt an Zement, Gestein bzw. Wasser (kg/m<sup>3</sup>)  
 $T_z, T_g, T_w$  = Temperatur von Zement, Gestein bzw. Wasser (°C)

Tabelle 3 zeigt die Daten für einen praktisch vorkommenden Bereich.

**Tabelle 3**

Temperatur des Anmachwassers zur Erzielung einer bestimmten Frischbetontemperatur; steifplastische Konsistenz

Zementdosierung (kg/m <sup>3</sup> )	Temperatur des Zuschlages (°C)	Gewünschte Frischbetontemperatur (°C)			
		5	10	15	20
300	0 *)	14	35	55	76
	5	–	22	42	63
	10	–	10	30	48
350	0 *)	13	32	50	68
	5	–	20	38	58
	10	–	10	28	46

\*) ohne Eis!

#### 4 Anschliessend seien noch einige ergänzende Informationen zum Thema «Betonieren bei Frost» und «Warmbeton» gegeben:

1. Die minimale Frischbetontemperatur beträgt in jedem Fall 5 °C. Als maximale Temperatur wird 30 °C empfohlen.
2. Grundsätzlich kann man zur Erzeugung einer aufgewärmten Betonmischung Wasser, das bis zum Siedepunkt erhitzt ist, benutzen. Heisses Wasser sollte jedoch nicht direkt mit Zement in Berührung kommen, sondern muss zuerst mit dem Zuschlag allein vermischt werden.
3. Die Berechnung der Frischbetontemperatur mit der angegebenen Formel stimmt nur, wenn der Zuschlag kein gefrorenes Wasser enthält.
4. Bei höheren Frischbetontemperaturen, als die Tabelle 1 angibt, können die Isolationsmassnahmen entsprechend reduziert werden. Man kann sich dann an die Regel halten, dass der Beton in der Schalung nicht vor sechs Tagen einfrieren sollte bzw. eine Temperatur unter 0 °C annimmt.
5. Die Abkühlung, welche eine aufgewärmte Betonmischung erfährt, bis sie in der Schalung liegt, beträgt 3–10 °C bei Temperaturdifferenzen von 10–30° und einem Zeitbedarf von 20–40 Min. (Grössenordnungen).
6. Luft- und Betontemperaturen müssen bei jeder Lieferung gemessen und protokolliert werden, und zwar am Mischer, vor dem Einbringen und in der Schalung nach ein, drei und sieben Tagen. Nur so gewinnt man die eigenen massgebenden Erfahrungen.
7. Die Erzeugung von Warmbeton bis zu 30 °C hat keinen Einfluss auf die Betonqualität, insbesondere auf die Konsistenz bei gleicher Wassermenge und auf die 28-Tage-Druckfestigkeit. Dies zeigten eingehende Versuche, die schon vor 23 Jahren ausgeführt wurden (s. Lit.-Ang. [3]).

Tr

#### Literaturangaben

- [1] **RILEM**-Richtlinien für das Betonieren im Winter, «beton», Herstellung und Verwendung, 14, 411 (1964), Schriftenreihe TFB Wildegg, 1972
- [2] **ACI-Committee 306**, Cold Weather Concreting ...  
ACI-Journal, May 1978, p. 161
- [3] **G. Wischers** und **E. Krumm**, Verwendung von heissem Anmachwasser für Beton im Winterbau, «beton», Herstellung und Verwendung, Oktober 1963, Seite 463