

Betonieren bei sommerlichen Temperaturen

In der SIA 262 [1] heisst es im Artikel 6.4.5.4f „Bei Frost oder hohen Temperaturen ist das Betonieren nur dann gestattet, wenn besondere Schutzmassnahmen getroffen werden.“ Diese umfassen den Zeitraum vom Beginn der Betonherstellung bis zur Beendigung der Nachbehandlung. Art und Umfang der erforderlichen Schutzmassnahmen hängen von verschiedenen Faktoren ab, z.B. von der Aussentemperatur, der Luftfeuchtigkeit, den Windverhältnissen, der Temperatur des Frischbetons, der zu erwartenden Wärmeentwicklung beim Abbinden, der Wärmeabfuhr (Schalungsmaterial) sowie den Abmessungen des Bauteils.

Beim Einbringen und während des Verdichtens darf der Frischbeton ohne besondere Massnahmen nicht kälter als +5 °C und nicht wärmer als +30 °C sein. Das Anmachwasser und die Gesteinskörnung sind gegebenenfalls vorzuwärmen oder abzukühlen. Diese Forderungen sind auch sinngemäss in der SN EN 13670:2009 [2] enthalten.

1 Betonzusammensetzung

Aufgrund des bei sommerlichen Temperaturen erhöhten Wasserverlustes (Verdunstung) während des Transports und des Umschlags auf der Baustelle sowie des schnelleren Erstarrens muss die Konsistenz des Betons bei der Herstellung des Betons ein höheres Vorhaltemass aufweisen, damit an der Übergabestelle die bestellte Konsistenz eingehalten wird (vgl. Abbildung 1).

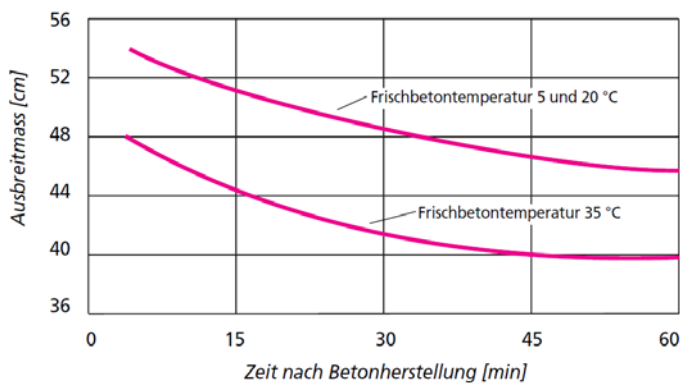


Abbildung 1: Abhängigkeit der Konsistenzänderung von der Frischbetontemperatur bei konstanter Betonzusammensetzung (300 kg CEM I/m³, w/z-Wert 0,50) [3]

Der Verarbeitungszeitraum kann auch durch eine Zugabe von erstarrungsverzögernden und/oder verarbeitungsverlängernden Zusatzmitteln erhöht werden. Bei Verzögerern ist zu beachten, dass die Wirkung bei heissem Wetter stark von der Ausgangskonsistenz abhängig ist. Es sollte ein Beton der Konsistenzklasse F4/F5 oder weicher gewählt werden, da unterhalb dieser Konsistenzbereiche die verzögernde Wirkung u.U. nicht ausreichend wirksam wird. Bei steifen Betonen (z. B. Konsistenzklasse C1), hilft die Zugabe von einem Verzögerer möglicherweise überhaupt nicht.

Bei sommerlichen Temperaturen ist die Betondruckfestigkeit tendenziell niedriger [3] und ausserdem die Gefahr von Rissbildungen infolge eines zu hohen Temperaturgradienten zwischen Kern- und Oberflächenbeton verschärft. Bei sommerlichen Temperaturen kann sich der Temperaturgradient aufgrund der temperaturbedingten höheren Reaktionskinetik (und somit der Hydratationswärmewicklung) verstärken. Zur Verminderung der Hydratationswärme sollten vorrangig langsam erhärtende Zemente zum Einsatz kommen. Hierfür bieten sich LH-Zemente (low heat) oder der Einsatz von Zusatzstoffen (z.B. Flugasche) an, um einen Teil der Zementmenge zu ersetzen.

2 Frischbetontemperatur anpassen

Eine Reduktion der Frischbetontemperatur kann in der Regel durch Senken der Temperaturen der verwendeten Ausgangsstoffe erzielt werden. Den Einfluss der jeweiligen Komponente auf die resultierende Frischbetontemperatur ist in der nachfolgenden Gleichung zusammengestellt.

$$T_{c,fr} = 0.1 \cdot T_z + 0.2 \cdot T_w + 0.7 \cdot T_g \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$T_{c,fr}$ = Frischbetontemperatur [°C]

T_z = Zementtemperatur [°C]

T_w = Wassertemperatur [°C]

T_g = Temperatur der Gesteinskörnung [°C]

Es zeigt sich deutlich, dass die grösste Reduktion der Frischbetontemperatur durch eine Kühlung der Gesteinskörnung herbeizuführen ist. Die Gesteinskörnungen sollten daher möglichst nicht in direkter Sonneneinstrahlung gelagert werden. Hilfreich sind ausserdem Überdachungen oder das Abdecken durch Matten oder Planen sowie eine Berieselung der groben Gesteinskörnung mit Wasser. Eine Möglichkeit besteht darin, Gesteinskörnungen (im Regelfall ab 8 mm) mit flüssigem Stickstoff oder Eis zu kühlen. Weniger wirkungsvoll aber trotzdem sinnvoll ist die Kühlung des Zugabewassers.

3 Vorbereitungen auf der Baustelle

Das Personal auf der Baustelle sollte mit den besonderen Umständen des Betonierens bei hohen Temperaturen vertraut oder zumindest informiert sein (Qualitätssicherungsplan mit geeigneten Massnahmen). Unnötige Wartezeiten während des Betonierens sind generell zu vermeiden (genügend Maschinen, Gerätschaften und Personal vorhalten). Auch die Schalung sollte ggf. vorgängig abgedeckt oder mit Wasser benetzt werden.

4 Verarbeitung des Betons

Beim Transport vom Produktionsort zur Baustelle kann sich das Fahrzeug bzw. der Beton aufheizen. Die Distanz zwischen Betonwerk und Baustelle ist damit wichtig. Evtl. können kurze Anfahrtswege u.U. schon bei der Ausschreibung bedacht werden. Bauführung und Betonwerk müssen Betonlieferung und Einbauleistung im Vorfeld abstimmen. Grundsätzlich ist

der Einbau von Pumpbeton gegenüber dem Einbau mit Kübel vorzuziehen, um einen möglichst zügigen Betoneinbau zu gewährleisten.

Sinnvoll ist auch, das Betonieren auf eine kühlere Tageszeit, z.B. in die sehr frühen Morgenstunden oder in die späten Abendstunden, zu verlegen.

Bei unvorhergesehenen Wartezeiten während des Betonierens, muss der Fahrmischer vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt werden (z.B. Parkieren im Schatten). Die Mischtrommel kann ausserdem auch mit Wasser berieselt werden. Die Auswirkungen einer zu langen Verzögerung sind gegebenenfalls durch einen Betontechnologen zu beurteilen.

Handelt es sich um eine Baustelle der Überwachungsklasse 2 oder 3, empfiehlt es sich, die Frischbetontemperatur nicht nur bei der Probekörperherstellung zu messen und zu dokumentieren, sondern darüber hinaus auch in regelmässigen Abständen zu kontrollieren, um das evtl. frühere Ansteifen des Betons beurteilen zu können.

5 Nachbehandlung und Schutz

Die Nachbehandlung hat gemäss SIA 262 [1] Artikel 6.4.6 in Abhängigkeit der Nachbehandlungsklasse zu erfolgen. Eine Erläuterung zu den Nachbehandlungsklassen ist in [5] enthalten. Dort werden auch die Nachbehandlungsmassnahmen für Lufttemperaturen bis zu +25 °C genannt.

Bei Lufttemperaturen über +25 °C sind besondere Massnahmen vorzusehen, die gemäss SIA 118/262 [4] Art. 8.4.6.3 auch getrennt zu vergüten sind. Folgende Massnahmen kommen hierfür in Frage:

- Abdecken oder Aufbringen eines flüssigen Nachbehandlungsmittels (Curing compound) und mit Wasser benetzen (Wasserlachen oder Wasserfluss vermeiden)
- Zusätzlich:
 - Holzschalung nässen,
 - Stahlschalung vor Sonne schützen und
 - freie Betonoberflächen in der Schalung abdecken und benetzen.

Das flüssige Nachbehandlungsmittel ist nur als erster Verdunstungsschutz zu verstehen. Das Aufbringen muss vollflächig und so früh wie möglich erfolgen. Bei hohen Lufttemperaturen, starker Sonneneinstrahlung und/oder Wind ist es darüber hinaus erforderlich, den eingebrachten Frischbeton mit Folie und Isoliermatten als Hitzeschutz oder auch durch das Auflegen wasserspeichernder Materialien und ständigem



Abbildung 2: Betonierarbeiten im Sommer

Feuchthalten, eventuell in Verbindung mit Folie als Verdunstungsschutz, zu schützen. Beim Aufsprühen von Wasser ist darauf zu achten, dass es nicht mit der erhitzten Betonoberfläche in direkten Kontakt kommt, und dass kein fließendes und auch kein kaltes Wasser verwendet werden darf (Temperaturschock, Rissbildung). Auch ein sommerlicher Gewitterregen kann einen ähnlichen problematischen Effekt verursachen.

Referenzen

- [1] SIA 262:2013 Betonbau
- [2] SN EN 13670:2009 Ausführung von Tragwerken aus Beton
- [3] Cementbulletin Nr.4/1999 Betonieren bei hohen Temperaturen
- [4] SIA 118/262:2004 Allgemeine Bedingungen für Betonbau
- [5] TFB-Bulletin Nr.2/2013 Nachbehandlung von Beton

Björn Mühlán

WEITERBILDUNG BEI UNS IM HAUS

Mai 2015

13.05. Bau-Projektmanagement „spezial“ - Der Mensch im Bauprojekt – Chance oder Risiko?!

Juni 2015

02.06. Haftungsrisiken für Organe + leitende Angestellte
03.06. Das Baubewilligungsverfahren
09.06. 1. Ingenieurbetonbautag 2015
11.06. Die neue TVA - eine Totalrevision
23.06. Gesteinskörnung für Beton, die SN EN 12620
24.06. Potenzial von Betonzusatzmitteln richtig nutzen
25.06. Bauen mit Geokunststoffen

September 2015

08.09. Aktuelle Fragen und Entwicklungen im Brückenbau

November 2015

03.11. Die SIA 118 in der Praxis
17.11. Betonstrassen - planen - konstruieren - ausführen - unterhalten

Dezember 2015

03.12. Die SIA 118 in der Praxis

Januar 2016

14.01. Baustellen-Knigge

Februar 2016

24./25.02. Auf der Baustelle überzeugen

ANMELDUNG unter: Weiterbildungszentrum TFB AG,
062 887 72 77, schulung@tfb.ch, <http://www.bauundwissen.ch>

Impressum

TFB-Bulletin wird mehrmals jährlich elektronisch versandt. Herausgeber: TFB AG Technik und Forschung im Betonbau, Lindenstrasse 10, 5103 Wildegg, Tel. 062 887 72 72, E-Mail bulletin@tfb.ch; Redaktion: Dr. Veronika Klemm