



## Umgang mit Frischbeton auf der Baustelle

**EIGENSCHAFTEN UND PRÜFUNG** \ Ist Beton noch verarbeit- und verdichtbar, bezeichnet man diesen als Frischbeton. Damit der Frischbeton im erhärteten Zustand die für das jeweilige Bauprojekt gewünschten Eigenschaften besitzt und entsprechend gefördert und eingebaut werden kann, ist bei der Herstellung des Betons umfangreiches Fachwissen notwendig. Hier die wichtigsten Fakten \ *Dipl.-Ing. Jochen Reiners, VDZ*

Im Folgenden werden die wichtigsten Kriterien der Zusammensetzung sowie die erforderlichen Prüfungen zur Ermittlung von Konsistenz, Frischbetonrohichte, Luftgehalt und Temperatur des Frischbetons dargestellt. Dabei soll vor allem die Konsistenz-Prüfung mithilfe des Ausbreitmaßes als das in der Baustellenpraxis gängigste Verfahren ausführlicher beleuchtet werden.

### BEDEUTUNG DES WASSERGEHALTS

Frischbeton wird durch Mischen von Zement, grober und feiner Gesteinskörnung und Wasser hergestellt. Durch den Einsatz von Zusatzmitteln und -stoffen lassen sich die erforderlichen Frischbetoneigenschaften mit einer Vielzahl von Festbetoneigenschaften kombinieren. Zement und Wasser bilden dabei den Zementleim – nach dessen Erhärtung entsteht Zementstein. Bei der Hydratation können Zusatzstoffe beteiligt sein. Über den wirksamen Wassergehalt und damit den Wasserzementwert können die Verarbeitbarkeit, aber insbesondere die Festigkeit und Dichtigkeit des Zementsteins und damit die Festbetoneigenschaften maßgeblich beeinflusst werden.

Der wirksame Wassergehalt setzt sich zusammen aus der an der Gesteinskörnung haftenden Oberflächenfeuchte, dem

Wasseranteil in Zusatzmitteln und -stoffen sowie dem Zugabewasser. Gesteinskörnungen mit porigem Gefüge saugen zusätzlich Wasser auf, die Kernfeuchte. Diese wirkt sich nicht auf die Konsistenz und den Wasserzementwert aus, kann jedoch eine vorteilhafte, innere Nachbehandlung bewirken, wenn die Kernfeuchte dem noch nicht hydratisierten Zement zu einem späteren Zeitpunkt wieder zur Verfügung gestellt wird. Wird die Gesteinsfeuchte poriger Gesteinskörnungen beim Gesamtwassergehalt dagegen nicht berücksichtigt, ist mit einer steiferen Konsistenz des Frischbetons und mit Verbundstörungen beim Festbeton zu rechnen.

### ANFORDERUNGEN AN DAS ZUGABEWASSER

Als geeignet gilt Trinkwasser sowie in der Natur vorkommendes Wasser, soweit es nicht Bestandteile enthält, die das Erhär-

präsentiert von



Alle Abb.: BetonBild

1 Prüfung des Ausbreitmaßes

ten oder andere Eigenschaften des Betons ungünstig beeinflussen oder den Korrosionsschutz der Bewehrung beeinträchtigen.

Die Anforderungen an Zugabewasser regelt die DIN EN 1008.

### WASSERZEMENTWERT

Das Massenverhältnis des Wassergehalts zum Zementgehalt – bezogen auf 1 m<sup>3</sup> verdichteten Frischbeton – nennt man Wasserzementwert. Berechnet wird der Wasserzementwert (w/z), indem die Masse des Wassers (w) durch Masse des Zements (z) geteilt wird. Beispiel: 165 l = 165 kg Wasser

Konsistenzklasse	C0	F1 C1	F2 C2	F3 C3	F4	F5	F6
Ausbreitmaß [cm]	–	≤ 34	35...41	42...48	49...55	56...62	≥ 63
Verdichtungsmaß c [-]	≥ 1,46	1,45...1,28	1,25...1,11	1,10...1,04	–	–	–
Konsistenzbeschreibung	sehr steif	steif	plastisch	weich	sehr weich	fließfähig	sehr fließfähig
Eigenschaften des Feinmörtels	erdfeucht	erdleucht und etwas nasser	weich	flüssig	sehr flüssig		
Eigenschaften des Frischbetons beim Schütten	lose	los/schollig	schollig bis zusammenhängend	schwach fließend	fließend		
Verdichtungsart	kräftig wirkende Rüttler und/oder kräftiges Stampfen bei dünner Schüttlage		Rütteln	Rütteln	„Entlüften“ durch Stochern oder leichtes Rütteln		

2

2 Konsistenz des Frischbetons Klassen F und C



und 300 kg Zement ergeben einen Wasserzementwert von 0,55. Der Zement kann chemisch und physikalisch eine Wassermenge von rund 40 % seiner Masse ( $w/z = 0,40$ ) binden. Weist ein Zementleim einen höheren Wasserzementwert auf, hinterlässt das darin enthaltene Überschusswasser verästelte, saugfähige (Kapillar-) Poren.

#### FESTLEGEN DES WASSERZEMENTWERTES

Um eine ausreichende Dichtigkeit und Dauerhaftigkeit des Zementsteingefüges zu erhalten, muss der Wasserzementwert des Betons je nach Expositionsklasse begrenzt werden. Bei der Ermittlung des Wasserzementwertes für die Festlegungen darf kein Einzelwert den Grenzwert um mehr als 0,02 überschreiten. Für die gewünschte Betondruckfestigkeit kann der Wasserzementwert über die Zementdruckfestigkeit abgeschätzt werden. Wichtig: Bei Zugabe von Zusatzmitteln und -stoffen können sich deutliche Veränderungen der Abhängigkeiten zwischen Wasserzementwert, Zementdruckfestigkeit und Betondruckfestigkeit ergeben.

#### FRISCHBETONKONSISTENZ

Die Konsistenz ist eine wesentliche Frischbetoneigenschaft und maßgeblich für Verarbeitbarkeit, Verdichtbarkeit, Förderbarkeit und Einbaubarkeit des Betons. Der Frischbeton kann mit verschiedenen Prüfverfahren bestimmten Konsistenzklassen zugeordnet werden. Nach DIN EN 206-1 sind 4 verschiedene Konsistenzprüfverfahren möglich. In Deutschland wird vorzugsweise das Ausbreitmaß (Ausbreitmaßklassen F1 bis F6/DIN EN 12350-5) verwendet. Für steifere Konsistenzen wird außerdem das Verdichtungsmaß genutzt (Verdichtungsklassen C0 bis C4/DIN EN 12350-4).

#### BESTIMMEN DES AUSBREITMASSES

Über das Ausbreitmaß kann der Frischbeton den Konsistenzklassen F1 (steif) bis F6 (sehr fließfähig) zugeordnet werden. Für Ausbreitmaße  $\leq 34$  cm und  $> 60$  cm ist die Messung mit dem Verfahren nach DIN EN 12350-5 ungeeignet. Wichtig ist es, Einflüsse wie das Nachschwingen des Ausbreitmasses durch unrichtige Lagerung, Erschütterungen durch hartes Anschlagen an der oberen Hebebegrenzung oder



#### CHECKLISTE

1. Ausbreittisch auf ebene, horizontale, feste und rückprallfreie Oberfläche stellen (Sandbett)
2. Funktionsfähigkeit überprüfen
3. Gereinigte Tischplatte und Form matt anfeuchten
4. Form mittig auf Tischplatte stellen, ausrichten und mit Schaufel in 2 gleichen Betonschichten füllen
5. Jede Schicht durch 10 leichte Stöße mit Stößel ausgleichen
6. Überstand ohne Verdichtungseinwirkung bündig abstreichen
7. Freie Tischplatte von Beton säubern
8. Form an den Handgriffen langsam vertikal anheben
9. Aufstellrahmen über die Trittleche fixieren
10. Tischplatte am Handgriff  $15 \times$  ruckfrei bis zum Anschlag anheben und frei fallen lassen (jeder Einzelvorgang  $\geq 2$  s und  $\leq 5$  s)
11. Durchmesser  $d_1$  und  $d_2$  des Betonkuchens parallel zu den Tischkanten auf 1 cm gerundet messen
12. Ausbreitmaß ermitteln:  $(d_1 + d_2) : 2$  und auf 1 cm gerundet angeben  
Beispielmessung:  $d_1 = 46$  cm und  $d_2 = 48$  cm;  
Mittelwert:  $(46 \text{ cm} + 48 \text{ cm}) : 2 = 47 \text{ cm} >$  Zuordnung nach Tafel 3:  
Konsistenzklasse F3 – weich

die Verringerung der Fallgeschwindigkeit der Tischplatte durch zu langsames Öffnen der Finger zu verhindern. Derartige Vorkommnisse können das Ausbreitmaß beeinflussen und somit die Ergebnisse verfälschen.

#### BESTIMMUNG DER FRISCHBETON- ROHDICHTE UND DES LUFTGEHALTS

Über die Bestimmung des Ausbreitmaßes hinaus geben die Frischbetonrohichte sowie der Luftgehalt Aufschluss über die spätere Beschaffenheit des Festbetons.

Betone werden nach ihrer Rohdichte in Leichtbeton, (Normal-) Beton und Schwerbeton unterschieden. Die Frischbetonrohichte gibt bei bekannter Sollrohichte einen Hinweis auf die Vollständigkeit der Verdichtung. Außerdem kann damit auf die Gleichmäßigkeit der Betonzusammensetzung geschlossen werden. Genaue Anforderungen und Details zur Durchführung der Prüfung sind in DIN EN 12350-6 geregelt. Zusammen mit der Frischbetonrohichte wird meist auch der Luftgehalt ermittelt. Auch gut zusammengesetzter Beton enthält nach sorgfältiger Verdichtung noch Verdichtungs-poren. Bei einem Beton mit 32 mm Größtkorn sind dies etwa 1 Vol.-% bis 2 Vol.-%. Mit kleiner werdendem Größtkorn nimmt das Volumen der Verdichtungs-poren im Allgemeinen zu. Der Luftgehalt gibt Hinweise auf die Verdichtbarkeit des Frischbe-

tons und die daraus zu erwartenden Festbetoneigenschaften (Dichtigkeit, Dauerhaftigkeit). Der Luftgehalt lässt sich mit dem Druckausgleichsverfahren bestimmen. Details finden sich in der DIN EN 12350-7.

#### TEMPERATUR

Nicht zuletzt muss die Frischbetontemperatur betrachtet werden. Diese darf im Allgemeinen  $30^\circ\text{C}$  nicht überschreiten – andernfalls muss durch besondere Maßnahmen sichergestellt werden, dass keine nachteiligen Folgen zu erwarten sind. Für das Betonieren bei niedrigen Lufttemperaturen sind Mindesttemperaturen des Betons beim Betonieren einzuhalten. Zum Beispiel darf Beton in der Regel erst dann durchfrieren, wenn seine Temperatur für mindestens drei Tage  $10^\circ\text{C}$  nicht unterschritten hat oder die Betondruckfestigkeit  $f_{cm} \geq 5 \text{ N/mm}^2$  ist (Gefrierbeständigkeit von jungem Beton). \ \



#### WEITERE INFOS

Das Kompendium „Guter Beton“ bewährt sich seit Jahrzehnten als wichtige Arbeitshilfe und ist aufgrund einer kürzlich erfolgten Überarbeitung topaktuell.

#### Guter Beton

Ratschläge für die richtige Betonherstellung  
23., überarb. u. erw. Aufl., 2010, 176 S., 14,8 × 21 cm,  
34 Abb., 70 Taf., kart. 24,80 Euro/41,80 sFr  
ISBN 987-3-7640-0528-3