

Frischbeton-Prüfungen

Holcim (Deutschland) GmbH



Betonprüfungen auf der Baustelle

Betonherstellung

Der Umfang der werkseigenen Produktionskontrollen bei der Herstellung des Betons und der Umfang der Überwachungsprüfungen des Betons auf der Baustelle sind in DIN EN 206-1 und der DIN 1045-2/3 festgelegt.

Betonübergabe

Mit der Übergabe des Betons geht auch die Verantwortung für den Beton vom Produzenten an den Abnehmer über.

Prüfungen auf der Baustelle

Der Beton wird gemäß DIN 1045-3 in drei Überwachungsklassen (ÜK) eingeteilt. Bei Beton der ÜK 1 reicht eine augenscheinliche Prüfung und Kontrolle des Lieferscheins. Wird Beton der ÜK 2 und ÜK 3 eingebaut, muss die Überwachung vom Bauunternehmen sowie von einer anerkannten Überwachungsstelle durchgeführt werden. Der Prüfungsumfang ist in der DIN 1045-3 festgelegt.

Der Inhalt dieses Flyers basiert auf folgenden Normen, in denen sich weiterführende Angaben zu den einzelnen Prüfungen und den vertraglichen Vereinbarungen finden

Norm	Bezeichnung
DIN EN 206-1	Beton – Teil 1: Festlegungen, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
DIN 1045-1	Bemessung und Konstruktion
DIN 1045-2	Deutsche Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1 »Beton«
DIN 1045-3	Bauausführung – Anwendungsregeln zu DIN EN 13670
DIN 1045-4	Ergänzende Regeln für Herstellung und Überwachung von Fertigteilen
DIN EN 12350	Prüfung von Frischbeton
DIN EN 13670	Ausführung von Tragwerken aus Beton
DIN EN 12390-1	Prüfung von Festbeton – Teil 1: Form, Maße und andere Anforderungen für Prüfkörper und Formen
DIN EN 12390-2	Prüfung von Fetsbeton – Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen

Prüfungen sind unabdingbar

Betonlieferung

Bei der Übernahme des Betons auf der Baustelle ist der Lieferschein zu prüfen und der Beton optisch zu kontrollieren. Gegebenenfalls ist eine Annahmeprüfung vorzunehmen.

Frischbetonprüfungen

Frischbeton sollte immer geprüft werden, um kostengünstig qualitative Fragen zu klären:

- Entspricht der bestellte dem gelieferten Beton?
- Erfüllt der Beton die vereinbarten Frischbetoneigenschaften?

Festbetonprüfungen

An während der Betonage hergestellten Probekörpern werden die Druckfestigkeiten zu verschiedenen Zeitpunkten, die Dichte und nach Bedarf auch weitere Eigenschaften geprüft. Damit lassen sich Frisch- und Festbetonwerte ermitteln, die für den Konformitätsnachweis notwendig sind.

Spezifikation in der Ausschreibung

- Frisch- und Festbetonkontrollen als Annahmeprüfung sind entsprechend der Überwachungsklassen zu prüfen
- Der erforderliche Prüfumfang, der abhängig ist von der verarbeiteten Betonmenge und/oder Betoniertage, ist der DIN 1045-3 zu entnehmen
- Über die Normanforderungen hinaus können weitere Prüfungen sinnvoll sein, die vorab vereinbart werden müssen

Bemerkungen

- Eine visuelle Prüfung muss immer stattfinden
- Beton der ÜK 1 ist nur in Zweifelsfällen zu prüfen; eine Annahmeprüfung ist jedoch immer sinnvoll
- Frischbetonprüfungen sind unerlässlich, damit nur Beton mit den geforderten Eigenschaften verarbeitet wird; so können die Bauteile zielsicher die planerischen Anforderungen erfüllen
- Der Wassergehalt oder w/z-Wert des Frischbetons ist für fast alle späteren Festbetoneigenschaften ein maßgeblicher Wert

Temperatur des Betons

- Die Frischbetontemperatur darf beim Einbau im Allgemeinen 30°C nicht überschreiten
- Betone für besondere Maßnahmen werden oft auf 25°C Frischbetontemperatur beschränkt
- Bei Lufttemperaturen unter 5°C gelten die folgenden Vorgaben für die Frischbetontemperatur:

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

Während der ersten Tage der Hydratation darf der Beton erst dann leicht durchfrieren, wenn:

- Betontemperatur vorher wenigstens 3 Tage $\geq +10\text{ °C}$
- oder
- Druckfestigkeit des Betons $\geq 5\text{ N/mm}^2$



Frostschäden an der Betonoberfläche



Frischbeton, Probenahme

Weiterführende Angaben: DIN EN 12350-1

Probe

Üblicherweise wird aus einem Teil der Mischerfüllung eine Probe entnommen und gründlich durchgemischt. Hier spricht man von einer Stichprobe.

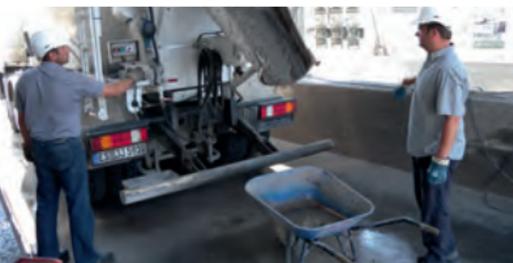
Verfahren

Anhand des Probenahmeplans sind die Proben zu entnehmen. Die Betonproben für die Druckfestigkeitsprüfung müssen gleichmäßig über die Betonierzeit verteilt und aus verschiedenen Lieferfahrzeugen entnommen werden, wobei aus jeder Probe ein Probekörper herzustellen ist. Die Gesamtmenge der Proben muss mindestens das 1,5-fache der für die Prüfungen benötigten Menge betragen.

Einzelproben werden mit der Probennahmeschaufel dem Mischer oder der Betonmasse entnommen und in einem geeigneten Behälter aufbewahrt.

Bei Sammelproben sollen weder vom ersten noch letzten Teil der Betonlieferung Proben entnommen werden. Es sollen an mindestens 5 bezüglich Tiefe und Ort unterschiedlichen Stellen Einzelproben entnommen werden. Diese lokal repräsentative Probenahme gilt auch bei der Entnahme aus frei fallenden Betonströmen.

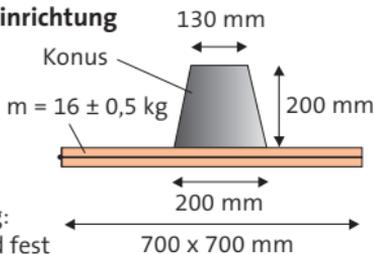
Die Proben sind jederzeit gegen Verunreinigung, Wasseraufnahme bzw. -verlust und extreme Temperaturen zu schützen.



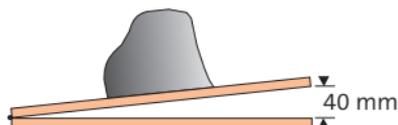
Frischbeton, Ausbreitmaß

Weiterführende Angaben: DIN EN 12350-5

Prüfeinrichtung



Lagerung:
eben und fest



Dauer je Vorgang: 1–3 Sekunden
Anzahl Vorgänge: 15

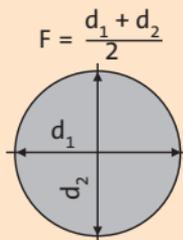
Prüfung

- Ausbreittisch, Konusinnenseite und alle Geräte feucht abwischen damit die Flächen mattfeucht sind
- Frischbeton mit Schaufel in zwei gleich hohen Lagen einfüllen
- Jede Lage ist mit 10 leichten Stößen mit dem Stößel (Holzstampfer 40 x 40 mm) auszugleichen
- Abziehen der Betonoberfläche mit Stampfer und Reinigen der Tischplatte rund um den Konus
- 30 Sekunden warten und innerhalb von 1 bis 3 Sekunden Konus vertikal abheben (Bild 1)
- Tischplatte innerhalb 1-3 Sekunden 15 mal bis zum Anschlag heben und frei fallen lassen (Bild 2)

- Zwei zueinander senkrecht stehende Durchmesser d_1 und d_2 messen (Bild 3), Ausbreitmaß f bestimmen und auf 10 mm genau anzugeben
- Entsteht kein kompakter Kuchen oder liegen einzelne Körner neben dem Kuchen, ist die Prüfung zu verwerfen
- Der Rand des Betonkuchens ist zu beobachten, bei Anzeichen von Entmischungen sind diese zu dokumentieren
- Diese Prüfung ist für plastisch bis fließfähige Betone

Faustregel

Ein um 10 mm größeres Ausbreitmaß F mit Wasser einzustellen erfordert: Wassergehalt $\approx +2 \text{ kg/m}^3$ und bewirkt: Druckfestigkeit $\approx -1 \text{ N/mm}^2$

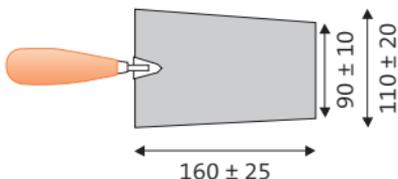


Frischbeton, Verdichtungsmaß (Walz)

Weiterführende Angaben: DIN EN 12350-4

Prüfeinrichtung

- Stabiler, prismatischer Behälter mit quadratischer Grundfläche von 200 x 200 mm und 400 mm Innenhöhe
- Kelle mit ebener Fläche:



- Rütteltisch oder Innenrüttler (Rüttelflasche) mit einem Durchmesser von 25 bis 40 mm

Prüfung

- Behälter innen feucht abwischen und auf feste, ebene Unterlage stellen
- Mit der Kelle abwechselnd über alle vier Kanten des Behälters Frischbeton lose einfüllen (Bild 1)

- Den überstehenden Beton mit einem Lineal in einer Sägebewegung abstreichen (nicht verdichten)
- Beton verdichten, bis keine Volumenverringering mehr festzustellen ist (Bild 2)
- Abstich je in der Mitte der Seitenflächen auf 1 mm genau messen (Bild 3) und Mittelwert s berechnen
- Das Verdichtungsmaß C ergibt sich wie folgt:

$$c = \frac{400}{400 - s} \text{ (auf 2 Stellen genau)}$$

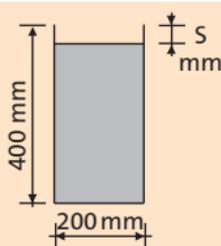
- Diese Prüfung ist für steife Betone

Faustregel

Ein um 0,1 kleineres Verdichtungsmaß c bedeutet:

Wassergehalt $\approx + 15 \text{ kg/m}^3$

Druckfestigkeit $\approx - 3 \text{ bis } - 6 \text{ N/mm}^2$



Frischbeton, Setzmaß

Weiterführende Angaben: DIN EN 12350-2

Prüfeinrichtung

- Stabiler, 300 mm hoher Kegelstumpf mit einem unteren Innendurchmesser von 200 mm und einem oberen von 100 mm
- 600 mm langer Stahlstab mit abgerundeten Enden und einem Durchmesser von 16 mm
- Feste, ebene und nicht saugende Unterlage (z. B. Blech oder Kunststoff)

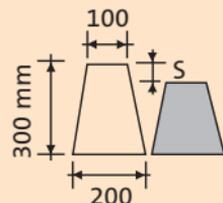
Prüfung

- Die ganze Prüfung ist ohne Unterbrechung innerhalb von zweieinhalb Minuten auszuführen
- Innenfläche des Kegelstumpfs feucht abwischen
- Frischbeton in drei gleich hohen Lagen einbringen, ohne den Kegelstumpf zu verschieben (Bild 1)
- Jede Lage über ihre ganze Dicke (bis zur Oberfläche der tieferen Lage) mit 25 Stößen des Stahlstabs verdichten (Bild 2)

- Den überstehenden Beton in einer Sägebewegung mit dem Stahlstab abstreifen und Unterlage reinigen
- Kegelstumpf sorgfältig (ohne Drehen) senkrecht innerhalb von 5 bis 10 Sekunden hochziehen
- Kegelstumpf neben die Betonprobe stellen und durch auflegen des Stahlstabs auf den Kegelstumpf, über die Betonprobe, die Setzung auf 10 mm genau messen (Bild 3)
- Zerfällt der Betonkegel, ist die Prüfung zu verwerfen

Faustregel

Ein um 10 mm größeres Setzmaß S mit Wasser herzustellen erfordert: Wassergehalt $\approx + 2$ bis $+ 3 \text{ kg/m}^3$ und bewirkt Druckfestigkeit $\approx \text{ca. } 1 \text{ N/mm}^2$



Frischbeton, Konsistenz

Die Konsistenz äußert sich in der Verarbeitbarkeit, der Verdichtungswilligkeit, der Weichheit und der Geschmeidigkeit des Betons. Sie ist mit einer der drei beschriebenen Methoden zu bestimmen.

Die drei Methoden für die Ermittlung der Konsistenz:	
1.	Ausbreitmaß
2.	Verdichtungsmaß
3.	Setzmaß

**Konsistenzklassen nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2.
In Deutschland angewandte Prüfmethode und
Konsistenzbeschreibung**

Ausbreitmaß		Verdichtungsmaß		Setzmaß		Konsistenzbeschreibung
Klasse	Wert [mm]	Klasse	Wert	Klasse	Wert [mm]	
		C0 ¹⁾	≥ 1,46			sehr steif
F1 ¹⁾	≤ 340	C1	1,45 bis 1,26	S1	10 bis 40	steif
F2	350 bis 410	C2	1,25 bis 1,11	S2	50 bis 90	plastisch
F3	420 bis 480	C3	1,10 bis 1,04	S3	100 bis 150	weich
F4	490 bis 550			S4	160 bis 210	sehr weich
F5	560 bis 620			S5 ¹⁾	≥ 220	fließfähig
F6 ¹⁾	≥ 630					sehr fließfähig

¹⁾ Wegen fehlender Empfindlichkeit der Prüfverfahren nicht zu empfehlen.

Eine allgemein verbindliche Korrelation zwischen den Konsistenzklassen existiert nicht, jedoch hat die Praxis eine annähernde Gleichwertigkeit gezeigt.

DIN EN 206-1 lässt als weitere Konsistenzklasse auch die Setzzeitklasse nach Vébé zu. Ihre Anwendung ist in Deutschland aber unüblich.



Frischbeton, Luftgehalt

Weiterführende Angaben: DIN EN 12350-7

Maximaler Luftporengehalt

Der maximale Luftporengehalt ist bei der Baustellenplanung zwischen den Vertragspartnern festzulegen

Prüfeinrichtung

Zwischen je einem mit Beton und Druckluft gefüllten Behälter wird Druckausgleich hergestellt. Der wegen der Luftporen im Beton resultierende Druckabfall lässt sich am Manometer des Luftporentopfs (Bild 1) als Luftgehalt des Betons in % ablesen.

Prüfung

- Betonprobe je nach Konsistenz in mindestens einer Schicht (bei gleichzeitiger Rohdichtebestimmung in mindestens zwei Schichten) in den Behälter einfüllen und jede Schicht vollständig verdichten. Die vollständige Verdichtung ist erreicht, wenn keine großen Luftblasen an der Betonoberfläche erscheinen und die Oberfläche relativ glatt und eben, ohne übermäßiges Entmischen erscheint
- Nach dem Verdichten wird der Beton mit dem Stampfer bündig am oberen

Rand des Behälters abgestrichen und mit der Glättkelle geglättet

- Dichtungsflächen reinigen, Deckel aufsetzen und festschrauben
- Über eines der beiden geöffneten Ventile Wasser einfüllen, bis am anderen Ventil das Wasser blasenfrei austritt (Bild 2)
- Beide Ventile schließen
- Mit Luftpumpe Normdruck aufbringen
- Mit dem Korrekturventil die Anzeige auf den kalibrierten Startpunkt bringen (Bild 3)
- Das Prüfventil anhaltend betätigen, um Druckausgleich herzustellen
- Den Luftgehalt am Manometer auf 0,1% genau ablesen

Anwendungsbereich

Das beschriebene Verfahren gilt für Frischbeton mit normaler Gesteinskörnung und einem D_{\max} bis 63 mm.

Faustregel

Ein um 1 Volumenprozent höherer Luftgehalt bedeutet:
Druckfestigkeit ≈ -2 bis -3 N/mm²

1



2



3



Herstellung und Lagerung der Prüfkörper

Weiterführende Angaben: DIN EN 12390-1 und -2

Prüfkörperherstellung

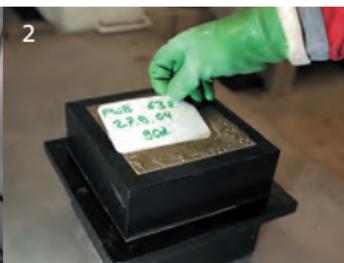
Der Beton ist vor dem Einfüllen in die Prüfkörperform erneut zu mischen. Das Einbringen muss in mindestens einer Schicht (bei der Rohdichtebestimmung in mindestens zwei Schichten ≤ 100 mm) erfolgen. Der Beton ist sofort nach dem Einbringen jeder Schicht vollständig üblicherweise auf einem Rütteltisch zu verdichten (Bild 1), kein übermäßiges Verdichten, keine Schlämmanreicherung!
Die Prüfkörper sind sofort zu kennzeichnen bzw. zu beschriften (Bild 2). Die DIN EN 206-1 empfiehlt, die geforderte Druckfestigkeit an Würfeln mit einer Kantenlänge von 150 mm oder an Zylindern mit einem Durchmesser von 150 mm und einer Höhe von 300 mm zu ermitteln.

Lagerung der Prüfkörper nach EN 206-1

- Die Prüfkörper sind während mindestens 16 Stunden und höchstens 3 Tagen bei $20 \pm 5^\circ\text{C}$ in der Form zu belassen; sie sind dabei gegen Stöße und Austrocknen (Sonne/Wind) zu schützen
- Nach der Entnahme aus der Form sind die Prüfkörper bis zur Prüfung auf Druckfestigkeit unter Wasser (Bild 3) bei $20 \pm 2^\circ\text{C}$ oder in einer Feuchtkammer bei $20 \pm 2^\circ\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchte von $\geq 95\%$ zu lagern
- Nicht zuviel Trennmittel verwenden, da Minderfestigkeiten wegen LP-Bildung

Standard-Lagerung nach DIN 1045

- Wasserlagerung bis zum 7. Tag, dann Luftlagerung bei $20 \pm 2^\circ\text{C}$ bis zur Prüfung im Regelfall nach 28 Tagen
- Bei dieser Lagerungsart muss der Druckfestigkeitswert bei Normalbeton mit dem Faktor 0,92 und bei hochfestem Beton mit dem Faktor 0,95 abgemindert werden



Frischbeton Rohdichte

Weiterführende Angaben: DIN EN 12350-6

Prinzip

Der Frischbeton wird in einem biege-
steifen und wasserdichten Behälter,
dessen Volumen und Masse bekannt
ist, verdichtet und gewogen. Das
Volumen des Behälters muss minde-
stens 5 l betragen.

Prüfung

- Behälter genau wiegen und Wert
aufzeichnen (Genauigkeit 0,01 kg)
- In Abhängigkeit der Konsistenz des
Betrns, muss der Behälter in zwei
oder mehreren Lagen gefüllt werden
- Jede Lage vollständig verdichten,
kein übermäßiges Verdichten,
keine Schlämmeanreicherung
- Nach dem Verdichten der obersten
Schicht wird diese mit der Glättkelle
geglättet und bündig mit dem Rand
des Behälters abgestrichen
- Die Oberfläche wird dann mit dem
Stahllineal abgezogen
- Den Rand und die Außenseiten des
Behälters sauber abwischen

- Der Behälter ist mit seinem Inhalt zu
wiegen
- Um die Masse des Betons zu bestim-
men, wird das Gewicht des leeren
Behälters vom gefüllten Behälter
abgezogen
- Zur Ermittlung der Rohdichte wird
nun die Masse des Beton geteilt durch
das Volumen des Behälters
- Die ermittelte Rohdichte ist zu doku-
mentieren
- Kontrolle mit der Sollrohddichte
nach Rezepturvorgaben der
Betonzusammensetzung

Formel

$$\rho = m_2 - m_1 : V$$

ρ = Frischbetonrohddichte, in kg/m^3

m_1 = Masse des leeren Behälters in kg

m_2 = Masse des vollständig verdichteten
mit Beton gefüllten Behälters in kg

V = Volumen des Behälters, in m^3

Das Ergebnis der Rohddichtebestimmung
ist auf 10 kg/m^3 anzugeben.



Wassergehalt – Darrversuch

Weiterführende Angaben: DBV-Merkblatt: Besondere Verfahren zur Prüfung von Frischbeton und Handbuch der Betonprüfung (Iken / Lachner / Zimmer / Wöhnl / Breit). In Anlehnung an die zurückgezogene DIN 1048-1

Prinzip

An einer Frischbetonprobe wird im Darrverfahren durch scharfes und rasches Trocknen der Masseverlust bestimmt. Aus dem Masseverlust wird der Wassergehalt berechnet.

Prüfung

- Frischbetonprobe (ca. 5 kg für einen D_{\max} 32) entnehmen
- Frischbeton mit Ablesegenauigkeit von 1 g wiegen: $m_{b,h}$
- Beton rasch und scharf unter dauerndem Rühren so lange trocknen, bis keine Klumpen mehr vorhanden sind (≤ 20 Min.); eine über die Probe gehaltene Glasplatte darf nicht mehr beschlagen
- Trockene Probe erkalten lassen und mit Ablesegenauigkeit von 1 g wiegen: $m_{b,d}$

Prüfergebnis

Der Wassergehalt $m_{b,w}$ der Frischbetonprobe errechnet sich mit Hilfe der Rohdichte des Frischbetons (ρ) wie folgt:

$$m_{b,w} = \rho \frac{m_{b,h} - m_{b,d}}{m_{b,h}} \text{ in kg/m}^3$$

$m_{b,w}$ Wassergehalt der Probe in g

$m_{b,h}$ Betonmasse feucht in g

$m_{b,d}$ Betonmasse trocken in g

Die Rohdichte ρ ermittelt sich aus dem Quotienten von Masse und Volumen der Betonprobe; sie ist auf 10 kg/m^3 genau anzugeben.

Anmerkung

Es sind zwei Prüfungen durchzuführen. Die Kernfeuchte der Gesteinskörnung ist zu berücksichtigen und gegebenenfalls vom Wassergehalt abzuziehen. In der Regel liegt die Kernfeuchte bei 10 bis 25 kg/m^3 .





Holcim (Deutschland) GmbH

Technisches Marketing

Hannoversche Straße 28

31319 Sehnde-Höver

Tel. +49 (0) 5132 927-432

Fax +49 (0) 5132 927-430

technisches-marketing@lafargeholcim.com

www.holcim.de

Haftungsausschluss

Die Hinweise und Empfehlungen der Holcim (Deutschland) GmbH berücksichtigen die derzeit gültigen Normen, Merkblätter und Praxiserfahrungen. Die Informationen sind jedoch unverbindlich und werden unter Ausschluss jeglicher Haftung, oder Gewährleistung abgegeben.

© 2019 Holcim (Deutschland) GmbH

Frischbeton-Prüfungen

Verkaufspreis € 4,- 19.06.3 O