

Überwachung auf der Baustelle

Holcim (Deutschland) GmbH



Überwachung des Betonierens

Für die Betonüberwachung müssen folgende Parameter überprüft und aufgezeichnet werden (Bautagebuch, Zuordnung zum Lieferschein):

- Frisch- und Festbetoneigenschaften
- Frischbetontemperatur, Rohdichte und bei Bedarf Luftporen- und Wassergehalt
- Lufttemperatur und Witterungsverhältnisse
- Bauabschnitt und Bauteil
- Art und Dauer der Nachbehandlung

Überwachungsklassen (ÜK)

Für die Überprüfung der maßgebenden Frisch- und Festbetoneigenschaften wird der Beton in drei Überwachungsklassen eingeteilt. Diese Einstufung legt den Umfang und die Häufigkeit der durchzuführenden Prüfungen fest.

Mindesthäufigkeit der Prüfungen

Die Proben müssen gleichmäßig über die Betonierzeit verteilt und aus verschiedenen Lieferfahrzeugen entnommen werden, wobei aus jeder Probe ein Probekörper herzustellen ist.

Prüfgegenstand	ÜK 1	ÜK 2	ÜK 3
Konsistenz	in Zweifelsfällen	<ul style="list-style-type: none">• beim ersten Einbringen jeder Betonzusammensetzung• bei Herstellung von Probekörpern für Festigkeitsprüfung• in Zweifelsfällen	
Luftgehalt des Frischbetons bei LP-Zusatz	–	<ul style="list-style-type: none">• zu Beginn jedes Betonierabschnitts• in Zweifelsfällen	
Druckfestigkeit an in Formen hergestellten Probekörpern	in Zweifelsfällen	<ul style="list-style-type: none">• 3 Körper• je 300 m³ oder• je 3 Betoniertage	<ul style="list-style-type: none">• 3 Körper• je 50 m³ oder• je Betoniertag

Die Forderung, die die größte Anzahl von Probekörpern ergibt, ist maßgebend.

Überwachungsklassen

Kriterien für die Klassifizierung (die höchste Anforderung ist maßgeblich)

Prüfgegenstand	ÜK 1	ÜK 2	ÜK 3
Druckfestigkeitsklasse für Normal- und Schwerbeton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2	$\leq C25/30$ ¹⁾	$\geq C30/37$ und $\leq C50/60$	$\geq C55/67$
Druckfestigkeitsklasse für Leichtbeton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 der Rohdichteklassen			
D1,0 – D1,4	nicht anwendbar	$\leq LC25/28$	$\geq LC30/33$
D1,6 – D2,0	$\leq LC25/28$	LC30/33 und LC35/38	$\geq LC40/44$
Expositionsklasse nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2	X0, XC, XF1	XS, XD, XA, XM ²⁾ , $\geq XF2$	–
Besondere Betoneigenschaften nach DIN 1045-2	Stahlfaserbeton der Leistungs-klasse LK $\leq L1-1,2$	<ul style="list-style-type: none"> • Beton für wasserundurchlässige Bauteile (weiße Wannen)³⁾ • Unterwasserbeton • Beton für hohe Temperaturen ($T \leq 250^\circ\text{C}$) • Strahlenschutzbeton (außerhalb des Kernkraftwerkbaus) • Stahlfaserbeton der Leistungs-klasse LK $> L1-1,2$ • Spritzbeton • Selbstverdichtender Beton (SVB) • FD- / FDE-Betone gemäß Rili • für besondere Anwendungsfälle (z.B. verzögerter Beton, Fließbeton, Beton im Umgang mit wassergefährdeten Stoffen) sind die jeweiligen DAfStb-Richtlinien anzuwenden 	–

¹⁾ Spannbeton der Festigkeitsklasse C25/30 ist stets in Überwachungsklasse 2 einzuordnen.

²⁾ Gilt nicht für übliche Industrieböden, jedoch bei Industrieböden mit tragender Funktion.

³⁾ WU-Beton grundsätzlich ÜK2, nur bei Bodenfeuchte Beanspruchungsklasse 2 darf ggf. ÜK1 angewendet werden

Überwachungsklassen

Bei Überwachungsklasse 2 und 3 muss das Bauunternehmen über eine ständige Betonprüfstelle verfügen. Folgende Angaben müssen aufgezeichnet werden:

- Zeitpunkt und Dauer der einzelnen Betoniervorgänge
- Lufttemperatur und Witterungsverhältnisse vom Betonieren bis zum Ausschalen
- Art und Dauer der Nachbehandlung

- Die Frischbetontemperatur bei Lufttemperaturen unter 5°C und über 30°C
- Namen der Lieferwerke, Nummerierung der Lieferscheine
- Ergebnisse der Prüfungen

Die Aufzeichnungen der Ergebnisse sind nach Beendigung der bauüberwachenden Behörde und der Überwachungsstelle zu übergeben.

Annahmekriterien für die Ergebnisse der Druckfestigkeitsprüfung¹⁾ der Baustelle (Beton nach Eigenschaften – Transportbeton)

Anzahl „n“ der Einzelwerte	Mittelwert ¹⁾ f_{cm} [N/mm ²]	Einzelwert f_{ci} [N/mm ²]	
		ÜK 1 + ÜK 2	ÜK 3
3 bis 4	$f_{cm} \geq f_{ck} + 1$	$f_{ci} \geq f_{ck} - 4$	$f_{ci} \geq 0,9 \times f_{ck}$
5 bis 6	$f_{cm} \geq f_{ck} + 2$		
> 6	$f_{cm} \geq f_{ck} + \left(1,65 - \frac{2,58}{\sqrt{n}}\right) \times \sigma^{2)}$		

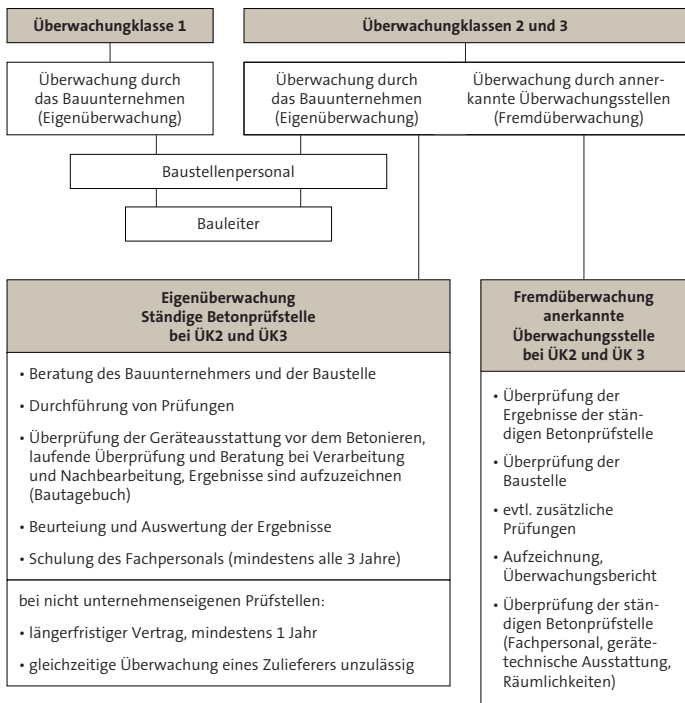
¹⁾ Mittelwert von „n“ nicht überlappenden Einzelwerten.

²⁾ σ ist Standardabweichung der Stichprobe für $n \geq 35$, wobei $\sigma \geq 3$ N/mm² für ÜK 2 und $\sigma \geq 5$ N/mm² für ÜK 3. Bei Stichproben für $n < 35$ gilt $\sigma \geq 4$ N/mm².



Überwachungsklassen

Überwachung durch das Bauunternehmen und eine anerkannte Überwachungsstelle (Beton nach Eigenschaften)



Nachbehandlung und Schutz (DIN 1045-3)

Während der ersten Tage der Hydratation ist der Beton nachzubehandeln und zu schützen, um:

- das Frühschwinden gering zu halten
- eine ausreichende Festigkeit und Dauerhaftigkeit der Betonrandzone sicherzustellen
- das Gefrieren zu verhindern
- schädliche Erschütterungen, Stoß oder Beschädigung zu vermeiden

Nachbehandlungsverfahren

- Belassen in der Schalung
- Abdecken mit dampfdichten Folien
- Auflegen von wasserspeichernden Abdeckungen unter ständigem Feuchthalten
- Aufrechterhalten eines sichtbaren Wasserfilms an der Betonoberfläche (Fluten)
- Anwendung von Nachbehandlungsmitteln mit nachgewiesener Eignung

Beginn der Nachbehandlung

Nach Abschluss des Verdichtens und der Oberflächenbearbeitung des Betons ist die Oberfläche unverzüglich nachzubehandeln. Die Nachbehandlung sollte so früh als möglich, den Witterungsbedingungen entsprechend, durchgeführt werden. Dazu gehören: Schutz des Betons vor Austrocknung, Auskühlung, Frost, Erschütterungen, Regen und schroffen Temperaturunterschieden. Soll die Rissbildung an der freien Oberfläche infolge Frühschwinden vermieden werden, ist eine zwischenzeitliche Nachbehandlung vor der Oberflächenbearbeitung durchzuführen.

Zwischennachbehandlung

Liegt die Verdunstung an der Betonoberfläche deutlich über der Überschußwassermenge (Blutwassermenge), ist eine Zwischennachbehandlung zu empfehlen.

Generell gilt: sobald als möglich und je früher, desto besser.



Nachbehandlungsdauer

Tabelle 1

Expositionsklasse	Erforderliche Festigkeit im oberflächennahen Bereich	Minstdauer der Nachbehandlung
X0, XC1	–	0,5 Tage (mindestens 12 Stunden)
Alle Klassen, außer X0, XC1, XM	$0,5 \cdot f_{ck}$	Minstdauer gemäß Tabelle 2
XM	$0,7 \cdot f_{ck}$	Minstdauer gemäß Tabelle 2 verdoppeln

Tabelle 2

Oberflächen-temperatur T [°C] ²⁾	Festigkeitsentwicklung des Betons: $r = f_{cm2}/f_{cm28}$ ¹⁾			
	$r \geq 0,50$ schnell	$r \geq 0,30$ mittel	$r \geq 0,15$ langsam	$r < 0,15$ sehr langsam
≥ 25	1	2	2	3
$25 > T \geq 15$	1	2	4	5
$15 > T \geq 10$	2	4	7	10
$10 > T \geq 5$	3	6	10	15

¹⁾ f_{cm2} bzw. f_{cm28} bezeichnen die Mittelwerte der Druckfestigkeit nach 2 bzw. 28 Tagen.

²⁾ Statt der Oberflächentemperatur des Betons darf die Lufttemperatur angesetzt werden.

Tabelle 3

XC2 bis XC4, XF1: Frischbetontemperatur T [°C]	Festigkeitsentwicklung des Betons: $r = f_{cm2}/f_{cm28}$ ¹⁾			
	$r \geq 0,50$ schnell	$r \geq 0,30$ mittel	$r \geq 0,15$ langsam	$r < 0,15$ sehr langsam
≥ 15	1	2	4	k.A.
$15 > T \geq 10$	2	4	7	k.A.
$10 > T \geq 5$	4	8	14	k.A.
$10 > T \geq 5$	3	6	10	15

¹⁾ Kann ein übermäßiges Auskühlen des Betons im Anfangsstadium ausgeschlossen werden, können für die Expositionsklassen XC2, XC3, XC4 und XF1 die erforderlichen Nachbehandlungsdauern auch über die Frischbetontemperatur zum Zeitpunkt des Betoneinbaus festgelegt werden.

Die Tabellen geben die normativen Kriterien wieder. Bauteilbezogen kann vor Ort auch der Reifegrad des Betons mit einer entsprechenden Messeinrichtung bestimmt werden, mit dem der Bauablauf beschleunigt werden kann.

Betonieren – Allgemeines

- Die Eigenschaften des Betons müssen den Angaben der Bestellung entsprechen
- Die Betoneigenschaften des zu verwendenden Betons sind auf die Gegebenheiten der Baustelle in Abstimmung mit dem zuständigen Betontechnologen der ständigen Betonprüfstelle festzulegen
- Die Verarbeitungseigenschaften des Betons sind auf den Einbau und auf die Ausführungsverfahren abzustimmen
- Der erhärtete Beton muss die vereinbarten Eigenschaften aufweisen
- Der Frischbeton darf durch den Transport und den sachgerechten Einbau einschließlich des Verdichtens, nicht entmischen, kein übermäßiges Wasser absetzen oder eine starke Leimanreicherung an der Oberfläche bilden
- Veränderungen des Frischbetons, wie Entmischen, Bluten (Absetzen von Wasser), Verlust von Zementleim an Schalungsecken und am Schalungsfuß, sind während des Transports sowie des Einbringens und Verdichtens gering zu halten
- Frischbeton ist vor schädlichen Witterungseinflüssen zu schützen

Transport von Beton

- Frischbeton steifer Konsistenz darf mit Fahrzeugen ohne Mischer oder Rührwerk befördert werden
- Frischbeton mit weicher Konsistenz muss mit Fahrmischern mit Rührwerk zur Verwendungsstelle befördert werden
- Unmittelbar vor dem Entladen sollte der Beton nochmals kräftig durchgemischt werden, damit er auf der Baustelle als homogene Masse übergeben wird
- Fahrmischer mit Rührwerk sollten spätestens 90 Minuten nach der ersten Wasserzugabe entladen sein, Fahrzeuge ohne Rührwerk nach 45 Minuten, sofern kein Verzögerer verwendet wurde
- Bei der Übergabe des Betons muss die vereinbarte Konsistenzklasse vorhanden sein; im Zweifelsfall ist diese durch ein geeignetes Prüfverfahren (Ausbreitmaß / Verdichtungsmaß) zu prüfen
- Die Übergabestelle an die Baustelle ist im Normalfall an der Rutsche des Fahrmischers
- Ausnahme: wird Beton mit Pumpe bestellt ist die Übergabestelle am Ende der Pumpe; wird die Pumpe separat bestellt, ist die Übergabestelle am Fahrmischer

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:

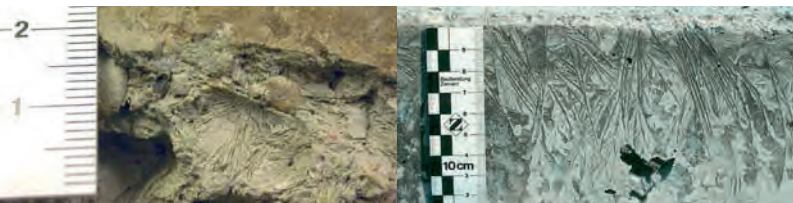
Lufttemperatur	Mindesttemperatur des Frischbetons beim Einbau
+ 5 °C bis - 3 °C	+ 5 °C im allgemeinen Fall + 10 °C bei < 240 kg/m ³ Zement oder bei LH-Zementen (Warmbeton)
< - 3 °C	+ 10 °C sollte mindestens 3 Tage lang gehalten werden (Warmbeton)

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



Betoneinbau

Planer

- legt die Festigkeitsklasse und die Expositionsclassen fest

Bauunternehmer

- muss kontrollieren, ob die Festlegungen des Planers zu seinem Verwendungszweck passen
- Kontrolle der Betonierbarkeit in Abhängigkeit der Bewehrungslagen – sind genügend Einbau- und Rüttelgassen vorhanden
- Nach Abstand der Bewehrung, dem Betoneinbau und der Verdichtung ergibt sich die Festlegung der Konsistenzklasse, die Wahl des Größtkorns, der Festigkeitsentwicklung des Betons und Bedarf an Verzögerer

Bei der Betonanlieferung auf der Baustelle

- Lieferscheinkontrolle
- Augenscheinliche Kontrolle des Betons
- Im Zweifelsfall Konsistenz überprüfen (Ausbreitmaß / Verdichtungsmaß)
- Bei der Annahme des Betons durch die Unterschrift auf dem Lieferschein, ist

rein rechtlich, die Ware ordnungsgemäß übergeben worden, auch, wenn der falsche Beton geliefert wurde

- Transportbeton möglichst sofort nach Anlieferung verarbeiten
- Beim Einbringen und Verdichten ist darauf zu achten, dass der Beton nicht entmischt
- Hierfür sind Schläuche und Fallrohre zu verwenden
- Der Beton wird lagenweise in die Schalung eingebracht (Richtwert für Schüttaglagen ca. 50 cm); jede Lage ist vollständig zu verdichten
- Um Schüttaglagen zu vermeiden wird der Beton vernadelt, d.h. die Rüttelflasche wird jeweils 10 bis 20 cm in die untere bereits verdichtete Schicht eingetaucht
- In manchen Fällen empfiehlt sich eine Nachverdichtung
- Der Beton darf nur solange verarbeitet werden wie er sachgerecht verdichtet werden kann, er sollte in einer geeigneten Konsistenz eingebaut werden
- Der Beton darf mit der Rüttelflasche nicht verteilt oder getrieben werden



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.





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

Überwachung auf der Baustelle

Verkaufspreis € 4,- 19.06.3 O