

Arbeitsanweisung für Baustellen der Überwachungsklassen 2 und 3

Es sind die Anforderungen nach DIN 1045-3, Abschnitte 4, 8, 11 und Anhang A und B und nach ZTV - ING. einzuhalten.

Anforderungen, die aus der ZTV -ING. stammen, sind kursiv gedruckt.

Im Folgenden sind diese Anforderungen stichpunktartig zusammengestellt.

I. Aufzeichnungen während der Bauausführung (Abschn. 4.3)

Bei überwachungspflichtigen Arbeiten nach DIN 1045-3 sind von der Bauleitung die in Abschnitt 11 genannten Aufzeichnungen in nachvollziehbarer Form (Bautagebuch) fortlaufend zu führen.

II. Überwachung durch das Bauunternehmen (Abschn. 11)

1. Die Zeitabschnitte des Ausrüstens und Ausschalens sowie die Lufttemperatur und Witterungsverhältnisse sind aufzuzeichnen (Abschn. 11.2).
2. Neben den maßgebenden Frisch- und Festbetoneigenschaften sind für das Betonieren zu überprüfen und aufzuzeichnen (Abschn. 11.5):
 - Lufttemperatur (Maximum/Minimum) und Witterungsverhältnisse während des Betonierens einzelner Abschnitte;
 - Bauabschnitt und Bauteil;
 - Art und Dauer der NachbehandlungFür die Überprüfung der maßgebenden Frisch- und Festbetoneigenschaften wird der Beton in drei Überwachungsklassen nach Tabelle 3 eingeteilt, wobei für die Einordnung eines Betons bei mehreren zutreffenden Überwachungsklassen die höchste maßgebend ist. Umfang und Häufigkeit der durchzuführenden Prüfungen sind im Anhang A festgelegt.
3. *Nach ZTV - ING ist Beton für die Expositionsklasse XF1 stets in die Überwachungsklasse 2 einzuordnen.*

III. Betonieren (Abschn. 8)

1. Allgemeines (Abschn. 8.1)

- Maßgebend ist, dass der Beton die geforderten Eigenschaften aufweist.
- Leichtbeton, Schwebbeton, hochfester Beton und bestimmte Betonierverfahren (z.B. Gleitbau, Betonieren unter Wasser) erfordern besondere Verarbeitungstechniken und Maßnahmen, die zu berücksichtigen sind.
- Veränderungen des Frischbetons, wie Entmischen, Bluten, Verlust von Zementleim, sind während des Transports sowie des Einbringens und Verdichtens gering zu halten.
- Der Frischbeton ist vor schädlichen Witterungseinflüssen zu schützen.

2. Transport von Beton (Abschn. 8.2)

- Beim Befördern von Beton zur Baustelle durch Fahrmischer sollte der Beton 90 min nach der ersten Wasserzugabe zum Zement vollständig entladen sein. Beschleunigtes oder verzögertes Erstarren infolge von Witterungseinflüssen ist zu berücksichtigen.
- Die Verwendung von Leichtmetallrohren für das Fördern des Betons durch Pumpen ist nicht zulässig, die Förderleitungen für Pumpbeton sind so zu verlegen, dass der Betonstrom innerhalb der Rohre nicht abreißt.

3. Temperatur des Betons (Abschn. 8.3)

- Die Frischbetontemperatur darf im Allgemeinen $+30^{\circ}\text{C}$ nicht überschreiten.
- Bei Lufttemperaturen zwischen $+5^{\circ}\text{C}$ und -3°C darf die Temperatur des Betons beim Einbringen $+5^{\circ}\text{C}$ nicht unterschreiten. Bei einem Zementgehalt kleiner als 240 kg/m^3 oder bei der Verwendung von Zementen mit niedriger Hydratationswärme, dürfen Frischbetontemperaturen von $+10^{\circ}\text{C}$ nicht unterschritten werden.
- Bei Lufttemperaturen unter -3°C muss die Betontemperatur beim Einbringen min. $+10^{\circ}\text{C}$ betragen. Sie sollte anschließend wenigstens drei Tage auf min. $+10^{\circ}\text{C}$ gehalten werden.

4. Vorbereiten des Betonierens (Abschn. 8.4)

- Betonierplan festlegen (bei schwierigen oder umfangreichen Betoniervorgängen: hohe Temperaturen, massige Fundamente, engliegende Bewehrung,...)
- *Nach ZTV - ING. ist ein Betonierplan aufzustellen, und dem Auftraggeber zur Genehmigung vorzulegen. Der Betonierplan muss insbesondere Angaben über den Beton, die Betonierfolge, den Einbau und die Verdichtungs-*

maßnahmen sowie die Nachbehandlung enthalten. Die Anzahl von Erhärtungsprüfungen ist vor dem Betonieren mit dem Auftraggeber festzulegen. Die Anzahl ist im Betonierplan zu vermerken.

- Größtkorn und Stababstände der Bewehrung aufeinander abstimmen (Einfüllöffnungen und Rüttellücken)
- Bei hochfestem Beton: Betoniertermin mindestens 2 Arbeitstage im Voraus dem Transportbetonwerk mitteilen.
- Arbeitsfugen so ausbilden, dass alle dort auftretenden Beanspruchungen aufgenommen werden können und ein ausreichender Verbund der Betonschichten sichergestellt ist. Vor dem Weiterbetonieren sind Verunreinigungen, Zementschlempe und loser Beton zu entfernen und die Arbeitsfugen ausreichend vorzunässen.
- Erdreich, Fels, Schalung oder Bauteile, die mit dem zu betonierenden Querschnitt in Berührung kommen, dürfen keine Temperatur haben, die den Beton gefrieren lässt.
- Bei Zugabe von Fließmittel ist die Wirksamkeit durch stichprobenartige Bestimmung der Konsistenz vor und nach der Fließmittelzugabe zu kontrollieren und zu dokumentieren.
- *Nach ZTV - ING. darf Fließmittel grundsätzlich nur Beton der Konsistenzklasse F2 oder steifer bzw. C2 oder steifer zugegeben werden. Frischbeton der Konsistenzklasse F3 bzw. C3 darf Fließmittel nur dann zugegeben werden, wenn diese Konsistenzklasse durch verflüssigende Zusatzmittel eingestellt werden.*

5. Einbringen und Verdichten

- Beton darf sich beim Einbringen in die Schalung (insbesondere Stützen- und Wandschalungen) nicht entmischen; er ist z.B. durch Fallrohre zusammenzuhalten.
- Die Betoniergeschwindigkeit ist auf den aufnehmbaren Schalungsdruck abzustimmen
- Beton so einbringen und verdichten, dass die Bewehrung dicht mit Beton umhüllt wird. Die Verdichtung muss möglichst vollständig und besonders sorgfältig in den Ecken, längs der Schalung, in engen Bereichen, bei Einbauteilen, Fugeneinlagen und Bewehrungsanschlüssen erfolgen. Unter Umständen empfiehlt sich ein Nachverdichten des Betons.
- Beim Einbau in Lagen darf das Betonieren nur so lange unterbrochen werden, bis die zuletzt eingebrachte Betonschicht noch nicht erstarrt ist und eine gute und gleichmäßige Verbindung zwischen beiden Betonschichten möglich ist. Bei Verwendung von Innenrüttlern muss die Rüttelflasche noch in die untere, bereits verdichtete Schicht eindringen.
- Beim Verdichten von hochfestem Beton ist zu beachten, dass gegenüber Normalbeton gleicher Konsistenz ein erhöhter Verdichtungsaufwand erforderlich ist.

- Beim Einbringen und Verdichten des Betons in der Nähe von Spanngliedern ist besonders darauf zu achten, dass diese nicht beschädigt oder in ihrer Lage verschoben werden.

IV. Nachbehandlung und Schutz (Abschn. 8.7)

Während der ersten Tage der Hydratation ist der Beton nachzubehandeln und gegebenenfalls 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.

1. Nachbehandlungsverfahren (Abschn. 8.7.2)

Folgende Nachbehandlungsverfahren sind sowohl allein als auch in Kombination für die Nachbehandlung geeignet:

- Belassen in der Schalung
- Abdecken der Betonoberfläche mit dampfdichten Folien, die an den Kanten und Stößen gegen Durchzug gesichert sind;
- Auflegen von wasserspeichernden Abdeckungen unter ständigem Feuchthalten bei gleichzeitigem Verdunstungsschutz;
- Aufrechterhalten eines sichtbaren Wasserfilms auf der Betonoberfläche (z.B. durch Besprühen, Fluten);
- Anwendung von Nachbehandlungsmittel nachgewiesener Eignung.

Die Nachbehandlungsverfahren müssen sicherstellen, dass ein übermäßiges Verdunsten von Wasser über die Betonoberfläche verhindert wird (Andere Nachbehandlungsverfahren können angewendet werden, wenn sie diese Anforderung erfüllen).

Eine ausreichende Nachbehandlung ist ohne genannte Maßnahmen gegeben, wenn infolge natürlicher Bedingungen während der ersten Tage der Hydratation die Verdunstung über die Betonoberfläche nur gering ist (z.B. bei feuchtem, regnerischem oder nebligem Wetter). Dies ist der Fall, wenn die relative Luftfeuchte 85% nicht unterschreitet.

2. Beginn der Nachbehandlung (Abschn. 8.7.3)

Nach Abschluss des Verdichtens oder der Oberflächenbearbeitung des Betons ist die Oberfläche unmittelbar nachzubehandeln.

3. Nachbehandlungsdauer (Abschn. 8.7.4)

- Die Nachbehandlungsdauer hängt von der Entwicklung der Betoneigenschaften in der Randzone ab.
- Bei Umweltbedingungen, die den Expositionsklasse nach DIN 1045-2 außer X0, XC1 und XM entsprechen, muss der Beton so lange nachbehandelt werden, bis die Festigkeit des oberflächennahen Betons 50% der charakteristischen Festigkeit des verwendeten Betons erreicht hat. Diese Anforderung ist in Tabelle 2 in eine entsprechende Mindestdauer der Nachbehandlung umgesetzt. Ein genauer Nachweis ist möglich.
- Bei den Expositionsklassen X0 und XC1 (z.B. Bauteile ohne Bewehrung, Innenbauteile), muss der Beton mindestens einen halben Tag nachbehandelt werden.
- Für Betonoberflächen, die einem Verschleiß entsprechend den Expositionsklasse XM ausgesetzt sind, muss der Beton so lange nachbehandelt werden, bis die Festigkeit des oberflächennahen Betons 70% der charakteristischen Festigkeit des verwendeten Betons erreicht hat. Ohne genaueren Nachweis sind die Werte für die Mindestdauer der Nachbehandlung der Tabelle 2 zu verdoppeln.
- *Abweichend von der DIN 1045-3 fordert die ZTV - ING. für Beton bei Umweltbedingungen, die den Expositionsklassen XC3, XC4, XF, XD und XA entsprechen, die Nachbehandlung des Betons so lange durchzuführen, bis die Festigkeit des oberflächennahen Betons 70% der charakteristischen Festigkeit des verwendeten Betons erreicht hat. Ohne genaueren Nachweis sind die Werte für die Mindestdauer der Nachbehandlung der Tabelle 2 zu verdoppeln.
Gegen Frosteinwirkung sind Schutzmaßnahmen so lange zu treffen, bis eine Würfeldruckfestigkeit des Betons von mindestens 5 N/mm² erreicht ist.*

Tabelle 2 - Mindestdauer der Nachbehandlung von Beton bei den Expositionsklassen nach DIN 1045-2 außer X0, XC1 und XM

Nr.	1	2	3	4	5
Oberflächentemperatur ϑ in °C ^e	Minstdauer der Nachbehandlung in Tagen ^a				
	Festigkeitsentwicklung des Betons ^c				
	$r = f_{cm2} / f_{cm28}$ ^d				
		<i>schnell</i> $r \geq 0,50$	<i>mittel</i> $r \geq 0,30$	<i>langsam</i> $r \geq 0,15$	<i>sehr langsam</i> $r < 0,15$
1	$\vartheta \geq 25$	1	2	2	3
2	$25 > \vartheta \geq 15$	1	2	4	5
3	$15 > \vartheta \geq 10$	2	4	7	10
4	$10 > \vartheta \geq 5$ ^b	3	6	10	15
^a	Bei mehr als 5 h Verarbeitbarkeitszeit ist die Nachbehandlungsdauer angemessen zu verlängern.				
^b	Bei Temperaturen unter 5°C ist die Nachbehandlungsdauer um die Zeit zu verlängern, während deren die Temperatur unter 5°C lag.				
^c	Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis der Mittelwerte der Druckfestigkeiten nach 2 Tagen und nach 28 Tagen (ermittelt nach DIN EN 12390-3) beschrieben, das bei der Erstprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d.h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.				
^d	Zwischenwerte dürfen eingeschaltet werden.				
^e	Anstelle der Oberflächentemperatur des Betons darf die Lufttemperatur angesetzt werden.				

4. Nachbehandlungsmittel (Abschn. 8.7.5)

Nachbehandlungsmittel sind in der Regel nicht zulässig in Arbeitsfugen und bei Oberflächen, die beschichtet werden sollen. In diesen Fällen ist entweder nachzuweisen, dass keine nachteilige Auswirkungen auf die nachfolgenden Arbeiten besteht, oder die Nachbehandlungsmittel sind von der Betonoberfläche zu entfernen.