

Arbeitsanweisung für Baustellen der Überwachungsklasse 2

der Firma

für das Bauvorhaben

Es sind die Anforderungen nach DIN 1045-3, Abschnitte 5 und 9, Anhang A bis D sowie 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. 5.3)

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

II. Überwachung durch das Bauunternehmen (Anhang A)

1. Die Zeitabschnitte des Ausrüstens und Ausschalens sowie die Lufttemperatur und Witterungsverhältnisse sind aufzuzeichnen (Anhang A.2).
2. Neben den maßgebenden Frisch- und Festbetoneigenschaften sind für das Betonieren zu überprüfen und aufzuzeichnen (Anhang A.4):
 - 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 zwei 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 B festgelegt.
3. *Nach ZTV - ING ist statisch relevanter stets in die Überwachungsklasse 2 einzuordnen.*

III. Betonieren (Abschnitt 9)

1. Allgemeines (Abschnitt 9.1)

- Die Regelungen gelten für alle Ausführungsklassen, sofern in den bautechnischen Unterlagen, im Betonbaukonzept oder für AK-E/AK-S nichts anderes festgelegt ist.
- Beton muss Anforderungen der bautechnischen Unterlagen und des Ausführungsverfahrens erfüllen.
- Bei Verlängerung der Verarbeitbarkeitszeit durch Zusatzmittel:
 - ≥ 3 h: Einstufung in AK-E
 - > 12 h: Einstufung in AK-S

2. Vorbereitende Arbeiten (Abschnitt 9.2)

- Alle vorbereitenden Arbeiten müssen vor Betoneinbau abgeschlossen, eigenüberwacht und dokumentiert sein.
- Prüfen, ob Bewehrungspläne mit dem Betonierverfahren kompatibel sind (Betonieröffnungen, Rüttelgassen).
- Betonierabschnitte und erforderliche Maßnahmen/Arbeitsschritte vorab festlegen; ggf. Betonierplan aufstellen.
- *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 Verdichtungsmaßnahmen sowie die Nachbehandlung enthalten. Die Anzahl von Erhärtungsprüfungen ist vor dem Betonieren mit dem Auftraggeber festzulegen. Die Anzahl ist im Betonierplan zu vermerken.*
- Falls gefordert: Durchführen von Probestonagen (Vorversuchen) → Probestonagen führen mindestens zu AK-E.

3. Arbeiten vor dem Betonieren (Abschnitt 9.3)

- Arbeitsfugen entsprechend Unterlagen/Betonbaukonzept vorbereiten – sauber, aufgeraut/verzahnt (führt zu AK-E) und mattfeucht.
- Schalung und Bewehrung müssen frei von Verunreinigungen, Eis, Schnee sein.
- Stehendes Wasser entfernen; Vermischung mit Frischbeton vermeiden.
- Schutz des Frischbetons beim Betonieren gegen Erdreich/Kies/Schotter (z. B. Folien).
- Temperatur von Erdreich, Fels, angrenzenden Bauteilen oder Schalungen muss hoch genug sein, dass Beton nicht vor dem Erreichen ausreichender Festigkeit gefriert.
- Schutz vor Auswaschung durch Regen oder fließendes Wasser.
- Temperaturgrenzen:
 - Frischbeton i. d. R. max. $+30$ °C
 - Bei Lufttemperatur $+5$ bis -3 °C: Frischbetontemperatur $\geq +5$ °C, bei Zementgehalt < 240 kg/m³ oder LH-Zement: Frischbetontemperatur $\geq +10$ °C
 - Bei Lufttemperatur < -3 °C: Betontemperatur $\geq +10$ °C

4. Annahme und Entladen von Frischbeton (Abschnitt 9.4)

- Annahmeprüfung vor Entladen: Abgleich Lieferschein ↔ Festlegung.
- Entladen des Fahrmischers in der Regel innerhalb 90 Minuten nach erster Wasserzugabe.
- Witterungs- oder konsistenzbedingte Verlängerungen/Verkürzungen der Verarbeitbarkeitszeit berücksichtigen und dokumentieren.
- Visuelle Kontrolle des Betons beim Entladen; bei Abweichungen Maßnahmen ergreifen bis hin zum Abbruch des Entladens.
- Bei Anforderungen: Proben für Annahmeprüfung entnehmen (vgl. Anhang B).
- *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*

5. Fördern, Einbringen und Verdichten (Abschnitt 9.5)
 - Entmischen des Betons während Förderung/Einbringung/Verdichtung minimieren.
 - Freie Fallhöhe i. d. R. max. 1,5 m, ansonsten Einbaurohre/-schläuche verwenden.
 - Kein Kontakt des Betons mit Aluminium/Alulegierungen (Ausnahme: zulässig laut Unterlagen).
 - Besondere Sorgfalt an Engstellen, Querschnittsänderungen, dichter Bewehrung, Fugen, Spanngliedern. Unter Umständen empfiehlt sich ein Nachverdichten des Betons.
 - Einbau- und Verdichtungsleistung so bemessen, dass keine ungewollten Arbeitsfugen entstehen und Schalung/Traggerüst nicht überlastet wird.
 - Abstimmen der Betoniergeschwindigkeit auf den aufnehmbaren Schalungsdruck.
 - Bei lagenweisem Einbau: Unterbrechungen nur zulässig, solange untere Lage noch nicht erstarrt ist. Bei Verwendung von Innenrüttlern muss die Rüttelflasche noch in die untere, bereits verdichtete Schicht eindringen.
 - Verdichtungsverfahren abhängig von Konsistenzklasse (F2–F4: Rütteln; F5: leichtes Rütteln oder Stochern; F6: nicht intensiv rütteln)
 - Bei besonderen Anforderungen (z. B. Sichtbeton) zusätzliche Maßnahmen erforderlich.
 - Für folgende Fälle ist ein Betonbaukonzept (AK-E/AK-S) vorgeschrieben:
 - Erhöhter Bewehrungsgrad
 - Fehlende Betonieröffnungen/Rüttelgassen
 - Leichtbeton, Schwerbeton, hochfester Beton, selbstverdichtender Beton
 - Spezielle Einbauarten (Gleitbau, Unterwasserbeton, maschineller Einbau)
 - Besondere Förderverfahren (lange Förderwege, große Höhenunterschiede, geringe Rohrdurchmesser)
 - Tragende oder aussteifende Bauteile unter Verwendung von Leistungsklassenbeton
 - Verzögerter Beton (Verarbeitbarkeitszeit ≥ 3 h)
 - Bei Spritzbeton: Anforderungen nach DIN EN 14487-1/-2 und DIN 18551 einhalten.
6. Nachbehandlung und Schutz (Abschnitt 9.6)
 - Während der ersten Tage der Hydratation ist der Beton nachzubehandeln und gegebenenfalls zu schützen, um
 - das Fröhschwinden gering zu halten;
 - eine ausreichende Festigkeit und Dauerhaftigkeit der Betonrandzone sicherzustellen;
 - das Gefrieren zu verhindern,
 - schädliche Erschütterungen, Stoß oder Beschädigung zu vermeiden.
 - 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.

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 6 - Mindestdauer der Nachbehandlung von Beton in allen Expositionsklassen außer X0, XC1 und XM der Nachbehandlungsklasse 3

Nr.	1	2	3	4	5
maßgebliche Temperatur T ^d in °C	Mindestdauer der Nachbehandlung in Tagen^a				
	Festigkeitsentwicklung des Betons ^c				
		<i>schnell</i> (r ≥ 0,5)	<i>mittel</i> (0,3 ≤ r < 0,5)	<i>langsam</i> (0,15 ≤ r < 0,3)	<i>sehr langsam</i> (r < 0,15)
1	T ≥ +25	1	2	2	3
2	+25 > T ≥ 15	1	2	4	5
3	+15 > T ≥ 10	2	4	7	10
4	+10 > T ≥ 5 ^b	3	6	10	15
ANMERKUNG Hinweise und praktische Erläuterungen zum Ansatz der maßgeblichen Temperaturen im Nachbehandlungszeitraum sind z.B. im DAFStb-Heft526 sowie im DBV-Merkblatt– Nachbehandlung von Beton enthalten.					
a	Bei mehr als 5h Verarbeitbarkeitszeit ist die Nachbehandlungsdauer angemessen zu verlängern.				
b	Bei Temperaturen unter 5°C ist die Nachbehandlungsdauer um die Zeit zu verlängern, während der die Temperatur unter 5°C lag.				
c	Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird– analog zu DIN 1045-2:2023-08, 7.2(2) und (3a)– durch das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2Tagen und nach 28 Tagen (r=f _{cm,2} /f _{cm,28}) beschrieben, das bei der Erstprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton mit vergleichbarer Zusammensetzung ermittelt wurde. Wird bei besonderen Anwendungen in den Ausführungsklassen AK-E oder AK-S die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt als 28Tage bestimmt, ist für die Ermittlung der Nachbehandlungsdauer der Schätzwert des Festigkeitsverhältnisses entsprechend DIN 1045-2:2023-08, Tabelle 19 aus dem Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen (f _{cm,2}) zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit unter Berücksichtigung von DIN EN 12390-2 zu ermitteln oder eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20°C zwischen zwei Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.				
d	Es darf die Oberflächentemperatur des Betons, ersatzweise die Lufttemperatur, jeweils als minimaler Wert im Zeitintervall, angesetzt werden.				
e	Die Verwendung eines Betons mit langsamer oder sehr langsamer Festigkeitsentwicklung setzt die Planungsklasse PK-E und die Ausführungsklasse AK-E voraus.				