Hinweise zur Ausführung von Tragwerken aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton

DIN 1045-3:

Dieses Dokument beschreibt die für Deutschland relevanten Anforderungen und Maßnahmen, die im Rahmen der Ausführung von Tragwerken aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton die Betonbauqualität sicherstellen sollen. Damit werden die Regelungen aus DIN EN 13670:2011-03 entsprechend hiesigen Bedürfnissen umgesetzt, siehe DIN1045-1000.

Um dieses Ziel zu erreichen, werden im Rahmen der Tragwerksplanung Unterlagen und Zeichnungen erstellt, in denen alle erforderlichen Informationen enthalten sind, die für eine Bauausführung entsprechend den Planungsvorgaben notwendig sind. Die Gesamtheit dieser Unterlagen und Zeichnungen werden in diesem Dokument als „bautechnische Unterlagen für die Bauausführung“ bezeichnet.

Quelle:

[1] DIN 1045-3 Fassung: August 2023
Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton –
Teil 3: Bauausführung

[2] DIN EN 13670 Fassung: März 2011
Ausführung von Tragwerken aus Beton;
Deutsche Fassung EN 13670:2009

Anwendungsbereich:

Dieses Dokument regelt die Ausführung von Tragwerken aus Beton und gilt sowohl für Ortbetonarbeiten als auch für die Ausführung unter Verwendung von vorgefertigten Bauteilen sowie für das Betonieren von Verbundtragwerken.
Die zu beachtenden Anforderungen an die Bauausführung ergeben sich je nach Randbedingungen (Bauwerk bzw. Bauteil, Planung, Beton, Bauausführung) aus der definierten Betonbauqualitätsklasse und – falls darin festgelegt – aus dem Betonbaukonzept nach DIN1045-1000:2023-08, Anhang A.

Für Bauwerke bzw. Bauteile mit normalen Anforderungen an die Bauausführung gilt die Ausführungsklasse N (AK-N), für Bauwerke bzw. Bauteile mit erhöhten Anforderungen an die Bauausführung gilt die Ausführungsklasse E (AK-E) und für Bauwerke bzw. Bauteile mit speziell festzulegenden Anforderungen an die Bauausführung gilt die AusführungsklasseS (AK-S).

Begriffe:

Ausführungsklasse
klassifizierte Anforderungen, die für die Bauausführung für das gesamte Bauwerk oder ein einzelnes Bauteil festgelegt werden

bautechnische Unterlagen für die Bauausführung
Gesamtheit aller Zeichnungen, technischen Daten und Anforderungen, die für die Bauausführung eines einzelnen Projekts erforderlich sind

Betonbaukonzept
projektbezogenes (vorläufiges) Konzept, das Festlegungen für die Planung, die Betonherstellung sowie den Einbau und die Nachbehandlung von Beton bzw. Betonbauteilen unter Einbeziehung der projektspezifischen Randbedingungen umfasst

Überwachung
Konformitätsbewertung durch Beobachtung und Beurteilung, begleitet – soweit zutreffend – durch Messungen oder Prüfungen

Überwachungsklasse
Einteilung der Überwachung des Betons in Klassen mit unterschiedlichen Anforderungen

Betonbauqualitätsklassen und Betonbaukonzept in der Ausführung

Tabelle 1 — Verknüpfung der Klassensystematik

S	1	2	3	4
Z	**Anforderungen**	**normal (N)**	**erhöht (E)**	**speziell festzulegen (S)**
1	**Planungs-, Beton- oder Ausführungsklasse**	PK-N und BK-N und AK-N	PK-E oder BK-E oder AK-E	PK-S oder BK-S oder AK-S
2	**Betonbauqualitätsklasse**	BBQ-N	BBQ-E	BBQ-S

In der Betonbauqualitätsklasse BBQ-N gelten die normalen Anforderungen an die Ausführung nach Ausführungsklasse AK-N.
Die Erstellung eines Betonbaukonzepts ist innerhalb der Betonbauqualitätsklasse BBQ-N nicht erforderlich.

Sofern in den BetonbauqualitätsklassenBBQ-E oder BBQ-S erhöhte oder spezielle Anforderungen an die Herstellung des Betons und die Ausführung zu beachten sind, müssen als Ergebnis des Ausschreibungsgesprächs im Rahmen der Planung nach DIN1045-1000:2023-08, A.2.1, mindestens folgende Festlegungen in der Leistungsbeschreibung enthalten sein:

- Festlegung der Ausführungsklasse AK-E oder AK-S nach diesem Dokument, ggf. bauteilbezogen;
- Projektbezogene Anforderungen an den Beton bzw. an das Bauteil, siehe DIN1045-1000:2023-08, Tab 2;
- Festlegungen zu besonderen o. erhöhten Anforderungen an die Ausführung, siehe DIN1045-1000:2023-08, Tab 2:

Tabelle 2 — Zuordnung von Anwendungsfällen zu Planungs- (PK), Beton- (BK), Ausführungs- (AK) und BBQ-Klassen

	1	2	3	4	5	6
	BBQ-Phase (Bild 2)	Anwendung	PK	BK	AK	BBQ
		Anforderungen an die Nutzung				
0	0	Betonbauwerke mit besonderen Anforderungen hinsichtlich Nachhaltigkeit (insbesondere Klimaschutz, Ressourceneffizienz) und Bauen im Bestand, jeweils außerhalb der Regelungen der Normenreihe DIN 1045 oder außerhalb von bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweisen[a]	S	S	S	S
1	0	Betonbauteile mit geplanter Nutzungsdauer nach technischer Spezifikation (für gewöhnliche Tragwerke von 50 Jahren, siehe DIN EN 1990 [10])	N	N	N	N
2	0	Betonbauteile mit geplanter Nutzungsdauer abweichend von der technischen Spezifikation	S	S	S	S
		Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen (LAU) oder				

Qualitätssicherung und Überwachung

Ausführungsklassen

(1) Anforderungen an die Ausführung und an die Qualitätssicherung werden durch Angabe einer der drei AusführungsklassenAK-N, AK-E, AK-S festgelegt. Die Ausführungsklassen sind in den bautechnischen Unterlagen anzugeben.

(2) Eine Ausführungsklasse (AK) kann für ein komplettes Bauwerk, für einzelne Bauteile oder aber für bestimmte Baustoffe/Bautechniken gelten (siehe DIN1045-1000:2023-08, Tabelle2, Spalte5).

(3) Für die Ausführungsklasse AK-S können sich von diesem Dokument abweichende Anforderungen an die Qualitätssicherung aus der Leistungsbeschreibung ergeben.

Überwachung

(1) Durch Überwachung und Überprüfungen der Bauarbeiten muss sichergestellt werden, dass die Arbeiten in Übereinstimmung mit diesem Dokument, mit den Vorschriften am Ort der Ausführung und den bautechnischen Unterlagen erfolgen.

(2) Überwachung im Sinne dieses Dokuments bezieht sich sowohl auf die Überprüfung der Übereinstimmung der Bauprodukte und -stoffe mit den entsprechenden Anforderungen als auch auf die Überwachung der Arbeiten im Rahmen der Bauausführung.

Maßnahmen und Anforderungen bei Bauausführung und Überwachung

Maßnahmen bzw. Anforderungen an die Bauausführung und die Überwachung enthält Tabelle 2.
Der Zusammenhang zwischen Betonbauqualitätsklasse (BBQ) und Ausführungsklasse (AK) ist in DIN 1045-1000:2023-08, Tabelle1, dargestellt.

Tabelle 2 — *Maßnahmen und Anforderungen an die Bauausführung und die Überwachung in Abhängigkeit von der Ausführungsklasse*

	1	2	3	4
Nr.	Maßnahme bzw. Anforderungsbereich	Ausführungsklasse		
		AK-N	AK-E	AK-S
1	Festlegung des Betons	nach BK-N nach DIN 1045-2:2023-08	wie AK-N und zusätzlich nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung	wie AK-N und zusätzlich nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung
2	Ergebnisse der Erstprüfung des Betonherstellers	—	wenn in Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung festgelegt: Überprüfung, ob der Beton nach den Ergebnissen der erweiterten Erstprüfung die festgelegten Anforderungen erfüllt	nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung

Tabelle 2 (*fortgesetzt*)

	1	2	3	4
Nr.	***Maßnahme bzw. Anforderungsbereich***	***Ausführungsklasse***		
		AK-N	***AK-E***	***AK-S***
3	***Qualitätssicherungs-plan***	—	*wenn in Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung festgelegt:* *projektspezifischer Qualitätssicherungsplan*	*nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung*
4	***Gerätetechnische Ausstattung***	*Vorhalten der notwendigen Einbau- und Verdichtungsgeräte*	*wie bei AK-N, jedoch zusätzlich:* *Prüfgerätschaften nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung*	*nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung*
5	***Nachweis personeller und gerätetechnischer Ausstattung des Bauunternehmens beim Einbau von Beton mit höherer Festigkeit und anderen besonderen Eigenschaften (Beton der Überwachungsklasse 2)***	—	*gemäß MHAVO durch eine dafür bauordnungs-rechtliche anerkannte Prüfstelle*	*nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung*
6	***Traggerüste und Schalungen***	*Einhalten der Anforderungen nach 6.1 (1) bis (7) und 6.2 (1) bis (4)*	*wie bei AK-N und zusätzlich – wenn im Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung festgelegt:* *Einhalten der Anforderungen nach 6.1 (8) bis (9) und 6.2 (5) bis (8)*	*nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung*
7	***Trennmittel***	*Einhalten der Anforderungen nach 6.3*	*wie AK-N und zusätzlich nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung*	*wie AK-N und zusätzlich nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung*
8	***Bewehren und Einbauen von Einbauteilen***	*Überprüfung der Ausführungspläne hinsichtlich Einbaubarkeit und Betonierbarkeit* *und* *Umsetzen der Maßnahmen nach 7.2 und 7.3 [außer 7.2 (2) d und 7.2 (5)]*	*wie bei AK-N und zusätzlich Umsetzen der Maßnahmen wie im Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung festgelegt*	*wie bei AK-N und zusätzlich Umsetzen der Maßnahmen wie im Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung festgelegt [z. B. Anwendung von besonderen Schweiß-verfahren nach 7.2 (5), 2. Satz sowie Anwendung von 7.2 (2) d) und 7.2 (5)]*
9	***Betonieren***	*Einhaltung der Anforderungen nach 9.1 bis 9.5 mit Ausnahme derer von AK-E und AK-S*	*nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung, ansonsten wie AK-N*	*nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung, ansonsten wie AK-N*
10	***Nachbehandeln***	*Einhalten der Anforderungen nach 9.6*	*nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung, ansonsten wie AK-N*	*nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung, ansonsten wie AK-N*

	1	2	3	4
Nr.	Maßnahme bzw. Anforderungsbereich	Ausführungsklasse		
		AK-N	AK-E	AK-S
11	Vorspannen	nicht vorgesehen	Beachten der Einbau-hinweise der allgemeinen Bauartgenehmigung. Für die Überwachung des Einpressens von Zementmörtel und Korrosionsschutzmassen in Spannkanäle gilt Abschnitt A.6 bzw. Anhang E.	nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung, ansonsten wie AK-E
12	Verwenden von Betonfertigteilen mit Übereinstimmungs-nachweis (Ü-Zeichen)	Beachten der Einbauhinweise	nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung, ansonsten wie AK-N	nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung, ansonsten wie AK-N
13	Verwenden von Betonfertigteilen mit Leistungserklärung (CE-Kennzeichnung)	Überprüfung der Erfüllung der Anforderungen anhand der Leistungserklärung und Beachten der Einbauhinweise	nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung, ansonsten wie AK-N	nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung, ansonsten wie AK-N
14	Toleranzen	Toleranzklasse 1	Toleranzklasse 1	nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung
15	Einordnung in eine Überwachungsklasse	Überwachungsklasse ÜK 1	nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung, siehe 5.3.3 (2), ansonsten wie AK-N	nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung, siehe 5.3.3 (2), ansonsten wie AK-N
16	Überwachung der Bauausführung	nach Anhang A	nach Anhang A	nach Betonbaukonzept bzw. Leistungsbeschreibung, ansonsten wie AK-E

Bezeichnungen:

PK **Planungsklasse PK-N, PK-E, PK-S**
Systematik zur Unterscheidung des Anforderungsniveaus in technischer Hinsicht und hinsichtlich erforderlicher Kommunikation bzw. der Komplexität bei der Planung von Bauwerken und Bauteilen aus Beton

BK **Betonklasse BK-N, BK-E, PK-S**
Charakterisierung unterschiedlicher Anforderungsniveaus an die Herstellung, Lieferung und Förderung des Betons im Hinblick auf verschiedene Betonbauqualitätsklassen

AK **Ausführungsklasse AK-N, AK-E, AK-S**
klassifizierte Anforderungen, die für die Bauausführung für das gesamte Bauwerk oder ein einzelnes Bauteil festgelegt werden

BBQ **Betonbauqualitätsklasse BBQ-N, BBQ-E, BBQ-S**
Systematik zur Unterscheidung des Anforderungsniveaus in technischer Hinsicht und hinsichtlich erforderlicher Kommunikation bzw. der Komplexität in den Bereichen Planung, Beton und Bauausführung von Bauwerken und Bauteilen aus Beton

ÜK **Überwachungsklasse ÜK-1, ÜK-2**
Einteilung der Überwachung des Betons in Klassen mit unterschiedlichen Anforderungen

Anwendungsfälle nach DIN 1045-1000:2023-08, Tabelle 2, mit Bezug zu Überwachungsklasse ÜK2 sind in Tabelle3 dargestellt. Alle anderen Anwendungsfälle sind in Überwachungsklasse ÜK1 einzustufen, sofern in den bautechnischen Unterlagen bzw. im Betonbaukonzept nicht anders festgelegt.

Tabelle 3 — Anwendungsfälle nach DIN 1045-1000:2023-08, Tabelle 2, mit Bezug zu Überwachungsklassen (ÜK)

	1	2	3	4	5	6	7
	BBQ-Phase (DIN 1045-1000:2023-08, Bild 2)	**Anwendung**	**PK**	**BK**	**AK**	**BBQ**	**ÜK**
		Anforderungen an die Nutzung					
3	0	Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen (LAU) oder Herstellen, Behandeln und Verwenden (HBV) von wassergefährdenden Stoffen (WHG-Anlagen nach dem Wasserhaushaltsgesetz) nach DAfStb-Richtlinie Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUmwS)	E	E	E	E	2
		Expositionsklassen und Feuchtigkeitsklassen					
	1	2	3	4	5	6	7
	BBQ-Phase (DIN 1045-1000:2023-08, Bild 2)	**Anwendung**	**PK**	**BK**	**AK**	**BBQ**	**ÜK**
16	3/5	Beton mit künstlichen Luftporen (LP-Beton), z. B. XF2/XF3/XF4	N	E	E	E	2
17	3	Bauteile in Expositionsklassen XF2/XF3 (ohne künstliche Luftporen), XD2/XD3, XS2/XS3, XM2/XM3	N	N	E	E	2
19	3	chemischer Angriff XA3 oder stärker	S	N	S	S	2
		Festigkeitsklassen und Festigkeitsentwicklung					
23	3/5	Betone der Druckfestigkeitsklassen ≥ C30/37 und ≤ C60/75	N	N	E	E	2
24	3	Betone der Druckfestigkeitsklassen ≥ C70/85 und ≤ C100/115	N	E	E	E	2
25	5	Von 28 Tagen abweichendes Nachweisalter für die Druckfestigkeit des Betons	E	N	E	E	2
		Betone für verschiedene Anwendungen					
29	3	Beton mit Kunststofffasern für den Brandschutz	E	E	E	E	2
31	3	Stahlfaserbeton nach DAfStb-Richtlinie Stahlfaserbeton mit Leistungsklasse > L1-1,2	E	E	E	E	2
32	3	Leichtbeton	N	E	E	E	2
33	3	Schwerbeton	S	E	E	S	2
36	5	Selbstverdichtender Beton	E	E	E	E	2
38	5	Beton mit rezyklierten Gesteinskörnungen > 25 Vol.-% Austausch der groben Gesteinskörnung nach DIN 1045-2:2023-08, 5.2.3.4, (1), 2. Spiegelstrich	N	E	E	E	2
39	5	Beton mit rezyklierten Gesteinskörnungen abweichend von DIN 1045-2:2023-08, 5.2.3.4	S	S	E	S	2
41	5	Verzögerter Beton mit einer Verzögerungszeit von mehr als 12 Stunden nach DAfStb-Richtlinie Beton mit verlängerter Verarbeitbarkeitszeit (Verzögerter Beton)	N	S	S	S	2
		Bauteile und Bauwerke mit verschiedenen Anforderungen an die Bemessung, Konstruktion und Ausführung					
50	3	Massige Bauteile nach DAfStb-Richtlinie Massige Bauteile aus Beton	E	N	E	E	2
54	3	Vorspannung mit sofortigem Verbund	N	N	E	E	2
55	3	Vorspannung mit nachträglichem Verbund oder ohne Verbund	E	N	E	E	2

Maßnahmen bei Abweichungen

Wenn bei der Überwachung eine Abweichung (Nichtübereinstimmung mit den Festlegungen) festgestellt wird, sind entsprechende Maßnahmen zu treffen, um sicherzustellen, dass das Tragwerk seinen vorgesehenen Zweck erfüllt. In einem derartigen Fall sind folgende Aspekte in der angegebenen Reihenfolge zu überprüfen:

a) die Auswirkungen der Abweichung auf die weitere Ausführung und Gebrauchstauglichkeit des Tragwerks
b) die Maßnahmen, die erforderlich sind, um die Eignung des Bauteils wiederherzustellen;
c) die Notwendigkeit des Ersatzes von nicht instandsetzbaren Bauteilen.

Traggerüste und Schalungen: Allgemeines, Montage, Rückbau

Anmerkungen hierzu siehe DIN EN 1045-3 - Abschnitt 6.
Diese sind vom ausführenden Unternehmen zu dokumentieren und zu beachten.

Bewehren, Bewehrung (nur ausschnittsweise)

Bei Verwendung von Betonstählen bzw. Betonstahlprodukten, die nicht den Normen der Reihe DIN488 entsprechen, ist eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung o. eine allgemeine Bauartgenehmigung erforderlich. Weitere Werkstoffe, die neben Stahl als Bewehrung zu verwenden sind, wie z.B. Verbundstoffe mit Carbon-, Glas- oder Aramidfasern, müssen nachweislich für den Verwendungszweck geeignet sein und den Anforderungen der bautechnischen Unterlagen des Projektes entsprechen.
Die Ausführung von Bauteilen mit anderen Werkstoffen führt mindestens zur Einstufung in die Ausführungsklasse AK-E.

Die Oberfläche der Bewehrung muss frei von losem Rost und schädlichen Stoffen sein, die den Stahl, den Beton oder den Verbund zwischen beiden nachteilig beeinflussen können. Leichter Oberflächenrost ist zulässig.

Schneiden und Biegen der Bewehrung (nur ausschnittsweise)

Betonstahl muss entsprechend den bautechnischen Unterlagen geschnitten und gebogen werden.
Ein Rückbiegen bzw. ein Richten gebogener Stäbe aus Betonstahl ist nur zulässig, wenn dies in den bautechnischen Unterlagen erlaubt wird, sowie unter den Bedingungen:

Das Biegen oder Richten muss mit dafür geeigneten Vorrichtungen erfolgen, wobei der Stahl eine Temperatur von mindestens 0°C haben sollte; ein Biegen oder Richten bei Stahltemperaturen zwischen 0°C und –5°C ist nur zulässig, sofern die Biegegeschwindigkeit angemessen reduziert wird.
Das Biegen oder Richten bei Temperaturen unter –5°C ist nur zulässig, wenn dies in den bautechnischen Unterlagen vorgesehen ist und zusätzliche Maßnahmen eingehalten werden.

Für das Hin- und Zurückbiegen (Kaltbiegen) gelten die folgenden Anforderungen:

- *Der Stabdurchmesser darf maximal $\phi \leq 14$ mm betragen.*
- *Der Biegerollendurchmesser beim Hinbiegen muss mindestens betragen:*

  $D_{min} \geq 6\,\phi$ *(bei vorwiegend ruhenden Einwirkungen); oder*

  $D_{min} \geq 15\,\phi$ *(bei nicht vorwiegend ruhenden Einwirkungen).*
- *Mehrfaches Hin- und Zurückbiegen an derselben Stelle ist unzulässig.*

Gebogene oder gerichtete Stäbe dürfen weder Risse noch andere Schäden aufweisen. Sie sollten nach dem Richten einer Sichtprüfung auf Risse und sonstige Schäden unterzogen werden.

Sofern nicht anders festgelegt, muss das Schweißen von Betonstahl und das Verschweißen von Baustahl mit Betonstahl in tragenden Verbindungen entsprechend den bautechnischen Unterlagen und in Übereinstimmung mit DIN EN ISO 17660-1 erfolgen.

Einbau der Bewehrung:

Die Bewehrung ist entsprechend den bautechnischen Unterlagen zu verlegen. Der erforderliche Inhalt der Bewehrungszeichnungen ist in DINEN1992-1-1/NA:2013-04, 2.8.2, festgelegt. Die erforderliche Bewehrung und Betondeckung bei Durchbrüchen mit kleinen Abmessungen, die nicht in der Tragwerksplanung berücksichtigt wurden, sollten besonders beachtet werden.

Sofern in den bautechnischen Unterlagen beschrieben oder im Betonbaukonzept festgelegt, darf– in Fällen, in denen die tatsächliche Position der Übergreifungsstöße nicht von Bedeutung ist– die Betonstahlbewehrung als „laufender Meter“ verlegt werden. Dabei sind Übergreifungen gleichmäßig zu verteilen und für maximal 25% der Bewehrung einer Bewehrungslage vorzusehen. Der Längsabstand zweier benachbarter Übergreifungsstöße sollte nicht kleiner als die Übergreifungslänge sein. Die Mindestübergreifungslänge ist anzugeben.
Diese Art der Bewehrungsführung kann zum Beispiel bei untergeordneter konstruktiver Bewehrung in Wänden und Decken zur Anwendung kommen; jedoch nicht in Balken, Stützen oder Verbindungen zwischen Tragwerksbauteilen.

Sofern nicht anders festgelegt, dürfen sich übergreifende Stäbe berühren. Der lichte Abstand zwischen gestoßenen Stäben darf in der Regel nicht größer als der vierfache Stabdurchmesser oder 50mm betragen (vergl. DIN EN 1992-1-1:2011-01, 8.7.2)

Bei bewehrten Bauteilen, bei denen der Beton unmittelbar gegen unebene Flächen geschüttet wird, ist in der Regel das Verlegemaß der Betondeckung zu erhöhen. Die Erhöhung sollte das Differenzmaß der Unebenheit, jedoch mindestens 20mm bei Herstellung auf vorbereitetem Baugrund bzw. mindestens 50mm bei Herstellung unmittelbar auf dem unvorbereiteten Baugrund betragen
Unebene Schüttflächen sind z.B. strukturierte Oberflächen, Baugrubenverbau oder weiche Dämmstoffe.

Vorspannen

Anmerkungen hierzu siehe DIN EN 1045-3 - Abschnitt 8.

Betonieren (auszugsweise)

Wenn durch Zugabe von Zusatzmitteln die Verarbeitbarkeitszeit des Betons um mindestens 3h verlängert wurde (verzögerter Beton) führt dies zur Ausführungsklasse AK-E; bei einer Verarbeitbarkeitszeit von mehr als 12h führt dies zur Ausführungsklasse AK-S.

Vorbereitende Arbeiten müssen vor Beginn des Betoneinbaus abgeschlossen, eigenüberwacht und dokumentiert sein, wie in AnhangA festgelegt.
Es ist zu prüfen, ob die Vorgaben der bautechnischen Unterlagen, zum Beispiel die Bewehrungspläne, auf das angewendete Betonierverfahren, z.B. hinsichtlich Betonieröffnungen und Rüttelgassen, abgestimmt sind.

Arbeitsfugen sind in Übereinstimmung mit den in den bautechnischen Unterlagen oder im Betonbau-konzept festgelegten Anforderungen, z.B. an die Rauigkeit (siehe DINEN1992-1-1:2011-01, 6.2.5), vorzubereiten. Sie müssen frei von Verunreinigungen, Zementschlämme und losem Beton sein.
Zum Zeitpunkt des Anbetonierens muss die Oberfläche des erhärteten Betons mattfeucht sein.

Die Ausführung von „rauen“ und „verzahnten“ Arbeitsfugen nach DINEN1992-1-1:2011-01, 6.2.5 (2) in Verbindung mit DINEN1992-1-1/NA:2013-04, 6.2.5 (2) führt zur Ausführungsklasse AK-E.

Wenn zum Zeitpunkt des Betoneinbaus oder während der Nachbehandlungsdauer hohe oder niedrige Umgebungstemperaturen herrschen oder zu erwarten sind, müssen– sofern im Betonbaukonzept nicht abweichend festgelegt– folgende Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, um den Beton gegen schädliche Auswirkungen zu schützen:

Die Frischbetontemperatur darf im Allgemeinen +30°C nicht überschreiten, sofern nicht durch geeignete Maßnahmen sichergestellt ist, dass keine nachteiligen Folgen zu erwarten sind.

Bei Lufttemperaturen zwischen +5°C und –3°C darf die Betontemperatur beim Einbringen +5°C nicht unterschreiten. Sie darf +10°C nicht unterschreiten, wenn der Zementgehalt im Beton kleiner ist als 240kg/m³ oder wenn Zemente mit niedriger Hydratationswärme verwendet werden

Bei Lufttemperaturen unter –3°C muss die Betontemperatur beim Einbringen mindestens +10°C betragen

Beton - Annahme und Entladung, Fördern, Einbringen und Verdichten

Anmerkungen hierzu siehe DIN EN 1045-3 - Abschnitt 9.4 und folgende.

Nachbehandlung und Schutz des Betons

Für weitere Hinweise und Erläuterungen siehe z.B. DBV-Merkblatt– Nachbehandlung von Beton.

Tabelle 4 — *Nachbehandlungsnotwendigkeit in Verbindung mit den Ausführungsklassen*

Ziel	*Nachbehandlung*		
	AK-N	*AK-E*	*AK-S*
Sicherstellung einer ausreichenden mechanischen Festigkeit und Dauerhaftigkeit (Dichtheit) in der Betonrandzone	*notwendig, Dauer entsprechend Nach-behandlungsklasse, siehe Tabelle 5*	*wie AK-N, falls im Betonbaukonzept nicht anders festgelegt*	*wie AK-N, falls im Betonbaukonzept nicht anders festgelegt*
Verringerung des Risspotenzials infolge von Frühschwinden (plastischem Schwinden)	—	*wie im Betonbaukonzept festgelegt*	*wie im Betonbaukonzept festgelegt*
Verringerung des Risspotenzials infolge von Temperatur-Zwangsspannungen durch Hydratationswärmeentwicklung oder vorherrschende Witterungs-/ Umgebungsbedingungen	—	*wie im Betonbaukonzept festgelegt*	*wie im Betonbaukonzept festgelegt*
Erreichen der Anforderungen an das Aussehen von Sichtbetonflächen	—	—	*wie im Betonbaukonzept festgelegt*

Nach Abschluss des Verdichtens und der Oberflächenbearbeitung ist die Betonoberfläche sofort nachzubehandeln. Ggf. ist eine Zwischennachbehandlung vor der abschließenden Oberflächenbearbeitung (z.B. vor dem Flügelglätten) erforderlich.

Soll die Rissbildung an der freien Oberfläche infolge Frühschwinden minimiert werden, ist sicherzustellen, dass kein übermäßiges Verdunsten von Wasser an der Betonoberfläche erfolgt. Dazu kann bauteilbezogen – in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen– eine Zwischennachbehandlung erforderlich sein.

Mit geeigneten Nachbehandlungsverfahren muss sichergestellt werden, dass ein übermäßiges Verdunsten von Wasser über die Betonoberfläche verhindert wird, oder die Betonoberfläche muss ständig feucht gehalten werden.

Tabelle 5 — Nachbehandlungsklassen von DIN EN 13670 *und Zuordnung zu Expositionsklassen nach DIN 1045-2*

	Nachbehandlungs-klasse 1	**Nachbehandlungs-klasse 2**	**Nachbehandlungs-klasse 3**	**Nachbehandlungs-klasse 4**
Expositionsklassen	*X0, XC1*	*nicht zutreffend*	*alle außer X0, XC1 und XM*	*XM1, XM2, XM3, XF4*[a]
Prozentualer Anteil der charakteristischen Mindest-Druckfestigkeit	nicht festgelegt	35 %	50 %	70 %

[a] *Gilt nur bei langsamen und sehr langsamen Betonen, siehe Tabelle 6 und Tabelle 7.*

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 °C		Mindestdauer der Nachbehandlung in Tagen[a]			
		Festigkeitsentwicklung des Betons[c]			
		schnell ($r \geq 0{,}5$)	mittel ($0{,}3 \leq r < 0{,}5$)	langsam[e] ($0{,}15 \leq r < 0{,}3$)	sehr langsam[e] ($r < 0{,}15$)
1	$T \geq +25$	1	2	2	3
2	$+25 > T \geq +15$	1	2	4	5
3	$+15 > T \geq +10$	2	4	7	10

Tabelle 6 (*fortgesetzt*)

Nr.	1	2	3	4	5
maßgebliche Temperatur T^d °C		Mindestdauer der Nachbehandlung in Tagen[a]			
		Festigkeitsentwicklung des Betons[c]			
		schnell ($r \geq 0{,}5$)	mittel ($0{,}3 \leq r < 0{,}5$)	langsam[e] ($0{,}15 \leq r < 0{,}3$)	sehr langsam[e] ($r < 0{,}15$)
4	$+10 > T \geq +5$[b]	3	6	10	15

ANMERKUNG Hinweise und praktische Erläuterungen zum Ansatz der maßgeblichen Temperaturen im Nachbehandlungszeitraum sind z. B. im DAfStb-Heft 526 sowie im DBV-Merkblatt – Nachbehandlung von Beton enthalten.

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 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 2 Tagen und nach 28 Tagen ($r = f_{cm2}/f_{cm28}$) 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 28 Tage 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.*

Tabelle 7 — *Mindestdauer der Nachbehandlung von Beton in den Expositionsklassen XC2, XC3, XC4 und XF1 der Nachbehandlungsklasse 3*

Nr.	1	2	3	4
Frischbetontemperatur T_{fb} zum Zeitpunkt des Betoneinbaus		Mindestdauer der Nachbehandlung in Tagen[a]		
		Festigkeitsentwicklung des Betons[b]		
		schnell ($r \geq 0{,}5$)	mittel ($0{,}3 \leq r < 0{,}5$)	langsam[c] ($0{,}15 \leq r < 0{,}3$)
1	$T_{fb} \geq +15\ °C$	1	2	4
2	$+10 \leq T_{fb} < +15\ °C$	2	4	7
3	$+5 \leq T_{fb} < +10\ °C$	4	8	14

[a] *Bei mehr als 5 h Verarbeitbarkeitszeit ist die Nachbehandlungsdauer angemessen zu verlängern.*

[b] *Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird – analog zu DIN 1045-2:2023-08, 7.2 (2) und (3a) – durch das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen und nach 28 Tagen ($r = f_{cm2}/f_{cm28}$) 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 28 Tage 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.*

[c] *Die Verwendung eines Betons mit langsamer Festigkeitsentwicklung setzt die Planungsklasse PK E und die Ausführungsklasse AK-E voraus.*

<u>Bauen mit vorgefertigtene Bauteilen</u>

Es muss eine Montageanweisung auf der Baustelle verfügbar sein, welche mindestens die nachfolgenden Angaben für Handhabung, Baustellenlagerung, Einbau und Ausrichten enthalten muss:

— Hebeanweisung, in der die Traglasten und Anschlagpunkte, die Anordnung der Hebevorrichtung (gegebenenfalls die Tragfähigkeit der Hebezeuge und besondere Hilfseinrichtungen) sowie das *jeweilige Gesamtgewicht* anzugeben sind;

— Lagerungsanweisungen, in der die zulässigen Unterstützungspunkte, die maximale Stapelhöhe, Schutzmaßnahmen und gegebenenfalls erforderliche Vorrichtungen für die Lagesicherheit anzugeben sind;

— Anordnung der Unterstützungen, der notwendigen Hilfsstützen und gegebenenfalls der temporären Vorrichtungen zur Lagesicherung;

— gegebenenfalls muss in der Montageanweisung die Lage der Zugangs- und Arbeitsbereiche für *den Transport* sowie die Reichweite und die Tragfähigkeit der Hebezeuge dargestellt sein.

Die Montageanweisung ist vom Unternehmer zu erstellen und hierbei die statische Berechnung des Tragwerks zu beachten, wenn durch Bauzustände Abweichende Lastzustbände auftreten.

Eigenüberwachung durch das Bauunternehmen (Anhang A)

Wird innerhalb der Überwachungsklasse 2 (ÜK2) Beton eingebaut, muss das Bauunternehmen zur Eigenüberwachung eine ständige Betonprüfstelle einschalten.

Aufzeichnungen zur Überwachung sind nur erforderlich, wenn diese gefordert werden.
Die Aufzeichnungen müssen während der Bauzeit auf der Baustelle verfügbar sein und sind, ebenso wie die Lieferscheine, mindestens 5Jahre vom Bauausführenden aufzubewahren:

- Überwachen des Bewehrens
- Überwachen des Betonierens
- Überwachen der Spannbetonarbeiten

Prüfungen der Frisch- und Festbetoneigenschaften durch den Bauunernehmer (Anhang B)

Für Beton nach Eigenschaften sind bei Verwendung von Transportbeton die Prüfungen nach Tabelle B.1 durchzuführen.
Der Umfang der Prüfung wird durch die Überwachungsklasse ÜK1 und ÜK2 festgelegt.
Die im Anhang B angegeben Anforderungen sind zu beachten und einzuhalten.

Überwachungsklasse2— Überwachung des Einbaus von Beton
durch das Bauunternehmen (Eigenüberwachung) (Anhang C)

Die Vorgaben gem. DIN 1045-3 sind zu beachten.

Überwachungsklasse2— Überwachung des Einbaus von Beton
durch eine dafür anerkannte Überwachungsstelle (Fremdüberwachung) (Anhang D)

Die Vorgaben gem. DIN 1045-3 sind zu beachten.