

	Beton Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis	Vornorm DIN V ENV 206
--	--	---

Concrete; Performance, production, placing and compliance criteria
Béton; Performances, production, mise en oeuvre et critères de conformité

Eine Vornorm ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens vom DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Nationales Vorwort

Die vorliegende Vornorm DIN V ENV 206 wurde in dem gemeinsamen Ausschuß von CEN/TC 94 „Transportbeton – Herstellung und Lieferung“ und CEN/TC 104 „Beton – Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis“ erstellt.

Spiegelausschuß zur Formulierung der deutschen Meinung für die Arbeit in dem CEN-Gremium und verantwortlich für die deutsche Delegation in dem CEN-Gremium war der Arbeitsausschuß „Betontechnik“ des Normenausschusses Bauwesen im DIN.

Die Europäische Vornorm ENV 206 enthält die betontechnischen Regeln, die für die Anwendung der europäischen Bemessungsvorschrift Eurocode 2 „Bemessung von Betonkonstruktionen“¹⁾ erforderlich sind und ist auf sie abgestimmt. Sie überschneidet sich in ihrem Regelungsbereich mit den betontechnischen Bestimmungen der Norm DIN 1045 und Richtlinien des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, die mit ihr in Zusammenhang stehen.

Um mögliche Unverträglichkeiten der europäischen Vornorm ENV 206 mit den Bemessungs- und Ausführungsnormen im bisherigen deutschen Regelwerk auszuschließen, soll die ENV 206 nicht zusammen mit diesem angewendet werden. Sie ersetzt somit nicht die betontechnischen Regelungen der DIN 1045.

Die probeweise Anwendung der ENV 206 als gleichwertige technische Vorschrift zu entsprechenden deutschen Normen ist jedoch in Verbindung mit Eurocode 2 „Bemessung von Betonkonstruktionen“¹⁾ und Eurocode 4 „Gemeinsame einheitliche Regeln für Verbundkonstruktionen aus Stahl und Beton“¹⁾ nach deren Veröffentlichung als Europäische Vornormen (ENV) in der Zeit bis zu deren Umwandlung in Europäische Normen (EN) und der damit verbundenen Übernahme in das deutsche Normenwerk vorgesehen.

Um die ENV 206 in dem oben angegebenen Rahmen anwendbar zu machen, bedarf es jedoch Zusatzregelungen, z. B. in solchen Fällen, in denen ENV 206 auf nationale Regelungen verweist. Diese werden z. Z. vom Arbeitsausschuß „Betontechnik“ des Normenausschusses Bauwesen im DIN erarbeitet. Sie sollen in Form einer Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton veröffentlicht werden.

Internationale Patentklassifikation

B 28 C 5/00
B 28 C 7/00
C 04 B 28/00
E 04 B 1/11
E 04 C 1/00
G 01 G 13/24
G 01 N 33/38

¹⁾ Da diese Papiere z. Z. in ihrer endgültigen deutschen Fassung noch nicht vorliegen, sind die angegebenen Titel vorläufig.

Fortsetzung 26 Seiten ENV-Norm

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

DK 666.97/98 : 691.32 : 693.5 : 620.1 : 658.562

Deskriptoren: Beton, Komposition, Klassifikation, Eigenschaft, Haltbarkeit, technische Spezifikation, Lieferung, Herstellung, Verarbeitung, Güte, Prüfung, Gütenachweis

Deutsche Fassung

Beton
Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung
und Gütenachweis

Concrete – Performance, production, placing and compliance criteria

Béton – Performances, production, mise en oeuvre et critères de conformité

Diese Europäische Vornorm wurde von CEN am 1989-09-19 angenommen.

Die CEN-Mitglieder müssen die ENV auf nationaler Ebene unverzüglich in geeigneter Weise verfügbar machen und ihr Vorhandensein in gleicher Weise wie bei EN und HD ankündigen.

Bis zur Entscheidung über eine mögliche Umwandlung der ENV in eine EN dürfen vorhandene entgegenstehende nationale Normen (parallel zur ENV) beibehalten werden.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die Forderungen der Gemeinsamen CEN/CENELEC-Regeln zu erfüllen, in denen die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäische Vornorm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Vornorm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-Zentralsekretariat oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Vornorm besteht in den drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in die Landessprache gemacht und dem CEN-Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normenorganisationen von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, der Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: Rue Bréderode 2, B-1000 Brüssel

Entstehungsgeschichte

Diese Europäische Vornorm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 94 „Transportbeton – Herstellung und Lieferung“ und vom Technischen Komitee CEN/TC 104 „Beton – Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis“, deren aktive Mitglieder Belgien, Dänemark, Frankreich, Deutschland, Irland, Italien, die Niederlande, Norwegen, Portugal, Spanien, Schweden und das Vereinigte Königreich sind und mit deren Sekretariaten DIN betraut ist, ausgearbeitet.

Diese Europäische Vornorm wurde auf der Grundlage des Europäischen Normentwurfs prEN 199 „Transportbeton – Herstellung und Lieferung“ und des Europäischen Normentwurfs prEN 206 „Beton – Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis“ erarbeitet. Die Arbeiten zum Europäischen Normentwurf prEN 199 wurden im Jahre 1979 aufgenommen und im Jahre 1981 vorläufig beendet.

Nach Ansicht des CEN/TC 94 sollte der Europäische Normentwurf prEN 199 nur Festlegungen, die die Herstellung, die Lieferung und den Gütenachweis von Transportbeton betreffen, enthalten. Die den Baustoff Beton betreffenden Angaben sollten in einer weiteren Europäischen Norm von CEN/TC 104 ausgearbeitet werden. CEN/TC 104 begann im Jahre 1981 mit der Ausarbeitung des Europäischen Normentwurfs prEN 206, der im Jahre 1984 fertiggestellt und im Jahre 1985 zur Vorabstimmung vorgelegt wurde.

Bei der Vorabstimmung zu den Europäischen Normentwürfen prEN 199 und prEN 206 erhielt sowohl aus technischen Gründen als auch bezüglich der unmittelbaren Übernahme dieser Dokumente als nationale Normen entsprechend den CEN-Regeln keiner der beiden Entwürfe die erforderliche Mehrheit. Nach sorgfältiger Beratung der eingegangenen Stellungnahmen beschlossen die beiden Komitees CEN/TC 94 und CEN/TC 104 auf einer gemeinsamen Sitzung im Jahre 1986, die Europäischen Normentwürfe prEN 199 und prEN 206 als ein gemeinsames Dokument in Form einer Europäischen Vornorm (siehe Abschnitt „Status des Dokumentes“) zu veröffentlichen, um den von mehreren CEN-Mitgliedern geäußerten Vorbehalten bezüglich der unmittelbaren Übernahme der Norm gerecht zu werden.

Dieses als ENV 206 vorgelegte Dokument ist das Ergebnis der Beratungen der vier gemeinsamen Sitzungen der Technischen Komitees CEN/TC 94 und CEN/TC 104, sowie der seit 1986 erfolgten Sitzungen einer gemeinsamen Arbeitsgruppe und beruht auf den Dokumenten prEN 199 und prEN 206, sowie den im Zuge der Vorabstimmung und der laufenden Arbeiten und insbesondere den auf der letzten gemeinsamen Sitzung der Technischen Komitees CEN/TC 94 und CEN/TC 104 in Mailand im Juni 1988 eingegangenen Stellungnahmen.

Status des Dokumentes

Nach Meinung der Komitees CEN/TC 94 und CEN/TC 104 hat das vorliegende Dokument den Status einer Europäischen Vornorm (ENV). Nach den gemeinsamen CEN/CENELEC-Regeln bedeutet dies, daß das Dokument für die CEN-Mitgliedsstaaten keinen verbindlichen Charakter besitzt und nicht automatisch in das jeweilige nationale Normenwerk übernommen werden muß.

Eines der Hauptziele dieser Europäischen Vornorm besteht darin, Regeln für den Baustoff Beton festzulegen, die mit den in Eurocode 2 enthaltenen Regeln für die Bemessung und Ausführung von Betonbauten abgestimmt sind und diese vervollständigen. Daher wird in den Eurocodes 2 und 4 auf ENV 206 hinsichtlich der Betontechnologie verwiesen. In den Fällen, in denen die Eurocodes zur Bemessung von Bauwerken angewendet werden, bekommt die Europäische Vornorm ENV 206 automatisch verbindlichen Charakter.

Die in diesem Dokument enthaltenen Festlegungen werden durch „shall: muß“ und „should: soll“ ausgedrückt. Die Verwendung von „shall: muß“ bedeutet, daß die Festlegungen verbindliche Anforderungen darstellen. Die Verwendung von „should: soll“ bedeutet, daß die Festlegungen im normalen Anwendungsfall einzuhalten und eventuelle Abweichungen von diesen Festlegungen zu begründen sind; diese Abweichungen dürfen jedoch nicht im Widerspruch zu den verbindlichen Festlegungen stehen.

Weitere Vorgehensweise

Nach den gemeinsamen CEN/CENELEC-Regeln ist dieses Dokument bei Annahme drei Jahre nach seiner Veröffentlichung als Europäische Vornorm hinsichtlich seines technischen Inhalts und einer möglichen Umwandlung seines Status in den einer Europäischen Norm (EN) zu überprüfen.

Ein weiterer Grund für die Entscheidung, den Status einer Europäischen Vornorm zu wählen, bestand im Vorhandensein einer Reihe ungeklärter technischer Fragen. In einigen Bereichen konnte noch keine einheitliche europäische Regelung gefunden werden und es mußte auf nationale Regelungen verwiesen werden. Für andere Bereiche standen noch keine endgültigen Bezugsdokumente zur Verfügung (z. B. die Europäische Normenreihe EN 197 über Zement und weitere Prüfnormen). Eventuelle Änderungen dieser Dokumente könnten auch Auswirkungen auf die ENV 206 haben.

Die Vereinbarungen in folgenden Bereichen beruhen nur auf vorläufigen Festlegungen und bedürfen noch weiterer Erfahrungen auf europäischer Ebene, z. B.:

- Anforderungen bezüglich der Dauerhaftigkeit,
- Festlegungen der Güteüberwachung (z. B. statistische Grundlagen, Konformitätskriterien, Anzahl der Proben),
- Erweiterung der Tabelle 8 auf höhere Festigkeitsklassen,
- Festigkeitsklassen für Leichtbeton,
- Berücksichtigung der Zusatzmittel bei der Bestimmung des Wasserzementwertes und des Zementgehalts,
- Anforderungen hinsichtlich der Qualifikation des Personals,
- unterschiedliche und zusätzliche Festlegungen für die Herstellung von Fertigteilen.

- Überprüfung aller ISO Bezugsnormen,
- Festlegung des jeweiligen Verantwortungsbereichs des Abnehmers und Lieferers,
- Überprüfung der Fehlergrenzen der Wägevorrichtungen,
- Überprüfung der Anforderungen an die Nachbehandlung.

Die Technischen Komitees haben beschlossen, die diesbezüglichen Arbeiten zu diesen Bereichen unmittelbar nach Veröffentlichung der Europäischen Vornorm ENV 206 aufzunehmen, d. h. innerhalb der o. g. Gültigkeitsdauer von drei Jahren.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Allgemeines	3	7 Betoneigenschaften und Nachweisverfahren	11
1.1 Zweck	3	7.1 Allgemeines	11
1.2 Anwendungsbereich	3	7.2 Frischbeton	11
2 Verweisungen auf andere Normen	4	7.3 Festbeton	11
2.1 Allgemeines	4	8 Festlegung des Betons	12
2.2 Verbindliche Verweisungen	4	8.1 Allgemeines	12
2.3 Unverbindliche Verweisungen	4	8.2 Angaben bei der Festlegung von Entwurfmischungen	12
2.4 Weitere Verweisungen	5	8.3 Angaben für eine vorgeschriebene Mischung	13
3 Begriffe	5	9 Herstellung des Betons	13
4 Ausgangsstoffe	6	9.1 Personal, Anlagen und Einrichtungen	13
4.1 Zemente	6	9.2 Dosieren der Ausgangsstoffe	14
4.2 Zuschläge	6	9.3 Mischen des Betons	14
4.3 Zugabewasser	6	10 Transport, Bearbeitung und Nachbehandlung von Frischbeton auf der Baustelle	14
4.4 Zusatzmittel	6	10.1 Personal	14
4.5 Zusatzstoffe	6	10.2 Transport	14
5 Grundlegende Anforderungen an die Betonzusammensetzung	6	10.3 Lieferung	14
5.1 Allgemeines	6	10.4 Konsistenz bei der Lieferung	15
5.2 Gefüge des Betons	6	10.5 Einbringen und Verdichten	15
5.3 Zementarten, Zementgehalt und Wasserzementwert	7	10.6 Nachbehandlung und Schutz des Betons	15
5.4 Korngröße der Zuschläge	7	10.7 Wärmebehandlung	16
5.5 Chloridgehalt des Betons	7	10.8 Ausschalen	16
5.6 Konsistenz beim Betonieren	7	11 Güteüberwachung	16
5.7 Alkali-Kieselsäure-Reaktion	7	11.1 Allgemeines	16
5.8 Zusatzmittel	7	11.2 Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle)	17
5.9 Zusatzstoffe	8	11.3 Gütenachweis	23
5.10 Betontemperatur	8	Anhang A Änderungen in Bezugsdokumenten	26
6 Anforderungen an die Dauerhaftigkeit	8		
6.1 Allgemeines	8		
6.2 Widerstand gegen Umwelteinwirkungen	9		

1 Allgemeines

1.1 Zweck

Diese Europäische Vornorm enthält technische Anforderungen in bezug auf die Ausgangsstoffe des Betons, die Betonzusammensetzung, die Eigenschaften von Frisch- und Festbeton und deren Nachweis, sowie über die Herstellung, den Transport, Lieferung, Verarbeitung und Nachbehandlung von Beton und dessen Güteüberwachung.

Ebenfalls ist es Zweck dieser Europäischen Vornorm, Angaben über den Baustoff Beton zur Verfügung zu stellen, die für die Anwendung der entsprechenden Eurocodes notwendig sind.

1.2 Anwendungsbereich

Die Festlegungen dieser Vornorm gelten für Baustellenbeton, für Transportbeton oder für werkmäßig hergestellten Beton. Diese Vornorm gilt für Ortbeton und vorgefertigte

Bauteile im Hoch- und Ingenieurbau, soweit unbewehrter Beton, Stahlbeton oder Spannbeton benutzt wird. Diese Vornorm gilt nicht für bestimmte Betonprodukte, wie z. B. Mauersteine, Pflastersteine, Rohre oder für Einpreßmörtel, usw.

Zusätzliche und manchmal sogar abweichende Anforderungen können erforderlich sein

- bei komplexen Bauwerken, z. B. speziellen Wegebauwerken, großen Dämmen, Druckbehältern für Kernkraftwerke, Meeresbauten, Straßen;
- bei der Verwendung neuer Ausgangsstoffe, spezieller oder neuartiger Technologien bei der Bauausführung (z. B. Herstellungsverfahren).

In jedem Fall müssen die gewählten Maßnahmen geeignet sein und den Anforderungen an die Sicherheit und Dauerhaftigkeit des Bauwerkes gerecht werden.

Diese Vornorm gilt nur für Beton mit geschlossenem Gefüge unter Verwendung von Normalzuschlag mit dichtem

Gefüge. Der Beton muß so hergestellt und verdichtet werden, daß er abgesehen von künstlich eingeführten Luftporen nach 6.2.2 keinen nennenswerten Anteil an eingeschlossener Luft enthält.

Die in dieser Vornorm enthaltenen Festlegungen können – soweit angemessen – grundsätzlich auch für Schwerbeton (siehe 3.8) mit natürlichem Zuschlag und für Leichtbeton (siehe 3.7) mit künstlichem oder natürlichem Zuschlag angewendet werden; in diesem Fall können jedoch zusätzlich besondere Überlegungen erforderlich sein.

Unabhängig von den Festlegungen dieser Vornorm dürfen bei einfachen Bauwerken von untergeordneter Bedeutung andere Regeln angewendet werden, wenn sie in nationalen Bestimmungen erfaßt sind.

2 Verweisungen auf andere Normen

2.1 Allgemeines

Die Bezeichnung „verbindlich“ bedeutet, daß diejenigen Anforderungen zu erfüllen sind, die in denjenigen Normen oder Teilen davon enthalten sind, auf die in den entsprechenden Abschnitten der Europäischen Vornorm ENV 206 verwiesen wird.

Die Bezeichnung „unverbindlich“ in 2.3 bedeutet, daß die Anwendung anderer gleichwertiger Normen oder Regelungen vereinbart werden darf.

Solange die ENV 206 gültig ist, können in Ausnahmefällen auch national anerkannte Prüfverfahren angewandt werden, sofern das jeweilige nationale Institut für Normung bestätigt, daß die in Anwendung der nationalen Normen erzielten Ergebnisse denjenigen, mit den jeweiligen ISO Normen erzielten, entsprechen.

2.2 Verbindliche Verweisungen

EN 196-7	Prüfverfahren für Zement; Teil 7: Verfahren für die Probenahme und Probenauswahl von Zement
EN 197-1	Zement: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien; Teil 1: Definitionen und Zusammensetzung ¹⁾
EN 197-2	Zement: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien; Teil 2: Anforderungen ¹⁾
EN 197-3	Zement: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien; Teil 3: Konformitätskriterien ¹⁾
ISO 1920 ²⁾ :1976	Concrete tests – Dimensions, tolerances and applicability of test specimens (Betonprüfungen; Maße, Toleranzen und Anwendbarkeit der Probekörper)
ISO 2736/1:1986	Concrete tests – Making of test specimens – Part 1: Sampling of fresh concrete (Betonprüfungen; Herstellung von Probekörpern; Teil 1: Probenahme bei Frischbeton)
ISO 2736/2 ²⁾ :1986	Concrete tests – Making of test specimens – Part 2: Making and curing of test specimens for strength tests (Betonprüfungen; Herstellung von Probekörpern; Teil 2: Herstellung und Nachbehandlung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen)
ISO 4012 ²⁾ :1978	Concrete – Determination of compressive strength of test specimens

ISO 4013 ²⁾ :1978	Concrete – Determination of flexural strength of test specimens (Beton; Bestimmung der Druckfestigkeit von Probekörpern)
ISO 4103:1979	Concrete – Classification of consistency (Beton; Klassifizierung der Konsistenz)
ISO 4108:1980	Concrete – Determination of tensile splitting strength of test specimens (Beton; Bestimmung der Spaltzugfestigkeit von Probekörpern)
ISO 4848:1980	Concrete – Determination of air content of freshly mixed concrete – Pressure method (Beton; Bestimmung des Luftgehalts von Frischbeton; Druckverfahren)
ISO 7031 ²⁾	Concrete, hardened – Determination of the depth of penetration of water under pressure (Festbeton; Bestimmung der Eindringtiefe von Wasser unter Druck) ¹⁾
ISO 9690 ³⁾	Production and control of concrete. Classification of chemically aggressive environmental conditions affecting concrete (Herstellung und Überwachung von Beton; Klassifizierung von chemisch aggressiven Umweltbedingungen)

2.3 Unverbindliche Verweisungen

ISO 4109:1980	Fresh concrete – Determination of the consistency – Slump test (Frischbeton; Bestimmung der Konsistenz; Slump-Prüfung)
ISO 4110:1979	Fresh concrete – Determination of the consistency – Vebe test (Frischbeton; Bestimmung der Konsistenz; Vebe-Prüfung)
ISO 4111:1979	Fresh concrete – Determination of the consistency – Degree of compactibility (Compaction index) (Frischbeton; Bestimmung der Konsistenz; Verdichtungsgrad)
ISO 6275:1982	Concrete, hardened – Determination of density (Festbeton; Bestimmung der Dichte)
ISO 6276:1982	Concrete, compacted fresh – Determination of density (Verdichteter Frischbeton; Bestimmung der Dichte)
ISO 6782:1982	Aggregates for concrete – Determination of bulk density (Betonzuschlag; Bestimmung der Schüttdichte)
ISO 6783:1982	Coarse aggregates for concrete – Determination of particle density and water absorption – Hydrostatic balance method

¹⁾ Z. Z. Entwurf

²⁾ Wie in Anhang A ergänzt

³⁾ Die Verweisung gilt für den Normenvorschlag ISO DP 9690:1987 und muß bis zur Überführung von ENV 206 in eine Europäische Norm nochmals beraten werden.

	(Grobkörniger Betonzuschlag; Ermittlung der Kornrohichte und Wasseraufnahme; Hydrostatisches Wägeverfahren)
ISO 7033:1987	Fine and coarse aggregates for concrete – Determination of the particle mass-per-volume and water absorption – Pycnometer method (Fein- und grobkörnige Betonzuschläge; Bestimmung der Kornrohichte und Wasseraufnahme; Pycnometerverfahren)
ISO 7034	Cores of hardened concrete – Taking, examination and testing in compression (Bohrkerne aus Festbeton; Entnahme, Begutachtung und Prüfung der Druckfestigkeit) ¹⁾
ISO 8045	Concrete, hardened – Determination of rebound number using the rebound hammer (Festbeton; Bestimmung der Rückprallzahl mit dem Rückprallhammer) ¹⁾
ISO 8046	Concrete, hardened – Determination of pull-out strength (Festbeton; Bestimmung der Ausziehfestigkeit) ¹⁾
ISO 8047	Concrete, hardened – Determination of ultrasonic pulse velocity (Festbeton; Bestimmung der Ultraschall-Ausbreitgeschwindigkeit) ¹⁾
ISO 9812	Fresh concrete – Determination of consistency – Flow test (Frischbeton – Bestimmung der Konsistenz – Ausbreitversuch) ¹⁾
RILEM CPC7	Direct tension (Final recommendation, 1975) (Direkte Zugfestigkeitsprüfung (Letzte Empfehlung, 1975))
EN 45 011	General criteria for certification bodies operating product certification (Allgemeine Kriterien über Zertifizierungsstellen für Produktzertifizierung) ¹⁾
EN 45 014	General criteria for declaration of conformity (Allgemeine Kriterien für Konformitätserklärungen) ¹⁾

2.4 Weitere Verweisungen

Eurocode 2	Common unified rules for concrete structures (Gemeinsame einheitliche Regeln für Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbauten) ¹⁾
Eurocode 4	Common unified rules for composite steel and concrete structures (Gemeinsame einheitliche Regeln für Verbundkonstruktionen aus Stahl und Beton) ¹⁾

3 Begriffe

3.1 Beton: Baustoff aus Zement, grob- und feinkörnigem Zuschlag und Wasser, der durch Erhärten des Zementleims (Zement und Wasser) entsteht. Neben den genannten Grundbestandteilen kann er auch noch Zusatzmittel und/oder Zusatzstoffe enthalten.

Anmerkung: Wenn der Nennwert des Größtkorns für den Zuschlag nicht mehr als 4 mm beträgt, so spricht man nicht von Beton sondern von Mörtel.

3.2 Frischbeton: Beton, der noch im verarbeitbaren Zustand ist und durch die üblichen Verfahren verdichtet werden kann.

3.3 Festbeton: Beton, der erhärtet ist und eine bestimmte Festigkeit entwickelt hat.

3.4 Baustellenbeton: Beton, der vom Bauausführenden auf oder in der Nähe der Baustelle zusammengesetzt und gemischt wird.

3.5 Transportbeton: Beton, dessen Bestandteile in einem Werk außerhalb der Baustelle oder auf der Baustelle selbst abgemessen und in einem stationären Mischer oder Mischfahrzeug gemischt werden und der dem Abnehmer in frischem Zustand mit den geforderten Eigenschaften auf die Baustelle geliefert oder in eines seiner Fahrzeuge übergeben wird.

3.6 Normalbeton: Beton mit einer Trockenrohichte (105 °C) über 2000 kg/m³, höchstens aber 2800 kg/m³.

3.7 Leichtbeton: Beton mit einer Trockenrohichte von höchstens 2000 kg/m³. Er wird ganz oder teilweise unter Verwendung von Zuschlag mit porigem Gefüge (Leichtzuschlag; siehe Definition 3.18) hergestellt.

3.8 Schwerbeton: Beton mit einer Trockenrohichte über 2800 kg/m³.

3.9 Mischfahrzeug: Betonmischer-Einheit, die im allgemeinen auf einem selbstfahrenden Fahrgestell aufgebaut und für die Herstellung und Lieferung eines gleichmäßig gemischten Betons geeignet ist. Ein Mischfahrzeug kann ebenfalls als Fahrzeug mit Rührwerk eingesetzt werden.

3.10 Fahrzeug mit Rührwerk: Gerät, das auf einem selbstfahrenden Fahrgestell aufgebaut und geeignet ist, während des Transports einen bereits gemischten Beton in einem gleichmäßigen Zustand zu erhalten.

3.11 Gerät ohne Rührwerk: Muldenfahrzeug, Transportbehälter oder anderes Gerät, das zum Transport von Beton verwendet wird, ohne ihn zu rühren.

3.12 Mischerfüllung: Diejenige Menge Beton, die in einem vollen Arbeitsablauf eines Chargenmischers gemischt wird, oder diejenige Menge Beton, die von einem Fahrzeug als eine Ladung in bereits gemischtem Zustand befördert wird, oder diejenige Menge Beton, die ein Durchlaufmischer in einer Minute ausschüttet.

3.13 Lieferung: Der Vorgang der Übergabe des Betons an den Abnehmer, üblicherweise durch das Entleeren des Transportfahrzeuges.

3.14 Zusatzmittel: Produkt, das in geringer Menge vor oder während des Mischens oder während eines zusätzlichen Mischvorgangs zugegeben wird und die Eigenschaften des Betons in der geforderten Weise ändert.

3.15 Zusatzstoff: Fein verteilte anorganische Stoffe, die dem Beton zugegeben werden können, um bestimmte Eigenschaften zu verbessern oder um besondere Eigenschaften zu erzielen. Es gibt zwei Arten von Zusatzstoffen: nahezu inerte Zusatzstoffe (Typ I) und puzzolische oder latent hydraulische Zusatzstoffe (Typ II).

¹⁾ Siehe Seite 4

3.16 Zuschlag: Stoff, der aus ungebrochenen und/oder gebrochenen Körnern aus natürlichen und/oder künstlichen Mineralstoffen mit Korngrößen und Kornformen, die für die Betonherstellung geeignet sind, besteht.

3.17 Normalzuschlag: Zuschlag mit einer Kornrohichte zwischen 2000 und 3000 kg/m³, bestimmt nach ISO 6783 oder ISO 7033.

3.18 Leichtzuschlag: Zuschlag aus Körnern mit porigem Gefüge und mit einer Kornrohichte von weniger als 2000 kg/m³, bestimmt nach ISO 6783 oder ISO 7033.

3.19 Schwerzuschlag: Zuschlag mit einer Kornrohichte von wesentlich über 3000 kg/m³, bestimmt nach ISO 6783 oder ISO 7033.

3.20 Zement (hydraulisches Bindemittel): Anorganischer, fein aufbereiteter Stoff, der zu seiner Verwendung mit Wasser zu einem Zementleim angerührt wird, der durch chemisch-mineralogische Reaktionen mit dem Anmachwasser selbständig erhärtet und nach dem Erhärten auch unter Wasser fest und raumbeständig bleibt.

3.21 Wirksamer Wassergehalt: Zugabewasser und Wasser, das auf der Oberfläche der Zuschläge oder in Zusatzmitteln und Zusatzstoffen bereits vorhanden ist (oder eventuell von zusätzlichem Eis oder erhitztem Dampf).

3.22 Wasserzementwert: Verhältnis von wirksamem Wassergehalt zu Zementgehalt im Beton.

3.23 Entwurfmischung: Mischung, bei der die Verantwortung für die Festlegung der erforderlichen Betoneigenschaften und zusätzlichen Anforderungen beim Bauausführenden (Verwender des Betons) liegt und bei der der Betonhersteller dafür verantwortlich ist, daß die gelieferte Mischung die festgelegten Eigenschaften und zusätzlichen Anforderungen erfüllt.

3.24 Vorgeschriebene Mischung: Mischung, bei der die Ausgangsstoffe und deren Zusammensetzung vom Bauausführenden (Verwender des Betons) festgelegt werden. Der Betonhersteller ist dafür verantwortlich, daß die gelieferte Mischung diesen Angaben entspricht, übernimmt aber keine Verantwortung für die Eigenschaften des Betons.

3.25 Eignungsprüfung: Prüfung oder Prüfungen, um vor der Verwendung festzustellen, wie der Beton zusammengesetzt sein muß, um im frischen und erhärteten Zustand unter Berücksichtigung der zu verwendenden Ausgangsstoffe und der besonderen Bedingungen auf der Baustelle alle geforderten Eigenschaften zu erfüllen.

3.26 Künstlich erzeugte Luftporen: Mikroskopisch kleine Luftblasen, die während des Mischvorganges normalerweise unter Verwendung eines oberflächenaktiven Stoffes im Beton künstlich erzeugt werden. In der Regel haben die Luftblasen jeweils einen Durchmesser zwischen 10 µm und 100 µm; sie sind kugelförmig bzw. nahezu kugelförmig.

3.27 Eingeschlossene Luft: Luftporen, die unbeabsichtigt in den Beton gelangen und die – mit einem Durchmesser von 1 mm oder höher – bedeutend größer und von geringem Nutzen sind als die künstlich eingeführten Luftporen.

4 Ausgangsstoffe

4.1 Zemente

Die beschriebenen Zementarten Portlandzement (CEI)⁴⁾, Portlandkompositzement (CEII)⁴⁾, Hochofenzement (CEIII)⁴⁾ und Puzzolanzement (CEIV)⁴⁾ müssen EN 197 Teile 1 bis 3⁵⁾ 6) entsprechen. Andere Zementarten müssen den jeweiligen nationalen Normen bzw. den am Verwendungsort des Betons geltenden Bestimmungen entsprechen.

4.2 Zuschläge

Die Zuschläge müssen den Anforderungen der nationalen Normen bzw. den am Verwendungsort des Betons geltenden Bestimmungen genügen. Schädliche Bestandteile dürfen in den Zuschlägen nicht in derartigen Mengen vorhanden sein, daß die Dauerhaftigkeit des Betons beeinträchtigt bzw. die Korrosion der Bewehrung herbeigeführt wird.

4.3 Zugabewasser

Das Zugabewasser muß den Anforderungen der nationalen Normen bzw. den am Verwendungsort des Betons geltenden Bestimmungen genügen. Schädliche Bestandteile dürfen im Wasser nicht in derartigen Mengen vorhanden sein, daß das Abbinden, Erhärten und die Dauerhaftigkeit des Betons beeinträchtigt bzw. die Korrosion der Bewehrung herbeigeführt wird. In Europa ist das Trinkwasser aus öffentlichen Versorgungsleitungen in der Regel für Beton geeignet.

4.4 Zusatzmittel

Zusatzmittel müssen den Anforderungen der nationalen Normen bzw. den am Verwendungsort des Betons geltenden Bestimmungen genügen. Schädliche Bestandteile dürfen in den Zusatzmitteln nicht in derartigen Mengen vorhanden sein, daß die Dauerhaftigkeit des Betons beeinträchtigt bzw. die Korrosion der Bewehrung herbeigeführt wird.

4.5 Zusatzstoffe

Zusatzstoffe müssen den Anforderungen der nationalen Normen bzw. den am Verwendungsort des Betons geltenden Bestimmungen genügen. Schädliche Bestandteile dürfen in den Zusatzstoffen nicht in derartigen Mengen vorhanden sein, daß die Dauerhaftigkeit des Betons beeinträchtigt bzw. die Korrosion der Bewehrung herbeigeführt wird.

5 Grundlegende Anforderungen an die Betonzusammensetzung

5.1 Allgemeines

Die Betonzusammensetzung, bestehend aus Zement, Zuschlag und Wasser (und gegebenenfalls Zusatzmittel und -stoffe), ist so zu wählen, daß alle Anforderungen an die Eigenschaften des Frisch- und Festbetons einschließlich Konsistenz, Rohdichte, Festigkeit und Dauerhaftigkeit sowie Schutz von Stahleinlagen vor Korrosion erfüllt werden. Die Betonzusammensetzung ist auf die Verarbeitbarkeit abzustimmen, die für das angewandte Bauverfahren benötigt wird.

Die Mischung ist so zusammenzusetzen, daß das Entmischen und Bluten des Frischbetons auf ein Mindestmaß beschränkt wird.

In allen Fällen muß der Beton die grundlegenden Anforderungen nach 5.2 bis 5.10 und Abschnitt 6 erfüllen. Zusätzliche Anforderungen an die Betoneigenschaften siehe Abschnitt 7.

5.2 Gefüge des Betons

Beton muß so zusammengesetzt sein, daß er nach dem Verdichten ein geschlossenes Gefüge aufweist. Das bedeutet,

- 4) Zementarten und -klassen sind in prEN 197 Teile 1 und 2 (Juni 1988) definiert.
- 5) Bis EN 197 vorliegt, können vergleichbare Zemente nach den am Verwendungsort des Zements geltenden nationalen Normen oder Regelungen verwendet werden.
- 6) Die in ENV 206 erfolgenden Verweise auf bestimmte Zementarten oder -klassen beruhen auf den in prEN 197 Teile 1 und 2 (Juni 1988) angegebenen Definitionen.

daß der Luftgehalt bei normgerechtem Verdichten⁷⁾ bei einem Nennwert des Zuschlaggrößtkorns ≥ 16 mm nicht mehr als 3 Vol.-% und bei einem Nennwert des Größtkorns < 16 mm nicht mehr als 4 Vol.-% beträgt, wobei künstlich eingeführte Luftporen und die Poren der Zuschläge nicht zu berücksichtigen sind.

5.3 Zementarten, Zementgehalt und Wasserzementwert

Bei der Wahl der Zementart sind die Verwendungsart des Betons (unbewehrter Beton, Stahlbeton oder Spannbeton), die Wärmeentwicklung des Betons im Bauwerk, die Abmessungen von Bauteilen sowie die Umweltbedingungen, denen das Bauwerk ausgesetzt wird, zu berücksichtigen.

Bei Beton, der mit Zuschlägen mit einem Nennwert des Zuschlaggrößtkorns ≤ 32 mm hergestellt wird, sind der Mindestzementgehalt und der höchstzulässige Wasserzementwert von den Umweltbedingungen sowie von den geforderten Eigenschaften der Betondeckung⁸⁾ abhängig. Sie sind nach Tabelle 3 zu wählen.

Bei der Wahl des Zementgehaltes sind besondere Anforderungen an die Eigenschaften des Betons, wie z. B. Wasserundurchlässigkeit, ebenfalls zu berücksichtigen.

Bei Beton mit Nennwerten des Zuschlaggrößtkorns, die erheblich höher als 32 mm liegen, z. B. Massenbeton, können niedrigere Werte für den Mindestzementgehalt als die in Tabelle 3 angegebenen Werte zulässig sein.

Für den in dieser Vornorm festgelegten Mindestzementgehalt und den maximalen Wasserzementwert sind nur Zemente nach 4.1 zu berücksichtigen. In besonderen Fällen, in denen puzzolanische oder latent hydraulische Zusatzstoffe der Betonmischung zugegeben werden, können am Verwendungsort des Betons geltende nationale Normen oder Regelungen angeben, ob und in welchem Maße die Mindest- bzw. Höchstwerte geändert werden dürfen.

5.4 Korngröße der Zuschläge

Das Zuschlaggrößtkorn ist so zu wählen, daß beim Einbringen und Verdichten des Betons an der Bewehrung kein Entmischen stattfindet.

Die Anordnung der Bewehrungsstäbe ist so zu wählen, daß beim Einbringen und Verdichten des Betons kein Entmischen stattfindet.

Der Nennwert des Zuschlaggrößtkorns darf

- ein Viertel der kleinsten Bauteilabmessung,
- den lichten Abstand der Bewehrungsstäbe untereinander abzüglich 5 mm, sofern keine besonderen Vorkehrungen getroffen werden, z. B. durch Zusammenfassung von Bewehrungsstäben
- 1,3mal die Dicke der Betondeckung der Bewehrung (nicht erforderlich bei der in Tabelle 2 angegebenen Umweltklasse 1)

nicht überschreiten.

Anmerkung: Um einen guten Verbund des Betons zu erreichen, kann für den Nennwert des Zuschlaggrößtkorns und den Nennwert der Mindestdicke der Betondeckung ein bestimmtes Verhältnis gefordert werden (siehe z. B. Eurocode 2).

5.5 Chloridgehalt des Betons

Der Chloridionengehalt des Betons darf die in den nationalen Normen oder den am Verwendungsort des Betons geltenden Bestimmungen festgelegten Werte nicht überschreiten. Falls derartige Werte nicht zur Verfügung stehen, sind die in Tabelle 1 angegebenen Werte zu übernehmen.

Kalziumchlorid und Zusatzmittel auf der Basis von Chloriden dürfen Stahlbeton, Spannbeton und Beton mit Metall-

Tabelle 1. **Höchstzulässiger Chloridgehalt von Beton**

Beton	Cl ⁻ je kg Zement Massenanteil in %
Unbewehrter Beton	1
Stahlbeton	0,4
Spannbeton	0,2

einlagen nicht beigegeben werden, es sei denn, ihre Verwendung ist in nationalen Normen oder in den am Verwendungsort des Betons geltenden Bestimmungen erlaubt.

5.6 Konsistenz beim Betonieren

Der Konsistenzbereich muß so gewählt werden, daß der Frischbeton ohne sich zu entmischen verarbeitet und unter den auf der Baustelle herrschenden Bedingungen vollständig verdichtet werden kann.

Um die sachgemäße Verdichtung von Ortbeton sicherzustellen, wird empfohlen, daß die Konsistenz des Betons zum Zeitpunkt der Verarbeitung der Slump-Klasse S3⁹⁾ bzw. der Ausbreitklasse F3⁹⁾ entspricht, es sei denn, es werden andere Maßnahmen getroffen.

5.7 Alkali-Kieselsäure-Reaktion

Einige Zuschläge, die bestimmte Arten von Silikaten enthalten, können von Alkalien (Na₂O und K₂O), die aus dem Zement stammen oder anderer Herkunft sind, angegriffen werden. In Anwesenheit von Feuchte kommt es zu Treiberscheinungen, die zu Ribbildung und Zerstörung des Betons führen können. Unter derartigen Bedingungen sind eine oder mehrere der folgenden Vorkehrungen zu treffen:

- Einschränkung des Gesamtalkaligehaltes der Betonmischung,
- Verwendung eines Zementes mit einem geringen Gehalt an reaktionsfähigem Alkali,
- Verwendung anderer Zuschläge,
- Einschränkung des Sättigungsgrades des Betons, z. B. durch undurchlässige Sperrschichten.

Bei weiteren Einzelheiten ist nach den Anforderungen der nationalen Normen bzw. den am Verwendungsort des Betons geltenden Bestimmungen zu verfahren, wobei etwaige bisherige langzeitige Erfahrungen mit einer betreffenden Verbindung aus Zement und Zuschlagstoff zu berücksichtigen sind.

5.8 Zusatzmittel

In der Betonmischung darf der Gesamtanteil an Zusatzmitteln, sofern diese verwendet werden, 50 g/kg Zement nicht überschreiten und soll 2 g/kg Zement nicht unterschreiten. Geringere Mengen an Zusatzmitteln sind nur zulässig, wenn sie in einem Teil des Zugabewassers gelöst werden.

Flüssige Zusatzmittel in Mengen über 3 l/m³ Beton sind bei der Berechnung des Wasserzementwertes zu berücksichtigen.

⁷⁾ D. h. nach den in ISO 2736 Teil 2 festgelegten Grundsätzen für die Verdichtung von Probekörpern.

⁸⁾ Für Angaben zur Dicke der Betondeckung, siehe die Festlegungen nach Eurocode 2.

⁹⁾ Konsistenzklassen sind in ISO 4103 definiert (siehe auch 7.2.1).

5.9 Zusatzstoffe

Zusatzstoffe dürfen der Betonmischung nur in solchen Mengen zugefügt werden, daß sie die Dauerhaftigkeit des Betons nicht beeinträchtigen und nicht zur Korrosion der Bewehrung führen.

Die nationalen Normen oder die am Verwendungsort des Betons geltenden Bestimmungen sind anzuwenden.

5.10 Betontemperatur

Wenn nicht anders festgelegt, darf die Temperatur des Frischbetons 30°C nicht überschreiten. Während des Zeitraums zwischen Mischen und Einbringen darf die Temperatur des Betons 5°C nicht unterschreiten (hinsichtlich der Wärmebehandlung, siehe 10.7).

6 Anforderungen an die Dauerhaftigkeit

6.1 Allgemeines

Um einen Beton mit einer ausreichenden Dauerhaftigkeit herzustellen, der den Bewehrungsstahl vor Korrosion

schützt und den Umwelt- und Arbeitsbedingungen, denen er während der vorgesehenen Lebensdauer des Bauwerks ausgesetzt wird, zufriedenstellend standhält, sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

- a) Wahl geeigneter Ausgangsstoffe, die keine schädlichen Bestandteile enthalten, welche die Dauerhaftigkeit des Betons beeinträchtigen und die Korrosion der Bewehrung verursachen könnten (siehe z. B. Abschnitt 4 und 5.5).
- b) Wahl einer geeigneten Betonzusammensetzung, so daß der Beton
 - alle festgelegten Kriterien für die Eigenschaften von Frisch- und Festbeton erfüllt (siehe z. B. Abschnitt 7);
 - so eingebracht und verdichtet werden kann, daß sich eine dichte Betondeckung ergibt (siehe z. B. Abschnitt 5);
 - inneren Einwirkungen standhält (siehe z. B. 5.7);
 - äußeren Einwirkungen standhält – z. B. Umwelteinflüssen wie z. B. Witterung, Gasen, Flüssigkeiten und Böden (siehe 6.2);

Tabelle 2. Umweltklassen in Abhängigkeit von den Umweltbedingungen

Umweltklassen		Beispiele für Umweltbedingungen
1 Trockene Umgebung		– Innenräume von Wohn- oder Bürogebäuden ¹⁾
2 Feuchte Umgebung	a ohne Frost	– Gebäudeinnenräume mit hoher Feuchte (z. B. Wäschereien) – Außenbauteile – Bauteile in nichtangreifendem Boden und/oder Wasser
	b mit Frost	– Außenbauteile, die Frost ausgesetzt sind. – Bauteile in nichtangreifendem Boden und/oder Wasser, die Frost ausgesetzt sind. – Innenbauteile bei hoher Luftfeuchte, die Frost ausgesetzt sind.
3 Feuchte Umgebung mit Frost und Taumittel- einwirkung		– Außenbauteile, die Frost und Taumitteln ausgesetzt sind.
4 Meerwasser- umgebung	a ohne Frost	– Bauteile im Spritzwasserbereich oder die ganz oder nur teilweise in Meerwasser eingetaucht sind. – Bauteile in salzgesättigter Luft (unmittelbarer Küstenbereich)
	b mit Frost	– Bauteile im Spritzwasserbereich oder die nur teilweise in Meerwasser eingetaucht sind und Frost ausgesetzt sind. – Bauteile, die salzgesättigter Luft und Frost ausgesetzt sind.
Die folgenden Klassen können einzeln oder in Kombination mit den oben genannten Klassen vorliegen:		
5 Chemisch angreifende Umgebung ²⁾	a	Schwach chemisch angreifende Umgebung (gasförmig, flüssig oder fest) Aggressive industrielle Atmosphäre
	b	Mäßig chemisch angreifende Umgebung (gasförmig, flüssig oder fest)
	c	Stark chemisch angreifende Umgebung (gasförmig, flüssig oder fest)
¹⁾ Diese Umweltklasse gilt nur dann, wenn das Bauwerk oder einige dessen Bauteile während der Bauausführung über einen längeren Zeitraum hinweg keinen schlechteren Bedingungen ausgesetzt wird. ²⁾ Chemisch angreifende Umgebungen werden in ISO 96909 klassifiziert. Folgende gleichwertige Umweltklassen dürfen ebenfalls angegeben werden: Umweltklasse 5a: ISO-Klassifizierung A1G, A1L, A1S Umweltklasse 5b: ISO-Klassifizierung A2G, A2L, A2S Umweltklasse 5c: ISO-Klassifizierung A3G, A3L, A3S		

- c) Angriffe mechanischer Art – z. B. Abrieb (siehe 7.3.1.4);
- d) Mischen, Einbringen und Verdichten des Frischbetons so, daß die Ausgangsstoffe in der Mischung gleichmäßig verteilt werden, sich nicht entmischen und der Beton ein geschlossenes Gefüge erhält – (siehe z. B. Abschnitt 9 und Abschnitt 10);
- e) Nachbehandlung des Betons so, daß insbesondere der Oberflächenbereich (Betondeckung), die aufgrund seiner Zusammensetzung erwarteten Eigenschaften erreicht (siehe 10.5).

Alle diese Faktoren sind im Rahmen einer Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) vom Bauausführenden, Subunternehmer oder Zulieferer innerhalb deren entsprechendem Verantwortungsbereich zu kontrollieren und nachzuweisen (siehe 11.2).

6.2 Widerstand gegenüber Umwelteinwirkungen

6.2.1 Klassifizierung der Umweltbedingungen

Unter Umwelt werden in diesem Zusammenhang die chemischen und physikalischen Einwirkungen verstanden, denen Beton ausgesetzt ist und die durch jene Umwelteinflüsse

verursacht werden, die bei der statischen Berechnung des Bauwerks nicht als Lasten in Ansatz gebracht werden.

Diese Umweltbedingungen werden nach Tabelle 2 klassifiziert.

6.2.2 Anforderungen hinsichtlich der Dauerhaftigkeit in Abhängigkeit von den Umwelteinwirkungen

Die Grenzwerte für die Zusammensetzung und die Eigenschaften von unbewehrtem Beton sowie von Stahlbeton und Spannbeton werden in Tabelle 3 angegeben.

Die Mindestanforderungen an unbewehrten Beton gelten nur unter der Voraussetzung, daß der Beton keine eingebetteten Stahlteile (Bewehrung und andere dauernde Einbauteile), die vor Korrosion geschützt werden müssen, enthält. Wenn die am Verwendungsort des Betons geltenden nationalen Normen oder Regelungen dies erfordern, können zusätzlich Mindestfestigkeitsklassen festgelegt werden.

Sofern die in Tabelle 3 angegebenen Anforderungen hinsichtlich des Wasserzementwertes und des Mindestzementgehaltes erfüllt werden, werden die in Tabelle 20 angegebenen Festigkeitsklassen des Betons normalerweise erreicht.

Tabelle 3. Anforderungen hinsichtlich der Dauerhaftigkeit in Abhängigkeit von den Umwelteinwirkungen

Anforderung	Umweltklasse nach Tabelle 2								
	1	2a	2b	3	4a	4b	5a	5b	5c ¹⁾
Maximaler Wasserzementwert für ²⁾									
– unbewehrten Beton	–	0,70	0,55	0,50	0,55	0,50	0,55	0,50	0,45
– Stahlbeton	0,65	0,60							
– Spannbeton	0,60	0,60							
Mindestzementgehalt ²⁾ in kg/m ³ für									
– unbewehrten Beton	150	200	200	300	300	300	200	300	300
– Stahlbeton	260	280	280				280		
– Spannbeton	300	300	300				300		
Mindestluftporengehalt von Frischbeton in % für den Nennwert des Zuschlaggrößtkorns ³⁾									
– 32 mm	–	–	4 ⁴⁾	4 ⁴⁾	–	4 ⁴⁾	–	–	–
– 16 mm	–	–	5	5	–	5	–	–	–
– 8 mm	–	–	6	6	–	6	–	–	–
Frostbeständige Zuschläge ⁶⁾	–	–	ja	ja	–	ja	–	–	–
Wasserundurchlässiger Beton nach 7.3.1.5	–	–	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Für unbewehrten Beton und Stahlbeton erforderliche Zementarten nach EN 197							Zement mit hohem Sulfatwiderstand, wenn der Sulfatgehalt ⁵⁾ > 500 mg/kg im Wasser > 3000 mg/kg im Beton		
	<p>Die o.g. Werte für den Wasserzementwert und den Zementgehalt gelten für Zemente, mit denen viele Länder langzeitige Erfahrungen haben. Bei Erstellung des Entwurfs dieser Vornorm beruhten die Erfahrungen einiger Länder mit einer Reihe der in EN 197 genormten Zemente jedoch nur auf den jeweiligen örtlichen klimatischen Bedingungen. Deshalb sollten für die Gültigkeitsdauer dieser Vornorm insbesondere für die Umweltklassen 2b, 3, 4b bei der Wahl der Zementart und ihrer Zusammensetzung die am Verwendungsort des Betons geltenden nationalen Normen oder Regelungen zugrunde gelegt werden. Die Eignung der Zemente kann auch durch Prüfung des Betons unter herrschenden Bedingungen beim beabsichtigten Gebrauch nachgewiesen werden.</p> <p>Zusätzlich kann der Zement CEI allgemein für Spannbeton verwendet werden. Es können auch andere Zementarten verwendet werden, wenn mit diesen Zementen Erfahrungen gesammelt worden sind und deren Anwendung nach den am Verwendungsort des Betons geltenden nationalen Normen oder Regelungen zulässig ist.</p>								
<p>1) Zusätzlich muß der Beton durch Beschichtungen vor direkter Berührung mit dem angreifenden Medium geschützt werden, ausgenommen in den Fällen, in denen ein derartiger Schutz nicht für erforderlich gehalten wird.</p> <p>2) Für den in dieser Vornorm festgelegten Mindestzementgehalt und den maximalen Wasserzementwert sind nur Zemente nach 4.1 zu berücksichtigen. In besonderen Fällen, in denen puzzolanische oder latent hydraulische Zusatzstoffe der Betonmischung zugegeben werden, können am Verwendungsort des Betons geltende nationale Normen oder Regelungen angeben, ob und in welchem Maße die Mindest- bzw. Höchstwerte geändert werden dürfen.</p> <p>3) Mit einem Abstandsfaktor des Luftporenbildners $\leq 0,20$ mm, gemessen am Festbeton.</p> <p>4) Sofern ein hoher Sättigungsgrad über längere Zeiträume hinweg vorliegt. Es können auch andere Werte und Maßnahmen gelten, wenn geprüft und nachgewiesen wird, daß der Beton nach den an seinem Verwendungsort geltenden nationalen Normen oder Regelungen eine entsprechende Frostbeständigkeit aufweist.</p> <p>5) Der Sulfatwiderstand des Zements muß nach den nationalen Normen und den am Verwendungsort des Betons geltenden nationalen Normen oder Regelungen beurteilt werden.</p> <p>6) Anhand der am Verwendungsort des Betons geltenden nationalen Normen oder Regelungen nachzuweisen.</p>									

7 Betoneigenschaften und Nachweisverfahren

7.1 Allgemeines

Die Eigenschaften von Frisch- und Festbeton, die festgelegt werden können, sowie die entsprechenden Nachweisverfahren, die, wenn gefordert, anzuwenden sind, werden in 7.2 und 7.3 festgelegt.

7.2 Frischbeton

7.2.1 Konsistenz

Die Konsistenz des Betons ist entweder anhand der Slump-Prüfung nach ISO 4109 oder der Vebe-Prüfung nach ISO 4110 oder der Verdichtungsprüfung nach ISO 4111 oder anhand des Ausbreitversuches nach ISO 9812 oder einem weiteren zu vereinbarenden Prüfverfahren zu bestimmen.

Anmerkung: Die in den Tabellen 4 bis 7 angegebenen verschiedenen Konsistenzbereiche sind nicht direkt aufeinander bezogen.

Die Klassifizierung von Beton nach seiner Konsistenz erfolgt nach ISO 4103 entsprechend den Tabellen 4, 5 6 und 7.

Tabelle 4. Slump-Klassen

Klasse	Slump in mm
S1	10 bis 40
S2	50 bis 90
S3	100 bis 150
S4	≥ 160
Die Slump-Maße sind auf 10 mm gerundet anzugeben.	

Tabelle 5. Vebe-Klassen

Klasse	Vebe in Sekunden
V0	≥ 31
V1	30 bis 21
V2	20 bis 11
V3	10 bis 5
V4	≤ 4

Tabelle 6. Verdichtungsmaß-Klassen

Klasse	Verdichtungsmaße
C0	≥ 1,46
C1	1,45 bis 1,26
C2	1,25 bis 1,11
C3	1,10 bis 1,04

Tabelle 7. Ausbreitklassen

Klasse	Ausbreitmaß (Durchmesser) in mm
F1	≤ 340
F2	350 bis 410
F3	420 bis 480
F4	490 bis 600

Bei Beton mit hoher Verarbeitbarkeit, z. B. beim Einsatz von Fließmitteln, ist der Ausbreitversuch anzuwenden.

7.2.2 Luftgehalt

Der Luftgehalt von Frischbeton ist nach ISO 4848 zu bestimmen.

7.2.3 Rohdichte des verdichteten Frischbetons

Die Rohdichte des verdichteten Frischbetons ist nach ISO 6276 oder nach einem anderen zu vereinbarenden Verfahren zu bestimmen.

7.2.4 Wasserzementwert und Zementgehalt

Der Wasserzementwert ist aufgrund von Meßergebnissen des Gewichtes des Zementes, des Zugabewassers und der Zuschläge zusammen mit dem vorhandenen Wasserhalt der Zuschläge (für flüssige Zusatzmittel siehe 5.8) zu berechnen und zu überprüfen.

Ist die Bestimmung des Wasserzementwertes des Frischbetons durch Analyse erforderlich, ist das Prüfverfahren zu vereinbaren¹⁰⁾.

7.3 Festbeton

7.3.1 Widerstand gegenüber mechanischen Einwirkungen

7.3.1.1 Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit des Betons wird als charakteristische Festigkeit ausgedrückt und als der Festigkeitswert definiert, unter dem erwartungsgemäß 5% der Grundgesamtheit aller möglichen Festigkeitsmessungen des angegebenen Betons liegen werden. Die Festigkeit wird hierbei nach ISO 4012 an Probekörpern, die nach ISO 1920 in Formen – entweder als Würfel mit den Abmessungen 150 mm oder als Zylinder mit den Maßen $d = 150$ mm und $h = 300$ mm – hergestellt sind und nach ISO 2736 nachbehandelt wurden, im Alter von 28 Tagen bestimmt. Die am Würfel bestimmte Festigkeit wird mit $f_{ck,cube}$, die am Zylinder bestimmte Festigkeit mit $f_{ck,cyl}$ angegeben.

Vor Beginn der Bauarbeiten ist anzugeben oder zu vereinbaren, ob die Druckfestigkeit anhand von Würfeln oder Zylindern zu bestimmen ist.

Der Beton wird entsprechend seiner in Tabelle 8 angegebenen Druckfestigkeit klassifiziert. Die Tabelle basiert auf der Klassifikation der Zylinderfestigkeit nach dem Eurocode 2 für Bemessung.

¹⁰⁾ In Fällen, in denen das Zement-Zuschlag-Verhältnis – auf die Masse bezogen – bekannt ist, darf der Wasserzementwert anhand des Verfahrens nach Thaulow (S. Thaulow: „Field testing of concrete, New and Simplified Methods for Testing Concrete and its Aggregates“ (Feldversuche an Beton, Neue und vereinfachte Prüfverfahren für Beton und dessen Zuschläge), Norsk Cementforening, Oslo, Norwegen, 1952) ermittelt werden.

Tabelle 8. **Festigkeitsklassen für Beton**

Festigkeitsklasse	<u>C12/15</u>	C16/20	<u>C20/25</u>	C25/30	<u>C30/37</u>	C35/45	<u>C40/50</u>	C45/55	<u>C50/60</u>
$f_{ck_{cyl}}^1)$ N/mm ²	12	16	20	25	30	35	40	45	50
$f_{ck_{cube}}$ N/mm ²	15	20	25	30	37	45	50	55	60

1) $f_{ck_{cyl}}$ ist mit der in den Eurocodes verwendeten Festigkeitsklasse f_{ck} identisch.

Aus Gründen der Produktions- und Qualitätskontrolle werden die in Tabelle 8 unterstrichenen Werte für die Bestimmung des Betons empfohlen.

Für Leichtbeton gelten die gleichen Festigkeitsklassen; sie werden durch das Symbol LC gekennzeichnet, das vor der Angabe der Festigkeitsklasse steht.

In bestimmten Anwendungsfällen kann es notwendig sein, die Mindestdruckfestigkeit von in Formen hergestellten Probekörpern für einen früheren oder späteren Zeitpunkt oder für eine besondere Lagerungsart (z. B. Wärmebehandlung nach 10.7) festzulegen.

7.3.1.2 Zugfestigkeit

Die Zugfestigkeit von Beton ist entweder durch die Spaltzugfestigkeit nach ISO 4108 oder durch die Biegezugfestigkeit nach ISO 4013 zu bestimmen und auszudrücken.

Die Zugfestigkeit von Beton darf auch als axiale Zugfestigkeit ausgedrückt werden, die nach RILEM CPC 7 ermittelt werden kann.

Anmerkung: Die mit diesen verschiedenen Prüfverfahren erzielten Ergebnisse sind nicht austauschbar; zum Zwecke der Bemessung dürfen jedoch Umrechnungsfaktoren aufgestellt werden (siehe z. B. die entsprechenden Abschnitte für Zugfestigkeit in Eurocode 2).

7.3.1.3 Festigkeitsentwicklung

Die Festigkeitsentwicklung ist anhand von Druckfestigkeitsprüfungen zu bestimmen, die in zu vereinbarenden Zeitabständen an dem Beton durchgeführt werden. Falls der Einfluß der Baustellenbedingungen auf die Festigkeitsentwicklung berücksichtigt werden soll, müssen für die Nachbehandlung der Probekörper besondere Bedingungen eigens vereinbart werden.

7.3.1.4 Verschleißwiderstand

Der Verschleißwiderstand ist nach den nationalen Normen oder den am Verwendungsort des Betons geltenden Regelungen zu bestimmen und zu prüfen.

Zur Herstellung eines Betons mit einem hohen Verschleißwiderstand werden folgende Maßnahmen empfohlen:

- Festigkeitsklasse des Betons mindestens C30/35,
- die Verwendung von gut abgestuften, harten Zuschlägen mit einer rauen Oberflächenbeschaffenheit und einem hohen Anteil an groben Körnern,
- Verdoppelung der in 10.5.3 angegebenen Dauer der Nachbehandlung,
- bei besonders starkem Verschleiß, das Auftragen eines speziellen Oberflächenschutzes auf den Beton.

7.3.1.5 Wasserundurchlässigkeit

Die Betonzusammensetzung gilt für die Herstellung von wasserundurchlässigen Beton als geeignet, wenn die maximale Wassereindringtiefe in den Beton nach ISO 7031 weniger als 50 mm und die mittlere Wassereindringtiefe weniger als 20 mm beträgt. Der Wasserzementwert darf 0,55 nicht überschreiten.

7.3.2 Rohdichte

Hinsichtlich der Trockenrohddichte des Betons wird zwischen Normalbeton (Symbol C), Leichtbeton (Symbol LC) und Schwerbeton (Symbol HC) unterschieden. Siehe Definitionen 3.6, 3.7 und 3.8.

Die Klassifizierung von Leichtbeton hinsichtlich dessen Rohdichte wird in Tabelle 9 angegeben.

Tabelle 9. **Klassifizierung von Leichtbeton**

Rohdichte-Klasse	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
kg/m ³	901 bis 1000	1001 bis 1200	1201 bis 1400	1401 bis 1600	1601 bis 1800	1801 bis 2000

Die tatsächlich vorhandene Rohdichte ist nach ISO 6275 zu bestimmen. Ist das Verhältnis zwischen der Trockenrohddichte und der tatsächlich vorhandenen Rohdichte des Festbetons bekannt, kann die tatsächlich vorhandene Rohdichte nach ISO 4012 bestimmt werden.

8 Festlegung des Betons

8.1 Allgemeines

Beton darf als Entwurfsmischung (siehe Definition 3.23) mit Angabe der geforderten Eigenschaften nach Abschnitt 7 oder als vorgeschriebene Mischung (siehe Definition 3.24) unter Vorgabe der Zusammensetzung auf der Grundlage von Eignungsprüfungsergebnissen (siehe Definition 3.25) oder langzeitigen Erfahrungen mit vergleichbarem Beton beschrieben werden.

Vom Entwerfenden oder vom Bauausführenden bereitzustellende Angaben sind

- für die Entwurfsmischungen in 8.2 und
- für die vorgeschriebenen Mischungen in 8.3 aufgeführt.

8.2 Angaben bei der Festlegung von Entwurfsmischungen

8.2.1 Allgemeines

Bei der Spezifizierung von Entwurfsmischungen sind in sämtlichen Fällen die Mindestangaben nach 8.2.2 zu machen und, wenn besondere Bedingungen dies erfordern, zusätzliche Angaben nach 8.2.3.

8.2.2 Mindestangaben

- a) Festigkeitsklasse
- b) Nennwert des Zuschlaggrößtkorns
- c) Mindestanforderungen an die Zusammensetzung je nach Verwendungszweck des Betons (z. B. Umweltklassen, unbewehrter Beton, Stahlbeton oder Spannbeton). Siehe Abschnitte 5 und 6.

Bei Transportbeton (vom Bauausführenden geliefert):

- d) Konsistenz-Klasse

8.2.3 Zusätzliche Angaben bei besonderen Bedingungen

Wenn möglich, sind für a) und b) festgelegte Eigenschaften und Prüfverfahren anzugeben:

- a) Eigenschaften des Festbetons, z. B.
 - Betonrohddichte, z. B. bei Leicht- oder Schwerbeton
 - Widerstand gegen eindringendes Wasser
 - Frost-Tauwechselwiderstand
 - Frost-Taumittelwiderstand
 - Widerstand gegen chemischen Angriff
 - Verschleißwiderstand
 - Widerstand gegen hohe Temperaturen
 - andere zusätzliche technische Anforderungen
- b) Eigenschaften der Mischung, z. B.
 - Zementart
 - Konsistenzklasse
 - Luftgehalt
 - beschleunigte Festigkeitsentwicklung
 - Wärmeentwicklung während der Hydratation
 - verzögerte Hydratation
 - besondere Anforderungen an die Zuschläge
 - besondere Anforderungen bezüglich Alkali-Kieselsäure-Reaktion
 - besondere Anforderungen an die Temperatur des Frischbetons
 - andere zusätzliche technische Anforderungen.
- c) Bei Transportbeton folgende zusätzliche Bedingungen hinsichtlich des Transports sowie der Förder- und Einbauverfahren auf der Baustelle (vom Bauausführenden vorgegeben):
 - Lieferzeit und -menge
 - Förderung auf der Baustelle
 - Pumpen
 - Förderband
 - Beschränkung der Fahrzeugart (Fahrzeug mit oder ohne Rührwerk), Größe, Höhe oder Gewicht des Fahrzeugs.

8.3 Angaben für eine vorgeschriebene Mischung

8.3.1 Allgemeines

Bei der Festlegung von vorgeschriebenen Mischungen sind in jedem Fall die Mindestangaben nach 8.3.2 und, wenn besondere Bedingungen dies erfordern, zusätzliche Angaben nach 8.3.3 zu machen.

8.3.2 Mindestangaben

- a) Zementgehalt je Kubikmeter verdichteten Betons
- b) Art und Festigkeitsklasse des Zements
- c) Konsistenzbereich des Frischbetons oder Wasserzementwert
- d) Art der Zuschläge
- e) Größtkorn und Sieblinie des Zuschlags
- f) gegebenenfalls Art und Menge von Zusatzmitteln oder Zusatzstoffen
- g) Herkunft der Ausgangsstoffe des Betons, wenn Zusatzmittel oder Zusatzstoffe verwendet werden.

8.3.3 Zusätzliche Angaben

- a) Eigenschaften der Betonzusammensetzung, z. B.
 - Herkunft der Ausgangsstoffe
 - zusätzliche Anforderungen an Zuschläge, gegebenenfalls einschließlich besonderer Sieblinien
 - besondere Anforderungen hinsichtlich der Temperatur des Frischbetons bei der Lieferung
 - andere zusätzliche technische Anforderungen

- b) Bei Transportbeton zusätzliche Bedingungen hinsichtlich des Transports sowie der Förderverfahren und der Verarbeitung auf der Baustelle, z. B.

- Lieferzeit und -menge
- Beschränkung der Fahrzeugart (Fahrzeug mit oder ohne Rührwerk), Größe oder Höhe des Fahrzeugs.

9 Herstellung des Betons

9.1 Personal, Anlagen und Einrichtungen

9.1.1 Personal

Die mit der Herstellung und Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) beauftragte Person muß über entsprechende Kenntnisse, Ausbildung und Erfahrung verfügen.

Am Herstellungsort muß eine Person mit entsprechenden Kenntnissen und Erfahrungen anwesend sein, die für die Herstellung und bei Transportbeton auch für die Lieferung verantwortlich ist. Sie oder ihr entsprechend ausgebildeter Vertreter muß während der Herstellung anwesend sein.

Die mit der Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) beauftragte Person muß über entsprechende Kenntnisse und Erfahrungen auf dem Gebiet der Betontechnologie, Herstellung, Prüfung und Güteüberwachungssysteme verfügen.

Anmerkung: In einigen Ländern gelten für die Erfüllung der verschiedenen Aufgaben unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich der Kenntnisse, Ausbildung und Erfahrung.

9.1.2 Anlagen und Einrichtungen

9.1.2.1 Lager für Ausgangsstoffe

Die Ausgangsstoffe – Zement, Zuschläge, Zusatzstoffe und/oder Zusatzmittel – müssen in solcher Menge vorhanden sein, daß die geplante Produktionsrate und Lieferung eingehalten werden können.

Unterschiedliche Ausgangsstoffe sind so zu transportieren und zu lagern, daß eine Vermischung, Verschmutzung oder Beeinträchtigung der Eigenschaften vermieden wird.

Insbesondere ist folgendes zu beachten:

- Zement und Zusatzstoffe sind bei Transport und Lagerung vor Feuchtigkeit und Verunreinigung zu schützen. Die verschiedenen Zementarten und Zusatzstoffe sind eindeutig zu kennzeichnen und so zu lagern, daß Verwechslungen ausgeschlossen sind. Zement in Säcken sollte so gelagert werden, daß er in der Reihenfolge der Anlieferungen verwendet werden kann.
- Getrennt angelieferte Zuschläge unterschiedlicher Korngrößen oder Arten dürfen nicht unabsichtlich vermischt werden. Eine Entmischung von Körnern unterschiedlicher Größe ist zu vermeiden.
- Zusatzmittel sind so zu transportieren und zu lagern, daß ihre Qualität nicht durch physikalische oder chemische Einflüsse (Frost, hohe Temperaturen, usw.) beeinträchtigt wird. Sie sind eindeutig zu kennzeichnen und so zu lagern, daß Verwechslungen ausgeschlossen sind.

Es sind Vorrichtungen vorzusehen, die ermöglichen, daß Proben z. B. aus Lagern, Silos und Behältern entnommen werden können.

9.1.2.2 Dosiervorrichtungen

Die Dosiervorrichtungen müssen so zuverlässig arbeiten, daß unter Betriebsbedingungen die Dosiergenauigkeiten nach 9.2 erreicht werden können.

Die Genauigkeit der Dosiervorrichtungen muß den am Verwendungsort des Betons geltenden nationalen Anforderungen oder Regelungen entsprechen. Existieren solche nicht, so gelten die Mindestwerte nach Tabelle 10.

Tabelle 10. Fehlergrenzen von Dosiervorrichtungen

Zeigerausschlag oder Bereich der Digitalanzeige	Fehlergrenze	
	unmittelbar nach Aufstellung	im Betrieb
0 bis 1/4 des vollen Zeigerausschlags oder Anzeigebereichs	0,5%	1,0%
	des Viertelwertes	
1/4 bis 1/1 des vollen Zeigerausschlags oder Anzeigebereichs	0,5%	1,0%
	des abgelesenen Wertes	

Jeder Teilstrich der Meßanzeigeskala bzw. jede Einheit der Digitalanzeige sollte einer Masse von nicht mehr als 1/500 des Höchstwertes der Skala bzw. des Anzeigebereichs der digitalen Meßvorrichtung entsprechen

9.1.2.3 Mischer

Die Mischer müssen eine gleichmäßige Verteilung der Ausgangsstoffe und eine einheitliche Verarbeitbarkeit des Betons in der Mischzeit und durch ihre Mischleistung bewirken.

Mischfahrzeuge müssen so ausgerüstet sein, daß die Übergabe eines gleichmäßig gemischten Betons möglich ist. Ferner müssen sie, wenn eine Zugabe von Wasser oder Zusatzmitteln auf der Baustelle vorgesehen ist, mit Meß- und Dosiervorrichtungen ausgestattet sein.

9.2 Dosieren der Ausgangsstoffe

Für die herzustellende(n) Betonmischung(en) muß eine aufgezeichnete Mischanweisung vorliegen, die genaue Angaben über die Art und Menge der Ausgangsstoffe enthält.

Beim Dosieren der Ausgangsstoffe sind die Meßunsicherheiten (Meßunsicherheit sowohl der Meßvorrichtungen als auch des Dosierverfahrens) nach Tabelle 11 einzuhalten.

Tabelle 11. Meßunsicherheit beim Dosieren der Ausgangsstoffe

Ausgangsstoff	Meßunsicherheit
Zement	± 3% der erforderlichen Menge
Wasser	
Zuschläge insgesamt	
Zusatzstoffe	
Zusatzmittel	± 5% der erforderlichen Menge

Zement, Zuschläge und pulverförmige Zusatzstoffe sind nach Gewicht zu dosieren; andere Dosierverfahren sind zulässig, wenn damit die zulässigen Meßunsicherheiten beim Dosieren nicht überschritten werden.

Das Wasser darf entweder nach Gewicht oder nach Volumen dosiert werden.

Zusatzmittel und flüssige Zusatzstoffe dürfen entweder abgewogen oder nach Volumen abgemessen werden.

9.3 Mischen des Betons

Die Ausgangsstoffe sind in einem mechanischen Mischer solange zu mischen, bis eine gleichmäßige Mischung entstanden ist. Die Mischzeit beginnt mit dem Zeitpunkt, an dem sich alle Mischungsbestandteile im Mischer befinden. Mischer dürfen nicht über ihre Nennkapazität hinaus beladen werden.

Bei der Zugabe von kleinen Mengen von Zusatzstoffen (siehe 5.8) sind diese vor der Zugabe in einem Teil des Zugabewassers aufzulösen.

Falls Fließmittel, wegen ihrer kurzzeitigen Wirkung erst auf der Baustelle zugegeben werden dürfen, ist der Beton vor ihrer Zugabe gleichmäßig zu mischen. Nach Zugabe der Zusatzmittel ist der Beton nochmals so lange zu mischen, bis das Zusatzmittel völlig verteilt und wirksam ist.

Die Zusammensetzung des Frischbetons darf nach Verlassen des Mixers nicht mehr verändert werden.

10 Transport, Verarbeitung und Nachbehandlung von Frischbeton auf der Baustelle

10.1 Personal

Die mit dem Transport, der Verarbeitung und Nachbehandlung von Beton beauftragte Person muß über entsprechende Kenntnisse, Ausbildung und Erfahrung verfügen.

Am Herstellungsort muß eine Person mit entsprechenden Kenntnissen und Erfahrungen anwesend sein, die für die Abnahme des Betons und auch für den Transport auf der Baustelle sowie für Verarbeitung und Nachbehandlung verantwortlich ist. Sie oder ihr entsprechend ausgebildeter Vertreter muß während der Verarbeitung anwesend sein.

Anmerkung: In einigen Ländern gelten für die Erfüllung der verschiedenen Aufgaben unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich der Kenntnisse, Ausbildung und Erfahrung.

10.2 Transport

Es sind geeignete Maßnahmen zu treffen, so daß sich der Beton während des Transports und Entladens nicht entmischt, er keine Bestandteile verliert und nicht verunreinigt wird.

Die höchstzulässige Transportdauer hängt im wesentlichen von der Zusammensetzung des Betons und den Witterungsbedingungen ab.

10.3 Lieferung

10.3.1 Herstellerangaben bei Transportbeton

Um eine sachgemäße Verarbeitung und Nachbehandlung des Frischbetons sowie den Nachweis der Festigkeitsentwicklung im Bauwerk zu ermöglichen, benötigt der Verwender des Betons u. U. Angaben bezüglich der Zusammensetzung des Betons. Derartige Angaben sind vom Hersteller auf Wunsch – je nach Bedarf – vor oder während der Lieferung, zu machen. Auf Wunsch des Verwenders ist folgendes anzugeben:

- a) Art und Festigkeitsklasse des Zements und Art der Zuschläge
- b) Art der Zusatzmittel und gegebenenfalls näherungsweise Angabe des Gehalts an Zusatzstoffen
- c) angestrebter Wasserzementwert
- d) Ergebnisse maßgebender früherer Prüfungen der Mischung, z. B. Ergebnisse der Fertigungskontrolle oder der Eignungsprüfungen.

Die Angabe dieser Informationen kann ebenfalls durch einen Hinweis auf das Betonsortenverzeichnis des Herstellers, in dem Einzelheiten über Festigkeitsklasse,

Konsistenzbereich, Dosieren (Gewicht) der Ausgangsstoffe und weitere maßgebende Einzelheiten angegeben werden, erfolgen.

10.3.2 Lieferschein bei Transportbeton

Der mit der Lieferung des Betons Beauftragte hat dem Abnehmer für jede Lieferung vor dem Entladen einen Lieferschein auszuhändigen, der gedruckt, gestempelt oder geschrieben die folgenden Mindestangaben enthalten muß.

- Name des Transportbetonwerks
- lfd. Nummer des Lieferscheins
- Datum und Uhrzeit des Beladens, d.h. Zeitpunkt der ersten Kontakts zwischen Zement und Wasser
- Fahrzeugnummer
- Name des Abnehmers
- Bezeichnung und Lage der Baustelle
- Angabe, Einzelheiten oder Verweis auf die Angaben bei der Bestellung, z. B. Nummer des Betonsortenverzeichnisses, Bestellnummer
- Betonmenge in Kubikmetern ¹¹⁾
- Name oder Kennzeichen des Zertifizierungsinstituts, sofern erforderlich.

Zusätzlich sind auf dem Lieferschein folgende Einzelheiten anzugeben:

Bei einer Entwurfmischung:

- Betonfestigkeitsklasse
- Umweltklasse oder die entsprechende Einschränkung bezüglich der Zusammensetzung des Betons
- Konsistenzbereich
- Art und Festigkeitsklasse des Zements
- gegebenenfalls Art der Zusatzmittel und Zusatzstoffe
- besondere Eigenschaften

Bei einer vorgeschriebenen Mischung:

- Einzelheiten der Zusammensetzung, z. B. Zementgehalt, gegebenenfalls Art des Zusatzmittels
- Konsistenzbereich

10.3.3 Lieferung bei vom Bauausführenden auf der Baustelle gemischten Beton

Die Anforderungen für einen Lieferschein nach 10.3.2 können auch für auf der Baustelle vom Bauausführenden gemischten Beton gelten, wenn die Baustelle groß ist oder verschiedene Arten von Beton verwendet werden (siehe auch 11.2.1).

10.4 Konsistenz bei der Lieferung

Wenn die Konsistenz des Betons zum Zeitpunkt der Übergabe der festgelegten Konsistenz nicht entspricht, ist der Beton zurückzuweisen. Ist jedoch die Konsistenz des Betons steifer als festgelegt und befindet sich der Beton noch in einem Mischfahrzeug, so dürfen zur Einstellung der festgelegten Konsistenz Wasser und Zusatzmittel zugegeben werden, jedoch nur in dem Maße, wie die Zugabe von Zusatzmitteln lt. Mischanweisung zulässig ist und der vorgegebene höchstzulässige Wasserzementwert nicht überschritten wird. ¹²⁾

10.5 Einbringen und Verdichten

Beton ist baldmöglichst nach dem Mischen einzubringen, um eine Abnahme der Verarbeitbarkeit möglichst gering zu halten.

Während des Einbringens sind entsprechende Maßnahmen zu treffen, um sicherzustellen, daß sich der Beton nicht entmischt, wenn er beim Betonieren über eine bestimmte Höhe frei fallen kann.

Der Beton ist beim Einbringen sorgfältig zu verdichten und um die Bewehrung, Spannglieder oder Hüllrohre und Einbauteile sowie in den Ecken der Schalungen zu verteilen, so daß eine zusammenhängende Masse ohne Hohlräume, vor allem in der Betondeckung, entsteht.

Besondere Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit sind zusätzlich festzulegen.

Während des Einbringens und Verdichtens ist darauf zu achten, daß die Bewehrung, Spannglieder, Hüllrohre, Verankerungen und Schalungen weder verschoben noch beschädigt werden.

Werden Rüttler eingesetzt, so sollte während des Einbringens jeder Charge so lange fortlaufend gerüttelt werden, bis praktisch keine Luftblasen mehr aus dem Beton austreten. Das Rütteln muß so erfolgen, daß sich der Beton nicht entmischt.

10.6 Nachbehandlung und Schutz des Betons

10.6.1 Allgemeines

Um die vom Beton erwarteten Eigenschaften insbesondere in den Oberflächenbereichen zu erhalten, sind eine sorgfältige Nachbehandlung und Schutzmaßnahmen für den Beton über einen angemessenen Zeitraum erforderlich.

Nachbehandlung und Schutz sollten so bald wie möglich nach dem Verdichten des Betons beginnen.

Die Nachbehandlung verhindert:

- vorzeitiges Austrocknen, vor allem durch Sonneneinstrahlung und Wind;

Der Schutz verhindert:

- Auswaschen durch Regen und fließendes Wasser;
- rasches Abkühlen in den ersten Tagen nach dem Betonieren;
- hohes inneres Temperaturgefälle;
- niedrige Temperaturen oder Frost;
- Erschütterungen oder Stöße, die zur Ribbildung des Betons führen und die Verbundwirkung zwischen Bewehrung und Beton beeinträchtigen können.

10.6.2 Maßnahmen zur Nachbehandlung

Die Maßnahme zur Nachbehandlung ist vor Beginn der Arbeiten auf der Baustelle festzulegen.

Die bevorzugten Maßnahmen zur Nachbehandlung von Beton sind:

- Belassen der Schalung,
- Abdecken mit Kunststoff-Folien,
- Aufbringen feuchter Abdeckungen,
- Besprühen mit Wasser.
- Auftragen von schutzfilmbildenden Nachbehandlungsmitteln.

Diese Maßnahmen können einzeln oder zusammen angewendet werden.

¹¹⁾ 1 Kubikmeter Transportbeton ist die Menge des Frischbetons, der nach dem Verdichten nach den in ISO 2736 festgelegten Verfahren für das Verdichten von Probekörpern ein Volumen von 1 Kubikmeter aufweist.

¹²⁾ Für den Fall, daß bei der Lieferung mit einem Mischfahrzeug auf der Baustelle mehr Wasser zugegeben wird als für die festgelegte Konsistenz bzw. den höchstzulässigen Wasserzementwert vorgesehen, trägt die Verantwortung für die Änderung der Mischanweisung und etwaige bautechnische Folgen derjenige, auf dessen Entscheidung hin das zusätzliche Wasser zugegeben wird.

10.6.3 Dauer der Nachbehandlung

Die erforderliche Dauer der Nachbehandlung hängt von der Geschwindigkeit, mit der eine bestimmte Undurchlässigkeit (Widerstand gegen das Eindringen von Gasen oder Flüssigkeiten) des Oberflächenbereiches (Betondeckung) erreicht wird. Die Dauer der Nachbehandlung ist daher anhand folgender Kriterien festzulegen:

- nach Kriterien, die auf den Reifegrad des Betons aufbauen, d. h., die auf dem Hydratationsgrad der betreffenden Betonmischung und den Umgebungsbedingungen basieren;
- nach den örtlichen Anforderungen;
- nach der in Tabelle 12 angegebenen Mindestdauer.

Tabelle 12. **Mindestdauer der Nachbehandlung für Umweltklassen 2 und 5a, in Tagen**

Festigkeitsentwicklung des Betons	schnell			mittel			langsam		
	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Betontemperaturen über 0°C während der Nachbehandlung									
Umgebungsbedingungen während der Nachbehandlung									
I Keine direkte Sonneneinstrahlung und Wind, relative Feuchte der Umgebungsluft nicht unter 80%	2	2	1	3	3	2	3	3	2
II Mittlere Sonneneinstrahlung oder mittlere Windgeschwindigkeit oder relative Luftfeuchte nicht unter 50%	4	3	2	6	4	3	8	5	4
III Starke Sonneneinstrahlung oder hohe Windgeschwindigkeit oder relative Luftfeuchte unter 50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5

In Fällen, in denen der Beton starkem Verschleiß (siehe 7.2.1.4) oder stark angreifenden Umweltbedingungen (Umweltklassen 3, 4, 5b und 5c nach Tabelle 2) ausgesetzt wird, ist die in Tabelle 12 angegebene Dauer der Nachbehandlung erheblich zu verlängern.

Tabelle 13. **Festigkeitsentwicklung des Betons**

Festigkeitsentwicklung des Betons	Wasserzementwert	Festigkeitsklassen von Zement
schnell	< 0,5	42,5 R
mittel	0,5 bis 0,6	42,5 R
	< 0,5	32,5 R und 42,5
langsam	alle anderen Fälle	

Je nach Art und Nutzung des Bauteils (z. B. vorgesehene Oberflächenbeschaffenheit) ist die in Tabelle 12 angegebene Mindestdauer der Nachbehandlung auch auf Umweltklasse 1 anzuwenden.

Die Festigkeitsentwicklung des Betons kann anhand der in Tabelle 13 angegebenen Informationen abgeschätzt werden. Für die Zementarten CEII, CEIII und CEIV kann dabei eine längere Dauer der Nachbehandlung angemessen sein.

10.6.4 Schutz vor Temperaturrissen an der Oberfläche

Während der Erhärtung ist der Beton vor schädigenden Einflüssen aufgrund von inneren und äußeren Zwängen, die durch die im Beton erzeugte Wärme entstehen, zu bewahren.

Ist eine Rißbildung nicht zulässig, so ist durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, daß die durch die Temperaturunterschiede hervorgerufene Zugspannung geringer bleibt als die momentane Zugfestigkeit des Betons.

Um unter normalen Bedingungen eine durch die Erwärmung im Beton verursachte Oberflächenrißbildung zu verhindern, muß der Temperaturunterschied zwischen der Mitte des Betons und dessen Oberfläche weniger als 20°C betragen.

10.6.5 Schutz vor Frost

Die Dauer des Schutzes kann anhand von Konzepten, die auf dem Reifegrad des Betons aufbauen, ermittelt werden. Andernfalls ist der Schutz vor Frost solange erforderlich, bis der Beton eine Druckfestigkeit von 5 N/mm² erreicht hat.

10.7 Wärmebehandlung

Bei der Nachbehandlung von Betonbauteilen, die beim Gebrauch Umweltbedingungen nach den Umweltklassen 2 bis 5 (Tabelle 2) ausgesetzt werden, sind folgende Einschränkungen hinsichtlich der Wärmebehandlung (Dampfbehandlung) zu beachten:

- Die Temperatur des Betons darf während der ersten 3 Stunden nach dem Mischen 30°C bzw. während der ersten 4 Stunden 40°C nicht überschreiten.
- Der Temperaturanstieg darf 20 K/Stunde nicht überschreiten.
- Die mittlere Höchsttemperatur des Betons darf 60°C nicht überschreiten (einzelne Werte < 65°C).
- Die Abkühlung des Betons darf 10 K/Stunde nicht überschreiten.
- Während Nachbehandlung und Abkühlung ist der Beton vor Feuchtigkeitsverlust zu schützen.

Diese Anforderungen gelten nicht, wenn Dampfmischen angewendet wird, oder wenn für andere Verfahren der Wärmebehandlung bei Verwendung von genau festgelegten Ausgangsstoffen, insbesondere Zement, bereits eine ausreichende positive Erfahrung dokumentiert wurde.

10.8 Ausschalen

Das Ausschalen darf erst erfolgen, wenn eine ausreichende Betonfestigkeit hinsichtlich der Tragfähigkeit und der Verformungen des Bauteils erreicht wurde und wenn die Schalung zur Nachbehandlung nicht mehr benötigt wird.

11 Güteüberwachung

11.1 Allgemeines

Die Herstellung, Verarbeitung und Nachbehandlung des Betons sind den in 11.2 und 11.3 angegebenen Güteüberwachungsverfahren zu unterwerfen.

Die Güteüberwachung umfaßt Maßnahmen und Entscheidungen, die in Übereinstimmung mit den Festlegungen für

den Beton getroffen werden, und Prüfungen mit dem Ziel, sicherzustellen, daß die gestellten Anforderungen erfüllt werden.

Die Güteüberwachung umfaßt zwei getrennte, jedoch miteinander verknüpfte Teile, nämlich die Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) nach 11.2 und den Gütenachweis nach 11.3.

11.2 Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle)

11.2.1 Allgemeines

Die Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) umfaßt alle Maßnahmen, die notwendig sind, um eine Betonqualität zu erzielen, die in Übereinstimmung mit den festgelegten Anforderungen steht. Sie umfaßt Kontrollen und Prüfungen und bezieht die Auswertung von Prüfergebnissen hinsichtlich der Geräte und Einrichtungen, der Ausgangsstoffe, des Frischbetons und des Festbetons mit ein. Sie umfaßt auch eine Kontrolle vor dem Betonieren und eine Kontrolle des Transports, Einbringens, Verdichtens und der Nachbehandlung des Frischbetons.

Die Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) ist durch den Bauausführenden, die Subunternehmer und Zulieferer durchzuführen, von jedem innerhalb seines speziellen Aufgabenbereichs im Rahmen der Herstellung, Verarbeitung und Nachbehandlung des Betons.

Es müssen alle erforderlichen Einrichtungen und Geräte zur Durchführung der Prüfungen an Anlagen, Ausgangsstoffen und Beton zur Verfügung stehen.

Alle Ergebnisse der Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) – auf der Baustelle, im Transportbetonwerk oder im Betonfertigteilwerk – sind in ein Tagebuch oder ein anderes Dokument einzutragen, z. B.:

- Name der Zulieferer von Zement, Zuschlägen, Zusatzmitteln und Zusatzstoffen
 - Nummer der jeweiligen Lieferscheine für Zement, Zuschläge, Zusatzmittel und Zusatzstoffe
 - Herkunft des Zugabewassers
 - Konsistenz des Betons
 - Rohdichte des Frischbetons
 - Wassermengewert des Frischbetons
 - Gehalt des Zugabewassers im Frischbeton
 - Zementgehalt
 - Datum und Uhrzeit der Probenahme
 - Anzahl der Proben
 - zeitlicher Ablauf der einzelnen Arbeitsvorgänge während der Verarbeitung und Nachbehandlung des Betons
 - Temperatur und Witterung während der Verarbeitung und Nachbehandlung des Betons
 - Bauteil, für das die jeweilige Charge verwendet wurde.
- Zusätzliche Informationen bei Transportbeton:
- Name des Zulieferers
 - Nummer des Lieferscheins

Alle Abweichungen vom festgelegten Überwachungsverfahren hinsichtlich Transport, Lieferung, Einbringen, Verdichten und Nachbehandlung sind aufzuzeichnen und dem Verantwortlichen zu melden.

Die Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) nach den Festlegungen dieser Norm kann von einer anerkannten zertifizierenden Stelle als Teil des Gütenachweises überprüft werden (siehe 11.3.4).

Die im Rahmen der Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) durchgeführten Prüfungen dürfen, wenn dies zuvor vereinbart wurde oder entsprechend den am Verwendungsort des Betons geltenden nationalen Normen oder Regelungen, auch für den Gütenachweis angerechnet werden, sofern ein solcher Nachweis erforderlich ist.

11.2.2 Prüfung des Betons

11.2.2.1 Prüfung der Ausgangsstoffe, der Einrichtungen und Geräte, des Herstellungsverfahrens sowie des Betons

Es ist nachzuweisen, daß die Ausgangsstoffe, die Einrichtungen und Geräte sowie das Herstellungsverfahren und der Beton selbst den Festlegungen und Anforderungen entsprechen.

Die Art und Häufigkeit der Prüfungen für Ausgangsstoffe ist nach Tabelle 14 durchzuführen.

Dieser Tabelle liegt die Annahme zugrunde, daß die Hersteller an der Produktionsstätte der Ausgangsstoffe angemessene Qualitätskontrollen vornehmen. Ist dies nicht der Fall, so muß der Bauausführende die Konformität der Ausgangsstoffe mit den einschlägigen Stoffnormen prüfen.

Die Prüfungen der Einrichtungen und Geräte müssen sicherstellen, daß die Einrichtungen für die Lagerung, die Wäge- und Meßeinrichtungen, der Mischer und das Prüfgerät (z. B. die Messung des Wassergehalts der Zuschläge) einwandfrei funktionieren und den in dieser Norm angegebenen Anforderungen entsprechen. Die Häufigkeit der Prüfungen wird in Tabelle 15 angegeben.

Die Prüfungen zur Feststellung eines geeigneten und ordentlich durchgeführten Herstellungsvorganges und der Übereinstimmung des Betons mit den in dieser Norm und den weiteren in Abschnitt 8 angegebenen Anforderungen sind nach Tabelle 16 durchzuführen.

11.2.2.2 Prüfung des Betons durch den Bauausführenden bei Verwendung von Transportbeton

Bei Transportbeton muß der Bauausführende den Beton nach Tabelle 17 prüfen. Außerdem muß er sich vom Hersteller des Transportbetons die in 8.2 bzw. 8.3 festgelegten einschlägigen Informationen für Entwurfsmischungen bzw. vorgeschriebene Mischungen beschaffen.

11.2.2.3 Prüfung des Betons während eines fortlaufenden Herstellungsvorganges durch den Hersteller des Transportbetons oder der Betonfertigteile

Der Hersteller des Transportbetons bzw. der Betonfertigteile ist verpflichtet, die in den Tabellen 14, 15 und 16 festgelegten Überwachungsmaßnahmen und Prüfungen durchzuführen.

Wenn mehr als eine Betonsorte innerhalb eines fortlaufenden Herstellungsvorganges hergestellt wird, ist die Mindesthäufigkeit der Prüfung der Druckfestigkeit auf der Grundlage sogenannter Familien von Betonmischungen zu bestimmen.

Betonsorten gelten der gleichen Familie zugehörig, wenn sie aus Zement der gleichen Art, der gleichen Festigkeitsklasse und mit der gleichen Herkunft sowie aus Zuschlägen mit der gleichen geologischen Herkunft und Art (z. B. gebrochen oder ungebrochen) hergestellt werden. Bei der Zugabe von Zusatzmitteln oder Zusatzstoffen können Betonsorten verschiedene Familien bilden.

Zusammenhänge zwischen den maßgebenden Eigenschaften der Betonmischung innerhalb einer Familie sind festzulegen und zu beschreiben.

Die Probenahme muß den gesamten Bereich hergestellter Betonzusammensetzungen innerhalb einer Familie berücksichtigen.

11.2.3 Überprüfen vor dem Betonieren

Vor Beginn des Betonierens sind wenigstens die folgenden Punkte durch Inspektion zu überprüfen:

- Geometrie der Schalung und Lage der Bewehrung
- Entfernung von Staub, Sägemehl, Schnee und Eis sowie Resten des an der Schalung oder am Untergrund haftenden Bindedrahts

- Behandlung der erhärteten Oberflächen der Arbeitsfugen
- Benetzen der Schalung und/oder des Untergrunds
- Festigkeit und Steifigkeit der Schalung
- Inspektionsöffnungen
- Dichtigkeit der Fugen zwischen den einzelnen Schalungsteilen, um ein Auslaufen des Zementleims zu verhindern
- Vorbereitung der Oberfläche der Schalung
- Sauberkeit der Bewehrung, die frei von Oberflächenablagerungen (z.B. Öl, Eis, Farbe, loser Rost), welche die Verbundeigenschaften beeinträchtigen können, sein soll
- Befestigungen (Anordnung, Festigkeit und Steifigkeit, Sauberkeit)
- Verfügbarkeit leistungsfähiger Transportmittel, sowie Geräte und Einrichtungen zum Verdichten und zur Nachbehandlung entsprechend der festgelegten Konsistenz des Betons
- Verfügbarkeit fachkundigen Personals.

11.2.4 Kontrollen während des Transports, Einbringens sowie während der Verdichtung und Nachbehandlung des Frischbetons

Während des Betonierens sind durch Inspektion zu überprüfen:

- Gleichmäßigkeit des Betons während Transport und Verarbeitung

- Gleichmäßigkeit der Verteilung des Betons in der Schalung
- Gleichmäßigkeit der Verdichtung und Vermeiden des Entmischens während der Verdichtung
- maximale Freifallhöhe des Betons
- Tiefe der Schichten
- Geschwindigkeit des Betonierens und des Anstiegs des Betons in der Schalung im Verhältnis zum festgelegten Schalungsdruck
- Zeitraum zwischen dem Mischen bzw. der Lieferung des Betons und dem Betonieren im Verhältnis zum festgelegten Zeitraum
- besondere Vorkehrungen, falls bei Frost oder bei warmem Wetter betoniert werden muß.
- besondere Vorkehrungen im Falle von extremer Witterung, z. B. schweren Regenfällen
- Arbeitsfugen
- Behandlung der Arbeitsfugen vor dem Erhärten
- Oberflächenbehandlung im Hinblick auf die festgelegte Oberflächenbeschaffenheit
- Betonierverfahren und Dauer der Nachbehandlung hinsichtlich der Umgebungsbedingungen und der Festigkeitsentwicklung
- Vermeiden von Schwingungen oder Erschütterungen, die Schäden des gerade eingebrachten Betons verursachen können.

Tabelle 14. Prüfungen an Ausgangsstoffen

	Ausgangsstoff	Prüfung	Zweck	Mindesthäufigkeit
1	Zemente ¹⁾	Prüfung des Lieferscheins	Um sicherzustellen, daß die Lieferung der Bestellung entspricht ²⁾ und die richtige Herkunft hat	Jede Lieferung
2		Prüfung des Lieferscheins	Um sicherzustellen, daß die Lieferung der Bestellung entspricht und die richtige Herkunft hat	Jede Lieferung
3		Prüfung der Ladung	Um Aussehen mit üblichem Aussehen hinsichtlich Kornverteilung, Kornform und Verunreinigungen zu vergleichen	Jede Lieferung
4	Zuschläge ³⁾	Siebversuch	Um Übereinstimmung mit der normalen oder einer anderen vereinbarten Kornverteilung zu beurteilen	i) Erste Lieferung neuer Herkunft ii) In Zweifelsfällen nach der Augenscheinprüfung iii) In regelmäßigen Abständen, abhängig von örtlichen Bedingungen oder Lieferbedingungen

1) Es wird empfohlen, je Zementart einmal wöchentlich eine Probe für Prüfungen in Zweifelsfällen zu entnehmen. Für die Probenahme siehe EN 196 Teil 7.

2) Bei der Lieferung sind mindestens die Zementart, Herkunft und Festigkeitsklasse auf dem Lieferschein anzugeben.

3) Der Lieferschein sollte ebenfalls Angaben über den Höchstgehalt an löslichem Chlorid enthalten, sofern der Chloridgehalt nicht in Normen oder Regelungen, auf die verwiesen wird, begrenzt ist. Falls erforderlich, sollte der Lieferschein Angaben zu möglichen Alkali-Kieselsäure Reaktionen enthalten.

Tabelle 14. (Fortsetzung)

	Ausgangsstoff	Prüfung	Zweck	Mindesthäufigkeit
5	Zuschläge ³⁾	Prüfung auf Verunreinigungen	Um zu beurteilen, ob und in welcher Menge Verunreinigungen vorhanden sind	i) Erste Lieferung neuer Herkunft ii) In Zweifelsfällen nach der Augenscheinprüfung iii) In regelmäßigen Abständen, abhängig von örtlichen Bedingungen oder Lieferbedingungen
6	Zusätzliche Prüfung der Zuschläge ³⁾ für Leicht- oder Schwerbeton	Prüfung nach ISO 6782	Um die Schüttdichte zu messen	i) Erste Lieferung neuer Herkunft ii) In Zweifelsfällen nach der Augenscheinprüfung iii) In regelmäßigen Abständen, abhängig von örtlichen Bedingungen oder Lieferbedingungen
7	Zusatzmittel ⁴⁾	Prüfung des Lieferscheins und der Beschriftung des Behälters	Um sicherzustellen, daß die Lieferung der Bestellung entspricht und ordnungsgemäß bezeichnet ist	Jede Lieferung
8		Prüfung des Zusatzmittels	Um Aussehen mit üblichem Aussehen zu vergleichen	i) Jede Lieferung ii) Während der Verwendung
9		Dichtebestimmung	Um Dichte mit üblicher Dichte zu vergleichen	In Zweifelsfällen
10	Zusatzstoffe (lose Pulver) ⁴⁾	Prüfung des Lieferscheins	Um sicherzustellen, daß die Lieferung der Bestellung entspricht und die richtige Herkunft hat	Jede Lieferung
11	Aufgeschlämmte Zusatzstoffe	Prüfung des Lieferscheins	Um sicherzustellen, daß die Lieferung der Bestellung entspricht und die richtige Herkunft hat	Jede Lieferung
12		Dichtebestimmung	Um die Gleichmäßigkeit sicherzustellen	Jede Lieferung
13	Wasser	Prüfung anhand chemischer Analyse	Um sicherzustellen, daß das Wasser keine betonschädigenden Bestandteile aufweist	Nur wenn das Wasser nicht aus öffentlicher Versorgungsleitung stammt, beim erstmaligen Gebrauch; in Zweifelsfällen
14		Prüfung anhand von Beton- oder Mörtelprüfkörpern nach ISO 2736	Um die Ansteif- und Festigkeitseigenschaften der hergestellten Probekörper mit den entsprechenden Eigenschaften von Referenzprobekörpern, die mit Wasser bekannter Brauchbarkeit hergestellt wurden, zu vergleichen	Nur wenn das Wasser nicht aus öffentlicher Versorgungsleitung stammt; beim erstmaligen Gebrauch; in Zweifelsfällen
<p>³⁾ Siehe Seite 18</p> <p>⁴⁾ Es wird empfohlen, bei jeder Lieferung Proben zu entnehmen und diese zu lagern.</p>				

Tabelle 15. Prüfungen an Einrichtungen und Geräten

	Einrichtung, Gerät	Prüfung	Zweck	Häufigkeit
1	Lager, Silos usw.	Augenscheinprüfung	Um Übereinstimmung mit den Anforderungen nachzuweisen	Einmal wöchentlich
2	Wägeeinrichtungen	Augenscheinprüfung der Funktionen	Um sicherzustellen, daß die Wägeeinrichtungen einwandfrei funktionieren	Täglich
3		Prüfung der Wäagegenauigkeit	Um die Fehlergrenzen nach Tabelle 10 festzustellen	i) Nach Aufstellung ii) In regelmäßigen Abständen abhängig von nationalen Regelungen
4	Dosiergerät für Zusatzmittel	Augenscheinprüfung der Funktionen	Um sicherzustellen, daß das Gerät in sauberem Zustand ist und einwandfrei funktioniert	Für jedes Zusatzmittel bei der ersten Dosierung des Tages
5		Genauigkeitsprüfung	Um ungenaue Zugabe zu vermeiden	i) Nach Aufstellung ii) Monatlich nach Aufstellung iii) In Zweifelsfällen
6	Wassermesser	Vergleich der tatsächlichen mit der vom Meßgerät angezeigten Wassermenge	Um Fehlergrenzen nach Tabelle 10 sicherzustellen	i) Nach Aufstellung ii) Monatlich nach Aufstellung iii) In Zweifelsfällen
7	Gerät zur kontinuierlichen Messung des Wassergehaltes der feinkörnigen Zuschläge	Vergleich des tatsächlichen mit dem vom Meßgerät angezeigten Wassergehalt	Um Geräte zu justieren	i) Nach Aufstellung ii) Monatlich nach Aufstellung iii) In Zweifelsfällen
8	Dosieranlage	Vergleich der tatsächlichen Menge der Mischungsbestandteile mit den Zielwerten mit Hilfe eines für die jeweilige Dosieranlage geeigneten Verfahrens	Um Fehlergrenzen nach Tabelle 10 sicherzustellen	i) Nach erstmaliger Aufstellung ii) In Zweifelsfällen nach weiteren Aufstellungen iii) Monatlich nach Aufstellung
9		Augenscheinprüfung	Um sicherzustellen, daß die Dosieranlage einwandfrei funktioniert	Täglich
10	Prüfgeräte	Prüfungen nach Normen oder anderen Bestimmungen	Um Übereinstimmung zu überprüfen	In regelmäßigen Abständen, abhängig vom Gerät, mindestens jedoch alle 2 Jahre
11	Mischer (einschließlich Mischfahrzeuge)	Augenscheinprüfung	Um den Abnutzungsgrad der Mischwerkzeuge zu überprüfen	Monatlich

Tabelle 16. Prüfungen während der Herstellung des Betons und der Betoneigenschaften

	Prüfgegenstand	Prüfung	Zweck	Häufigkeit
1	Mischungszusammensetzung für Entwurfsmischung	Eignungsprüfung	Um nachzuweisen, daß die festgelegten Betoneigenschaften mit dem erforderlichen Vorhaltemaß erreicht werden	Vor der Verwendung einer neuen Mischung, wenn keine Angaben aufgrund langjähriger Erfahrung zur Verfügung stehen
2	Chloridgehalt der Mischung	Eignungsprüfung (Bestimmung siehe 11.3.12)	Um sicherzustellen, daß der Höchstgehalt an Chlorid nicht überschritten wird	Eignungsprüfung und bei Änderung des Chloridgehalts der Ausgangsstoffe
3	Wassergehalt des Grobzuschlags	Darrprüfung oder Gleichwertiges	Um das noch erforderliche Zugabewasser zu bestimmen	Wenn nicht kontinuierlich: täglich oder öfter, abhängig von örtlichen und Wetterbedingungen
4	Wassergehalt von feinkörnigen Zuschlägen	Kontinuierliches Meßverfahren, Darrprüfung oder Gleichwertiges	Um das Zugabewasser zu bestimmen	Wenn nicht kontinuierlich: täglich oder öfter, abhängig von örtlichen und Wetterbedingungen
5	Konsistenz des Betons	Augenscheinprüfung	Um Aussehen mit üblichem Aussehen zu vergleichen	Jede Mischerfüllung oder Ladung
6		Konsistenzprüfung nach ISO 4109 oder ISO 4110 oder ISO 4111 oder ISO 9812	Um Übereinstimmung mit der geforderten Konsistenzklasse nachzuweisen und mögliche Änderung des Wassergehalts zu überprüfen	i) Bei der Herstellung von Probekörpern für die Prüfung von Festbeton ii) Bei der Prüfung des Luftgehalts iii) In Zweifelsfällen nach der Augenscheinprüfung
7	Rohdichte des Frischbetons	Rohdichteprüfung nach ISO 6276	Um die Dosieranlage zu überwachen und die Rohdichte von Leicht- oder Schwerbeton zu überprüfen	So häufig wie für die Druckfestigkeitsprüfung
8	Druckfestigkeitsprüfung an in Formen hergestellten Betonprobekörpern	Prüfung nach ISO 4012	Um die Betonfestigkeit der Betonmischung festzustellen	So häufig wie für den Gütenachweis erforderlich (siehe 11.3) jedoch nicht weniger als in Tabelle 18 angegeben
9	Rohdichte von erhärtetem Leichtbeton oder Schwerbeton	Prüfung nach ISO 4012	Um Übereinstimmung mit der festgelegten Rohdichte zu beurteilen	So häufig wie für die Druckfestigkeitsprüfung
10	Zugabewasser zum Frischbeton	Aufzeichnung des Zugabewassers ¹⁾	Um Angaben zur Bestimmung des Wasserzementwertes zu erhalten.	Jede Mischerfüllung
11	Zementgehalt des Frischbetons	Aufzeichnung der beigegebenen Zementmenge ¹⁾	Um den Zementgehalt zu überprüfen und Angaben für die Bestimmung des Wasserzementwertes zu erhalten.	Jede Mischerfüllung
12	Gehalt an Zusatzstoffen in Frischbeton	Aufzeichnung der beigegebenen Zusatzstoffmenge ¹⁾	Um den Zusatzstoffgehalt zu überprüfen	Jede Mischerfüllung
13	Wasserzementwert des Frischbetons ²⁾	Wird durch die Teilung von (3) + (4) + 10) durch (11) berechnet oder vereinbarte Prüfverfahren	Um Übereinstimmung mit dem festgelegten Wasserzementwert nachzuweisen.	Täglich oder häufiger, je nach Bedarf

¹⁾ Diese Angabe kann durch Verweisung auf das Betonsortenverzeichnis nach 10.3.1, oder bei aufgezeichneter Mischangabe nach 9.2 erfolgen.

²⁾ Siehe jedoch Tabelle 3, Fußnote 2

Tabelle 16. (Fortsetzung)

	Prüfgegenstand	Prüfung	Zweck	Häufigkeit
14	Luftgehalt von Frischbetonsorten mit festgelegtem Luftgehalt	Prüfung nach ISO 4848	Um Übereinstimmung mit dem festgelegten Gehalt an künstlich eingeführten Luftporen nachzuweisen.	Für Mischungen mit künstlich eingeführten Luftporen: i) erste Mischerfüllung mindestens täglich ii) öfter, abhängig von den Herstellungsbedingungen und Umwelteinflüssen
15	Homogenität	Vergleichende Prüfungen der Eigenschaften von Teilproben von unterschiedlichen Stellen einer Mischerfüllung	Um die Homogenität einer Mischerfüllung nachzuweisen	In Zweifelsfällen
16	Wassereindringung	Prüfung nach ISO 7031	Um die Wasserundurchlässigkeit nachzuweisen	Bei der Eignungsprüfung, weitere Häufigkeit nach Vereinbarung
17	Weitere Eigenschaften	Nach den einschlägigen Normen oder nach Vereinbarung	Um die Übereinstimmung mit den geforderten Eigenschaften nachzuweisen.	Nach Vereinbarung

Tabelle 17. Prüfung des Betons durch den Bauausführenden bei Verwendung von Transportbeton

	Gegenstand	Prüfung	Zweck	Mindesthäufigkeit
1	Lieferschein	Augenscheinprüfung	Um sicherzustellen, daß die Lieferung der Bestellung entspricht ¹⁾	Jede Lieferung
2	Konsistenz des Betons	Augenscheinprüfung	Um Aussehen mit üblichem Aussehen zu vergleichen	Jede Lieferung
3		Konsistenzprüfung nach ISO 4109 oder ISO 4110 oder ISO 4111 oder ISO 9812	Um Übereinstimmung mit der geforderten Konsistenzklasse zu beurteilen	i) Bei der Herstellung von Probekörpern zur Prüfung von Festbeton ii) In Zweifelsfällen nach der Augenscheinprüfung
4	Homogenität des Betons	Augenscheinprüfung	Um Aussehen mit üblichem Aussehen zu vergleichen	Jede Lieferung
5		Vergleichende Prüfungen der Eigenschaften von Teilproben von unterschiedlichen Stellen einer Mischerfüllung	Um die Homogenität einer Mischung nachzuweisen	In Zweifelsfällen nach der Augenscheinprüfung
6	Aussehen des Betons im allgemeinen	Augenscheinprüfung	Um Aussehen mit üblichem Aussehen zu vergleichen, z. B. Farbe	Jede Lieferung
7	Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) des Betonherstellers	Kontrolle der Zertifikationsbescheinigung oder Inspektion des Transportbetonwerkes	Um sich zu vergewissern, daß eine Fertigungskontrolle durchgeführt wird	i) Bei erstem Vertrag mit neuem Lieferanten ii) In Zweifelsfällen
8	Druckfestigkeit der auf der Baustelle entnommenen Betonprobe	Prüfung nach ISO 4012	Um die Festigkeits-eigenschaften der Mischung nachzuweisen	So häufig wie für den Gütenachweis erforderlich, siehe Abschnitt 11.3
1) Siehe Abschnitt 8				

Tabelle 17. (Fortsetzung)

	Gegenstand	Prüfung	Zweck	Mindesthäufigkeit
9	Luftgehalt von Frischbetonmischungen mit festgelegtem Luftgehalt	Prüfung nach ISO 4848 auf der Baustelle	Um die Übereinstimmung mit dem geforderten Luftgehalt zu beurteilen	i) So häufig wie für den Gütenachweis erforderlich, ii) Mindestens täglich und je nach den Umwelteinflüssen häufiger iii) In Zweifelsfällen
10	Weitere Eigenschaften	Nach den einschlägigen Normen oder nach Vereinbarung	Um die Übereinstimmung mit den geforderten Eigenschaften nachzuweisen.	Nach Vereinbarung

11.3 Gütenachweis

11.3.1 Allgemeines

Unter Gütenachweis ist eine Kombination von Maßnahmen und Entscheidungen anhand von im voraus festgelegten Konformitätsregeln zu verstehen, die dazu dienen, die Konformität eines im voraus definierten Loses mit den festgelegten Anforderungen zu überprüfen.

11.3.2 Konformitätskriterien

Über Konformität oder Nichtkonformität wird auf der Grundlage der Konformitätskriterien entschieden. Die Konformität führt zur Abnahme, die Nichtkonformität kann weitere Maßnahmen erforderlich machen.

Kontrolle, Probenahme, Losgröße und Abnahmekriterien müssen den in den Abschnitten 11.3.5 bis 11.3.12 angegebenen Festlegungen entsprechen. Für Betoneigenschaften, die in diesen Abschnitten nicht behandelt werden, sind Konformitätskriterien unter Berücksichtigung des Gütenachweissystems und des beabsichtigten Zuverlässigkeitsniveaus des betreffenden Betonbauwerks oder -bauteils zu vereinbaren.

Werden die Konformitätsanforderungen durch die Ergebnisse von Prüfungen an Probekörpern, die in Formen hergestellt sind, nicht erfüllt, oder wenn derartige Ergebnisse nicht vorliegen bzw. wenn Mängel bei Ausführung oder extreme klimatische Bedingungen (z. B. Frost) Zweifel an der Festigkeit, Dauerhaftigkeit und Sicherheit des Bauwerkes aufkommen lassen, können zusätzliche Prüfungen nach ISO 7034 an Bohrkernen, die aus dem fertigen Bauwerk entnommen werden, erforderlich sein bzw. kann eine Kombination aus Bohrkernprüfungen und zerstörungsfreien Prüfungen am fertigen Bauwerk – z. B. nach ISO 8045, ISO 8046 oder ISO 8047 – durchgeführt werden.

11.3.3 Gütenachweissysteme

Der Gütenachweis für Transportbetonwerke, Betonfertigteilwerke und Baustellen wird nach einem der folgenden Systeme durchgeführt.

11.3.3.1 Fall 1 – Nachweis durch Zertifizierungsstelle

Der Gütenachweis wird von einer zugelassenen Zertifizierungsstelle – wie z. B. in EN 45 011 definiert – durchgeführt, um nachzuweisen, daß die Fertigung einer Fertigungskontrolle nach 11.2 unterliegt und daß die Ergebnisse der Fertigungskontrolle mit den geforderten Eigenschaften des Betons übereinstimmen (siehe 11.3.5 bis 11.3.11).

Als Teil dieses Nachweisverfahrens darf die zertifizierende Stelle Prüfungen an Proben, die sie selbst aus der laufenden Produktion entnommen hat, durchführen, um die Ergebnisse der Fertigungskontrolle zu überprüfen.

11.3.3.2 Fall 2 – Nachweis durch den Auftraggeber

In den Fällen, in denen kein zugelassenes Zertifizierungssystem existiert, ist der Nachweis im Auftrag vom Auftraggeber oder von seinem Vertreter durch qualifiziertes Personal durchzuführen. Es ist nachzuweisen, daß die Ergebnisse der Fertigungskontrolle mit den geforderten Eigenschaften des Betons übereinstimmen (siehe 11.3.5 bis 11.3.11). Als Teil dieses Nachweisverfahrens darf der Auftraggeber Prüfungen an Proben, die er selbst aus der Produktion entnommen hat, durchführen, um die Ergebnisse der Fertigungskontrolle zu überprüfen.

Dieser Fall kann auch für Baustellenbeton bei Bauten mit geringen oder vernachlässigbaren sicherheitsbezogenen und wirtschaftlichen Risiken und für Beton mit einer Festigkeitsklasse bis C20/25 gelten – obwohl ein zugelassenes Zertifizierungssystem existiert, das jedoch nicht auf den in Frage kommenden Beton angewandt wird.

11.3.3.3 Abnahmeprüfung

Selbst bei einem Nachweis durch eine Zertifizierungsstelle (Fall 1) kann vom Auftraggeber eine Abnahmeprüfung gewünscht werden. In diesem Fall ist die Probenahme für die Abnahmeprüfung zu vereinbaren.

11.3.4 Verantwortung für die Probenahme

Die Verantwortung für die Probenahme (d. h., ob diese beim Hersteller, beim Bauausführenden, beim Auftraggeber oder bei einer Zertifizierungsstelle liegt) hängt von den nationalen Normen oder den am Verwendungsort des Betons geltenden Regelungen ab.

11.3.5 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für die Druckfestigkeit von Beton

11.3.5.1 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für eine einzelne Baustelle

11.3.5.1.1 Allgemeines

Entsprechend diesem Abschnitt sollte die Beurteilung der Konformität die Grundlage für den Vertrag zwischen dem Bauausführenden und dem Auftraggeber (bzw. Autorität) bilden.

Zur Beurteilung der Konformität der Betondruckfestigkeit wird die für ein Gebäude, Bauwerk, Bauteil usw. verwendete Betonmenge in Lose unterteilt, deren Konformität beurteilt wird. Das Gesamtvolumen eines Loses muß unter den Bedingungen, die als gleich angesehen werden (gleiche Familie wie in Abschnitt 11.2.2.3 definiert) hergestellt worden sein. Als Los gilt:

- die gelieferte Betonmenge für jedes Geschoß eines Gebäudes oder Gruppen von Balken/Platten oder Stützen/Wänden eines Geschosses eines Gebäudes oder vergleichbare Teile anderer Bauwerke;

- jedoch in keinem Fall mehr als 450 m³ bzw. mehr als die Menge, die in 1 Woche verarbeitet werden kann, wobei die geringere Menge maßgebend ist.

Im Falle der Abnahmeprüfung durch den Auftraggeber (11.3.3.3) muß das Los durch diesen festgelegt werden.

11.3.5.1.2 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für Baustellenbeton

Für jedes Los sind mindestens 6 unabhängige (getrennt entnommene) Proben zu entnehmen. Sollen mehr als 6 Proben für jedes Los entnommen werden, so ist dies vor Beginn der Betonherstellung zu vereinbaren.

In Fällen, in denen Beton geringer Festigkeit bis zu einer Betonfestigkeitsklasse von C20/25 und Lose bis 150 m³ zu beurteilen sind, können 3 unabhängige (getrennt entnommene) Proben entnommen werden.

Die Konformität gilt als erwiesen, wenn die Prüfergebnisse eines der folgenden Kriterien erfüllen:

- Kriterium 1 (nach 11.3.5.4) bei 6 oder mehr Proben
- Kriterium 2 (nach 11.3.5.4) bei 3 Proben.

Wenn die am Verwendungsort des Betons geltenden nationalen Normen oder Regelungen dies zulassen, kann eine Konformitätsbestätigung des Herstellers nach EN 45014 ausreichen, vorausgesetzt, daß

- die Fertigungskontrolle den Anforderungen entspricht,
- vorausgegangene Prüfungen zu befriedigenden Ergebnissen führten,
- die geforderte Festigkeitsklasse nicht größer als C20/25 ist,
- die Lose kleiner als 150 m³ sind oder die Betonbauteile für die Sicherheit des Bauwerks von geringer Bedeutung sind.

11.3.5.1.3 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für auf der Baustelle verwendeten Transportbeton

Für die Verwendung von Transportbeton (auf der Baustelle) bestehen für den Probenahmeplan und die Konformitätskriterien zwei Wahlmöglichkeiten. Die Wahl der jeweiligen Möglichkeit hängt von den am Verwendungsort des Betons geltenden nationalen Normen oder Regelungen ab oder wird vereinbart, wenn keine entsprechenden Regelungen vorliegen.

Möglichkeit 1: Konformität aufgrund einer Probenahme durch Lose

Es gelten der Probenahmeplan und die Konformitätskriterien, die in Abschnitt 11.3.5.1.2 angegeben wurden. Die Probenahme ist stets auf der Baustelle durchzuführen.

Wurde die Konformität des gelieferten Transportbetons bereits durch eine Zertifizierungsstelle nachgewiesen (Fall 1, Abschnitt 11.3.3.1) – sofern der Nachweis auf der Grundlage von mindestens 15 Prüfergebnissen erfolgte – so gilt für den Konformitätsnachweis auf der Baustelle

- im Falle einer beliebigen Anzahl von Proben $n \geq 6$ bei Anwendung des Kriteriums 1 nach 11.3.5.4, der Wert $\lambda = 1,48$;
- im Falle von drei Proben das Kriterium 2, wobei für die Festigkeit folgende Bedingungen gelten:

$$\bar{x}_3 \geq f_{ck} + 3^{13)}$$

$$x_{\min} \geq f_{ck} - 1^{13)}$$

Möglichkeit 2: Konformität aufgrund einer anerkannten Zertifizierung des Betons

Auf einer Baustelle ist eine Probenahme und Prüfung der Konformität nicht erforderlich, unter der Voraussetzung, daß

- die Konformität des gelieferten Transportbetons von einer zugelassenen zertifizierenden Stelle nach 11.3.5.2 nachgewiesen wurde,

- der Lieferer des Transportbetons zufriedenstellende Ergebnisse von Prüfungen zur Verfügung stellt, die an Proben, die aus der laufenden Produktion stammen und Proben auf der Baustelle durchgeführt wurden, wobei diese Prüfungen an der gleichen Betonfamilie innerhalb der letzten 7 Tage der Herstellung erfolgen muß.

11.3.5.2 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für eine fortlaufende Betonherstellung in Transportbetonwerken

Entsprechend diesem Abschnitt sollte die Beurteilung der Konformität die Grundlage für den Vertrag zwischen dem Transportbetonhersteller und dem Bauausführenden bilden.

Die Probenahme ist nach Tabelle 18 an jeder Betonfamilie (siehe 11.2.2.3) auf der Grundlage des Gesamtvolumens des hergestellten Betons oder der Gesamtdauer für dessen Herstellung unter als gleich angesehenen Bedingungen durchzuführen.

Tabelle 18. **Mindestanzahl der Proben für den Gütenachweis**

Festigkeitsklasse	Mindestanzahl der Proben	
≤ C 20/25	1/150 m ³ , jedoch nicht mehr als 6 Proben/Tag, sofern nicht anders angegeben	1/Tag
> C 20/25	1/75 m ³ , jedoch nicht mehr als 15 Proben/Tag, sofern nicht anders angegeben	

Die Konformität gilt als erwiesen, wenn die Prüfergebnisse die Anforderungen von Kriterium 1 erfüllen.

Wenn mehr als 15 Prüfergebnisse während der Herstellung von einer Betonart oder Betonfamilie die Anforderungen erfüllen, sind nur die letzten 15 Prüfergebnisse zu berücksichtigen.

11.3.5.3 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für eine fortlaufende Betonherstellung in Betonfertigteilwerken

Entsprechend diesem Abschnitt sollte die Beurteilung der Konformität die Grundlage für den Vertrag zwischen dem Fertigteilhersteller und dem Bauausführenden bzw. dem Auftraggeber bilden.

Es gelten der Probenahmeplan und die Konformitätskriterien nach 11.3.5.2, vorausgesetzt, daß das Fertigteilwerk dem Zertifizierungssystem einer zugelassenen zertifizierenden Stelle unterliegt; andernfalls gilt 11.3.5.1.

11.3.5.4 Konformitätskriterien für die Betonfestigkeit

Kriterium 1

Dieses Kriterium gilt in Fällen, bei denen die Konformität anhand der Ergebnisse von 6 oder mehr aufeinanderfolgenden Proben mit den Festigkeiten x_1, x_2, \dots, x_n überprüft wird.

Als Festigkeit einer Probe gilt das Prüfergebnis, wenn die Prüfung an nur einem Probekörper durchgeführt wird, oder der Mittelwert der Prüfergebnisse, wenn die Prüfung an mindestens zwei aus einer einzelnen Probe hergestellten Probekörpern durchgeführt wird.

¹³⁾ Erklärung der Formelzeichen siehe 11.3.5.4

Die Druckfestigkeit muß folgende Bedingungen erfüllen:

$$\bar{x}_n \geq f_{ck} + \lambda \cdot s_n$$

$$x_{\min} \geq f_{ck} - k$$

wobei

- x_{\min} niedrigster Einzelwert der Probenreihe
- \bar{x}_n mittlere Festigkeit der Probenreihe
- s_n Standardabweichung der Reihe der Prüfergebnisse für die Festigkeit
- f_{ck} festgelegte charakteristische Betonfestigkeit
- λ und k Koeffizienten, die, entsprechend der Anzahl der Proben, Tabelle 19 entnommen werden.

Tabelle 19

n	λ	k
6	1,87	3
7	1,77	3
8	1,72	3
9	1,67	3
10	1,62	4
11	1,58	4
12	1,55	4
13	1,52	4
14	1,50	4
15	1,48	4

Kriterium 2

Dieses Kriterium gilt in Fällen, bei denen die Konformität anhand der Ergebnisse von drei aufeinanderfolgenden Proben mit den Festigkeiten x_1, x_2 und x_3 überprüft wird.

Als Festigkeit einer Probe gilt das Prüfergebnis, wenn die Prüfung an nur einem Probekörper durchgeführt wird, oder der Mittelwert der Prüfergebnisse, wenn die Prüfung an mindestens zwei aus einer einzelnen Probe hergestellten Probekörpern durchgeführt wird.

Die Druckfestigkeit muß folgende Bedingungen erfüllen:

$$\bar{x}_3 \geq f_{ck} + 5$$

$$x_{\min} \geq f_{ck} - 1$$

wobei

\bar{x}_3 mittlere Festigkeit der drei Proben.

11.3.6 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für die Betonkonsistenz

Jede Mischerfüllung oder Ladung oder – im Falle von Transportbeton jede Lieferung – ist nach Augenschein zu prüfen. Scheint der Beton die geforderte Konsistenz zu haben (Augenscheinprüfung), so können die Konformitätskriterien als erfüllt angesehen werden.

Wenn Proben für Konsistenzprüfungen entnommen werden, müssen sie repräsentativ für die Mischerfüllung, Ladung oder Lieferung sein.

Sofern nicht anders angegeben, gilt die Konformität als erwiesen, wenn die Konsistenz innerhalb des festgelegten Konsistenzbereiches liegt.

11.3.7 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für die Rohdichte von Leichtbeton

Die Häufigkeit der Probenahme muß der für die Probenahme für Druckfestigkeitsprüfungen geforderten Häufigkeit entsprechen.

Die Konformität gilt als erwiesen, wenn der Mittelwert der Trockenrohddichte innerhalb der festgelegten Grenzwerte der Rohdichteklassen liegt (Tabelle 9).

11.3.8 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für den Wasserzementwert

Pro Betoniertag ist mindestens eine Bestimmung des Wasserzementwertes durchzuführen. Es können die Ergebnisse der Fertigungskontrollen nach Tabelle 16 übernommen werden. In Zweifelsfällen sind jedoch stets Proben zu entnehmen.

Die Konformität gilt als erwiesen, wenn der mittlere Wasserzementwert den festgelegten Wert nicht überschreitet und die einzelnen Werte den festgelegten Wert um maximal 0,02 überschreiten.

Die Anforderungen hinsichtlich des Wasserzementwertes entsprechend den angegebenen Zementklassen gelten als erfüllt, wenn der Beton den in Tabelle 20 angegebenen Festigkeitsklassen entspricht. Tabelle 20 gilt nicht, wenn Zusatzstoffe des Typs II oder Luftporenzusatzstoffe verwendet werden.

Es können auch andere als die in Tabelle 20 angegebenen Umrechnungsfaktoren erforderlich sein, z. B. entsprechend der Verwendung von Zuschlägen. Diese Umrechnungsfaktoren können zugrundegelegt werden, wenn sie durch Prüfung bestätigt und angegeben worden sind.

Tabelle 20. Festigkeitsklassen von Beton in Abhängigkeit vom Wasserzementwert

Festigkeitsklasse von Zement	Wasserzementwert				
	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
CE 32,5	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/45
CE 42,5	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55

11.3.9 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für den Zementgehalt

Die Häufigkeit der Probenahme oder Bestimmung ist zu vereinbaren.

Die Konformität gilt als erwiesen, wenn der Mittelwert des Zementgehaltes mit dem festgelegten Wert übereinstimmt oder diesen Wert überschreitet. Einzelne Werte dürfen niedriger sein, den festgelegten Wert jedoch um nicht mehr als 5 Gewichtsprozente unterschreiten.

11.3.10 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für den Luftgehalt von Frischbeton

Es sind Proben mindestens einmal täglich oder einmal pro 150 m³ Frischbeton zu entnehmen, wobei die häufigere Entnahme zu bevorzugen ist. Sofern nicht anders angegeben, gilt die Konformität als erwiesen, wenn die einzelnen Prüfergebnisse den festgelegten Wert überschreiten, jedoch nicht mehr als 3 % über diesem liegen.

11.3.11 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für die Wasserundurchlässigkeit

Die Häufigkeit der Probenahme und Prüfung ist zu vereinbaren.

Die Konformität gilt als erwiesen, wenn der Höchstwert und der Mittelwert der wasserundurchlässigen Seite eines Probekörpers gleich oder kleiner als die in Abschnitt 7.3.1.5 angegebenen Werte ist.

Es können die in Tabelle 14 angegebenen Werte für die Herstellungskontrolle angenommen werden.

11.3.12 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für den Chloridgehalt

Die Häufigkeit und das Verfahren zur Bestimmung sind zu vereinbaren.

Geeignete Verfahren beinhalten:

- a) Berechnungen anhand der gemessenen Chloridgehalte der Ausgangsstoffe.
- b) Berechnungen anhand der Nennhöchstwerte der Chloridgehalte der Ausgangsstoffe.
- c) Prüfungen des Frischbetons für den Chloridgehalt.

Die berechneten Werte dürfen die in 5.5 angegebenen Höchstwerte nicht überschreiten.

Die Bestimmung ist für jede Entwurfsmischung durchzuführen und erneut vorzunehmen, wenn sich der Chloridgehalt der Ausgangsstoffe verändert.

Anhang A

Änderungen in Bezugsdokumenten

A.1 ISO 1920 Probekörper; Maße; Toleranzen

Abschnitt 2:

Der 2. Absatz ist wie folgt zu ergänzen: „Probekörper werden nicht in allen Ländern in allen Größen und Arten zur Verfügung stehen.“

A.2 ISO 2736 Teil 2 Herstellung und Nachbehandlung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen

Abschnitt 3.2:

In der Überschrift ist „unverbindlich“ zu streichen; es ist ein zweiter Absatz mit folgendem Wortlaut hinzuzufügen: „In Zweifelsfällen gelten die Werte, die durch Prüfungen mit einem Aufsatzrahmen erzielt wurden.“

Abschnitt 5.1:

Im 2. Absatz ist folgender Wortlaut hinzuzufügen: „Bei Probekörpern, die durch Rütteln (nach 3.3a und 3.3b) verdichtet werden, ist ein Aufsatzrahmen zu verwenden. Die Betonhöhe im Aufsatzrahmen darf nach dem Verdichten nicht mehr als 10 % der Probekörperhöhe betragen.“

Abschnitt 5.2.1:

Es ist folgendes hinzuzufügen: „Bei Verwendung von sehr flüssigem Beton (Slump-Klasse S4 oder Vebe-Klasse V4) kann es erforderlich sein, das Verdichtungsverfahren an die Betonkonsistenz anzupassen.“

Abschnitt 6:

Es ist eine Angabe der Nachbehandlungsdauer hinzuzufügen (Zeitspanne zwischen Betonieren und Prüfung).

A.3 ISO 4012 Druckfestigkeit

Abschnitt 2:

Die Angabe ist wie folgt zu präzisieren: „ISO 2736 Teil 1 und Teil 2“.

Abschnitt 6:

Nach dem 5. Absatz ist folgendes hinzuzufügen: „Die Lastrate sollte so gewählt werden, daß die gesamte Prüfdauer ungefähr 60 s beträgt.“

Der 6. Absatz ist durch folgenden Wortlaut zu ersetzen: „Die Belastung ist bis zum Bruch des Probekörpers mit der gewählten Lastrate fortzusetzen und die Höchstlast ist zu notieren.“

Abschnitt 7:

Folgendes ist hinzuzufügen: „ISO 1920 Abschnitt 5 ist außer acht zu lassen und die Prüfergebnisse sind auf die Istmaße des Probekörpers bezogen in mm auf 1 mm anzugeben.“

A.4 ISO 4013 Biegefestigkeit

Abschnitt 6, 2. Absatz:

Anstelle von „Nach dem Angleichen ...“ ist folgendes hinzuzufügen: „Die Lastrate sollte so gewählt werden, daß die gesamte Prüfdauer ungefähr 60 s beträgt. Die Belastung ist bis zum Bruch des Probekörpers mit der gewählten Lastrate fortzusetzen und die Höchstlast ist zu notieren.“

A.5 ISO 7013 Widerstand gegen das Eindringen von Wasser

Abschnitt 4, 2. Absatz:

Anstelle der Verweisung auf ISO 2736 Teil 1 muß es lauten: „Der Probekörper ist bis zur Prüfung unter Wasser nachzubehandeln und zu lagern.“