

DIN EN 13369

ICS 91.100.30

Ersatz für
DIN EN 13369:2013-08**Allgemeine Regeln für Betonfertigteile;
Deutsche Fassung EN 13369:2018**Common rules for precast concrete products;
German version EN 13369:2018Règles communes pour les produits préfabriqués en béton;
Version allemande EN 13369:2018

Gesamtumfang 80 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13369:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 229 „Vorgefertigte Beton-erzeugnisse“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der NA 005-07-08 AA „Betonfertigteile (SpA zu CEN/TC 229)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 3951-1 siehe DIN ISO 3951-1

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13369:2013-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normative Verweisungen wurden unter Berücksichtigung der neuen Version von EN 206 aktualisiert;
- b) Begriffe wurden nach der Bauproduktenverordnung überarbeitet, Benennung und Definition von „Produkttyp“ wurde hinzugefügt;
- c) Abschnitt für wiedergewonnene gebrochene Gesteinskörnungen und grobe recycelte Gesteinskörnungen wurde überarbeitet;
- d) Abschnitt zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit wurde nach dem Wortlaut der Bauproduktenverordnung überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13369: 2001-12, 2004-09, 2013-08

DIN EN 13369/A1: 2006-09

DIN EN 13369 Berichtigung 1: 2007-05

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 3951-1, *Verfahren für die Stichprobenprüfung anhand quantitativer Merkmale (Variablenprüfung) — Teil 1: Spezifikation für Einfach-Stichprobenanweisungen für losweise Prüfung, geordnet nach der annehmbaren Qualitätsgrenzlage (AQL) für ein einfaches Qualitätsmerkmal und einfache AQL*

Deutsche Fassung

Allgemeine Regeln für Betonfertigteile

Common rules for precast concrete
products

Règles communes pour les produits préfabriqués
en béton

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 10. Januar 2018 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
3.1 Allgemeines	10
3.2 Maße	10
3.3 Toleranzen	11
3.4 Dauerhaftigkeit	11
3.5 Mechanische Eigenschaften	11
4 Anforderungen	12
4.1 Anforderungen an die Baustoffe	12
4.1.1 Allgemeines	12
4.1.2 Ausgangsstoffe für Beton	12
4.1.3 Betonstahl	12
4.1.4 Spannstahl	13
4.1.5 Einbauteile und Verbindungsmittel	13
4.2 Anforderungen an die Herstellung	13
4.2.1 Herstellung des Betons	13
4.2.2 Festbeton	16
4.2.3 Bewehrung	18
4.3 Anforderungen an das Endprodukt	19
4.3.1 Geometrische Eigenschaften	19
4.3.2 Oberflächenbeschaffenheit	21
4.3.3 Mechanische Festigkeit	21
4.3.4 Feuerwiderstand und Brandverhalten	22
4.3.5 Schallschutztechnische Eigenschaften	23
4.3.6 Wärmeschutztechnische Eigenschaften	24
4.3.7 Dauerhaftigkeit	24
4.3.8 Sonstige Anforderungen	26
5 Prüfverfahren	26
5.1 Betonprüfungen	26
5.1.1 Druckfestigkeit	26
5.1.2 Wasseraufnahme	27
5.1.3 Trockenrohdichte des Betons	27
5.2 Bestimmung der Maße und der Oberflächenbeschaffenheit	27
5.3 Eigengewicht der Produkte	27
6 Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit	28
6.1 Allgemeines	28
6.1.1 Allgemeine Anmerkung	28
6.1.2 Nachweis der Konformität	28
6.1.3 Beurteilung der Konformität	28
6.1.4 Produktfamilien	29
6.2 Typprüfung	29
6.2.1 Allgemeines	29

6.2.2	Typprüfung und Übereinstimmungskriterien.....	30
6.3	Werkseigene Produktionskontrolle.....	30
6.3.1	Allgemeines	30
6.3.2	Organisation.....	30
6.3.3	Überwachungssystem.....	31
6.3.4	Kontrolle der Dokumente	31
6.3.5	Überwachung der Herstellung.....	31
6.3.6	Kontrollen und Prüfungen	31
6.3.7	Fehlerhafte Produkte.....	32
6.3.8	Konformitätskriterien.....	33
6.3.9	Indirekte oder alternative Prüfverfahren.....	33
6.3.10	Erstinspektion des Werks und der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK).....	34
6.3.11	Laufende Überwachung der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK).....	34
6.3.12	Verfahren bei Änderungen	34
7	Kennzeichnung.....	35
8	Technische Dokumentation.....	35
Anhang A (informativ) Für den Korrosionsschutz erforderliche Betondeckung.....		36
A.1	Mindestbetondeckung für Grundbedingungen	36
A.2	Alternative Bedingungen.....	37
Anhang B (informativ) Qualitätsüberwachung des Betons		38
B.1	Statistisch repräsentative Werte	38
B.2	Konformitätskriterien für die potentielle Festigkeit.....	38
B.3	Direkt ermittelte Bauteilfestigkeit	38
B.4	Indirekt ermittelte Bauteilfestigkeit.....	39
B.5	Direkte Beurteilung von möglicherweise fehlerhaften Fertigteilen	40
Anhang C (informativ) Betrachtungen zur Zuverlässigkeit.....		41
C.1	Allgemeines	41
C.2	Reduktion auf Grundlage einer Qualitätskontrolle und verminderten Abweichungen	41
C.3	Reduktion auf Grundlage der Verwendung von verminderten oder gemessenen geometrischen Daten bei der Bemessung	42
C.4	Reduktion auf Grundlage der Bestimmung der Betonfestigkeit im fertigen Tragwerk.....	42
C.5	Reduktion von γ_G auf Grundlage der Eigengewichtskontrolle.....	42
Anhang D (normativ) Prüfpläne		43
D.1	Allgemeines	43
D.2	Prüfung der Ausrüstung.....	43
D.3	Baustoffprüfung.....	45
D.4	Prüfung der Herstellung	47
D.5	Prüfung des Endprodukts.....	50
D.6	Regeln für Verfahrenswechsel.....	51
Anhang E (informativ) Beurteilung der Konformität		52
E.1	Allgemeines	52
E.1.1	Allgemeine Bemerkungen.....	52
E.1.2	Übereinstimmung des werkseigenen Qualitätssystems mit den Anforderungen.....	52
E.1.3	Übereinstimmung des Produkts mit den Anforderungen.....	52
E.2	Erstinspektion	52
E.3	Laufende Überwachung	52
E.4	Stichprobenprüfung	53
Anhang F (normativ) Prüfung der Wasseraufnahme.....		54
F.1	Verfahren.....	54
F.2	Probenahme	54
F.3	Materialien.....	57

F.4	Prüfeinrichtung.....	57
F.5	Vorbereitung.....	57
F.6	Durchführung.....	57
F.7	Prüfergebnisse.....	58
Anhang G (informativ) Formfaktoren für Bohrkerne.....		59
Anhang H (informativ) Bestimmung der Maße.....		60
H.1	Länge, Höhe, Breite und Dicke.....	60
H.2	Ebenheit und Geradheit.....	61
H.3	Rechtwinkligkeit.....	61
H.4	Oberflächenbeschaffenheit.....	61
H.5	Winkelabweichung, seitliche Verkrümmung, Überhöhung und Durchhang.....	65
Anhang I (informativ) Spannkraftverluste.....		66
I.1	Allgemeines.....	66
I.2	Berechnung der Spannkraftverluste (allgemeines Verfahren).....	66
I.2.1	Verluste vor dem Übertragen der Spannkraft.....	66
I.2.2	Verluste beim Übertragen der Spannkraft.....	67
I.2.3	Verluste nach dem Übertragen der Spannkraft.....	67
I.2.4	Spannkraftverluste zum Zeitpunkt $t = \infty$	67
I.3	Vereinfachtes Verfahren.....	67
Anhang J (informativ) Technische Dokumentation.....		69
J.1	Allgemeines.....	69
J.2	Produktunterlagen.....	69
J.3	Herstellungsunterlagen.....	69
J.4	Montageanweisung.....	70
Anhang K (informativ) Eigenschaften von profilierten Stäben und Drähten.....		71
Anhang L (informativ) Feuerwiderstand: Empfehlungen für die Anwendung von EN 1992-1-2.....		72
L.1	Tabellarische Daten.....	72
L.2	Berechnungsverfahren.....	72
Anhang M (informativ) Überblick über die Typprüfungen.....		73
Anhang N (informativ) Verwendung von wiedergewonnenen gebrochenen und groben recycelten Gesteinskörnungen in Beton.....		75
N.1	Allgemeines.....	75
N.2	Wiedergewonnene gebrochene Gesteinskörnungen.....	75
N.3	Grobe recycelte Gesteinskörnungen (aus externen Bezugsquellen), die vom Hersteller beurteilt wurden.....	75
N.4	Sonstige grobe recycelte Gesteinskörnungen.....	76
Literaturhinweise.....		77

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 13369:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 229 „Vorgefertigte Beton-erzeugnisse“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2018, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2021 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt EN 13369:2013.

Folgende wesentliche technische Änderungen wurden in dieser neuen Ausgabe vorgenommen:

- a) normative Verweisungen wurden unter Berücksichtigung der neuen Version von EN 206 aktualisiert;
- b) Begriffe wurden nach der Bauproduktenverordnung überarbeitet, Benennung und Definition von „Produkttyp“ wurde hinzugefügt;
- c) Abschnitt für wiedergewonnene gebrochene Gesteinskörnungen und grobe recycelte Gesteinskörnungen wurde überarbeitet;
- d) Abschnitt zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit wurde nach dem Wortlaut der Bauproduktenverordnung überarbeitet.

EN 13369 ist eine gemeinsame Bezugsnorm für die folgenden vom Technischen Komitee CEN/TC 229 erstellten speziellen Produktnormen:

- EN 1168, *Betonfertigteile — Hohlplatten*;
- EN 12737, *Betonfertigteile — Spaltenböden für die Tierhaltung*;
- EN 12794, *Betonfertigteile — Gründungspfähle*;
- EN 12839, *Betonfertigteile — Betonelemente für Zäune*;
- EN 12843, *Betonfertigteile — Maste*;
- EN 13198, *Betonfertigteile — Straßenmöbel und Gartengestaltungselemente*;
- EN 13224, *Betonfertigteile — Deckenplatten mit Stegen*;
- EN 13225, *Betonfertigteile — Stabförmige Bauteile*;
- EN 13693, *Betonfertigteile — Besondere Fertigteile für Dächer*;
- EN 13747, *Betonfertigteile — Deckenplatten mit Ortbetonergänzung*;
- EN 13748-1, *Terrazzoplatten — Teil 1: Terrazzoplatten für die Verwendung im Innenbereich*;
- EN 13748-2, *Terrazzoplatten — Teil 2: Terrazzoplatten für die Verwendung im Außenbereich*;
- EN 13978-1, *Betonfertigteile — Betonfertiggaragen — Teil 1: Anforderungen an monolithische oder aus raumgroßen Einzelteilen bestehende Stahlbetongaragen*;

- EN 14843, *Betonfertigteile — Treppen*;
- EN 14844, *Betonfertigteile — Hohlkastenelemente*;
- EN 14991, *Betonfertigteile — Gründungselemente*;
- EN 14992, *Betonfertigteile — Wandelemente*;
- EN 15037-1, *Betonfertigteile — Balkendecken mit Zwischenbauteilen — Teil 1: Balken*;
- EN 15037-2, *Betonfertigteile — Balkendecken mit Zwischenbauteilen — Teil 2: Zwischenbauteile aus Beton*;
- EN 15037-3, *Betonfertigteile — Balkendecken mit Zwischenbauteilen — Teil 3: Keramische Zwischenbauteile*;
- EN 15037-4, *Betonfertigteile — Balkendecken mit Zwischenbauteilen — Teil 4: Zwischenbauteile aus Polystyrolhartschaum*;
- EN 15037-5, *Betonfertigteile — Balkendecken mit Zwischenbauteilen — Teil 5: Leichte Zwischenbauteile für einfache Schalungen*;
- EN 15050, *Betonfertigteile — Fertigteile für Brücken*;
- EN 15258, *Betonfertigteile — Stützwandelemente*;
- EN 15435, *Betonfertigteile — Schalungssteine aus Normal- und Leichtbeton — Produkteigenschaften und Leistungsmerkmale*;
- EN 15498, *Betonfertigteile — Holzspanbeton-Schalungssteine — Produkteigenschaften und Leistungsmerkmale*.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] ist/sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Dieses Dokument beschreibt die allgemeinen Anforderungen, die für eine große Anzahl von Betonfertigteilen gelten, die unter Werksbedingungen hergestellt werden. Sie dient als Bezugsnorm für weitere Normen, um ein übereinstimmendes Vorgehen auf dem Fachgebiet der Betonfertigteile zu ermöglichen und die Unterschiede zu reduzieren, die durch die gleichzeitige Erarbeitung einer Vielzahl von Normen durch unterschiedliche Expertengruppen entstehen können. Gleichzeitig bietet sie Fachleuten die Möglichkeit zur Aufnahme von Abweichungen in speziellen Produktnormen, wenn dies erforderlich ist.

Diese Norm wurde als Teil des CEN-Gesamtprogramms für das Bauwesen erarbeitet und bezieht sich auf die Festlegungen der zugehörigen Normen EN 206 für Beton und EN 1992 für die Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken. In EN 13670 ist die Handhabung einiger Betonfertigteile behandelt.

Da diese Norm nicht harmonisiert ist, darf sie nicht allein für die CE-Kennzeichnung von Betonfertigteilen verwendet werden.

Die Bemessung von Betonfertigteilen sollte erwiesenermaßen deren Gebrauchstauglichkeit für eine bestimmte Anwendung sicherstellen, wobei besonders die Wechselwirkung mit weiteren Teilen des Tragwerks zu beachten ist.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Anforderungen, die grundlegenden Eigenschaften und die Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP) für Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonfertigteile aus Leicht-, Normal und Schwerbeton nach EN 206 fest, der so verdichtet wurde, dass er außer den Luftporen keine nennenswerten Lufteinschlüsse enthält. Faserbetone, deren Fasern keinen Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften haben (Stahl-, Polymer- oder andere Fasern), sind ebenfalls enthalten. Sie gilt nicht für Betonfertigteile aus haufwerksporigem Leichtbeton.

Diese Norm kann auch für spezielle Fertigteile verwendet werden, für die keine Produktnormen existieren. Nicht alle Anforderungen (Abschnitt 4) dieser Norm sind für alle Betonfertigteile maßgebend.

Wenn eine spezielle Produktnorm vorliegt, hat sie Vorrang gegenüber diesem Dokument.

Die in der vorliegenden Norm behandelten Fertigteile sind werkmäßig hergestellte Bauteile für den Hoch- und Ingenieurbau. Dieses Dokument kann auch für Fertigteile angewendet werden, die in temporären Anlagen auf der Baustelle hergestellt werden, wenn die Herstellung vor ungünstigen Witterungseinflüssen geschützt ist und nach den Festlegungen in Abschnitt 6 kontrolliert wird.

Die Berechnung und Bemessung von Betonfertigteilen gehören nicht zum Anwendungsbereich dieses Dokuments, es enthält jedoch für Nicht-Erdbebengebiete Angaben zur:

- Auswahl der Teilsicherheitsbeiwerte, die durch den Eurocode festgelegt sind;
- Festlegung einiger Anforderungen an Spannbetonfertigteile.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 206:2013+A1:2016, *Beton — Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität*

EN 934-2, *Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel — Teil 2: Betonzusatzmittel — Definitionen, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung*

EN 1008, *Zugabewasser für Beton — Festlegung für die Probenahme, Prüfung und Beurteilung der Eignung von Wasser, einschließlich bei der Betonherstellung anfallendem Wasser, als Zugabewasser für Beton*

EN 1097-6, *Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen — Teil 6: Bestimmung der Rohdichte und der Wasseraufnahme*

EN 1992-1-1:2004¹⁾, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

EN 1992-1-2:2004²⁾, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-2: Allgemeine Regeln — Tragwerksbemessung für den Brandfall*

1) EN 1992-1-1:2004/AC:2010 und EN 1992-1-1:2004/A1:2014 haben Auswirkungen auf dieses Dokument.

2) EN 1992-1-2:2004/AC:2008 hat Auswirkungen auf dieses Dokument.

EN 10080:2005, *Stahl für die Bewehrung von Beton — Schweißgeeigneter Betonstahl — Allgemeines*

prEN 10138-1, *Spannstähle — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

prEN 10138-2, *Spannstähle — Teil 2: Draht*

prEN 10138-3, *Spannstähle — Teil 3: Litze*

prEN 10138-4, *Spannstähle — Teil 4: Stäbe*

EN 12350-7, *Prüfung von Frischbeton — Teil 7: Luftgehalt - Druckverfahren*

EN 12390-1, *Prüfung von Festbeton — Teil 1: Form, Maße und andere Anforderungen für Probekörper und Formen*

EN 12390-2, *Prüfung von Festbeton — Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen*

EN 12390-3, *Prüfung von Festbeton — Teil 3: Druckfestigkeit von Probekörpern*

EN 12390-7, *Prüfung von Festbeton — Teil 7: Dichte von Festbeton*

EN 12504-1, *Prüfung von Beton in Bauwerken — Teil 1: Bohrkernproben - Herstellung, Untersuchung und Prüfung der Druckfestigkeit*

EN 13501-1, *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten — Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten*

EN ISO 717-1, *Akustik — Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 1: Luftschalldämmung (ISO 717-1)*

EN ISO 717-2, *Akustik — Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 2: Trittschalldämmung (ISO 717-2)*

EN ISO 10456, *Baustoffe und Bauprodukte — Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften — Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte (ISO 10456)*

ASTM C173 / C173M - 10b, *Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>

— ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1 Allgemeines

3.1.1

Betonfertigteile

Produkt aus Beton, das nach dieser Norm oder einer speziellen Produktnorm an einem anderen Ort als dem endgültigen Verwendungsort hergestellt wurde, während der Fertigung gegen Witterungseinflüsse geschützt und Ergebnis eines industriellen Prozesses ist, der einem System der werkseigenen Produktionskontrolle unterliegt, und möglicherweise vor der Lieferung sortiert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: In entsprechenden Europäischen Normen wird häufig der kürzere Begriff „Fertigteil“ verwendet.

3.1.2

(Beton)deckung

Abstand zwischen der Oberfläche der Bewehrung (einschließlich Bügel, Querkraftbewehrung und eventueller Oberflächenbewehrung) und der nächstgelegenen Betonoberfläche

[QUELLE: EN 1992-1-1:2004]

3.1.3

Betonfamilie

Gruppe von Betonzusammensetzungen, für die ein zuverlässiger Zusammenhang zwischen maßgebenden Eigenschaften festgelegt und dokumentiert wurde

[QUELLE: EN 206:2013+A1:2016]

3.1.4

Spannglied

Spannstahl (Draht, Litze oder Stab) für Vorspannung im sofortigen oder im nachträglichen Verbund

3.1.5

Leichtbeton

Beton mit einem geschlossenen Gefüge und mit einer Trockenrohdichte von 800 kg/m³ bis 2 000 kg/m³

3.1.6

Normalbeton

Beton mit einer Trockenrohdichte von 2 000 kg/m³ bis 2 600 kg/m³

3.1.7

Schwerbeton

Beton mit einer Trockenrohdichte über 2 600 kg/m³

3.1.8

Produkttyp

Satz repräsentativer Leistungsstufen oder -klassen der Eigenschaften eines Bauprodukts, das unter Verwendung einer bestimmten Kombination von Rohstoffen oder anderer Bestandteile in einem bestimmten Herstellungsprozess hergestellt wird

3.2 Maße

3.2.1

Hauptmaße

Länge, Breite, Höhe oder Dicke

3.2.2

Nennmaß

in den Entwurfsunterlagen angegebenes und in der Herstellung angestrebtes Maß

3.3 Toleranzen

3.3.1

Toleranz

Summe der Beträge der oberen und unteren zulässigen Maßabweichung

3.3.2

Maßabweichung

Differenz zwischen dem Istmaß und dem zugehörigen Nennmaß

3.4 Dauerhaftigkeit

3.4.1

Dauerhaftigkeit

Fähigkeit eines Betonfertigteils, während der geplanten Nutzungsdauer unter Berücksichtigung der erwarteten Umwelteinflüsse die Leistungsanforderungen bei üblicher Instandhaltung zu erfüllen

3.4.2

geplante Nutzungsdauer

angenommene Zeitdauer, in der ein Tragwerk oder Bauteil unter Berücksichtigung vorgesehener Instandhaltungsmaßnahmen für seinen vorgesehenen Verwendungszweck genutzt werden soll, jedoch ohne dass eine wesentliche Instandsetzung erforderlich ist

3.4.3

Umwelteinflüsse

physikalische oder chemische Einwirkungen, denen das Betonfertigteil ausgesetzt ist und die auf den Beton, die Bewehrung oder eingebettetes Metall einwirken, die nicht als Lasten bei der Bemessung berücksichtigt werden

3.4.4

Umgebungsbedingung

hygrothermische Bedingungen im Werk, die den Erhärtungsprozess des Betons beeinflussen

3.5 Mechanische Eigenschaften

3.5.1

potentielle Festigkeit

Druckfestigkeit des Betons, die aus Prüfungen an Würfeln oder Zylindern bestimmt wird, die unter Laborbedingungen nach EN 12390-2 hergestellt und nachbehandelt werden

3.5.2

Bauteilfestigkeit

Druckfestigkeit des Betons, die aus Prüfungen an Probekörpern (Kernbohrungen oder herausgeschnittene Würfel) bestimmt wird, die dem Betonfertigteil entnommen wurden (direkt ermittelte Bauteilfestigkeit) oder aus Prüfungen an Probekörpern bestimmt wird, die unter denselben Umgebungsbedingungen wie das eigentliche Fertigteil nachbehandelt wurden (indirekt ermittelte Bauteilfestigkeit)

3.5.3

charakteristische Festigkeit

Wert der Festigkeit, unter dem erwartungsgemäß 5 % der Grundgesamtheit aller möglichen Festigkeitsbestimmungen des betrachteten Betonvolumens liegen

4 Anforderungen

4.1 Anforderungen an die Baustoffe

4.1.1 Allgemeines

Es dürfen nur Baustoffe mit nachgewiesener Eignung verwendet werden.

Für einen Baustoff darf sich der Eignungsnachweis aus einer Europäischen Norm ergeben, die besonders für die Verwendung dieses Baustoffs in Beton oder in Betonfertigteilen gilt; falls keine Europäische Norm vorliegt, darf er unter identischen Bedingungen auch aus einer ISO-Norm abgeleitet werden.

Wenn der betreffende Baustoff nicht in einer Europäischen oder Internationalen Norm behandelt wird oder von den Anforderungen dieser Normen abweicht, darf die Eignung wie folgt nachgewiesen werden:

- nach den Festlegungen, die am Verwendungsort des Betonfertigteils gelten und sich speziell auf die Verwendung dieses Baustoffs in Beton oder in Betonfertigteilen beziehen; oder
- nach einer Europäischen Technischen Zulassung, die speziell für die Verwendung dieses Baustoffs in Beton oder in Betonfertigteilen gilt.

4.1.2 Ausgangsstoffe für Beton

4.1.2.1 Allgemeines

Es gilt EN 206:2013+A1:2016, 5.1.

4.1.2.2 Wiedergewonnene gebrochene Gesteinskörnungen und grobe recycelte Gesteinskörnungen

Wiedergewonnene gebrochene Gesteinskörnungen und grobe recycelte Gesteinskörnungen, die dem Beton zusammen mit anderen Zuschlägen zugegeben werden, dürfen weder die Abbinde- und Erhärtungsgeschwindigkeit des Betons nachteilig verändern noch ungünstige Auswirkungen auf die Dauerhaftigkeit des Betonfertigteils im endgültigen Zustand haben.

Der Anteil an wiedergewonnenen gebrochenen Gesteinskörnungen, die aus Betonfertigteilen aus der eigenen Herstellung gewonnen wurden, kann bis zu 10 % Massenanteil der Gesamtgesteinskörnung betragen, ohne dass weitere Prüfungen der mechanischen Festigkeit des Fertigteils, mit Ausnahme der Betondruckfestigkeit, oder anderer Eigenschaften des Festbetons erforderlich sind.

Der Anteil an wiedergewonnenen gebrochenen Gesteinskörnungen darf gegebenenfalls und in bestimmten Anwendungsfällen auf einen Massenanteil von 5 % begrenzt werden.

Detaillierte Empfehlungen zur Verwendung von wiedergewonnenen gebrochenen Gesteinskörnungen und recycelten groben Gesteinskörnungen sind in Anhang N enthalten.

Alternative Festlegungen sind in EN 206 enthalten und sollten berücksichtigt werden.

4.1.3 Betonstahl

Betonstahl (Stabstahl, Stahl vom Ring und Betonstahlmatten) muss EN 10080 entsprechen. Weitere Sorten von Betonstahl dürfen entsprechend den am Verwendungsort des Produkts geltenden Festlegungen (z. B. EN 1992-1-1:2004, 3.2) verwendet werden.

ANMERKUNG Empfehlungen zu profilierten Stäben und Drähten sind in Anhang K angegeben.

4.1.4 Spannstahl

Spannstahl (Draht, Stab oder Litze) muss prEN 10138-1, prEN 10138-2, prEN 10138-3 und prEN 10138-4 entsprechen.

Weitere Sorten von Spannstahl dürfen entsprechend den am Verwendungsort des Produkts geltenden Festlegungen (z. B. EN 1992-1-1:2004, 3.3) verwendet werden.

4.1.5 Einbauteile und Verbindungsmittel

Mechanische Einbauteile und Verbindungsmittel müssen:

- a) die Bemessungskräfte aufnehmen können;
- b) die erforderliche Duktilität aufweisen.

Dauerhafte Verbindungsmittel und Befestigungen müssen diese Eigenschaften für die vorgesehene Nutzungsdauer des Betonfertigteils beibehalten.

Die am Verwendungsort des Produkts geltenden Festlegungen müssen eingehalten werden.

ANMERKUNG Empfehlungen zur Bemessung einiger Befestigungsmittel können der Normenreihe CEN/TS 1992-4 entnommen werden; Empfehlungen zur Bemessung von Transportankern und Transportvorrichtungen können CEN/TR 15728 entnommen werden.

4.2 Anforderungen an die Herstellung

4.2.1 Herstellung des Betons

4.2.1.1 Allgemeines

Für Betonzusammensetzung, Zementart, Verwendung von Gesteinskörnungen, Zusatzstoffen und Zusatzmitteln sowie Widerstand gegen Alkali-Kieselsäure-Reaktion, Chloridgehalt, Luftgehalt und Betontemperatur gelten EN 206:2013+A1:2016, 5.2 und 5.3.

Für die Festlegung von Beton gilt EN 206.

ANMERKUNG Wenn der Beton vom Hersteller festgelegt wurde, sind die grundlegenden Anforderungen (EN 206:2013+A1:2016, 6.2.2) in den Bemessungsunterlagen angegeben und zusätzliche Anforderungen (EN 206:2013+A1:2016, 6.2.3) sind üblicherweise für Betonfertigteile nicht relevant.

4.2.1.2 Einbringen und Verdichten des Betons

Der Beton ist so einzubringen und zu verdichten, dass er außer den planmäßigen Luftporen (z. B. um ausreichenden Frostschutz zu erreichen) keinen nennenswerten Anteil an eingeschlossener Luft enthält und eine unerwünschte Entmischung vermieden wird und sichergestellt ist, dass die Bewehrung einwandfrei im Beton eingebettet ist.

4.2.1.3 Nachbehandlung (Schutz gegen Austrocknen)

Der Beton muss während der Nachbehandlung so geschützt werden, dass Festigkeitsabnahme und Rissbildung durch Temperatureinwirkung und Schwinden sowie, falls zutreffend, nachteilige Einflüsse auf die Dauerhaftigkeit vermieden werden.

Alle Oberflächen des Frischbetons dürfen nach einem der in Tabelle 1 aufgeführten Verfahren geschützt werden, es sei denn, es kann durch Prüfungen oder Untersuchung an Proben gezeigt werden, dass andere Maßnahmen unter den Umgebungsbedingungen zutreffend sind.

Tabelle 1 — Schutz gegen Austrocknen

Verfahren	Typische Schutzmaßnahmen
A – ohne Zugabe von Wasser	— Belassen des Betons in einer Umgebung mit einer relativen Luftfeuchte > 65 % für CEM I und CEM II/A, 75 % für alle anderen Arten von Bindemitteln; — Belassen des Betons in der Schalung; — Abdecken der Betonoberfläche mit wasserdampfundurchlässiger Folie
B – Feuchthalten des Betons durch Zugabe von Wasser	— Umschließen der Betonoberfläche mit wasserhaltenden Abdeckungen; — ständiges sichtbares Feuchthalten der Betonoberfläche durch Besprühen mit Wasser
C – Verwendung von Nachbehandlungsmitteln	Die verwendeten Nachbehandlungsmittel müssen den am Verwendungsort geltenden Festlegungen entsprechen.

Bei den Verfahren A und B sind die Maßnahmen beizubehalten, bis die Druckfestigkeit der Probe am Ende der Nachbehandlung ($f_{c,cure}$) gleich oder größer als der kleinere Wert der Parameter $D_d \cdot f_{ck}$ und $f_{c,L}$ (Zylinder oder Würfel) ist. Die Parameter D_d und $f_{c,L}$ sind in Tabelle 2 festgelegt.

$$f_{c,cure} \geq \text{MIN} (D_d \cdot f_{ck}; f_{c,L}) \quad (1)$$

Dabei ist

f_{ck} die vom Hersteller angestrebte charakteristische Druckfestigkeit des Betons im Alter von 28 Tagen.

Die mittlere Druckfestigkeit $f_{c,cure}$ ist an Betonproben zu bestimmen, die auf die gleiche Weise wie das Produkt gegen Austrocknen geschützt sind.

Für eine vorgesehene Nutzungsdauer von mehr als 50 Jahren oder für besondere Umgebungsbedingungen können in Abhängigkeit von den am Verwendungsort geltenden Anforderungen andere Werte angegeben sein.

Der in Tabelle 2 angegebene Erhärtungsgrad kann entweder durch Prüfung einer Betonprobe bestimmt oder durch eine Berechnung abgeschätzt werden, die auf Grundlage einer durch eine Erstprüfung oder eine Reifefunktion bestimmten Festigkeitsentwicklung durchgeführt wurde.

Das Prüfergebnis wird anhand einer Einzelprobe oder aus dem Mittelwert der Ergebnisse bestimmt, wenn zwei oder mehr Probekörper aus einer Probe im gleichen Alter geprüft wurden.

Tabelle 2 — Mindestfestigkeit des Betons am Ende der Nachbehandlung

Expositionsbedingungen am Verwendungsort (Expositionsklassen nach EN 206)	Erhärtingsgrad D_d %	Zylinder/Würfel $f_{c,L}$ MPa
X0, XC1	Nur die Anforderung an $f_{c,L}$ gilt	12/15
XC2, XC3, XC4, XD1, XD2, XF1	35	12/15 ^a
Andere Umweltbedingungen (wechselnd feucht und trocken)	50	16/20 ^b
^a Dieser Wert ist durch $0,25 \cdot f_{ck}$ zu ersetzen, wenn $0,25 \cdot f_{ck} \geq 12$ MPa (Zylinder); 15 MPa (Würfel). ^b Dieser Wert ist durch $0,35 \cdot f_{ck}$ zu ersetzen, wenn $0,35 \cdot f_{ck} \geq 16$ MPa (Zylinder); 20 MPa (Würfel).		

Andere als die in Tabelle 1 genannten Maßnahmen können durchgeführt werden, wenn der Wert der Wasseraufnahme des Betons (gemessen nach Anhang F) 10 % des Werts der Wasseraufnahme des Betons, der mit den Anforderungen in Tabelle 2 übereinstimmt, nicht überschreitet. Die Prüfung der Wasseraufnahme wird an (30 ± 1) mm dicken Proben durchgeführt, wobei deren Oberfläche den Umgebungsbedingungen ausgesetzt wird.

4.2.1.4 Beschleunigte Erhärtung durch Wärmebehandlung

Wird der Beton zur Beschleunigung des Erhärtungsprozesses während der Herstellung einer Wärmebehandlung bei Atmosphärendruck unterzogen, so ist durch Erstprüfung nachzuweisen, dass für jede Betonfamilie die geforderte Festigkeit erreicht wird.

- Abhängig vom Material und den klimatischen Bedingungen können nach den am Verwendungsort geltenden Festlegungen strengere Anforderungen an die Wärmebehandlung von Außenbauteilen in bestimmten Gebieten gelten. Falls die mittlere Höchsttemperatur T_{mean} innerhalb des Betons während der Nachbehandlung 40°C überschreitet, sind die folgenden Bedingungen einzuhalten, um Mikrorisse und/oder Fehler, die sich auf die Dauerhaftigkeit auswirken, zu vermeiden, sofern nicht Erfahrungen gezeigt haben, dass keine besonderen Maßnahmen erforderlich sind: Es muss eine Vorheizzeit eingehalten werden, während der T_{mean} 40°C nicht überschreitet;
- der Temperaturunterschied der Abschnitte eines Fertigteils ist während der Erwärmungs- und Abkühlungsphasen auf 20°C zu begrenzen.

Die Dauer und Aufheizrate der gesamten Erwärmungs- und Abkühlungsphase (sofern angemessen) müssen dokumentiert werden.

Während der gesamten Erwärmungs- und Abkühlungsphase ist T_{mean} auf die in Tabelle 3 angegebenen Werte zu begrenzen. Höhere Temperaturen können zulässig sein, falls die Dauerhaftigkeit des Betons unter Umgebungsbedingungen durch Langzeiterfahrungen nachgewiesen wird.

Tabelle 3 — Bedingungen für die Wärmebehandlung

Umgebungsbedingungen	Mittlere Höchsttemperatur des Betons T_{mean}^a
Vorwiegend trocken oder mäßig feucht	$T_{\text{mean}} \leq 85 \text{ °C}^b$
Feucht oder wechselnd feucht	$T_{\text{mean}} \leq 65 \text{ °C}$
^a Einzelwerte dürfen 5 °C höher sein. ^b Bei $70 \text{ °C} < T_{\text{mean}} \leq 85 \text{ °C}$ muss durch Erstprüfungen nachgewiesen sein, dass die Bauteilfestigkeit nach 90 Tagen dem normalen Erhärtungsprozess in Bezug auf die Bauteilfestigkeit nach 28 Tagen entspricht.	

Für den Fall, dass keine Langzeiterfahrungen vorliegen, muss bei feuchten und wechselnd feuchten Umgebungsbedingungen die Eignung einer Wärmebehandlung nachgewiesen werden; folgende Grenzwerte dürfen dabei verwendet werden: für Beton: Na_2O -Gehalt $\leq 3,5 \text{ kg/m}^3$, für Zement: SO_3 -Gehalt $\leq 3,5 \%$ (Massenanteil).

Entsprechend den Ergebnissen wissenschaftlicher oder technischer Erfahrungen dürfen die oben genannten Grenzwerte für den Na_2O -Gehalt und den SO_3 -Gehalt wertmäßig geändert oder es darf eine Begrenzung für andere Bestandteile eingeführt werden.

4.2.2 Festbeton

4.2.2.1 Festigkeitsklassen

Bezüglich der Druckfestigkeitsklassen des Betons gilt EN 206:2013+A1:2016, 4.3.1.

Für die Bemessung sind die Eigenschaften der Festigkeitsklassen für Normal- und Schwerbeton bis zu C90/105 in EN 1992-1-1:2004, Tabelle 3.1, und für Leichtbeton bis zu LC 80/88 in EN 1992-1-1:2004, Tabelle 11.3.1, angegeben.

Der Hersteller darf dazwischen liegende Festigkeitsklassen in Schritten von 1,0 MPa für charakteristische Festigkeiten auswählen. In diesem Fall lassen sich andere Betoneigenschaften durch lineare Interpolation ermitteln.

Für Stahlbeton- oder Spannbetonfertigteile muss der Beton die folgende Mindestfestigkeitsklasse aufweisen:

- C20/25 bei Stahlbetonfertigteilen;
- C30/37 bei Spannbetonfertigteilen.

Bei der Verwendung von Leichtbeton muss der Beton für Stahlbeton- oder Spannbetonfertigteile die Mindestfestigkeitsklasse LC 16/18 aufweisen.

4.2.2.2 Druckfestigkeit

4.2.2.2.1 Allgemeines

Die nachzuweisende Druckfestigkeitsklasse des Betons ist durch die potentielle Festigkeit festgelegt; zum Nachweis kann der Hersteller die direkt oder indirekt ermittelte Bauteilfestigkeit verwenden.

4.2.2.2.2 Potentielle Festigkeit

Die potentielle Festigkeit ist im Alter von 28 Tagen zu prüfen.

Prüfungen der potentiellen Festigkeit dürfen zu einem früheren Zeitpunkt als nach 28 Tagen durchgeführt werden, um die Festigkeitsentwicklung zu beurteilen oder um die potentielle Festigkeit nach 28 Tagen anhand einer geeigneten Kurve für die Festigkeitsentwicklung abzuschätzen. Gegebenenfalls können die Prüfungen im Alter von über 28 Tagen durchgeführt werden.

Für die Bestimmung der potentiellen Festigkeit gilt EN 206:2013+A1:2016, 5.5.1.1 und 5.5.1.2. Zusätzliche Anforderungen sind in 5.1.1 angegeben.

4.2.2.2.3 Direkt ermittelte Bauteilfestigkeit

Die direkt ermittelte Bauteilfestigkeit ist am Endprodukt zu bestimmen, entweder anhand von Bohrkernen nach EN 12504-1 oder anhand von herausgeschnittenen würfelförmigen Probekörpern, die mit einem geeigneten Formfaktor zu Würfeln oder Zylindern umgerechnet wurden. Zerstörungsfreie Prüfungen am fertigen Bauteil können nach EN 12504-2 durchgeführt werden, vorausgesetzt, ein Zusammenhang mit den in 5.1.1 festgelegten Prüfungen wurde nachgewiesen.

4.2.2.2.4 Indirekt ermittelte Bauteilfestigkeit

Bei sich ständig wiederholenden Herstellungsprozessen, bei denen die Betonzusammensetzung und die Nachbehandlungsverfahren unverändert bleiben, darf die indirekt ermittelte Bauteilfestigkeit an Probekörpern bestimmt werden, die bezüglich des Frischbetons, der Nachbehandlung und der Lagerung weitestgehend mit dem Betonfertigteile übereinstimmen, vorausgesetzt, ein Zusammenhang mit der direkt ermittelten Bauteilfestigkeit wurde durch eine Erstprüfung nachgewiesen.

Zum Feststellen des Zusammenhangs kann die Dichte als Kennwert verwendet werden.

4.2.2.2.5 Umrechnungsfaktor

Den Zusammenhang zwischen der Bauteilfestigkeit und der potentiellen Festigkeit erhält man durch Dividieren der Bauteilfestigkeit durch $\eta = 0,85$.

4.2.2.3 Zugfestigkeit

Falls gefordert, sollte die Zugfestigkeit nach EN 1992-1-1:2004, 3.1.2, auf eine der folgenden Arten bestimmt werden:

- durch Prüfungen (z. B. nach EN 12390-6);
- aus der Druckfestigkeit im selben Betonalter;
- aus der Spaltzugfestigkeit im selben Betonalter.

4.2.2.4 Schwinden

Für Leichtbeton ist das Trocknungsschwinden nach EN 1992-1-1:2004, 11.3.3, vom Hersteller anzugeben.

4.2.2.5 Trockenrohdichte

Falls gefordert, ist die Trockenrohdichte nach EN 206:2013+A1:2016, 5.5.2, zu bestimmen.

4.2.2.6 Wasseraufnahme

Falls aufgrund der geforderten Dauerhaftigkeit oder der am Verwendungsort des Betonfertigteils geltenden Festlegungen erforderlich, ist die Wasseraufnahme nach Anhang F zu bestimmen.

4.2.3 Bewehrung

4.2.3.1 Verarbeitung von Betonstahl

Betonstahl, der im Werk gerichtet, gebogen oder geschweißt wurde, muss nach dieser Behandlung den Anforderungen nach 4.1.3 entsprechen.

Das Schweißen von Betonstahl darf nur durchgeführt werden, wenn die Schweißbarkeit des Betonstahls vollständig dokumentiert ist.

Hinweise zum Schweißverfahren können EN 1992-1-1:2004, 3.2.5, entnommen werden.

4.2.3.2 Vorspannen

4.2.3.2.1 Ausgangsspannungen

Die maximale Vorspannkraft, die unmittelbar nach dem Absetzen der Spannkraft wirkt, muss folgende Anforderungen erfüllen:

- keine unkontrollierten Längsrisse, Abplatzungen oder Bruch des Betons;
- die Spannung im Beton führt zu keinem übermäßigen Kriechen oder zu übermäßigen Verformungen des Fertigteils.

Wenn die Übereinstimmung des Produkts mit den zutreffenden Anforderungen der Produktnorm durch Erstprüfung und werkseigene Produktionskontrolle nachgewiesen wurde und die engeren Toleranzen von 4.2.3.2.2 erfüllt sind, darf der Höchstwert der Ausgangsspannung $\sigma_{0\max}$ angenommen werden mit:

$$\sigma_{0\max} = \min (0,85f_{pk} \text{ oder } 0,95f_{p0,1k}) \text{ Klasse 1} \quad (2)$$

Wenn die im vorherigen Abschnitt genannten Bedingungen nicht erfüllt sind, gilt EN 1992-1-1:2004, 5.10.2.1:

$$\sigma_{0\max} = \min (0,80f_{pk} \text{ oder } 0,90f_{p0,1k}) \text{ Klasse 2} \quad (3)$$

4.2.3.2.2 Genauigkeit beim Vorspannen

Wenn Klasse 1 nach 4.2.3.2.1 angewendet wird, gelten die engeren Toleranzen für die Vorspannkraft mit einer Genauigkeit von mindestens:

- einzelnes Spannglied/einzelne Kraft: $\pm 5 \%$.

Wenn Klasse 2 nach 4.2.3.2.1 angewendet wird, gelten die normalen Toleranzen für die Vorspannkraft mit einer Genauigkeit von mindestens:

- einzelnes Spannglied/einzelne Kraft: $\pm 10 \%$;
- Gesamtkraft: $\pm 7 \%$.

4.2.3.2.3 Mindestbetonfestigkeit beim Vorspannen

Beim Übertragen der Vorspannkraft muss der Beton eine Mindestdruckfestigkeit $f_{cm,p}$ des 1,5-fachen der maximalen Druckspannung im Beton und mindestens 20 MPa (Zylinderdruckfestigkeit) aufweisen.

Die Anforderungen nach EN 1992-1-1:2004, 5.10.2.2 (5) sind zu berücksichtigen.

In jedem Fall muss die Festigkeit zur Verankerung der Litzen ausreichen.

4.2.3.2.4 Schlupf von Spanngliedern

Schlupf, der die Verkürzung des Spannglieds an den Enden des Bauteils nach dem Übertragen der Vorspannkraft darstellt, muss auf folgende Werte begrenzt werden:

- für einzelne Spannglieder (Litzen oder Drähte): $1,3 \Delta L_0$;
- für den Mittelwert aller Spannglieder an einem Ende des Bauteils: ΔL_0 .

Bei Litzen muss der Mittelwert von drei umlaufenden Drähten berücksichtigt werden.

Der Wert von ΔL_0 , in Millimeter, ist zu berechnen nach:

$$\Delta L_0 = 0,4 l_{pt2} \frac{\sigma_{pmo}}{E_p} \quad (4)$$

Dabei ist

l_{pt2} der obere Grenzwert der Übertragungslänge = $1,2 l_{pt}$ nach EN 1992-1-1:2004, 8.10.2.2, in mm;

σ_{pmo} die Spannung im Spannglied unmittelbar nach der Spannkraftübertragung, in MPa;

E_p der Elastizitätsmodul des Spannstahls, in MPa.

Im Allgemeinen wird der Schlupf der Spannglieder gemessen; ausgenommen hiervon sind Fertigteile, die in einer Einzelschalung hergestellt werden (siehe Tabelle D.3). An gesägten Fertigteilen kann auch eine Sichtprüfung ausreichend sein, sodass keine weiteren Messungen erforderlich sind.

4.3 Anforderungen an das Endprodukt

4.3.1 Geometrische Eigenschaften

4.3.1.1 Herstellungstoleranzen

In Tabelle 4 sind Empfehlungen für zulässige Abweichungen der Querschnittsmaße (Breite Δb und Höhe Δh) und für zulässige Vorhaltemaße der Betondeckung (Δc_{dev}) für Stäbe, Drähte und Litzen angegeben.

Tabelle 4 — Abweichungen

Angestrebtes Maß mm	Querschnitt $\Delta b, \Delta h^a$ mm	Betondeckung ^{a, b} Δc_{dev} mm
$L \leq 150$	+10/–5	±5
$L = 400$	+15/–10	±15/–10
$L \geq 2\,500$	± 30	+25/–10
^a Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden. ^b Nach EN 1992-1-1:2004, 4.4.1.1: $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$ (für Werte – Δc_{dev} ist der Betrag zu verwenden). Δc_{dev} ist ein national festzulegender Parameter; somit können am Verwendungsort andere Werte gelten. Ein Hersteller kann durch geeignete Maßnahmen kleinere Werte für Δc_{dev} erreichen und angeben, als im Nationalen Anhang festgelegt sind.		

Bei der Bemessung von Tragwerken sind die Toleranzen am Auflager zu berücksichtigen.

EN 1992-1-1:2004, 10.9.5.2, kann als Anleitung zur Bestimmung der Abstände vom Auflagerrand bis zum Rand des Betonfertigteils verwendet werden. Eine Kombination der Gesamttoleranzen darf nicht verwendet werden, um Toleranzen am Auflager zu bestimmen, da sie in den meisten Fällen geringer als die Kombination sein müssen.

Für Platten und Balken darf das Vorhaltemaß als mittlere Abweichung aller Stäbe, Drähte oder Litzen in einem Balkenquerschnitt oder über eine maximale Plattenbreite von 1 m bestimmt werden. Kein einzelner Stab oder Draht und keine einzelne Litze darf jedoch eine zahlenmäßig größere negative Abweichung als die empfohlene zulässige negative Abweichung aufweisen.

ANMERKUNG Hinweise zur Betondeckung sind in Anhang A angegeben.

Herstellungstoleranzen für geometrische Eigenschaften können durch Messungen nach Anhang H, H.1 bis H.3, bestimmt werden.

a) Empfehlungen für zulässige Abweichungen der Länge:

$$\Delta l = \pm \left(10 + \frac{L}{1\,000} \right) \leq \pm 40 \text{ mm} \quad (5)$$

Dabei ist

L die Nennlänge, in Millimeter.

b) Empfehlungen für zulässige Abweichungen an Bohrungen, Öffnungen, Stahlplatten, Einbauteilen usw.:

- Größe der Bohrung oder der Öffnung: ± 10 mm.
- Lage der Bohrungen, Öffnungen, Stahlplatten, Einbauteile usw.: ± 25 mm.

4.3.1.2 Mindestmaße und bauliche Durchbildung

Die geometrischen Eigenschaften von Betonfertigteilen müssen mit den geforderten Mindestmaßen und der geforderten baulichen Durchbildung übereinstimmen.

Die Werte der Mindestmaße und der baulichen Durchbildung basieren auf den Nennmaßen und dürfen aus den zutreffenden Abschnitten 7, 8, 9, 10 und 11 der EN 1992-1-1:2004 entnommen werden.

4.3.2 Oberflächenbeschaffenheit

Zur Festlegung der Oberflächenbeschaffenheit eines Fertigteils sollte auf H.4 Bezug genommen werden, worin auch Empfehlungswerte angegeben sind.

Andere maximale Abweichungen dürfen festgelegt werden.

Zu genaueren Beschreibungen von Oberflächen kann CEN/TR 15739 verwendet werden.

4.3.3 Mechanische Festigkeit

4.3.3.1 Allgemeines

Die Druckfestigkeitsklasse des Betons muss angegeben werden, es sei denn, beide der folgenden Bedingungen sind erfüllt:

- die mechanische Festigkeit des Produkts wird auf Grundlage einer Erstprüfung und Regelprüfungen während der werkseigenen Produktionskontrolle am Endprodukt nachgewiesen und angegeben;
- die Druckfestigkeitsklasse ist keine maßgebliche Kenngröße zum Nachweis der Dauerhaftigkeit des Endprodukts (siehe 4.3.7.1 und 4.3.7.5).

Für sämtliche maßgeblichen Bauteileigenschaften sind sowohl der Grenzzustand der Tragfähigkeit als auch der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zu betrachten.

Für Spannkraftverluste darf, sofern zutreffend, Anhang I in Bezug genommen werden.

Die mechanische Festigkeit ist durch eine der folgenden Maßnahmen nachzuweisen:

- Bemessung (siehe 4.3.3.2);
- versuchsgestützte Bemessung (siehe 4.3.3.3);
- Versuche (siehe 4.3.3.4).

Die Anwendung dieser Maßnahmen unterliegt den am Verwendungsort geltenden Festlegungen.

4.3.3.2 Rechnerischer Nachweis

Die Bemessungswerte für die mechanische Festigkeit sind rechnerisch nach den entsprechenden Abschnitten von EN 1992-1-1 oder nach den am Verwendungsort geltenden Festlegungen nachzuweisen. Die in dieser Norm und in den Produktnormen ergänzenden Festlegungen sind zu berücksichtigen.

4.3.3.3 Nachweis durch versuchsgestützte Bemessung

Versuche an Fertigteilen sind zur Unterstützung der Berechnung in folgenden Fällen erforderlich:

- bei alternativen Bemessungsvorschriften unter Beachtung von 4.3.3.2;
- bei Tragwerken mit außergewöhnlichen Bemessungsmodellen, die nicht durch 4.3.3.2 abgedeckt sind.

In diesen Fällen sind vor Herstellungsbeginn Versuche an einer begrenzten Anzahl von Probekörpern in Originalgröße erforderlich, um die geforderte Zuverlässigkeit der angenommenen Bemessungssituation nachzuweisen. Dies ist mit Belastungsversuchen bis zum Grenzzustand der Tragfähigkeit nachzuweisen (Bemessungssituation).

Bei zuverlässigen theoretischen Nachweisen auf Grundlage von EN 1992-1-1 sind keine Versuche erforderlich. EN 1990:2002, Anhang D, enthält entsprechende Hinweise.

4.3.3.4 Nachweis auf Grundlage von Versuchen

Bei Nachweisen, die auf Versuchen beruhen, sind die angegebenen Werte durch Prüfung mit direkter Lasteinwirkung an Proben durchzuführen, die nach geeigneten statistischen Kriterien entnommen wurden.

Entsprechende Hinweise enthält auch EN 1990:2002, Anhang D.

4.3.3.5 Sicherheitsbeiwerte

Empfehlungen für Teilsicherheitsbeiwerte sind in EN 1990 und EN 1992-1-1 angegeben. Diese Normen gestatten unter bestimmten Bedingungen auch Abminderungen. Anhang C enthält derartige Angaben.

4.3.3.6 Vorübergehende Bemessungssituationen

Folgende vorübergehenden Bemessungssituationen sind zu berücksichtigen:

- Ausschalen;
- Transport zum Lagerplatz;
- Lagerung (Bedingungen der Unterstützung und der Einwirkung);
- Transport zur Baustelle;
- Aufstellen (Heben);
- Einbau (Montage).

Falls erforderlich, ist in den vorübergehenden Bemessungssituationen eine quer wirkende exzentrische Beanspruchung aufgrund dynamischer Einwirkungen oder aufgrund von Abweichungen von der Senkrechten zu berücksichtigen. Diese Kraft kann mit 1,5 % des Eigengewichts des Bauteils angenommen werden.

4.3.4 Feuerwiderstand und Brandverhalten

4.3.4.1 Allgemeines

Feuerwiderstand und Brandverhalten sind anzugeben, falls diese für den vorgesehenen Verwendungszweck des Fertigteils relevant sind.

Der Feuerwiderstand wird üblicherweise als Feuerwiderstandsdauer in Form von Klassen angegeben. Alternativ dazu darf sie als Feuerwiderstand bei einer parameterabhängigen Brandbeanspruchung angegeben werden.

In Anhang L sind Empfehlungen zur Anwendung von EN 1992-1-2 enthalten.

ANMERKUNG Die erforderliche Feuerwiderstandsklasse oder alternativ der erforderliche Feuerwiderstand bei einer parameterabhängigen Brandbeanspruchung ist abhängig von nationalen Regelungen zum Brandschutz.