

BAUWESEN

KOMMENTAR



DIN



Bundesvereinigung  
der Prüferingenieure  
für Bautechnik e.V.



VERBAND BERATENDER  
INGENIEURE



F. Fingerloos, J. Hegger, K. Zilch

# EUROCODE 2 für Deutschland

DIN EN 1992-1-1 Bemessung und  
Konstruktion von Stahlbeton- und  
Spannbetontragwerken  
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungs-  
regeln und Regeln für den Hochbau  
mit Nationalem Anhang

**Kommentierte Fassung**

2., überarbeitete Auflage

 **Ernst & Sohn**  
A Wiley Brand

**Beuth**



**DIN**

Frank Fingerloos, Josef Hegger, Konrad Zilch

# **EUROCODE 2 für Deutschland**

DIN EN 1992-1-1 Bemessung und  
Konstruktion von Stahlbeton- und  
Spannbetontragwerken  
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungs-  
regeln und Regeln für den Hochbau  
mit Nationalem Anhang

Kommentierte und konsolidierte Fassung

2., überarbeitete Auflage 2016

Herausgeber:  
Bundesvereinigung der Prüfengeure für Bautechnik e. V.  
Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E. V.  
Institut für Stahlbetonbewehrung e. V.  
Verband Beratender Ingenieure (VBI)

**Beuth**  
Berlin · Wien · Zürich

 **Ernst & Sohn**  
A Wiley Brand

Herausgeber: Bundesvereinigung der Prüfm Ingenieure für Bautechnik e. V.  
Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E. V.  
Institut für Stahlbetonbewehrung e. V.  
Verband Beratender Ingenieure (VBI)

© 2016 Beuth Verlag GmbH  
Berlin · Wien · Zürich

Am DIN-Platz  
Burggrafenstraße 6  
10787 Berlin

Telefon: +49 30 2601-0  
Telefax: +49 30 2601-1260  
Internet: [www.beuth.de](http://www.beuth.de)  
E-Mail: [kundenservice@beuth.de](mailto:kundenservice@beuth.de)

© 2016 Wilhelm Ernst & Sohn  
Verlag für Architektur und technische  
Wissenschaften GmbH & Co. KG

Rotherstraße 21  
10245 Berlin

Telefon: +49 30 47031-200  
Telefax: +49 30 47031-270  
Internet: [www.ernst-und-sohn.de](http://www.ernst-und-sohn.de)  
E-Mail: [info@ernst-und-sohn.de](mailto:info@ernst-und-sohn.de)

ISBN 978-3-410-26411-8

ISBN 978-3-433-03109-4

2., überarbeitete Auflage

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt.  
Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne  
Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme.

Die im Werk enthaltenen Inhalte wurden von den Verfassern sorgfältig erarbeitet und geprüft. Eine Gewährleistung für die Richtigkeit des Inhalts wird gleichwohl nicht übernommen. Die Verlage haften nur für Schäden, die auf Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit seitens der Verlage zurückzuführen sind. Im Übrigen ist die Haftung ausgeschlossen.

Titelbild: © Bastian Kienitz, Benutzung unter Lizenz von shutterstock.com  
Druck: Media-Print Informationstechnologie GmbH, Paderborn

Gedruckt auf säurefreiem, alterungsbeständigem Papier nach DIN EN ISO 9706.

## Inhalt

|   |      |
|---|------|
| Editorial 2. Auflage 2016 .....   | XIII |
| Vorwort der Bearbeiter zur 2. Auflage 2016 .....  | XIV  |
| Vorwort der Bearbeiter zur 1. Auflage 2012 .....  | XIV  |
| Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken –<br>Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau:2011-01<br>mit A1-Änderung:2015-03<br>Nationaler Anhang (NA)<br>– National festgelegte Parameter:2013-04<br>mit A1-Änderung:2015-12<br>Kommentierte Fassung ..... | 1    |
| Erläuterungen zum Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton und Spannbeton-<br>tragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau<br>mit Nationalem Anhang .....   | 195  |
| Schrifttum .....  | 377  |
| Stichwortverzeichnis .....  | 389  |



## Editorial 2. Auflage 2016

Nach mehrjähriger Bearbeitung im Europäischen Komitee für Normung CEN wurde ein Paket von Normen für die **Tragwerksplanung** fertig gestellt, das länderübergreifend in Europa weitgehend vereinheitlichte Bemessungs- und Konstruktionsregeln für die wichtigsten Bauarten bereitstellt.

Dieses Normenpaket umfasst in seinen Hauptteilen **10 Eurocodes** mit jeweils Nationalen Anhängen. Diese wurden im Wesentlichen zum **1. Juli 2012** in Deutschland bauaufsichtlich eingeführt. Der **Eurocode 2** (DIN EN 1992) für den Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbau ersetzte dabei die bisherigen nationalen Normen für die Tragwerksplanung im Betonbau DIN 1045-1, DIN-Fachbericht 102 und DIN 4102-4 (teilweise).

Im Betonbau haben viele Grundlagen, die im Rahmen gemeinsamer Arbeiten zum CEB/FIP-Model-Code oder den Vornormen des Eurocode 2 (ENV) entstanden sind, schon längst Eingang in unsere nationalen Normen gefunden. Daher enthält der neue Eurocode 2 viele Regeln, die in Deutschland bereits bekannt sind. Gleichwohl ist auch diese Normenumstellung auf den Eurocode 2 für die Praxis mit großem Aufwand verbunden.

Im Deutschen Ausschuss für Stahlbeton e.V. (DAfStb) wurde daher für den **Eurocode 2** vereinbart, den Nationalen Anhang und die Einführung des Hauptteils 1-1 in Deutschland unter Einbeziehung in der Praxis tätiger Ingenieure zu erarbeiten. Hierfür haben die Bundesvereinigung der Prüfsingenieure für Bautechnik e. V. (BVPI), der Deutsche Beton- und Bautechnik-Verein E. V. (DBV) und der Verband Beratender Ingenieure (VBI) mit dankenswerter Unterstützung durch das Deutsche Institut für Bautechnik das Forschungsvorhaben „EC2-Pilotprojekte“ durchgeführt. In diesem Vorhaben wurden während einer zweijährigen Bearbeitungszeit die Regeln von DIN EN 1992-1-1 und des Nationalen Anhangs an typischen Hochbauprojekten von mehreren Ingenieurbüros und Softwarefirmen getestet und erprobt. Das Hauptziel bestand darin, den Eurocode 2 und insbesondere den Nationalen Anhang so zu gestalten, dass der Praxis die Umstellung von DIN 1045-1 auf DIN EN 1992-1-1 weitgehend erleichtert wird.

Diesem Ziel dient auch diese gemeinsam herausgegebene kommentierte Fassung „EUROCODE 2 für Deutschland: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau mit Nationalem Anhang“. Die nach den CEN-Regeln getrennt verfassten Texte von Eurocode 2 und Nationalem Anhang sind in einer zusammengefassten Form aufbereitet, die für die praktische Anwendung besonders geeignet ist. Im vorliegenden Band werden außerdem Hintergründe, Grundlagen und Beispiele zu DIN EN 1992-1-1 ergänzt.

Wir können feststellen, dass sich dieser Band als willkommenes Hilfsmittel zur Anwendung von Eurocode 2 in der deutschen Bemessungspraxis etabliert hat. Die aktualisierte 2. Auflage 2016 wird den Erfolg der Erstauflage sicherlich fortsetzen können.

Die Herausgeber  
Berlin, im Mai 2016

Bundesvereinigung der Prüfsingenieure  
für Bautechnik e.V.

Dr.-Ing. Markus Wetzel  
Dipl.-Ing. Manfred Tiedemann

Deutscher Beton- und Bautechnik-  
Verein E.V.

Dr.-Ing. Lars Meyer  
Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos

Institut für Stahlbetonbewehrung e.V.

Dr.-Ing. Michael Schwarzkopf

Verband Beratender Ingenieure VBI

Dr.-Ing. Volker Cornelius  
Dr.-Ing. Karl Morgen

## **Vorwort der Bearbeiter zur 2. Auflage 2016**

Die erste Auflage der kommentierten Fassung des „EUROCODE 2 FÜR DEUTSCHLAND“ hat erfreulicherweise eine weite Verbreitung bei den Tragwerksplanern, Prüfingenieuren, Bauaufsichtsbehörden und auch in der Lehre an den Hochschulen gefunden und ist nunmehr vergriffen.

Anlass für eine Aktualisierung des Bandes war insbesondere die A1-Änderung des Nationalen Anhangs zu DIN EN 1992-1-1 vom Dezember 2015. Bei dieser Gelegenheit wurden die dazugehörigen Erläuterungen ergänzt, einige aktuelle Auslegungen aufgenommen, die Literaturliste aktualisiert und Druckfehler berichtigt.

Wir gehen davon aus, dass dieser Band auch weiterhin unseren Lesern als zuverlässiges Hilfsmittel dient. Allen Lesern und Anwendern sind wir auch weiterhin für Anregungen, Hinweise und Verbesserungsvorschläge dankbar.

Frank Fingerloos, Berlin  
Josef Hegger, Aachen  
Konrad Zilch, München

im Mai 2016

## **Vorwort der Bearbeiter zur 1. Auflage 2012**

Die mit diesem Band vorgelegte Aufbereitung des Eurocodes 2 für den Hochbau (DIN EN 1992-1-1 mit Nationalem Anhang) soll den in der Praxis tätigen Tragwerksplanern vor allem die Einarbeitung in das neue europäische Regelwerk und die tägliche Arbeit damit erleichtern.

Hierzu wurden der Normtext von DIN EN 1992-1-1 und die dazugehörigen Festlegungen im Nationalen Anhang für Deutschland zusammengeführt und zu einer konsolidierten Fassung verwoben und redaktionell redigiert. Alle nationalen Regeln wurden nicht nur im Text eingearbeitet, sondern auch in Bildern, Gleichungen und Tabellen und durch eine Unterlegung kenntlich gemacht. Überflüssige Textteile von EN 1992-1-1, wie Anmerkungen, die durch nationale Regeln ersetzt wurden, oder Absätze und Anhänge, die in Deutschland nicht gelten, wurden entfernt. So kann sich der Leser auf den maßgebenden Normtext konzentrieren.

Für die Ingenieure, die sich mit den ursprünglich im Eurocode 2 vorgeschlagenen Parametern und Verfahren beschäftigen wollen oder müssen, stehen die beiden Original-DIN-Normtexte im Beuth Verlag zur Verfügung. Gegenüber diesen DIN-Fassungen von 2011-01 sind in der hier vorliegenden kommentierten Fassung bereits einige Druckfehler behoben worden. Dies gilt auch für das Normen-Handbuch zum Eurocode 2 mit einer reinen Textzusammenführung.

Begleitet wird der konsolidierte Normtext in einer Hinweisspalte durch hilfreiche Verweise, Grafiken, Tabellen und kurze Erläuterungen, sodass sich der Leser schneller und einfacher zurechtfinden kann.

Um die Akzeptanz der neuen, aber auch der vielen bekannten Regelungen zu erhöhen, enthält der zweite Teil dieses Bandes Erläuterungen, Hintergrundinformationen und Beispiele, insbesondere zu den gegenüber DIN 1045-1 neuen oder abweichenden Regeln von Eurocode 2 sowie zu den national festzulegenden Parametern (NDP) und den zusätzlichen nationalen Ergänzungen (NCI) aus dem Nationalen Anhang (NA). Hier wird auch begründet, warum eine relativ große Anzahl bekannter deutscher Regeln auch abweichend von EN 1992-1-1 wieder im Nationalen Anhang eingeführt wurde. Dem vorliegenden Normenwerk gingen auch viele Diskussionen mit Fachkollegen innerhalb der „EC2-Pilotprojekte“ voraus, deren Ergebnisse sich in diesen Erläuterungen wiederfinden.

Weitergehende Erläuterungen und wissenschaftliche Hintergründe sind im DAfStb-Heft 600 [D600] enthalten. Das DAfStb-Heft 600 wird mehrfach im Nationalen Anhang zitiert.

Zur Erleichterung der Einarbeitung in den Eurocode 2 werden für den mit DIN 1045-1 vertrauten Leser in einem Anhang Zuordnungstabellen angegeben, die das Auffinden vergleichbarer Abschnitte und Gleichungen im Eurocode 2 gestatten.



Danken möchten wir an dieser Stelle auch den Mitarbeitern der Lehrstühle für Massivbau Dipl.-Ing. *Cars-ten Siburg* und Dipl.-Ing. *Frederik Teworte* an der RWTH Aachen sowie Dipl.-Ing. *Peter Lenz* und Dipl.-Ing. (FH) *Daniel Wingenfeld* (M.Sc.) an der TU München für ihre Unterstützung bei der Erstellung der Manuskripte.

Unser Dank gilt außerdem Herrn Dr.-Ing. *Robert Hertle* (Gräfelfing), der mit einigen Kollegen der BVPI diesen Band einer Durchsicht unterzogen hat.

Wir hoffen, dass die „Kommentierte Fassung von DIN EN 1992-1-1“ die Einarbeitung erleichtert und den Tragwerksplanern im Tagesgeschäft als zuverlässiger Helfer dient. Allen Lesern und Anwendern sind wir für Anregungen, Hinweise und Verbesserungsvorschläge dankbar.

Frank Fingerloos, Berlin  
Josef Hegger, Aachen  
Konrad Zilch, München

im Oktober 2011



# Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau:2011-01 mit A1-Änderung:2015-03

## Nationaler Anhang (NA) – National festgelegte Parameter:2013-04 mit A1-Änderung:2015-12

### Kommentierte Fassung

Eurocode 2: Design of concrete structures –  
Part 1-1: General rules and rules for buildings;  
German version EN 1992-1-1:2004 + AC:2010 + A1:2014

Eurocode 2: Calcul des structures en béton –  
Partie 1-1: Règles générales et règles pour les bâtiments;  
Version allemande EN 1992-1-1:2004 + AC:2010 + A1:2014

#### Ersatzvermerk

- Ersatz für DIN EN 1992-1-1:2005-10
- mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04, DIN EN 1992-3:2011-01 und DIN EN 1992-3/NA:2011-01  
Ersatz für DIN 1045-1:2008-08;
- Ersatz für DIN EN 1992-1-1 Berichtigung 1:2010-01 und DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01.

Diese kommentierte Fassung enthält die Normentexte des Eurocode 2: DIN EN 1992-1-1 zusammen mit dem Nationalen Anhang DIN EN 1992-1-1/NA in einem verwobenen Text, der nur die für die Anwendung in Deutschland maßgebenden Werte und Regeln enthält. Diese sind, wenn möglich, in die Gleichungen, Bilder und Tabellen direkt integriert.

Alle nicht relevanten Textteile aus EN 1992-1-1 wurden aus dieser Fassung entfernt.

Alle Werte und Regeln, die im deutschen Nationalen Anhang enthalten sind, werden unterlegt, sodass diese vom allgemeinen Eurocode 2-Text zu unterscheiden sind.

Dabei wird zwischen den von allen CEN-Mitgliedsstaaten national festzulegenden Parametern (*nationally determined parameters, NDP* → gelb unterlegt) und den spezifisch deutschen, ergänzenden, nicht widersprechenden Angaben zur Anwendung von DIN EN 1992-1-1 (*non-contradictory complementary information, NCI* → grau unterlegt) differenziert.

In der Hinweisspalte zum verwobenen Normentext werden kurze, zur Erleichterung der Anwendung hilfreiche Kommentare, Bilder oder Verweise auf andere Normenabschnitte aufgenommen, die die tägliche Arbeit mit dem Eurocode 2 erleichtern sollen.

An den Normentext schließt sich ein ausführlicher Erläuterungsteil an, der Hintergründe, Beispiele und weiterführende Literatur enthält. Dieser Teil des Buches unterstützt die Einarbeitung in den Eurocode 2 und soll das Verständnis und die Auslegung der Norm fördern.

## Inhalt

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Vorwort</b>   | <b>9</b>  |
| <b>Hintergrund des Eurocode-Programms</b>  | <b>9</b>  |
| <b>Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes</b>   | <b>9</b>  |
| <b>Nationale Fassungen der Eurocodes</b>   | <b>10</b> |
| <b>Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (EN und ETA)</b> | <b>10</b> |
| <b>Besondere Hinweise zu EN 1992-1-1</b>   | <b>10</b> |
| <b>Nationaler Anhang zu EN 1992-1-1</b>  | <b>11</b> |
| <b>1 ALLGEMEINES</b>   |           |
| <b>1.1 Anwendungsbereich</b>   | <b>12</b> |
| 1.1.1 Anwendungsbereich des Eurocode 2   | 12        |
| 1.1.2 Anwendungsbereich des Eurocode 2 Teil 1-1  | 12        |
| <b>1.2 Normative Verweisungen</b>  | <b>13</b> |
| 1.2.1 Allgemeine normative Verweisungen  | 13        |
| 1.2.2 Weitere normative Verweisungen   | 13        |
| <b>1.3 Annahmen</b>  | <b>14</b> |
| <b>1.4 Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln</b>   | <b>14</b> |
| <b>1.5 Begriffe</b>  | <b>14</b> |
| 1.5.1 Allgemeines  | 14        |
| 1.5.2 Besondere Begriffe und Definitionen in dieser Norm   | 14        |
| <b>1.6 Formelzeichen</b>   | <b>16</b> |
| <b>2 GRUNDLAGEN DER TRAGWERKSPLANUNG</b>   |           |
| <b>2.1 Anforderungen</b>   | <b>18</b> |
| 2.1.1 Grundlegende Anforderungen   | 18        |
| 2.1.2 Behandlung der Zuverlässigkeit   | 18        |
| 2.1.3 Nutzungsdauer, Dauerhaftigkeit und Qualitätssicherung  | 18        |
| <b>2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen</b>  | <b>18</b> |
| <b>2.3 Basisvariablen</b>  | <b>18</b> |
| 2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse  | 18        |
| 2.3.1.1 Allgemeines  | 18        |
| 2.3.1.2 Temperatúrauswirkungen   | 19        |
| 2.3.1.3 Setzungs-/Bewegungsunterschiede  | 19        |
| 2.3.1.4 Vorspannung  | 19        |
| 2.3.2 Eigenschaften von Baustoffen, Bauprodukten und Bauteilen   | 20        |
| 2.3.2.1 Allgemeines  | 20        |
| 2.3.2.2 Kriechen und Schwinden   | 20        |
| 2.3.3 Verformungseigenschaften des Betons  | 20        |
| 2.3.4 Geometrische Angaben   | 20        |
| 2.3.4.1 Allgemeines  | 20        |
| 2.3.4.2 Zusätzliche Anforderungen an Bohrpfähle  | 20        |
| <b>2.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten</b>  | <b>21</b> |
| 2.4.1 Allgemeines  | 21        |
| 2.4.2 Bemessungswerte  | 21        |
| 2.4.2.1 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen aus Schwinden   | 21        |
| 2.4.2.2 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen aus Vorspannung   | 21        |
| 2.4.2.3 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen beim Nachweis gegen Ermüdung  | 21        |
| 2.4.2.4 Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe  | 21        |
| 2.4.2.5 Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe bei Gründungen   | 21        |
| 2.4.3 Kombinationsregeln für Einwirkungen  | 22        |
| 2.4.4 Nachweis der Lagesicherheit  | 22        |
| <b>2.5 Versuchsgestützte Bemessung</b>   | <b>22</b> |
| <b>2.6 Zusätzliche Anforderungen an Gründungen</b>   | <b>22</b> |
| <b>2.7 Anforderungen an Befestigungsmittel</b>   | <b>22</b> |
| <b>NA.2.8 Bautechnische Unterlagen</b>   | <b>23</b> |
| NA.2.8.1 Umfang der bautechnischen Unterlagen  | 23        |
| NA.2.8.2 Zeichnungen   | 23        |
| NA.2.8.3 Statische Berechnungen  | 23        |
| NA.2.8.4 Baubeschreibung   | 23        |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>3</b>   | <b>BAUSTOFFE</b>  |           |
| <b>3.1</b> | <b>Beton</b>  | <b>24</b> |
| 3.1.1      | Allgemeines   | 24        |
| 3.1.2      | Festigkeiten  | 24        |
| 3.1.3      | Elastische Verformungseigenschaften   | 26        |
| 3.1.4      | Kriechen und Schwinden  | 26        |
| 3.1.5      | Spannungs-Dehnungs-Linie für nichtlineare Verfahren der Schnittgrößenermittlung und für Verformungsberechnungen | 29        |
| 3.1.6      | Bemessungswert der Betondruck- und Betonzugfestigkeit   | 29        |
| 3.1.7      | Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung  | 30        |
| 3.1.8      | Biegezugfestigkeit  | 31        |
| 3.1.9      | Beton unter mehraxialer Druckbeanspruchung  | 31        |
| <b>3.2</b> | <b>Betonstahl</b>   | <b>31</b> |
| 3.2.1      | Allgemeines   | 31        |
| 3.2.2      | Eigenschaften   | 32        |
| 3.2.3      | Festigkeiten  | 32        |
| 3.2.4      | Duktilitätsmerkmale   | 33        |
| 3.2.5      | Schweißen   | 33        |
| 3.2.6      | Ermüdung  | 34        |
| 3.2.7      | Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung  | 34        |
| <b>3.3</b> | <b>Spannstahl</b>   | <b>35</b> |
| 3.3.1      | Allgemeines   | 35        |
| 3.3.2      | Eigenschaften   | 36        |
| 3.3.3      | Festigkeiten  | 36        |
| 3.3.4      | Duktilitätseigenschaften  | 36        |
| 3.3.5      | Ermüdung  | 37        |
| 3.3.6      | Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung  | 37        |
| 3.3.7      | Spannstähle in Hüllrohren   | 38        |
| <b>3.4</b> | <b>Komponenten von Spannsystemen</b>  | <b>38</b> |
| 3.4.1      | Verankerungen und Spanngliedkopplungen  | 38        |
| 3.4.2      | Externe Spannglieder ohne Verbund   | 38        |
| 3.4.2.1    | Allgemeines   | 38        |
| 3.4.2.2    | Verankerung   | 38        |
| <b>4</b>   | <b>DAUERHAFTIGKEIT UND BETONDECKUNG</b>   |           |
| <b>4.1</b> | <b>Allgemeines</b>  | <b>39</b> |
| <b>4.2</b> | <b>Umgebungsbedingungen</b>   | <b>39</b> |
| <b>4.3</b> | <b>Anforderungen an die Dauerhaftigkeit</b>   | <b>42</b> |
| <b>4.4</b> | <b>Nachweisverfahren</b>  | <b>42</b> |
| 4.4.1      | Betondeckung  | 42        |
| 4.4.1.1    | Allgemeines   | 42        |
| 4.4.1.2    | Mindestbetondeckung $c_{min}$   | 42        |
| 4.4.1.3    | Vorhaltemaß   | 44        |
| <b>5</b>   | <b>ERMITTLUNG DER SCHNITTGRÖSSEN</b>  |           |
| <b>5.1</b> | <b>Allgemeines</b>  | <b>45</b> |
| 5.1.1      | Grundlagen  | 45        |
| 5.1.2      | Besondere Anforderungen an Gründungen   | 46        |
| 5.1.3      | Lastfälle und Einwirkungskombinationen  | 47        |
| 5.1.4      | Auswirkungen von Bauteilverformungen (Theorie II. Ordnung)  | 47        |
| <b>5.2</b> | <b>Imperfektionen</b>   | <b>47</b> |
| <b>5.3</b> | <b>Idealisierungen und Vereinfachungen</b>  | <b>49</b> |
| 5.3.1      | Tragwerksmodelle für statische Berechnungen   | 49        |
| 5.3.2      | Geometrische Angaben  | 50        |
| 5.3.2.1    | Mitwirkende Plattenbreite (alle Grenzzustände)  | 50        |
| 5.3.2.2    | Effektive Stützweite von Balken und Platten im Hochbau  | 50        |
| <b>5.4</b> | <b>Linear-elastische Berechnung</b>   | <b>52</b> |
| <b>5.5</b> | <b>Linear-elastische Berechnung mit begrenzter Umlagerung</b>   | <b>52</b> |
| <b>5.6</b> | <b>Verfahren nach der Plastizitätstheorie</b>   | <b>53</b> |
| 5.6.1      | Allgemeines   | 53        |
| 5.6.2      | Balken, Rahmen und Platten  | 53        |
| 5.6.3      | Vereinfachter Nachweis der plastischen Rotation   | 53        |
| 5.6.4      | Stabwerkmodelle   | 54        |
| <b>5.7</b> | <b>Nichtlineare Verfahren</b>   | <b>55</b> |

|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| <b>5.8</b>  | <b>Berechnung von Bauteilen unter Normalkraft nach Theorie II. Ordnung</b>     | <b>56</b> |
| 5.8.1       | Begriffe   | 56        |
| 5.8.2       | Allgemeines  | 57        |
| 5.8.3       | Vereinfachte Nachweise für Bauteile unter Normalkraft nach Theorie II. Ordnung | 57        |
| 5.8.3.1     | Grenzwert der Schlankheit für Einzeldruckglieder                               | 57        |
| 5.8.3.2     | Schlankheit und Knicklänge von Einzeldruckgliedern                             | 58        |
| 5.8.3.3     | Nachweise am Gesamttragwerk nach Theorie II. Ordnung im Hochbau                | 59        |
| 5.8.4       | Kriechen   | 60        |
| 5.8.5       | Berechnungsverfahren   | 60        |
| 5.8.6       | Allgemeines Verfahren  | 61        |
| 5.8.8       | Verfahren mit Nennkrümmung   | 61        |
| 5.8.8.1     | Allgemeines  | 61        |
| 5.8.8.2     | Biegemomente   | 61        |
| 5.8.8.3     | Krümmung   | 62        |
| 5.8.9       | Druckglieder mit zweiachsiger Lastausmitte                                     | 63        |
| <b>5.9</b>  | <b>Seitliches Ausweichen schlanker Träger</b>                                  | <b>65</b> |
| <b>5.10</b> | <b>Spannbetontragwerke</b>   | <b>65</b> |
| 5.10.1      | Allgemeines  | 65        |
| 5.10.2      | Vorspannkraft während des Spannvorgangs  | 66        |
| 5.10.2.1    | Maximale Vorspannkraft   | 66        |
| 5.10.2.2    | Begrenzung der Betondruckspannungen  | 66        |
| 5.10.2.3    | Messung der Spannkraft und des zugehörigen Dehnwegs                            | 67        |
| 5.10.3      | Vorspannkraft nach dem Spannvorgang  | 67        |
| 5.10.4      | Sofortige Spannkraftverluste bei sofortigem Verbund                            | 68        |
| 5.10.5      | Sofortige Spannkraftverluste bei nachträglichem Verbund                        | 68        |
| 5.10.5.1    | Elastische Verformung des Betons   | 68        |
| 5.10.5.2    | Reibungsverluste   | 68        |
| 5.10.5.3    | Verankerungsschlupf  | 69        |
| 5.10.6      | Zeitabhängige Spannkraftverluste bei sofortigem und nachträglichem Verbund     | 69        |
| 5.10.7      | Berücksichtigung der Vorspannung in der Berechnung                             | 70        |
| 5.10.8      | Grenzzustand der Tragfähigkeit   | 70        |
| 5.10.9      | Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit und der Ermüdung                       | 71        |
| <b>5.11</b> | <b>Berechnung für ausgewählte Tragwerke</b>                                    | <b>71</b> |
| <b>6</b>    | <b>NACHWEISE IN DEN GRENZZUSTÄNDEN DER TRAGFÄHIGKEIT (GZT)</b>                 |           |
| <b>6.1</b>  | <b>Biegung mit oder ohne Normalkraft und Normalkraft allein</b>                | <b>71</b> |
| <b>6.2</b>  | <b>Querkraft</b>   | <b>72</b> |
| 6.2.1       | Nachweisverfahren  | 72        |
| 6.2.2       | Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung                     | 73        |
| 6.2.3       | Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Querkraftbewehrung                     | 75        |
| 6.2.4       | Schubkräfte zwischen Balkensteg und Gurten                                     | 78        |
| 6.2.5       | Schubkraftübertragung in Fugen   | 79        |
| <b>6.3</b>  | <b>Torsion</b>   | <b>82</b> |
| 6.3.1       | Allgemeines  | 82        |
| 6.3.2       | Nachweisverfahren  | 82        |
| 6.3.3       | Wölbkrafttorsion   | 84        |
| <b>6.4</b>  | <b>Durchstanzen</b>  | <b>84</b> |
| 6.4.1       | Allgemeines  | 84        |
| 6.4.2       | Lasteinleitung und Nachweisschnitte  | 86        |
| 6.4.3       | Nachweisverfahren  | 88        |
| 6.4.4       | Durchstanzwiderstand für Platten oder Fundamente ohne Durchstanzbewehrung      | 91        |
| 6.4.5       | Durchstanztragfähigkeit für Platten oder Fundamente mit Durchstanzbewehrung    | 92        |
| <b>6.5</b>  | <b>Stabwerkmodelle</b>   | <b>95</b> |
| 6.5.1       | Allgemeines  | 95        |
| 6.5.2       | Bemessung der Druckstreben   | 95        |
| 6.5.3       | Bemessung der Zugstreben   | 95        |
| 6.5.4       | Bemessung der Knoten   | 96        |
| <b>6.6</b>  | <b>Verankerung der Längsbewehrung und Stöße</b>                                | <b>98</b> |
| <b>6.7</b>  | <b>Teilflächenbelastung</b>  | <b>98</b> |
| <b>6.8</b>  | <b>Nachweis gegen Ermüdung</b>   | <b>99</b> |
| 6.8.1       | Allgemeines  | 99        |
| 6.8.2       | Innere Kräfte und Spannungen beim Nachweis gegen Ermüdung                      | 99        |
| 6.8.3       | Einwirkungskombinationen   | 100       |
| 6.8.4       | Nachweisverfahren für Betonstahl und Spannstahl                                | 100       |
| 6.8.5       | Nachweis gegen Ermüdung über schädigungsäquivalente Schwingbreiten             | 102       |
| 6.8.6       | Vereinfachte Nachweise   | 102       |
| 6.8.7       | Nachweis gegen Ermüdung des Betons unter Druck oder Querkraftbeanspruchung     | 102       |

|             |  |            |
|-------------|--|------------|
| <b>7</b>    | <b>NACHWEISE IN DEN GRENZZUSTÄNDEN DER GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT (GZG)</b>     |            |
| <b>7.1</b>  | <b>Allgemeines</b>   | <b>103</b> |
| <b>7.2</b>  | <b>Begrenzung der Spannungen</b>   | <b>104</b> |
| <b>7.3</b>  | <b>Begrenzung der Rissbreiten</b>  | <b>104</b> |
| 7.3.1       | Allgemeines  | 104        |
| 7.3.2       | Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite                         | 105        |
| 7.3.3       | Begrenzung der Rissbreite ohne direkte Berechnung                          | 108        |
| 7.3.4       | Berechnung der Rissbreite  | 111        |
| <b>7.4</b>  | <b>Begrenzung der Verformungen</b>   | <b>113</b> |
| 7.4.1       | Allgemeines  | 113        |
| 7.4.2       | Nachweis der Begrenzung der Verformungen ohne direkte Berechnung           | 114        |
| 7.4.3       | Nachweis der Begrenzung der Verformungen mit direkter Berechnung           | 115        |
| <b>8</b>    | <b>ALLGEMEINE BEWEHRUNGSREGELN</b>   |            |
| <b>8.1</b>  | <b>Allgemeines</b>   | <b>117</b> |
| <b>8.2</b>  | <b>Stababstände von Betonstählen</b>                                       | <b>117</b> |
| <b>8.3</b>  | <b>Biegen von Betonstählen</b>   | <b>117</b> |
| <b>8.4</b>  | <b>Verankerung der Längsbewehrung</b>                                      | <b>119</b> |
| 8.4.1       | Allgemeines  | 119        |
| 8.4.2       | Bemessungswert der Verbundfestigkeit                                       | 120        |
| 8.4.3       | Grundwert der Verankerungslänge  | 120        |
| 8.4.4       | Bemessungswert der Verankerungslänge                                       | 121        |
| <b>8.5</b>  | <b>Verankerung von Bügeln und Querkraftbewehrung</b>                       | <b>123</b> |
| <b>8.7</b>  | <b>Stöße und mechanische Verbindungen</b>                                  | <b>124</b> |
| 8.7.1       | Allgemeines  | 124        |
| 8.7.2       | Stöße  | 124        |
| 8.7.3       | Übergreifungslänge   | 125        |
| 8.7.4       | Querbewehrung im Bereich der Übergreifungsstöße                            | 125        |
| 8.7.4.1     | Querbewehrung für Zugstäbe   | 125        |
| 8.7.4.2     | Querbewehrung für Druckstäbe   | 126        |
| 8.7.5       | Stöße von Betonstahlmatten aus Rippenstahl                                 | 126        |
| 8.7.5.1     | Stöße der Hauptbewehrung   | 126        |
| 8.7.5.2     | Stöße der Querbewehrung  | 127        |
| <b>8.8</b>  | <b>Zusätzliche Regeln bei großen Stabdurchmessern</b>                      | <b>128</b> |
| <b>8.9</b>  | <b>Stabbündel</b>  | <b>131</b> |
| 8.9.1       | Allgemeines  | 131        |
| 8.9.2       | Verankerung von Stabbündeln  | 131        |
| 8.9.3       | Gestoßene Stabbündel   | 132        |
| <b>8.10</b> | <b>Spannglieder</b>  | <b>132</b> |
| 8.10.1      | Anordnung von Spanngliedern und Hüllrohren                                 | 132        |
| 8.10.1.1    | Allgemeines  | 132        |
| 8.10.1.2    | Spannglieder im sofortigen Verbund   | 132        |
| 8.10.1.3    | Hüllrohre für Spannglieder im nachträglichen Verbund                       | 133        |
| 8.10.2      | Verankerung von Spanngliedern im sofortigen Verbund                        | 133        |
| 8.10.2.1    | Allgemeines  | 133        |
| 8.10.2.2    | Übertragung der Vorspannung  | 134        |
| 8.10.2.3    | Verankerung der Spannglieder in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit       | 134        |
| 8.10.3      | Verankerungsbereiche bei Spanngliedern im nachträglichen oder ohne Verbund | 136        |
| 8.10.4      | Verankerungen und Spanngliedkopplungen für Spannglieder                    | 137        |
| 8.10.5      | Umlenkstellen  | 137        |
| <b>9</b>    | <b>KONSTRUKTIONSREGELN</b>   |            |
| <b>9.1</b>  | <b>Allgemeines</b>   | <b>138</b> |
| <b>9.2</b>  | <b>Balken</b>  | <b>138</b> |
| 9.2.1       | Längsbewehrung   | 138        |
| 9.2.1.1     | Mindestbewehrung und Höchstbewehrung                                       | 138        |
| 9.2.1.2     | Weitere Konstruktionsregeln  | 139        |
| 9.2.1.3     | Zugkraftdeckung  | 139        |
| 9.2.1.4     | Verankerung der unteren Bewehrung an Endauflagern                          | 140        |
| 9.2.1.5     | Verankerung der unteren Bewehrung an Zwischenauflegern                     | 141        |
| 9.2.2       | Querkraftbewehrung   | 141        |
| 9.2.3       | Torsionsbewehrung  | 143        |
| 9.2.4       | Oberflächenbewehrung   | 143        |
| 9.2.5       | Indirekte Auflager   | 143        |

|                |  |            |
|----------------|--|------------|
| <b>9.3</b>     | <b>Vollplatten</b>   | <b>144</b> |
| 9.3.1          | Biegebewehrung   | 144        |
| 9.3.1.1        | Allgemeines  | 144        |
| 9.3.1.2        | Bewehrung von Platten in Auflagernähe  | 145        |
| 9.3.1.3        | Eckbewehrung   | 145        |
| 9.3.1.4        | Randbewehrung an freien Rändern von Platten  | 145        |
| 9.3.2          | Querkraftbewehrung   | 146        |
| <b>9.4</b>     | <b>Flachdecken</b>   | <b>146</b> |
| 9.4.1          | Flachdecken im Bereich von Innenstützen  | 146        |
| 9.4.2          | Flachdecken im Bereich von Randstützen   | 147        |
| 9.4.3          | Durchstanzbewehrung  | 147        |
| <b>9.5</b>     | <b>Stützen</b>   | <b>149</b> |
| 9.5.1          | Allgemeines  | 149        |
| 9.5.2          | Längsbewehrung   | 149        |
| 9.5.3          | Querbewehrung  | 149        |
| <b>9.6</b>     | <b>Wände</b>   | <b>150</b> |
| 9.6.1          | Allgemeines  | 150        |
| 9.6.2          | Vertikale Bewehrung  | 150        |
| 9.6.3          | Horizontale Bewehrung  | 151        |
| 9.6.4          | Querbewehrung  | 151        |
| <b>9.7</b>     | <b>Wandartige Träger</b>   | <b>151</b> |
| <b>9.8</b>     | <b>Gründungen</b>  | <b>151</b> |
| 9.8.1          | Pfahlkopfplatten   | 151        |
| 9.8.2          | Einzel- und Streifenfundamente   | 152        |
| 9.8.2.1        | Allgemeines  | 152        |
| 9.8.2.2        | Verankerung der Stäbe  | 152        |
| 9.8.3          | Zerrbalken   | 153        |
| 9.8.4          | Einzelfundament auf Fels   | 153        |
| 9.8.5          | Bohrpfähle   | 153        |
| <b>9.9</b>     | <b>Bereiche mit geometrischen Diskontinuitäten oder konzentrierten Einwirkungen (D-Bereiche)</b> | <b>154</b> |
| <b>9.10</b>    | <b>Schadensbegrenzung bei außergewöhnlichen Ereignissen</b>                                      | <b>155</b> |
| 9.10.1         | Allgemeines  | 155        |
| 9.10.2         | Ausbildung von Zugankern   | 155        |
| 9.10.2.1       | Allgemeines  | 155        |
| 9.10.2.2       | Ringanker  | 155        |
| 9.10.2.3       | Innenliegende Zuganker   | 155        |
| 9.10.2.4       | Horizontale Stützen- und Wandzuganker  | 156        |
| 9.10.2.5       | Vertikale Zuganker für Großtafelbauten   | 157        |
| 9.10.3         | Durchlaufwirkung und Verankerung von Zugankern   | 157        |
| <b>10</b>      | <b>ZUSÄTZLICHE REGELN FÜR BAUTEILE UND TRAGWERKE AUS FERTIGTEILEN</b>                            |            |
| <b>10.1</b>    | <b>Allgemeines</b>   | <b>157</b> |
| 10.1.1         | Besondere Begriffe dieses Kapitels   | 157        |
| <b>10.2</b>    | <b>Grundlagen für die Tragwerksplanung, grundlegende Anforderungen</b>                           | <b>158</b> |
| <b>10.3</b>    | <b>Baustoffe</b>   | <b>159</b> |
| 10.3.1         | Beton  | 159        |
| 10.3.1.1       | Festigkeiten   | 159        |
| 10.3.1.2       | Kriechen und Schwinden   | 159        |
| 10.3.2         | Spannstahl   | 159        |
| 10.3.2.1       | Eigenschaften  | 159        |
| <b>NA.10.4</b> | <b>Dauerhaftigkeit und Betondeckung</b>  | <b>160</b> |
| <b>10.5</b>    | <b>Ermittlung der Schnittgrößen</b>  | <b>160</b> |
| 10.5.1         | Allgemeines  | 160        |
| 10.5.2         | Spannkraftverluste   | 160        |
| <b>10.9</b>    | <b>Bemessungs- und Konstruktionsregeln</b>   | <b>160</b> |
| 10.9.1         | Einspannmomente in Platten   | 160        |
| 10.9.2         | Wand-Decken-Verbindungen   | 161        |
| 10.9.3         | Deckensysteme  | 162        |
| 10.9.4         | Verbindungen und Lager für Fertigteile   | 164        |
| 10.9.4.1       | Baustoffe  | 164        |
| 10.9.4.2       | Konstruktions- und Bemessungsregeln für Verbindungen   | 164        |
| 10.9.4.3       | Verbindungen zur Druckkraft-Übertragung  | 164        |
| 10.9.4.4       | Verbindungen zur Querkraft-Übertragung   | 165        |
| 10.9.4.5       | Verbindungen zur Übertragung von Biegemomenten oder Zugkräften                                   | 166        |
| 10.9.4.6       | Ausgeklinkte Auflager  | 166        |
| 10.9.4.7       | Verankerung der Längsbewehrung an Auflagern  | 166        |



|  |            |
|--|------------|
| 10.9.5 Lager   | 167        |
| 10.9.5.1 Allgemeines   | 167        |
| 10.9.5.2 Lager für verbundene Bauteile (Nicht-Einzelbauteile)  | 167        |
| 10.9.5.3 Lager für Einzelbauteile  | 168        |
| 10.9.6 Köcherfundamente  | 169        |
| 10.9.6.1 Allgemeines   | 169        |
| 10.9.6.2 Köcherfundamente mit profilierter Oberfläche  | 169        |
| 10.9.6.3 Köcherfundamente mit glatter Oberfläche   | 169        |
| 10.9.7 Schadensbegrenzung bei außergewöhnlichen Ereignissen  | 170        |
| NA.10.9.8 Zusätzliche Konstruktionsregeln für Fertigteile  | 170        |
| NA.10.9.9 Sandwichtafeln   | 170        |
| <b>11 ZUSÄTZLICHE REGELN FÜR BAUTEILE UND TRAGWERKE AUS LEICHTBETON</b>  |            |
| <b>11.1 Allgemeines</b>  | <b>170</b> |
| 11.1.1 Geltungsbereich   | 170        |
| 11.1.2 Besondere Formelzeichen   | 171        |
| <b>11.2 Grundlagen für die Tragwerksplanung</b>  | <b>171</b> |
| <b>11.3 Baustoffe</b>  | <b>171</b> |
| 11.3.1 Beton   | 171        |
| 11.3.2 Elastische Verformungseigenschaften   | 171        |
| 11.3.3 Kriechen und Schwinden  | 172        |
| 11.3.4 Spannungs-Dehnungs-Linie für nichtlineare Verfahren der Schnittgrößenermittlung und für Verformungsberechnungen | 172        |
| 11.3.5 Bemessungswerte für Druck- und Zugfestigkeiten  | 173        |
| 11.3.6 Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung  | 173        |
| 11.3.7 Beton unter mehraxialer Druckbeanspruchung  | 173        |
| <b>11.4 Dauerhaftigkeit und Betondeckung</b>   | <b>173</b> |
| 11.4.1 Umgebungseinflüsse  | 173        |
| 11.4.2 Betondeckung  | 173        |
| <b>11.5 Ermittlung der Schnittgrößen</b>   | <b>174</b> |
| 11.5.1 Vereinfachter Nachweis der plastischen Rotation   | 174        |
| NA.11.5.2 Linear-elastische Berechnung   | 174        |
| <b>11.6 Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit (GZT)</b>  | <b>174</b> |
| 11.6.1 Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung  | 174        |
| 11.6.2 Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Querkraftbewehrung  | 174        |
| 11.6.3 Torsion   | 175        |
| 11.6.3.1 Nachweisverfahren   | 175        |
| 11.6.4 Durchstanzen  | 175        |
| 11.6.4.1 Durchstanzwiderstand für Platten oder Fundamente ohne Durchstanzbewehrung                                     | 175        |
| 11.6.4.2 Durchstanzwiderstand für Platten oder Fundamente mit Durchstanzbewehrung                                      | 175        |
| NA.11.6.5 Stabwerkmodelle  | 175        |
| 11.6.7 Teilflächenbelastung  | 175        |
| 11.6.8 Nachweis gegen Ermüdung   | 175        |
| <b>11.7 Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit (GZG)</b>  | <b>176</b> |
| <b>11.8 Allgemeine Bewehrungsregeln</b>  | <b>176</b> |
| 11.8.1 Zulässige Biegerollendurchmesser für gebogene Betonstähle   | 176        |
| 11.8.2 Bemessungswert der Verbundfestigkeit  | 176        |
| <b>11.9 Konstruktionsregeln</b>  | <b>176</b> |
| <b>11.10 Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Fertigteilen</b>  | <b>176</b> |
| <b>11.12 Tragwerke aus unbewehrtem oder gering bewehrtem Beton</b>   | <b>176</b> |
| <b>12 TRAGWERKE AUS UNBEWEHRTEM ODER GERING BEWEHRTEM BETON</b>  |            |
| <b>12.1 Allgemeines</b>  | <b>177</b> |
| <b>12.3 Baustoffe</b>  | <b>177</b> |
| 12.3.1 Beton   | 177        |
| <b>12.5 Ermittlung der Schnittgrößen</b>   | <b>177</b> |
| <b>12.6 Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit (GZT)</b>  | <b>178</b> |
| 12.6.1 Biegung mit oder ohne Normalkraft und Normalkraft allein  | 178        |
| 12.6.2 Örtliches Versagen  | 178        |
| 12.6.3 Querkraft   | 178        |
| 12.6.4 Torsion   | 179        |
| 12.6.5 Auswirkungen von Verformungen von Bauteilen unter Normalkraft nach Theorie II. Ordnung                          | 179        |
| 12.6.5.1 Schlankheit von Einzeldruckgliedern und Wänden  | 179        |
| 12.6.5.2 Vereinfachtes Verfahren für Einzeldruckglieder und Wände  | 181        |
| <b>12.7 Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit (GZG)</b>  | <b>181</b> |

|   |                |
|---|----------------|
| <b>12.9 Konstruktionsregeln</b>   | <b>181</b>     |
| 12.9.1 Tragende Bauteile  | 181            |
| 12.9.2 Arbeitsfugen   | 182            |
| 12.9.3 Streifen- und Einzelfundamente   | 182            |
| <b>Anhang A (normativ): Modifikation von Teilsicherheitsbeiwerten für Baustoffe</b>                     |                |
| <b>A.1 Allgemeines</b>  | <b>183</b>     |
| A.2.3 Reduktion auf Grundlage der Bestimmung der Betonfestigkeit im fertigen Tragwerk                   | 183            |
| <b>Anhang B (normativ): Kriechen und Schwinden</b>  |                |
| <b>B.1 Grundgleichungen zur Ermittlung der Kriechzahl</b>   | <b>183</b>     |
| <b>B.2 Grundgleichungen zur Ermittlung der Trocknungsschwinddehnung</b>                                 | <b>185</b>     |
| <b>Anhang C (informativ): Eigenschaften des Betonstahls</b>   |                |
| <b>C.1 Allgemeines</b>  | <b>186</b>     |
| <b>C.2 Festigkeiten</b>   | <b>187</b>     |
| <b>C.3 Biegebarkeit</b>   | <b>187</b>     |
| <b>Anhang D (informativ): Genauere Methode zur Berechnung von Spannkraftverlusten aus Relaxation</b>    |                |
| <b>D.1 Allgemeines</b>  | <b>188</b>     |
| <b>Anhang E (normativ): Indikative Mindestfestigkeitsklassen zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit</b> |                |
| <b>E.1 Allgemeines</b>  | <b>189</b>     |
| <b>Anhang F (informativ): Gleichungen für Zugbewehrung für den ebenen Spannungszustand</b>              | <b>189</b>     |
| <b>Anhang G (informativ): Boden-Bauwerk-Interaktion</b>   | <b>189</b>     |
| <b>Anhang H (informativ): Nachweise am Gesamttragwerk nach Theorie II. Ordnung</b>                      |                |
| <b>H.1 Kriterien zur Vernachlässigung der Nachweise nach Theorie II. Ordnung</b>                        | <b>190</b>     |
| H.1.1 Allgemeines   | 190            |
| H.1.2 Aussteifungssystem ohne wesentliche Schubverformungen   | 190            |
| H.1.3 Aussteifungssystem mit wesentlichen globalen Schubverformungen                                    | 191            |
| <b>H.2 Berechnungsverfahren für globale Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung</b>                       | <b>191</b>     |
| <b>Anhang I (informativ): Ermittlung der Schnittgrößen bei Flachdecken und Wandscheiben</b>             | <b>192</b>     |
| <b>Anhang J (normativ): Konstruktionsregeln für ausgewählte Beispiele</b>                               |                |
| <b>J.1 Oberflächenbewehrung</b>   | <b>193</b>     |
| <b>NA.J.4 Oberflächenbewehrung bei vorgespannten Bauteilen</b>  | <b>193</b>     |
| <br>  |                |
| <b>Erläuterungen zur Norm (abschnittsweise)</b>   | <b>195 ff.</b> |

|   |          |
|---|----------|
| Eurocode 2: DIN EN 1992-1-1 mit Nationalem Anhang (2. Auflage)<br>Vorwort | Hinweise |
|---|----------|

## Vorwort

Dieses Dokument (EN 1992-1-1 + AC:2010 + A1:2014) „Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau“ wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Structural Eurocodes“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Die Arbeiten wurden auf nationaler Ebene vom NABau-Arbeitsausschuss NA 005-07-01 AA „Bemessung und Konstruktion (Sp CEN/TC 250/SC 2)“ begleitet. Von diesem Ausschuss wurde auch der Nationale Anhang erstellt.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2005, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen spätestens bis März 2010 zurückgezogen werden.

Die Norm ist Bestandteil einer Reihe von Einwirkungs- und Bemessungsnormen, deren Anwendung nur im Paket sinnvoll ist. Dieser Tatsache wird durch das Leitpapier L der Kommission der Europäischen Gemeinschaft für die Anwendung der Eurocodes Rechnung getragen, indem Übergangsfristen für die verbindliche Umsetzung der Eurocodes in den Mitgliedsstaaten vorgesehen sind.

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

Die Anwendung dieser Norm gilt in Deutschland in Verbindung mit dem Nationalen Anhang.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

## Hintergrund des Eurocode-Programms

Das Eurocode-Programm umfasst die folgenden Normen, die in der Regel aus mehreren Teilen bestehen:

- EN 1990, *Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung.*
- EN 1991, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke.*
- EN 1992, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken.*
- EN 1993, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten.*
- EN 1994, *Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton.*
- EN 1995, *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten.*
- EN 1996, *Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten.*
- EN 1997, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik.*
- EN 1998, *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben.*
- EN 1999, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumbauten.*

Die Europäischen Normen berücksichtigen die Verantwortlichkeit der Bauaufsichtsorgane in den Mitgliedsländern und haben deren Recht zur nationalen Festlegung sicherheitsbezogener Werte berücksichtigt, sodass diese Werte von Land zu Land unterschiedlich bleiben können.

## Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes

Die Mitgliedsländer der EU und von EFTA betrachten die Eurocodes als Bezugsdokumente für folgende Zwecke:

- als Mittel zum Nachweis der Übereinstimmung von Hoch- und Ingenieurbauten mit den wesentlichen Anforderungen 1.) Mechanische Festigkeit und Standsicherheit sowie 2.) Brandschutz;
- als Grundlage für die Spezifizierung von Verträgen für die Ausführung von Bauwerken und die dazu erforderlichen Ingenieurleistungen;
- als Rahmenbedingung für die Erstellung harmonisierter, technischer Spezifikationen für Bauprodukte (ENs und ETAs).

Die Norm EN 1992-1-1 wurde vom CEN am 16. April 2004 angenommen. Im November 2010 wurde eine Druckfehlerberichtigung im englischen EN 1992-1-1-Text (AC: Corrigendum) sowie in 2014 eine A1-Änderung (A1: Amendment) veröffentlicht, die in dieser konsolidierten Fassung enthalten sind.

BSI: British Standards Institution

NABau:  
Normenausschuss Bauwesen im DIN  
Sp: Spiegelausschuss

DIN 1045-1:2008-08: „Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Bemessung und Konstruktion“ wurde im Januar 2011 vom DIN zurückgezogen. Die Anwendung von DIN 1045-1 war bauaufsichtlich mindestens bis Juni 2012 über die eingeführten Technischen Baubestimmungen der Länder zulässig. Seit 1. Juli 2012 ist der Eurocode 2 in Deutschland bauaufsichtlich eingeführt.

Leitpapier L [64]

CEN: European Committee for Standardization, Comité Européen de Normalisation, Europäisches Komitee für Normung

CENELEC: European Committee for Electrotechnical Standardization, Comité Européen de Normalisation Electrotechnique, Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung

DKE: Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.)

Text hier gekürzt → zur Geschichte des Eurocode-Programms siehe Erläuterungsteil

Die deutschen Fassungen der EN werden in Deutschland als DIN EN veröffentlicht.

Für Eurocode 2 sind dies die Teile:  
DIN EN 1992: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken  
– Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau  
– Teil 1-2: Tragwerksbemessung für den Brandfall  
– Teil 2: Betonbrücken – Bemessungs- und Konstruktionsregeln  
– Teil 3: Silos und Behälterbauwerke aus Beton  
– Teil 4: Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton  
jeweils mit den Nationalen Anhängen.

Text hier gekürzt → zu den europäischen Bezugsdokumenten siehe Erläuterungsteil

EU: Europäische Union  
EFTA: European Free Trade Association, Europäische Freihandelsassoziation

Die Eurocodes liefern Regelungen für den Entwurf, die Berechnung und die Bemessung von kompletten Tragwerken und Bauteilen für die allgemeine praktische Anwendung. Sie gehen auf traditionelle Bauweisen und Aspekte innovativer Anwendungen ein, liefern aber keine vollständigen Regelungen für außergewöhnliche Baulösungen und Entwurfsbedingungen. Für diese Fälle können zusätzliche Spezialkenntnisse für den Bauplaner erforderlich sein.

## Nationale Fassungen der Eurocodes

Die Nationale Fassung eines Eurocodes enthält den vollständigen Text des Eurocodes (einschließlich aller Anhänge), so wie von CEN veröffentlicht, möglicherweise mit einer nationalen Titelseite und einem nationalen Vorwort sowie einem Nationalen Anhang.

Der Nationale Anhang darf nur Hinweise zu den Parametern geben, die im Eurocode für nationale Entscheidungen offengelassen wurden. Diese national festzulegenden Parameter (NDP) gelten für die Tragwerksplanung von Hochbauten und Ingenieurbauten in dem Land, in dem sie erstellt werden.

Sie umfassen:

- Zahlenwerte und/oder Klassen, wo die Eurocodes Alternativen eröffnen,
- Zahlenwerte, wo die Eurocodes nur Symbole angeben,
- landesspezifische, geografische und klimatische Daten, die nur für ein Mitgliedsland gelten, z. B. Schneekarten,
- Vorgehensweisen, wenn die Eurocodes mehrere Verfahren zur Wahl anbieten,
- Vorschriften zur Verwendung der informativen Anhänge,
- Verweise zur Anwendung des Eurocodes, soweit sie diese ergänzen und nicht widersprechen.

## Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (EN und ETA)

Die harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte und die technischen Regelungen für die Tragwerksplanung müssen konsistent sein. Insbesondere sollten die Hinweise, die mit der CE-Kennzeichnung von Bauprodukten verbunden sind, die die Eurocodes in Bezug nehmen, klar erkennen lassen, welche national festzulegenden Parameter (NDP) zugrunde liegen.

Im Nationalen Anhang werden Europäische Technische Zulassungen und nationale allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen in Bezug genommen. Diese werden nachfolgend als **Zulassungen** bezeichnet.

Soweit in DIN EN 1992-1-1 Europäische Technische Zulassungen in Bezug genommen werden, dürfen in Deutschland auch allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen verwendet werden.

In Deutschland dürfen Europäische Technische Zulassungen in bestimmten Fällen (z. B. nach ETAG 013) nur in Verbindung mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für die Anwendung verwendet werden.

## Besondere Hinweise zu EN 1992-1-1

EN 1992-1-1 beschreibt die Prinzipien und Anforderungen nach Sicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit von Tragwerken aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton zusammen mit spezifischen Angaben für den Hochbau. Grundlage ist das Konzept des Grenzzustandes unter Verwendung von Teilsicherheitsbeiwerten.

Für die Planung neuer Tragwerke ist die direkte Anwendung von EN 1992-1-1 mit anderen Teilen von EN 1992 sowie den Eurocodes EN 1990, 1991, 1997 und 1998 vorgesehen.

EN 1992-1-1 dient ebenfalls als Referenzdokument für andere CEN/TC, die sich mit Tragwerken auseinandersetzen.

Die Anwendung von EN 1992-1-1 ist vorgesehen für:

- Komitees zur Erstellung von Spezifikationen für Bauprodukte, Normen für Prüfverfahren sowie Normen für die Bauausführung,
- Auftraggeber (z. B. zur Formulierung spezieller Anforderungen),
- Tragwerksplaner und Bauausführende,
- zuständige Behörden.

Die ergänzenden, nicht widersprechenden Verweise zur Anwendung von Eurocode 2 werden mit dem Präfix (NCI) für „*non-contradictory complementary information*“ gekennzeichnet und hier grau unterlegt.

Dabei handelt es sich teilweise auch um normative zusätzliche und abweichende Regeln, die in Deutschland gültig sind.

Die Umsetzung in Deutschland erfolgt in der **Bauregelliste B** und in den Listen der Technischen Baubestimmungen der Länder für Bauprodukte, die in der EU in Verkehr gebracht und gehandelt werden dürfen und die die CE-Kennzeichnung tragen.  
→ siehe Erläuterungsteil

EN: Europäische Norm

ETA: European Technical Approval, Europäische Technische Zulassung  
→ Seit 2013 gemäß EU-Bauproduktenverordnung:  
ETA: European Technical Assessment, Europäische Technische Bewertung

ETAG:  
European Technical Approval Guideline  
ETAG 013: Leitlinie für die Europäische Technische Zulassung – Bausätze zur Vorspannung von Tragwerken (Spannverfahren)

DIN EN 1992-1-2: Tragwerksbemessung für den Brandfall  
DIN EN 1992-2: Betonbrücken – Bemessungs- und Konstruktionsregeln  
DIN EN 1992-3: Silos und Behälterbauwerke  
DIN EN 1992-4: Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton  
DIN EN 1990: Grundlagen der Tragwerksplanung  
DIN EN 1991: Einwirkungen auf Tragwerke  
DIN EN 1997: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik  
DIN EN 1998: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben

Die Zahlenwerte für Teilsicherheitsbeiwerte und andere Parameter, die die Zuverlässigkeit festlegen, gelten als Empfehlungen, mit denen ein ausreichendes Zuverlässigkeitsniveau erreicht werden soll. Bei ihrer Festlegung wurde vorausgesetzt, dass ein angemessenes Niveau der Ausführungsqualität und Qualitätsprüfung vorhanden ist. Wird EN 1992-1-1 von anderen CEN/TC als Grundlage benutzt, müssen die gleichen Werte verwendet werden.

### Nationaler Anhang zu EN 1992-1-1

Diese Norm enthält alternative Verfahren und Werte sowie Empfehlungen für Klassen mit Hinweisen, an welchen Stellen nationale Festlegungen getroffen werden müssen. Dazu sollte die jeweilige nationale Ausgabe von EN 1992-1-1 einen Nationalen Anhang mit den national festzulegenden Parametern enthalten, mit dem die Tragwerksplanung von Hochbauten und Ingenieurbauten, die in dem Ausgabeland gebaut werden sollen, möglich ist.

Die Europäische Norm EN 1992-1-1 räumt die Möglichkeit ein, eine Reihe von sicherheitsrelevanten Parametern national festzulegen. Diese national festzulegenden Parameter (en: *nationally determined parameters*, **NDP**) umfassen alternative Nachweisverfahren und Angaben einzelner Werte sowie die Wahl von Klassen aus gegebenen Klassifizierungssystemen. Die entsprechenden Textstellen sind in der Europäischen Norm durch Hinweise auf die Möglichkeit nationaler Festlegungen gekennzeichnet.

Darüber hinaus enthält dieser Nationale Anhang ergänzende nicht widersprechende Angaben zur Anwendung von DIN EN 1992-1-1 (en: *non-contradictory complementary information*, **NCI**).

Nationale Absätze werden mit vorangestelltem „(NA.+ lfd. Nr.)“ eingeführt.

Bei Bildern, Tabellen und Gleichungen, die national verändert werden, wird statt des „N“ ein „DE“ nachgestellt (z. B. Gleichung 7.6DE statt 7.6N).

Bei Bildern, Tabellen und Gleichungen, die national ergänzt werden, wird ein „NA.“ vorangestellt und die Nummer des vorangegangenen Elements um „.1 ff.“ ergänzt (z. B. ist das zusätzliche Bild NA.6.22.1 zwischen den Bildern 6.22 und 6.23 angeordnet.)

DIN EN 1992-1-1:2011-01 und der Nationale Anhang  
DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 ersetzen DIN 1045-1:2008-08.

Die Teilsicherheitsbeiwerte und andere Parameter sind im Eurocode 2 mit NA für das Zuverlässigkeitsniveau nach Eurocode 0 DIN EN 1990 mit NA festgelegt worden.

Bauausführung und Überwachung siehe  
DIN EN 13670 mit DIN 1045-3.

In dieser konsolidierten Fassung sind nur noch die für die Anwendung in Deutschland festgelegten Verfahren, Werte und Klassen enthalten.

Die national festgelegten bzw. gewählten Parameter (**NDP**) sind in dieser konsolidierten Fassung durch gelbe Unterlegung gekennzeichnet.

Die national ergänzten Angaben (**NCI**) sind in dieser konsolidierten Fassung durch graue Unterlegung gekennzeichnet.

Zum Beispiel folgt dem letzten Absatz 3.3.6 (7) des Eurocode 2 der ergänzte nationale Absatz 3.3.6 (NA.8).

Nationale Festlegungen sind nach EN 1992-1-1 in den folgenden Abschnitten vorgesehen:

|               |              |              |              |              |              |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 2.3.3 (3)     | 2.4.2.1 (1)  | 2.4.2.2 (1)  | 2.4.2.2 (2)  | 2.4.2.2 (3)  | 2.4.2.3 (1)  |
| 2.4.2.4 (1)   | 2.4.2.4 (2)  | 2.4.2.5 (2)  | 3.1.2 (2)P   | 3.1.2 (4)    | 3.1.6 (1)P   |
| 3.1.6 (2)P    | 3.2.2 (3)P   | 3.2.7 (2)    | 3.3.4 (5)    | 3.3.6 (7)    | 4.4.1.2 (3)  |
| 4.4.1.2 (5)   | 4.4.1.2 (6)  | 4.4.1.2 (7)  | 4.4.1.2 (8)  | 4.4.1.2 (13) | 4.4.1.3 (1)P |
| 4.4.1.3 (3)   | 4.4.1.3 (4)  | 5.1.3 (1)P   | 5.2 (5)      | 5.5 (4)      | 5.6.3 (4)    |
| 5.8.3.1 (1)   | 5.8.3.3 (1)  | 5.8.3.3 (2)  | 5.8.5 (1)    | 5.8.6 (3)    | 5.10.1 (6)   |
| 5.10.2.1 (1)P | 5.10.2.1 (2) | 5.10.2.2 (4) | 5.10.2.2 (5) | 5.10.3 (2)   | 5.10.8 (2)   |
| 5.10.8 (3)    | 5.10.9 (1)P  | 6.2.2 (1)    | 6.2.2 (6)    | 6.2.3 (2)    | 6.2.3 (3)    |
| 6.2.4 (4)     | 6.2.4 (6)    | 6.4.3 (6)    | 6.4.4 (1)    | 6.4.5 (1)    | 6.4.5 (3)    |
| 6.4.5 (4)     | 6.5.2 (2)    | 6.5.4 (4)    | 6.5.4 (6)    | 6.8.4 (1)    | 6.8.4 (5)    |
| 6.8.6 (1)     | 6.8.6 (3)    | 6.8.7 (1)    | 7.2 (2)      | 7.2 (3)      | 7.2 (5)      |
| 7.3.1 (5)     | 7.3.2 (4)    | 7.3.3 (2)    | 7.3.4 (3)    | 7.4.2 (2)    | 8.2 (2)      |
| 8.3 (2)       | 8.6 (2)      | 8.8 (1)      | 9.2.1.1 (1)  | 9.2.1.1 (3)  | 9.2.1.2 (1)  |
| 9.2.1.4 (1)   | 9.2.2 (4)    | 9.2.2 (5)    | 9.2.2 (6)    | 9.2.2 (7)    | 9.2.2 (8)    |
| 9.3.1.1 (3)   | 9.5.2 (1)    | 9.5.2 (2)    | 9.5.2 (3)    | 9.5.3 (3)    | 9.6.2 (1)    |
| 9.6.3 (1)     | 9.7 (1)      | 9.8.1 (3)    | 9.8.2.1 (1)  | 9.8.3 (1)    | 9.8.3 (2)    |
| 9.8.4 (1)     | 9.8.5 (3)    | 9.10.2.2 (2) | 9.10.2.3 (3) | 9.10.2.3 (4) | 9.10.2.4 (2) |
| 11.3.5 (1)P   | 11.3.5 (2)P  | 11.3.7 (1)   | 11.6.1 (1)   | 11.6.2 (1)   | 11.6.4.1 (1) |
| 12.3.1 (1)    | 12.6.3 (2)   | A.2.1 (1)    | A.2.1 (2)    | A.2.2 (1)    | A.2.2 (2)    |
| A.2.3 (1)     | C.1 (1)      | C.1 (3)      | E.1 (2)      | J.1 (2)      | J.2.2 (2)    |
| J.3 (2)       | J.3 (3)      |              |              |              |              |

|   |          |
|---|----------|
| Eurocode 2: DIN EN 1992-1-1 mit Nationalem Anhang (2. Auflage)<br>1 Allgemeines | Hinweise |
|---|----------|

# 1 ALLGEMEINES

## 1.1 Anwendungsbereich

### 1.1.1 Anwendungsbereich des Eurocode 2

(1)P Der Eurocode 2 gilt für den Entwurf, die Berechnung und die Bemessung von Hoch- und Ingenieurbauten aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton. Der Eurocode 2 entspricht den Grundsätzen und Anforderungen an die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von Tragwerken sowie den Grundlagen für ihre Bemessung und den Nachweisen, die in DIN EN 1990 – Grundlagen der Tragwerksplanung – enthalten sind.

mit DIN EN 1990/NA

(2)P Der Eurocode 2 behandelt ausschließlich Anforderungen an die Tragfähigkeit, die Gebrauchstauglichkeit, die Dauerhaftigkeit und den Feuerwiderstand von Tragwerken aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton. Andere Anforderungen, wie z. B. Wärmeschutz oder Schallschutz, werden nicht berücksichtigt.

(3)P Die Anwendung des Eurocode 2 ist in Verbindung mit folgenden Regelwerken beabsichtigt:

DIN EN 1990: *Grundlagen der Tragwerksplanung*

DIN EN 1991: *Einwirkungen auf Tragwerke*

hENs für Bauprodukte, die für Beton-, Stahlbeton- und Spannbetontragwerke Verwendung finden

DIN EN 13670: *Ausführung von Tragwerken aus Beton*

DIN EN 1997: *Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik*

DIN EN 1998: *Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*.

Zu (3)P: ... und mit den zugehörigen Nationalen Anhängen

hEN: harmonisierte Europäische Norm

Der Bezug auf ENV 13670 aus der EN 1992-1-1 von 2004 wird in dieser Fassung durch DIN EN 13670 [R9] ersetzt. Der Nationale Anhang zur Ausführungsnorm DIN EN 13670 ist DIN 1045-3 [R10].

in Deutschland gilt auch:

DIN 1045-100: Ziegeldecken [R32]

Zu (4)P: In Deutschland veröffentlicht als:  
DIN EN 1992-1-1 mit DIN EN 1992-1-1/NA  
DIN EN 1992-1-2 mit DIN EN 1992-1-2/NA  
DIN EN 1992-2 mit DIN EN 1992-2/NA  
DIN EN 1992-3 mit DIN EN 1992-3/NA  
DIN EN 1992-4: Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton

(4)P Der Eurocode 2 ist in die folgenden Teile gegliedert:

Teil 1-1: *Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

Teil 1-2: *Tragwerksbemessung für den Brandfall*

Teil 2: *Betonbrücken*

Teil 3: *Silos und Behälterbauwerke aus Beton*

### 1.1.2 Anwendungsbereich des Eurocode 2 Teil 1-1

(1)P Teil 1-1 des Eurocode 2 und der Nationale Anhang enthalten Grundregeln und nationale Festlegungen für den Entwurf, die Berechnung und die Bemessung von Tragwerken aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton unter Verwendung normaler und leichter Gesteinskörnung und zusätzlich auf den Hochbau abgestimmte Regeln, die bei der Anwendung in Deutschland zu berücksichtigen sind.

Die bauaufsichtliche Einführung von Teil 3 ist nicht vorgesehen.

Teil 4 soll zukünftig als Bezugsdokument für zugelassene Verankerungsprodukte im Beton herangezogen werden.

(2)P Teil 1-1 enthält folgende Kapitel:

- 1 Allgemeines
- 2 Grundlagen der Tragwerksplanung
- 3 Baustoffe
- 4 Dauerhaftigkeit und Betondeckung
- 5 Ermittlung der Schnittgrößen
- 6 Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit (GZT)
- 7 Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit (GZG)
- 8 Allgemeine Bewehrungsregeln
- 9 Konstruktionsregeln
- 10 Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Fertigteilen
- 11 Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Leichtbeton
- 12 Tragwerke aus unbewehrtem oder gering bewehrtem Beton

(3)P Kapitel 1 und 2 enthalten zusätzliche Regelungen zu DIN EN 1990 „Grundlagen der Tragwerksplanung“.

(4)P Teil 1-1 behandelt folgende Themen nicht:

- die Verwendung von ungerippter Bewehrung;
- Feuerwiderstand;
- besondere Aspekte bei speziellen Anwendungen des Hochbaus (z. B. Hochhäuser);
- besondere Aspekte bei speziellen Anwendungen des Ingenieurbaus (z. B. Brücken, Talsperren, Druckbehälter, Bohrinseln oder Behälterbauwerke);
- Ein-Korn-Betone, Gasbetone und Schwerbetone sowie Betone mit tragenden Stahl-Querschnitten (siehe Eurocode 4 „Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton“).

Für die Planung und Ausführung besonderer Bauwerke und Bauteile sind die Richtlinien des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) anwendbar, siehe ergänzende Verweisungen zu 1.2.2.

Porenbeton (Begriff Gasbeton ist veraltet)

DIN EN 1994

|   |          |
|---|----------|
| Eurocode 2: DIN EN 1992-1-1 mit Nationalem Anhang (2. Auflage)<br>1 Allgemeines | Hinweise |
|---|----------|

## 1.2 Normative Verweisungen

(1)P Die folgenden Normen enthalten Regelungen, auf die in dieser Europäischen Norm durch Hinweis Bezug genommen wird. Bei datierten Bezügen gelten spätere Änderungen oder Ergänzungen der zitierten Normen nicht. Jedoch sollte bei Bedarf geprüft werden, ob die jeweils gültige Ausgabe der Normen angewendet werden darf. Bei undatierten Bezügen gilt die jeweils gültige Ausgabe der zitierten Norm.

### 1.2.1 Allgemeine normative Verweisungen

DIN EN 1990: *Grundlagen der Tragwerksplanung*

DIN EN 1991-1-5: *Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen – Temperatureinwirkungen*

DIN EN 1991-1-6: *Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen – Einwirkungen während der Bauausführung*

### 1.2.2 Weitere normative Verweisungen

DIN EN 1997: *Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik*

DIN EN 197-1: *Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement*

DIN EN 206-1: *Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität*

DIN EN 12390: *Prüfung von Festbeton*

EN 10080: *Stahl für die Bewehrung von Beton – Schweißgeeigneter Betonstahl – Allgemeines*

EN 10138: *Spannstähle*

DIN EN ISO 17660 (alle Teile): *Schweißen – Schweißen von Betonstahl*

DIN EN 13670: *Ausführung von Tragwerken aus Beton*

DIN EN 13791: *Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in Bauwerksteilen*

DIN EN ISO 15630: *Stähle für die Bewehrung und das Vorspannen von Beton – Prüfverfahren*

Weitere normative Verweisungen im NA:

Normen der Reihe DIN 488: *Betonstahl*

DIN 1045-2:2008-08: *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1*

DIN 1045-3:2008-08: *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung* (gilt nur bis zur bauaufsichtlichen Einführung von DIN EN 13670)

DIN 1045-4: *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 4: Ergänzende Regeln für die Herstellung und Konformität von Fertigteilen*

DIN 1055-100: *Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung* (gilt nur bis zur bauaufsichtlichen Einführung von DIN EN 1990)

DIN 18516-1: *Außenwandbekleidungen, hinterlüftet – Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze*

DIN EN 1536: *Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Bohrpfähle*

DIN EN ISO 4063: *Schweißen und verwandte Prozesse – Liste der Prozesse und Ordnungsnummern*

ISO 6784: *Concrete – Determination of static modulus of elasticity in compression*

DAfStb-Heft 600: *Erläuterungen zu Eurocode 2 (DIN EN 1992-1-1)*

DBV-Merkblatt „Abstandhalter nach Eurocode 2“

DBV-Merkblatt „Betondeckung und Bewehrung nach Eurocode 2“

DBV-Merkblatt „Unterstützungen nach Eurocode 2“

DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“

Die Eurocodes sind immer mit den zugehörigen Nationalen Anhängen (NA) in Bezug zu nehmen.

DIN EN 206-1 mit DIN 1045-2 (NA)

Abweichend gilt in Deutschland statt EN 10080 → **DIN 488, Teile 1–6.**

Statt EN 10138 gelten für **Spannstähle** in Deutschland nur die **Zulassungen.**

DIN EN 13670 mit DIN 1045-3 [R10]

Hinweise auf ergänzende Regelwerke:

DIN 1045-100, *Ziegeldecken*

**Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V.** (zu beziehen über [www.beuth.de](http://www.beuth.de)):

DAfStb-Richtlinie, *Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620*

DAfStb-Richtlinie, *Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen*

DAfStb-Richtlinie, *Massige Bauteile aus Beton*

DAfStb-Richtlinie, *Selbstverdichtender Beton (SVB-Richtlinie)*

DAfStb-Richtlinie, *Stahlfaserbeton*

DAfStb-Richtlinie, *Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkali-Reaktion im Beton (Alkalirichtlinie)*

DAfStb-Richtlinie, *Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)*

**Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E. V.** (zu beziehen über [www.betonverein.de](http://www.betonverein.de)):

DBV-Merkblatt „*Betonschalungen und Ausschallfristen*“

DBV-Merkblatt „*Parkhäuser und Tiefgaragen*“

DBV-Merkblatt „*Rückbiegen von Betonstahl und Anforderungen an Verwahrkästen nach Eurocode 2*“

DBV-Merkblatt „*Sichtbeton*“

### 1.3 Annahmen

(1)P Zusätzlich zu den allgemeinen Annahmen der DIN EN 1990 gelten die folgenden Annahmen:

- Tragwerke werden von entsprechend qualifizierten und erfahrenen Personen geplant.
- In Fabriken, Werken und auf der Baustelle wird eine angemessene Überwachung und Qualitätskontrolle durchgeführt.
- Die Bauausführung erfolgt mit Personal, welches angemessene Fertigkeiten und Erfahrungen hat.
- Baustoffe und Bauprodukte werden nach diesem Eurocode oder entsprechend den maßgeblichen Material- oder Produktspezifikationen verwendet.
- Das Tragwerk wird angemessen instand gehalten.
- Das Tragwerk wird entsprechend den geplanten Anforderungen genutzt.
- Die Anforderungen nach DIN EN 13670 an die Bauausführung und das Personal werden erfüllt.

### 1.4 Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln

(1)P Es gelten die Regelungen der DIN EN 1990.

Die **Prinzipien** (mit P nach der Absatznummer gekennzeichnet) enthalten:

- allgemeine Festlegungen, Definitionen und Angaben, die einzuhalten sind,
- Anforderungen und Rechenmodelle, für die keine Abweichungen erlaubt sind, sofern dies nicht ausdrücklich angegeben ist.

Die **Anwendungsregeln** (ohne P) sind allgemein anerkannte Regeln, die den Prinzipien folgen und deren Anforderungen erfüllen. Abweichungen hiervon sind zulässig, wenn sie mit den Prinzipien übereinstimmen und hinsichtlich der nach dieser Norm erzielten Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit gleichwertig sind.

### 1.5 Begriffe

#### 1.5.1 Allgemeines

(1)P Es gelten die Begriffe der DIN EN 1990.

#### 1.5.2 Besondere Begriffe und Definitionen in dieser Norm

##### 1.5.2.1 Fertigteile.

Bauteile, die nicht in ihrer endgültigen Lage, sondern in einem Werk oder an anderer Stelle hergestellt werden. Im Tragwerk werden die Bauteile miteinander verbunden, um die geforderte Tragfähigkeit zu gewährleisten.

Regeln für Fertigteile in Kapitel 10

##### 1.5.2.2 Unbewehrte oder gering bewehrte Bauteile.

Bauteile ohne Bewehrung oder mit einer Bewehrung, die unterhalb der jeweils erforderlichen Mindestbewehrung nach Kapitel 9 liegt.

Regeln für unbewehrte oder gering bewehrte Bauteile in Kapitel 12

Kapitel 9: Konstruktionsregeln

9.2.1.1 Mindest- und Höchstbewehrung  
Balken

9.5.2 min / max  $A_s$  Stützen (längs)

9.6.2 min / max  $A_s$  Wände (vertikal)

9.7 min  $A_s$  wandartiger Träger (Netz)

##### 1.5.2.3 Interne und externe Spannglieder ohne Verbund.

Im Betonquerschnitt im Hüllrohr ohne Verbund liegendes Zugglied aus Spannstahl bzw. außerhalb des Betonquerschnitts liegendes Zugglied aus Spannstahl (welches nach dem Vorspannen von Beton oder mit Korrosionsschutzmasse umhüllt werden kann).

Für die Verwendung von Spannverfahren sind in Deutschland die Zulassungen maßgebend (abZ oder ETA mit nationaler Ergänzung).

##### 1.5.2.4 Vorspannung.

Das Vorspannen ist ein Verfahren, bei dem Kräfte in ein Bauteil durch das Spannen von Zuggliedern eingebracht werden. Der Begriff „Vorspannung“ beschreibt allgemein alle dauerhaften Auswirkungen des Vorspannvorgangs, der unter anderem zu Schnittkräften und zu Verformungen des Bauteils und des Tragwerks führen kann. Andere Arten der Vorspannung werden im Rahmen dieser Norm nicht betrachtet.

##### NA.1.5.2.5 üblicher Hochbau.

Hochbau, der für vorwiegend ruhende, gleichmäßig verteilte Nutzlasten bis 5,0 kN/m<sup>2</sup>, gegebenenfalls auch für Einzellasten bis 7,0 kN und für PKW bemessen ist.

##### NA.1.5.2.6 vorwiegend ruhende Einwirkung.

Statische Einwirkung oder nicht ruhende Einwirkung, die jedoch für die Tragwerksplanung als ruhende Einwirkung betrachtet werden darf.



**NA.1.5.2.7 nicht vorwiegend ruhende Einwirkung.**

Stoßende Einwirkung oder sich häufig wiederholende Einwirkung, die eine vielfache Beanspruchungsänderung während der Nutzungsdauer des Tragwerks oder des Bauteils hervorruft und die für die Tragwerksplanung nicht als ruhende Einwirkung angesehen werden darf (z. B. Kran-, Kranbahn-, Gabelstaplerlasten, Verkehrslasten auf Brücken).

**NA.1.5.2.8 Normalbeton.**

Beton mit einer Trockenrohdichte von mehr als 2000 kg/m<sup>3</sup>, höchstens aber 2600 kg/m<sup>3</sup>.

**NA.1.5.2.9 Leichtbeton.**

Gefügedichter Beton mit einer Trockenrohdichte von nicht weniger als 800 kg/m<sup>3</sup> und nicht mehr als 2000 kg/m<sup>3</sup>. Er wird unter Verwendung von grober leichter Gesteinskörnung hergestellt.

**NA.1.5.2.10 Schwerbeton.**

Beton mit einer Trockenrohdichte von mehr als 2600 kg/m<sup>3</sup>.

**NA.1.5.2.11 hochfester Beton.**

Beton mit Festigkeitsklasse  $\geq C55/67$  bzw.  $\geq LC55/60$ .

**NA.1.5.2.12 Spannglied im sofortigen Verbund.**

Im Betonquerschnitt liegendes Zugglied aus Spannstahl, das vor dem Betonieren im Spannbett gespannt wird. Der wirksame Verbund zwischen Beton und Spannglied entsteht nach dem Betonieren mit dem Erhärten des Betons.

**NA.1.5.2.13 Spannglied im nachträglichen Verbund.**

Im Betonquerschnitt im Hüllrohr liegendes Zugglied aus Spannstahl, das beim Vorspannen gegen den bereits erhärteten Beton gespannt und durch Ankerkörper verankert wird. Der wirksame Verbund zwischen Beton und Spannglied entsteht nach dem Einpressen des Mörtels in das Hüllrohr mit dem Erhärten des Einpressmörtels.

**NA.1.5.2.14 Monolitze.**

Werkmäßig korrosionsgeschützte Stahllitze in einer fettverpressten Kunststoffhülle, in der sich jene in Längsrichtung frei bewegen kann.

**NA.1.5.2.15 Umlenkelement.**

Dient zur Führung der externen Spannglieder. An ihm werden Reibungs- und Umlenkkkräfte in die Konstruktion eingeleitet. Es kann halbseitig offen (Sattel) oder vollständig von Beton umgeben sein (Durchdringung).

**NA.1.5.2.16 Verbundbauteil.**

Bauteil aus einem Fertigteil und einer Ortbetonergänzung mit Verbindungselementen oder ohne Verbindungselemente.

**NA.1.5.2.17 vorwiegend auf Biegung beanspruchtes Bauteil.**

Bauteil mit einer bezogenen Lastausmitte im Grenzzustand der Tragfähigkeit von  $e_d / h \geq 3,5$ .

**NA.1.5.2.18 Druckglied.**

vorwiegend auf Druck beanspruchtes, stab- oder flächenförmiges Bauteil mit einer bezogenen Lastausmitte im Grenzzustand der Tragfähigkeit von  $e_d / h < 3,5$ .

**NA.1.5.2.19 Balken, Plattenbalken.**

Stabförmiges, vorwiegend auf Biegung beanspruchtes Bauteil mit einer Stützweite von mindestens der dreifachen Querschnittshöhe und mit einer Querschnitts- bzw. Stegbreite von höchstens der fünffachen Querschnittshöhe.

**NA.1.5.2.20 Platte.**

Ebenes, durch Kräfte rechtwinklig zur Mittelfläche vorwiegend auf Biegung beanspruchtes, flächenförmiges Bauteil, dessen kleinste Stützweite mindestens das Dreifache seiner Bauteildicke beträgt und mit einer Bauteilbreite von mindestens der fünffachen Bauteildicke.

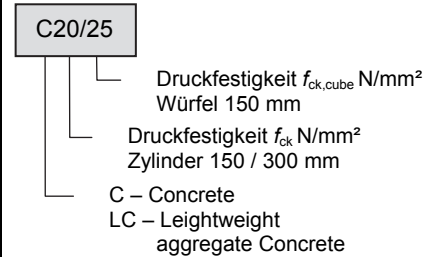
**NA.1.5.2.21 Stütze.**

Stabförmiges Druckglied, dessen größere Querschnittsabmessung das Vierfache der kleineren Abmessung nicht übersteigt.

→ siehe DIN EN 1991, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke  
 – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau  
 – Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke (→ für DIN EN 1992-1-2)  
 – Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten  
 – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten  
 – Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen – Temperatureinwirkungen  
 – Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen – Einwirkungen während der Bauausführung  
 – Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen – Außergewöhnliche Einwirkungen  
 – Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken  
 – Teil 3: Einwirkungen infolge von Kranen und Maschinen  
 – Teil 4: Einwirkungen auf Silos und Flüssigkeitsbehälter  
 Definitionen für Normalbeton, Leichtbeton, Schwerbeton analog DIN EN 206-1

→ normalfester Beton:  
 $\leq C50/60$  bzw.  $\leq LC50/55$

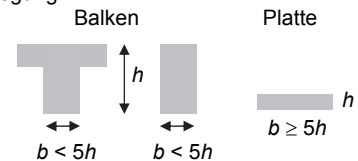
Definition der Betonfestigkeitsklassen mit den charakteristischen Werten der Betondruckfestigkeit  $f_{ck}$ :



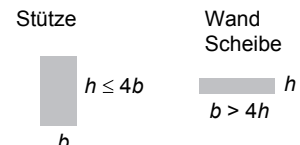
$e_d = M_{Ed} / N_{Ed}$  (Bemessungswerte  $M / N$ )  
 $h$  – Querschnittshöhe

**Querschnitte:**

Biegung:



Druck:



**NA.1.5.2.22 Scheibe, Wand.**

Ebenes, durch Kräfte parallel zur Mittelfläche beanspruchtes, flächenförmiges Bauteil, dessen größere Querschnittsabmessung das Vierfache der kleineren übersteigt.

**NA.1.5.2.23 wandartiger bzw. scheibenartiger Träger.**

Ebenes, durch Kräfte parallel zur Mittelfläche vorwiegend auf Biegung beanspruchtes, scheibenartiges Bauteil, dessen Stützweite weniger als das Dreifache seiner Querschnittshöhe beträgt.

**NA.1.5.2.24 Betondeckung.**

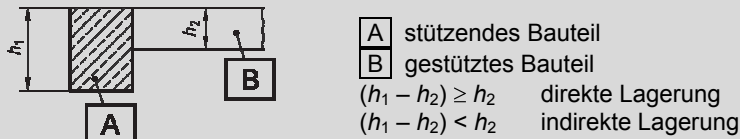
Abstand zwischen der Oberfläche eines Bewehrungsstabes, eines Spannglieds im sofortigen Verbund oder des Hüllrohrs eines Spannglieds im nachträglichen Verbund und der nächstgelegenen Betonoberfläche.

**NA.1.5.2.25 Dekompression.**

Grenzzustand, bei dem ein Teil des Betonquerschnitts unter der maßgebenden Einwirkungskombination unter Druckspannungen steht.

**NA.1.5.2.26 direkte und indirekte Lagerung.**

Eine direkte Lagerung ist gegeben, wenn der Abstand der Unterkante des gestützten Bauteils zur Unterkante des stützenden Bauteils größer ist als die Höhe des gestützten Bauteils. Andernfalls ist von einer indirekten Lagerung auszugehen (siehe Bild NA.1.1).

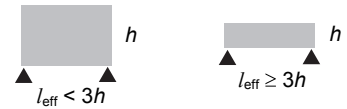


**Bild NA.1.1 – Direkte und indirekte Lagerung**

**Stützweite:**

wand- bzw. scheiben-  
artiger Träger

Balken  
Platte



Es wird unterschieden: Mindestmaß, Vorhaltemaß und Nennmaß der Betondeckung sowie Verlegemaß der Bewehrung, siehe 4.4.1.

**1.6 Formelzeichen**

In dieser Norm werden die folgenden Formelzeichen verwendet.

ANMERKUNG Die verwendeten Bezeichnungen beruhen auf ISO 3898:1987.

*Große lateinische Buchstaben*

|             |  |           |  |
|-------------|--|-----------|--|
| A           | außergewöhnliche Einwirkung  | $F_k$     | charakteristischer Wert einer Einwirkung   |
| A           | Querschnittsfläche   | $G_k$     | charakteristischer Wert einer ständigen Einwirkung                                 |
| $A_c$       | Betonquerschnittsfläche  | GZG       | Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit – (SLS Serviceability limit state)          |
| $A_p$       | Querschnittsfläche des Spannstahls   | GZT       | Grenzzustand der Tragfähigkeit – (ULS Ultimate limit state)                        |
| $A_s$       | Querschnittsfläche des Betonstahls   | $I$       | Flächenträgheitsmoment des Betonquerschnitts                                       |
| $A_{s,min}$ | Querschnittsfläche der Mindestbewehrung  | $L$       | Länge  |
| $A_{sw}$    | Querschnittsfläche der Querkraft- und Torsionsbewehrung  | $M$       | Biegemoment  |
| $D$         | Biegerollendurchmesser   | $M_{Ed}$  | Bemessungswert des einwirkenden Biegemoments                                       |
| $D_{Ed}$    | Schädigungssumme (Ermüdung)  | $N$       | Normalkraft  |
| $E$         | Auswirkung der Einwirkung  | $N_{Ed}$  | Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft (Zug oder Druck)                       |
| $E_c$       | Elastizitätsmodul für Normalbeton als Tangente im Ursprung der Spannungs-Dehnungs-Linie allgemein      | $P$       | Vorspannkraft  |
| $E_{c(28)}$ | ~ und nach 28 Tagen  | $P_0$     | aufgebrachte Höchstkraft am Spannanker nach dem Spannen                            |
| $E_{c,eff}$ | effektiver Elastizitätsmodul des Betons  | $Q_k$     | charakteristischer Wert der veränderlichen Einwirkung                              |
| $E_{cd}$    | Bemessungswert des Elastizitätsmoduls des Betons   | $Q_{fat}$ | charakteristischer Wert der veränderlichen Einwirkung beim Nachweis gegen Ermüdung |
| $E_{cm}$    | mittlerer Elastizitätsmodul als Sekante  | $R$       | Widerstand   |
| $E_c(t)$    | Elastizitätsmodul für Normalbeton als Tangente im Ursprung der Spannungs-Dehnungs-Linie nach $t$ Tagen | $S$       | Schnittgrößen  |
| $E_p$       | Bemessungswert des Elastizitätsmoduls für Spannstahl   | $S$       | Flächenmoment ersten Grades  |
| $E_s$       | Bemessungswert des Elastizitätsmoduls für Betonstahl   | $T$       | Torsionsmoment   |
| $EI$        | Biegesteifigkeit   | $T_{Ed}$  | Bemessungswert des einwirkenden Torsionsmoments                                    |
| EQU         | Lagesicherheit   | $V$       | Querkraft  |
| $F$         | Einwirkung   | $V_{Ed}$  | Bemessungswert der einwirkenden Querkraft  |
| $F_d$       | Bemessungswert einer Einwirkung  |           |  |

*Kleine lateinische Buchstaben*

|             |  |           |  |
|-------------|--|-----------|--|
| $a$         | Abstand; Auflagerbreite  | $f_{tk}$  | charakteristischer Wert der Zugfestigkeit des Betonstahls                                |
| $a$         | geometrische Angabe  | $f_y$     | Streckgrenze des Betonstahls   |
| $\Delta a$  | Abweichung für eine geometrische Angabe                                | $f_{yd}$  | Bemessungswert der Streckgrenze des Betonstahls  |
| $b$         | Breite eines Querschnitts oder Gurtbreite eines T- oder L-Querschnitts | $f_{yk}$  | charakteristischer Wert der Streckgrenze des Betonstahls                                 |
| $b_w$       | Stegbreite eines T-, I- oder L-Querschnitts                            | $f_{ywd}$ | Bemessungswert der Streckgrenze von Querkraftbewehrung                                   |
| $d$         | Durchmesser  | $h$       | Höhe, Dicke  |
| $d$         | statische Nutzhöhe   | $h$       | Gesamthöhe eines Querschnitts  |
| $d_g$       | Durchmesser des Größtkorns einer Gesteinskörnung                       | $i$       | Trägheitsradius  |
|             | ANMERKUNG: in DIN EN 206-1 mit $D_{max}$ bezeichnet.                   | $k$       | Beiwert; Faktor  |
| $e$         | Lastausmitte (Exzentrizität)   | $l$       | (oder $L$ ) Länge, Stützweite, Spannweite  |
| $f_c$       | einaxiale Betondruckfestigkeit   | $m$       | Masse  |
| $f_{cd}$    | Bemessungswert der einaxialen Betondruckfestigkeit                     | $r$       | Radius   |
| $f_{ck}$    | charakteristische Zylinderdruckfestigkeit des Betons nach 28 Tagen     | $1/r$     | Krümmung   |
| $f_{cm}$    | Mittelwert der Zylinderdruckfestigkeit des Betons                      | $t$       | Wanddicke  |
| $f_{ctk}$   | charakteristischer Wert der zentrischen Betonzugfestigkeit             | $t$       | Zeitpunkt  |
| $f_{ctm}$   | Mittelwert der zentrischen Betonzugfestigkeit                          | $t_0$     | Zeitpunkt des Belastungsbeginns des Betons   |
| $f_p$       | Zugfestigkeit des Spannstahls  | $u$       | Umfang eines Betonquerschnitts mit der Fläche $A_c$                                      |
| $f_{pk}$    | charakteristischer Wert der Zugfestigkeit des Spannstahls              | $u_0$     | Umfang der Lasteinleitungsfläche $A_{load}$ beim Durchstanzen                            |
| $f_{p0,1}$  | 0,1 %-Dehngrenze des Spannstahls                                       | $u_1$     | Umfang des kritischen Rundschnitts beim Durchstanzen                                     |
| $f_{p0,1k}$ | charakteristischer Wert der 0,1 %-Dehngrenze des Spannstahls           | $u_{out}$ | Umfang des äußeren Rundschnitts, bei dem Durchstanzbewehrung nicht mehr erforderlich ist |
| $f_{p0,2k}$ | charakteristischer Wert der 0,2 %-Dehngrenze des Betonstahls           | $u, v, w$ | Komponenten der Verschiebung eines Punktes   |
| $f_t$       | Zugfestigkeit des Betonstahls  | $x$       | Höhe der Druckzone   |
|             |  | $x, y, z$ | Koordinaten  |
|             |  | $z$       | Hebelarm der inneren Kräfte  |

*Kleine griechische Buchstaben*

|                  |  |                 |  |
|------------------|--|-----------------|--|
| $\alpha$         | Winkel; Verhältnis   | $\epsilon_u$    | rechnerische Bruchdehnung des Beton- oder Spannstahls  |
| $\beta$          | Winkel; Verhältnis; Beiwert  | $\epsilon_{uk}$ | charakteristische Dehnung des Beton- oder Spannstahls unter Höchstlast   |
| $\gamma$         | Teilsicherheitsbeiwert   | $\theta$        | Winkel   |
| $\gamma_A$       | Teilsicherheitsbeiwerte für außergewöhnliche Einwirkungen A  | $\lambda$       | Schlankheit  |
| $\gamma_C$       | Teilsicherheitsbeiwerte für Beton  | $\mu$           | Reibungsbeiwert zwischen Spannglied und Hüllrohr   |
| $\gamma_F$       | Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen F   | $\nu$           | Querdehnzahl   |
| $\gamma_{F,fat}$ | Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen beim Nachweis gegen Ermüdung  | $\nu$           | Abminderungsbeiwert der Druckfestigkeit für gerissenen Beton   |
| $\gamma_{C,fat}$ | Teilsicherheitsbeiwerte für Beton beim Nachweis gegen Ermüdung   | $\xi$           | Verhältnis der Verbundfestigkeit von Spannstahl zu der von Betonstahl  |
| $\gamma_G$       | Teilsicherheitsbeiwerte für ständige Einwirkungen G  | $\rho$          | ofentrockene Dichte des Betons in $kg/m^3$   |
| $\gamma_M$       | Teilsicherheitsbeiwerte für eine Baustoffeigenschaft unter Berücksichtigung von Streuungen der Baustoffeigenschaft selbst sowie geometrischer Abweichungen und Unsicherheiten des verwendeten Bemessungsmodells (Modellunsicherheiten) | $\rho_{1000}$   | Verlust aus Relaxation (in %) 1000 Stunden nach Aufbringung der Vorspannung bei einer mittleren Temperatur von 20 °C |
| $\gamma_P$       | Teilsicherheitsbeiwerte für die Einwirkung infolge Vorspannung P, sofern diese auf der Einwirkungsseite berücksichtigt wird  | $\rho$          | geometrisches Bewehrungsverhältnis der Längsbewehrung  |
| $\gamma_Q$       | Teilsicherheitsbeiwerte für veränderliche Einwirkungen Q   | $\rho_w$        | geometrisches Bewehrungsverhältnis der Querkraftbewehrung  |
| $\gamma_S$       | Teilsicherheitsbeiwerte für Betonstahl und Spannstahl  | $\sigma_c$      | Spannung im Beton  |
| $\gamma_{S,fat}$ | Teilsicherheitsbeiwerte für Betonstahl und Spannstahl beim Nachweis gegen Ermüdung   | $\sigma_{cp}$   | Spannung im Beton aus Normalkraft oder Vorspannung   |
| $\gamma_f$       | Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen ohne Berücksichtigung von Modellunsicherheiten  | $\sigma_{cu}$   | Spannung im Beton bei der rechnerischen Bruchdehnung des Betons $\epsilon_{cu}$                                      |
| $\gamma_q$       | Teilsicherheitsbeiwerte für ständige Einwirkungen ohne Berücksichtigung von Modellunsicherheiten   | $\tau$          | Schubspannung aus Torsion  |
|                  |  | $\phi$          | Durchmesser eines Bewehrungsstabs oder eines Hüllrohrs   |
|                  |  | $\phi_h$        | Vergleichsdurchmesser eines Stabbüdels   |

|                    |  |                        |   |
|--------------------|--|------------------------|---|
| $\gamma_m$         | Teilsicherheitsbeiwerte für eine Baustoffeigenschaft allein unter Berücksichtigung von Schwankungen der Baustoffeigenschaft selbst | $\varphi(t, t_0)$      | Kriechzahl, die die Kriechverformung zwischen den Zeitpunkten $t$ und $t_0$ beschreibt, bezogen auf die elastische Verformung nach 28 Tagen |
| $\delta$           | Inkrement, Zuwachs/Umlagerungsverhältnis   | $\varphi(\infty, t_0)$ | Endkriechzahl   |
| $\zeta$            | Abminderungsbeiwert/Verteilungsbeiwert   | $\psi$                 | Kombinationsbeiwert einer veränderlichen Einwirkung   |
| $\varepsilon_c$    | Dehnung des Betons   | $\psi_0$               | für seltene Werte   |
| $\varepsilon_{c1}$ | Dehnung des Betons unter der Maximalspannung $f_c$   | $\psi_1$               | für häufige Werte   |
| $\varepsilon_{cu}$ | rechnerische Bruchdehnung des Betons   | $\psi_2$               | für quasi-ständige Werte  |

## 2 GRUNDLAGEN DER TRAGWERKSPLANUNG

### 2.1 Anforderungen

#### 2.1.1 Grundlegende Anforderungen

(1)P Für die Tragwerksplanung von Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbauten gelten die Grundlagen der **DIN EN 1990**.

(2)P Darüber hinaus gelten für Beton-, Stahlbeton- und Spannbetontragwerke die Grundlagen dieses Kapitels.

(3) Die grundlegenden Anforderungen der **DIN EN 1990**, Kapitel 2, gelten für Beton-, Stahlbeton- und Spannbetontragwerke als erfüllt, wenn:

- die Bemessung in Grenzzuständen in Verbindung mit Teilsicherheitsbeiwerten nach **DIN EN 1990** erfolgt,
- die Einwirkungen nach **DIN EN 1991** verwendet werden,
- die Lastkombinationen nach **DIN EN 1990** angesetzt und
- die Tragwiderstände, die Dauerhaftigkeit und die Gebrauchstauglichkeit entsprechend dieser Norm nachgewiesen werden.

ANMERKUNG Anforderungen an den Feuerwiderstand (siehe **DIN EN 1990**, Kapitel 5 und **DIN EN 1992-1-2**) können zu größeren Bauteilabmessungen führen, als sie nach einer Bemessung unter Normaltemperatur erforderlich werden.

#### 2.1.2 Behandlung der Zuverlässigkeit

(1) Die Regeln für die Behandlung der Zuverlässigkeit enthält **DIN EN 1990**, Kapitel 2.

(2) Ein Tragwerk entspricht der Zuverlässigkeitsklasse RC2, wenn es unter Verwendung der Teilsicherheitsbeiwerte dieses Eurocodes (siehe 2.4) und der Teilsicherheitsbeiwerte der Anhänge der **DIN EN 1990** bemessen wird.

ANMERKUNG Anhänge B und C der **DIN EN 1990** enthalten weitere Informationen.

#### 2.1.3 Nutzungsdauer, Dauerhaftigkeit und Qualitätssicherung

(1) Die Regeln für geplante Nutzungsdauer, Dauerhaftigkeit und Qualitätssicherung enthält **DIN EN 1990**, Kapitel 2.

### 2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen

(1) Die Regeln zur Bemessung in Grenzzuständen enthält **DIN EN 1990**, Kapitel 3.

### 2.3 Basisvariablen

#### 2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse

##### 2.3.1.1 Allgemeines

(1) Die bei der Bemessung zu verwendenden Einwirkungen dürfen aus den entsprechenden Teilen der **DIN EN 1991** übernommen werden.

ANMERKUNG 1 Für die Bemessung maßgebliche Teile der **DIN EN 1991** sind:

- DIN EN 1991-1-1**: Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
- DIN EN 1991-1-2**: Brandeinwirkungen auf Tragwerke
- DIN EN 1991-1-3**: Schneelasten
- DIN EN 1991-1-4**: Windlasten
- DIN EN 1991-1-5**: Temperatureinwirkungen
- DIN EN 1991-1-6**: Einwirkungen während der Bauausführung
- DIN EN 1991-1-7**: Außergewöhnliche Einwirkungen
- DIN EN 1991-2**: Verkehrslasten auf Brücken
- DIN EN 1991-3**: Einwirkungen infolge von Kranen und Maschinen
- DIN EN 1991-4**: Einwirkungen auf Silos und Flüssigkeitsbehälter

Die Zuverlässigkeitsklasse (reliability class) RC2 (→ Mindestwert des Zuverlässigkeitsindex  $\beta = 3,8$  für einen Bezugszeitraum von 50 Jahren) ist verknüpft mit der Versagensfolgeklasse CC2 (consequences class): Wohn- und Bürogebäude, öffentliche Gebäude mit mittleren Versagensfolgen.

DIN EN 1990:

Tab. 2.1: Klassifizierung der Nutzungsdauer Klasse 4: Planungsgröße der Nutzungsdauer 50 Jahre für „Gebäude und andere gewöhnliche Tragwerke“ → Hochbau

Basisvariable X: Einwirkungen, Widerstände und geometrische Eigenschaften (Begriff aus der Zuverlässigkeitstheorie)

Die Eurocode 1-Teile gelten zusammen mit ihren Nationalen Anhängen.

ANMERKUNG 2 Einwirkungen, die nur für diese Norm gelten, werden in den entsprechenden Abschnitten angegeben.

ANMERKUNG 3 Einwirkungen aus Erd- und Wasserdruck enthält DIN EN 1997.

ANMERKUNG 4 Werden Setzungen berücksichtigt, dürfen angemessene Schätzwerte der zu erwartenden Setzungen benutzt werden.

ANMERKUNG 5 In den bautechnischen Unterlagen eines einzelnen Projekts dürfen zusätzliche, maßgebliche Einwirkungen definiert werden.

### 2.3.1.2 Temperatureinwirkungen

(1) In der Regel sind Temperatureinwirkungen für die Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zu berücksichtigen.

(2) Temperatureinwirkungen sollten für die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nur dann berücksichtigt werden, wenn sie wesentlich sind (z. B. bei Ermüdung oder beim Nachweis der Stabilität nach Theorie II. Ordnung). In anderen Fällen muss die Temperatur nicht berücksichtigt werden, wenn Verformungsvermögen und Rotationsfähigkeit der Bauteile im ausreichenden Maße nachgewiesen werden können.

(3) Werden Temperatureinwirkungen berücksichtigt, sind sie in der Regel als veränderliche Einwirkungen mit einem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{Q,T} = 1,5$  und dem Kombinationsbeiwert  $\psi$  aufzubringen.

Bei linear-elastischer Schnittgrößenermittlung mit den Steifigkeiten der ungerissenen Querschnitte und dem mittleren Elastizitätsmodul  $E_{cm}$  darf für Zwang der Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{Q,T} = 1,0$  angesetzt werden.

ANMERKUNG Der Kombinationsbeiwert  $\psi$  ist im entsprechenden Anhang der DIN EN 1990 und in DIN EN 1991-1-5 definiert.

### 2.3.1.3 Setzungs-/Bewegungsunterschiede

(1) Setzungs-/Bewegungsunterschiede des Tragwerks infolge von Bodenseetzungen sind in der Regel als ständige Einwirkungen  $G_{set}$  in den Einwirkungskombinationen zu behandeln. Im Allgemeinen wird  $G_{set}$  aus Werten von Setzungs-/Bewegungsunterschieden  $d_{set,i}$  (bezogen auf eine Referenzlage) einzelner Gründungen oder Gründungsteile  $i$  bestehen.

ANMERKUNG Es dürfen angemessene Schätzwerte der erwarteten Setzungen verwendet werden.

(2) Auswirkungen von Setzungsunterschieden sind in der Regel immer für die Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zu berücksichtigen.

(3) Auswirkungen von Setzungsunterschieden sollten für die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nur dann berücksichtigt werden, wenn sie wesentlich sind (z. B. bei Ermüdung oder beim Nachweis der Stabilität nach Theorie II. Ordnung). In anderen Fällen müssen Setzungsunterschiede nicht berücksichtigt werden, wenn Verformungsvermögen und Rotationsfähigkeit im ausreichenden Maße nachgewiesen werden können.

(4) Werden die Auswirkungen von Setzungsunterschieden berücksichtigt, ist in der Regel ein Teilsicherheitsbeiwert für Setzungen  $\gamma_{Q,set} = 1,5$  anzusetzen.

Bei linear-elastischer Schnittgrößenermittlung mit den Steifigkeiten der ungerissenen Querschnitte und dem mittleren Elastizitätsmodul  $E_{cm}$  darf für Setzungen der Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{Q,set} = 1,0$  angesetzt werden.

### 2.3.1.4 Vorspannung

(1) Die Vorspannung im Sinne dieses Eurocodes wird durch Zugglieder aus Spannstahl (Drähte, Litzen oder Stäbe) aufgebracht.

(2) Zugglieder dürfen in den Beton eingebettet werden. Sie dürfen im sofortigen Verbund, im nachträglichen Verbund oder ohne Verbund ausgeführt werden.

(3) Zugglieder dürfen auch außerhalb des Bauteils geführt werden. Berührungspunkte bilden hierbei Umlenkelemente und Verankerungen.

(4) Weitere Angaben zur Vorspannung enthält Abschnitt 5.10.

DIN EN 1990/NA, (NDP) A.1.3.1 (4): Einwirkungen infolge Zwang werden grundsätzlich als veränderliche Einwirkungen  $Q_{k,i}$  eingestuft. Eine Verminderung der Steifigkeit, z. B. infolge von Rissbildung oder Relaxation, darf ersatzweise durch Abminderung des Teilsicherheitsbeiwerts  $\gamma_{Q,i}$  für Zwang berücksichtigt werden. Einzelheiten werden in den bauartspezifischen Bemessungsnormen geregelt.

DIN EN 1990/NA, Tab. NA.A.1.1 für Temperatureinwirkungen:

|                  |                |
|------------------|----------------|
| charakteristisch | $\psi_0 = 0,6$ |
| häufig           | $\psi_1 = 0,5$ |
| quasi-ständig    | $\psi_2 = 0$   |

Hinweis: Bei Anwendung der DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ [D2] gelten z. T. abweichende Kombinationsbeiwerte  $\psi$ .

## 2.3.2 Eigenschaften von Baustoffen, Bauprodukten und Bauteilen

### 2.3.2.1 Allgemeines

(1) Die Regeln für Material- und Produkteigenschaften enthält **DIN EN 1990**, Kapitel 4.

(2) Bestimmungen für Beton, Betonstahl und Spannstahl sind in Kapitel 3 oder in den maßgeblichen Produktnormen enthalten.

### 2.3.2.2 Kriechen und Schwinden

(1) Kriechen und Schwinden sind zeitabhängige Eigenschaften des Betons. Ihre Auswirkungen sind in der Regel generell für die Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zu berücksichtigen.

(2) Kriechen und Schwinden sollten für die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nur dann berücksichtigt werden, wenn sie wesentlich sind, z. B. bei Stabilitätsnachweisen nach Theorie II. Ordnung. In anderen Fällen müssen Kriechen und Schwinden im GZT nicht berücksichtigt werden, wenn Verformungsvermögen und Rotationsfähigkeit der Bauteile im ausreichenden Maße nachgewiesen werden können.

(3) Wird das Kriechen berücksichtigt, sind in der Regel die Auswirkungen unter der quasi-ständigen Einwirkungskombination zu ermitteln, unabhängig davon, ob eine ständige, eine vorübergehende oder eine außergewöhnliche Bemessungssituation untersucht wird.

ANMERKUNG Im Allgemeinen dürfen die Kriechauswirkungen unter ständigen Lasten und mit dem Mittelwert der Vorspannung ermittelt werden.

### 2.3.3 Verformungseigenschaften des Betons

(1) P Auswirkungen aus Verformungen, die durch Temperatur, Kriechen und Schwinden hervorgerufen sind, müssen in der Bemessung berücksichtigt werden.

(2) Diese Auswirkungen sind im Allgemeinen ausreichend berücksichtigt, wenn die Anwendungsregeln dieser Norm eingehalten werden. Auf Folgendes sollte ebenfalls Wert gelegt werden:

- Reduzierung von Verformungen und Rissbildung aus früher Belastung von Bauteilen sowie aus Kriechen und Schwinden durch entsprechende Betonzusammensetzung;
- Reduzierung zwangerzeugender Verformungsbehinderungen durch Lager oder Fugen;
- Berücksichtigung auftretenden Zwangs bei der Bemessung.

(3) Für Hochbauten dürfen Auswirkungen aus Temperatur und Schwinden auf das Gesamttragwerk vernachlässigt werden, wenn Fugen im Abstand von  $d_{\text{joint}}$  vorgesehen werden, die die entstehenden Verformungen aufnehmen können.

**Der Fugenabstand  $d_{\text{joint}}$  muss im Einzelfall bestimmt werden.**

### 2.3.4 Geometrische Angaben

#### 2.3.4.1 Allgemeines

(1) Die Regeln zu geometrischen Angaben enthält **DIN EN 1990**, Kapitel 4.

#### 2.3.4.2 Zusätzliche Anforderungen an Bohrpfähle

ANMERKUNG Dieser Abschnitt gilt sinngemäß auch für Ortbeton-Verdrängungspfähle.

(1) P Unsicherheiten in Bezug auf den Querschnitt eines Ortbeton-Bohrpfahles und auf das Betonieren müssen bei der Bemessung berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Einflüsse aus der Betonierung gegen den Boden können durch erhöhte Betondeckungen berücksichtigt werden, siehe DIN EN 1536.

(2) Fehlen weitere Angaben, sind für die Bemessung in der Regel folgende Werte für den Durchmesser von Ortbeton-Bohrpfählen mit wieder gewonnener Verrohrung anzunehmen:

- für  $d_{\text{nom}} < 400$  mm:  $d = d_{\text{nom}} - 20$  mm
- für  $400 \text{ mm} \leq d_{\text{nom}} \leq 1000$  mm:  $d = 0,95d_{\text{nom}}$
- für  $d_{\text{nom}} > 1000$  mm:  $d = d_{\text{nom}} - 50$  mm

Dabei ist  $d_{\text{nom}}$  der Nenndurchmesser des Pfahls.

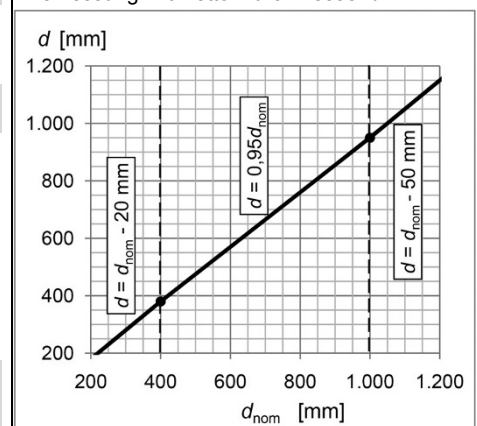
ANMERKUNG Die Regelungen in DIN EN 1536 sind als „weitere Angaben“ im Sinne von 2.3.4.2 (2) zu verstehen. Absatz (2) muss daher nicht angewendet werden, wenn die Pfähle nach DIN EN 1536 hergestellt werden.

Beton: DIN EN 206-1/DIN 1045-2  
Betonstahl: DIN 488er-Reihe  
Spannstahl: Zulassungen

Kriechzahl und Schwinddehnung  
siehe 3.1.4 und Anhang B

→ Empfehlungen für Bewegungsfugen:  
EN 1992-1-1:  $d_{\text{joint}} = 30$  m (Ortbeton)  
DIN 1045:1988:  $d_{\text{joint}} = 30$  m bei erhöhter Brandgefahr bzw. andere Fugenabstände abhängig von möglichen Längenänderungen infolge Temperatur und Schwinden

Unbewehrte Ortbeton-Bohrpfähle:  
Bemessung mit Netto-Durchmesser  $d$ :



## 2.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten

### 2.4.1 Allgemeines

(1) Die Regeln für das Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten enthält DIN EN 1990, Kapitel 6.

### 2.4.2 Bemessungswerte

#### 2.4.2.1 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen aus Schwinden

(1) Werden Einwirkungen aus Schwinden für die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit berücksichtigt, ist in der Regel ein Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{SH} = 1,0$  zu verwenden.

#### 2.4.2.2 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen aus Vorspannung

(1) Vorspannung wirkt im Allgemeinen günstig. Für die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist in der Regel ein Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_P = \gamma_{P,fav} = \gamma_{P,unfav} = 1,0$  zu verwenden. Als Bemessungswert der Vorspannung darf der Mittelwert der Vorspannkraft verwendet werden (siehe DIN EN 1990, Kapitel 4).

(2) Für die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach Theorie II. Ordnung eines extern vorgespannten Bauteils, bei dem ein erhöhter Wert der Vorspannung ungünstig wirken kann, ist in der Regel  $\gamma_{P,unfav} = 1,0$  zu verwenden.

Bei einem nichtlinearen Verfahren der Schnittgrößenermittlung ist ein oberer oder ein unterer Grenzwert für  $\gamma_P$  anzusetzen, wobei die Rissbildung oder die Fugenöffnung (Segmentbauweise) zu berücksichtigen ist:

$\gamma_{P,unfav} = 1,2$  und  $\gamma_{P,fav} = 0,83$  (der jeweils ungünstigere Wert ist anzusetzen).

(3) Für die Nachweise von lokalen Auswirkungen ist in der Regel ebenfalls  $\gamma_{P,unfav}$  zu verwenden.

Für die Bestimmung von Spaltzugbewehrung ist  $\gamma_{P,unfav} = 1,35$  (ständige Last) zu verwenden.

ANMERKUNG Die lokalen Auswirkungen der Verankerung von Spanngliedern im sofortigen Verbund werden in 8.10.2 behandelt.

#### 2.4.2.3 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen beim Nachweis gegen Ermüdung

(1) Der Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen beim Nachweis gegen Ermüdung ist  $\gamma_{F,fat} = 1,0$ .

#### 2.4.2.4 Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe

(1) Für die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit sind für die Baustoffe in der Regel die Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_C$  und  $\gamma_S$  nach Tabelle 2.1DE zu verwenden.

ANMERKUNG Für die Bemessung im Brandfall gilt DIN EN 1992-1-2.

**Tabelle 2.1DE – Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit**

|   | 1                            | 2                                      | 3   |
|---|------------------------------|--|---|
|   | <b>Bemessungssituationen</b> | <b><math>\gamma_C</math> für Beton</b> | <b><math>\gamma_S</math> für Betonstahl oder Spannstahl</b> |
| 1 | ständig und vorübergehend    | 1,5                                    | 1,15  |
| 2 | außergewöhnlich              | 1,3                                    | 1,0   |
| 3 | Ermüdung                     | 1,5                                    | 1,15  |

(2) Für die Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit sind in der Regel die Werte der Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe  $\gamma_C = 1,0$  und  $\gamma_S = 1,0$  zu verwenden.

(3) Abgeminderte Werte für  $\gamma_C$  und  $\gamma_S$  dürfen verwendet werden, wenn dies durch Maßnahmen zur Verringerung der Unsicherheit in der Berechnung gerechtfertigt ist.

ANMERKUNG Informationen hierzu enthält der normative Anhang A.

#### 2.4.2.5 Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe bei Gründungen

(1) Bemessungswerte der Bodeneigenschaften sind in der Regel nach DIN EN 1997 zu ermitteln.

→ Auszüge aus Eurocode 0:  
Bemessungssituationen Einwirkungen  
– P/T ständig oder vorübergehend  
– A/E außergewöhnlich oder Erdbeben

DIN EN 1990/NA, (NDP) Tab. NA.A.1.2 (B):  
Teilsicherheitsbeiwerte für  
Einwirkungen (STR/GEO) (Gruppe B)

| Einwirkung                        | Sym-<br>bol      | Situationen |     |
|-----------------------------------|------------------|-------------|-----|
|                                   |                  | P/T         | A/E |
| unabhängige ständige Einwirkungen |                  |             |     |
| ungünstig                         | $\gamma_{G,sup}$ | 1,35        | 1,0 |
| günstig                           | $\gamma_{G,inf}$ | 1,0         | 1,0 |
| unabhängige veränderliche Einw.   |                  |             |     |
| ungünstig                         | $\gamma_Q$       | 1,5         | 1,0 |
| günstig                           | $\gamma_Q$       | 0           | 0   |
| außergewöhnliche Einw.            | $\gamma_A$       | –           | 1,0 |

GZT → STR: Versagen oder übermäßige Verformungen des Tragwerks oder seiner Teile, GEO: Versagen oder übermäßige Verformungen des Baugrundes  
Lastgruppe B für Tragsicherheitsnachweise in Grenzzuständen STR/GEO

Einzig zulässige Reduktion:  
(NDP) A.2.3 (1):  $\gamma_{C,red} = 1,35$  bei Fertigteilen mit einer werkmäßigen und ständig überwachten Herstellung mit Überprüfung der Betonfestigkeit an jedem fertigen Bauteil.

mit NA und DIN 1054 [R6]

(2) Bei der Berechnung des Bemessungswiderstands von Ortbeton-Bohrpfählen mit wiedergewonnener Verrohrung ist in der Regel der Teilsicherheitsbeiwert für Beton  $\gamma_C$  nach 2.4.2.4 (1) mit dem Beiwert  $k_f = 1,1$  zu multiplizieren.

Bei Bohrpfählen, deren Herstellung nach DIN EN 1536 erfolgt, ist für  $k_f = 1,0$  einzusetzen.

### 2.4.3 Kombinationsregeln für Einwirkungen

(1) Die allgemeinen Kombinationsregeln für Einwirkungen in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit enthält DIN EN 1990, Kapitel 6.

ANMERKUNG 1 Die detaillierten Formulierungen für Einwirkungskombinationen sind in den normativen Anhängen der DIN EN 1990, z. B. Anhang A.1 für den Hochbau, enthalten.

ANMERKUNG 2 Einwirkungskombinationen beim Nachweis gegen Ermüdung werden in 6.8.3 behandelt.

(2) Für jede ständige Einwirkung darf durchgängig entweder der untere oder der obere Bemessungswert innerhalb eines Tragwerks verwendet werden, je nachdem, welcher Wert ungünstiger wirkt (z. B. Eigenlast eines Tragwerks).

ANMERKUNG Unter Umständen gibt es Ausnahmen zu dieser Regel (z. B. Nachweis der Lagesicherheit, siehe DIN EN 1990, Kapitel 6). In solchen Fällen können andere Teilsicherheitsbeiwerte (Satz A) maßgebend werden.

### 2.4.4 Nachweis der Lagesicherheit

(1) Das Format beim Nachweis der Lagesicherheit gilt auch für EQU-Bemessungszustände, z. B. für Abhebesicherungen oder den Nachweis gegen das Abheben von Lagern bei Durchlaufträgern.

ANMERKUNG Informationen hierzu enthält Anhang A der DIN EN 1990.

## 2.5 Versuchsgestützte Bemessung

(1) Die Bemessung von Tragwerken darf durch Versuche unterstützt werden.

ANMERKUNG Informationen hierzu enthält DIN EN 1990, Kapitel 5 und Anhang D.

## 2.6 Zusätzliche Anforderungen an Gründungen

(1) P Hat die Boden-Bauwerk-Interaktion einen wesentlichen Einfluss auf das Tragwerk, müssen die Bodeneigenschaften und die Auswirkungen der Interaktion nach DIN EN 1997-1 berücksichtigt werden.

(2) Sind wesentliche Setzungsunterschiede wahrscheinlich, sind in der Regel ihre Auswirkungen zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Im Allgemeinen dürfen für die Tragwerksbemessung vereinfachte Methoden verwendet werden, die die Auswirkungen von Bodendeformationen vernachlässigen.

(3) Gründungsbauteile aus Beton sind in der Regel in Übereinstimmung mit DIN EN 1997-1 zu dimensionieren.

(4) In der Bemessung sind die Auswirkungen von Setzungen, Hebungen, Gefrieren, Tauen, Erosion usw. zu berücksichtigen, wenn sie maßgebend sind.

## 2.7 Anforderungen an Befestigungsmittel

(1) Lokal begrenzte und auf das Bauteil bezogene Auswirkungen von Befestigungsmitteln sind in der Regel zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Die Anforderungen für die Bemessung von Befestigungsmitteln enthält die Technische Spezifikation „Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton“. Diese Technische Spezifikation wird die Bemessung folgender Befestigungsmittel behandeln:

- einbetonierte Befestigungsmittel wie beispielsweise Kopfbolzen, Ankerschienen
- und nachträglich eingebaute Befestigungsmittel wie beispielsweise: Metallspreizdübel, Hinterschnittdübel, Betonschrauben, Verbunddübel, Verbundspreizdübel und Verbundhinterschnittdübel.

Befestigungsmittel sollten entweder im Einklang mit einer CEN-Norm stehen oder durch eine Europäische Technische Zulassung geregelt sein.

Die Technische Spezifikation „Bemessung von Befestigungsmitteln für die Verwendung in Beton“ behandelt die lokale Einleitung von Lasten in ein Bauteil. Bei Entwurf und Bemessung eines Tragwerks sind in der Regel die Einwirkungen und zusätzlichen Anforderungen nach Anhang A dieser Technischen Richtlinie zu berücksichtigen.

Zu 2.4.4: GZT EQU: Verlust der Lagesicherheit des Tragwerks oder eines seiner Teile als starrer Körper, bei dem:

- kleine Abweichungen der Größe oder der räumlichen Verteilung der Einwirkungen, die den gleichen Ursprung haben, bestimmend sind;
- die Festigkeit von Baustoffen und Bauprodukten oder des Baugrunds im Allgemeinen keinen Einfluss hat.

DIN EN 1990/NA, (NDP) Tab. NA.A.1.2 (A): Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen (EQU) (Gruppe A)  
→ siehe Erläuterungsteil, Anhang Z.6

DIN EN 1990, Anhang D: Versuchsgestützte Bemessung ist nur informativ. Hier werden spezielle Sicherheitsbeiwerte angegeben.

→ siehe auch: DAfStb-Richtlinie:2000-09: *Belastungsversuche an Massivbauwerken*  
Belastungsversuche dürfen den Standortsicherheitsnachweis bestehender Bauwerke in begründeten Fällen dann ergänzen, wenn dieser trotz gründlicher Bauwerksuntersuchung durch Berechnung nicht erbracht werden kann. In jedem Fall ist eine rechnerische Beurteilung der vorhandenen Tragfähigkeit erforderlich.

Beachte auch DIN EN 1997-1/NA und DIN 1054 [R6].

Bemessungsvorschriften in den Technischen Spezifikationen CEN/TS 1992-4:2009 → DIN SPEC 1021-4:2009-08: Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton  
DIN SPEC 1021 – Teil 4-1: Allgemeines  
DIN SPEC 1021 – Teil 4-2: Kopfbolzen  
DIN SPEC 1021 – Teil 4-3: Ankerschienen  
DIN SPEC 1021 – Teil 4-4: Dübel – Mechanische Systeme  
DIN SPEC 1021 – Teil 4-5: Dübel – Chemische Systeme

→ Zukünftig statt DIN SPEC:  
DIN EN 1992-4: Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton

Die Bemessung erfolgt auf der Grundlage von produktspezifischen Werten, die in Zulassungen festgelegt sind.



## NA.2.8 Bautechnische Unterlagen

### NA.2.8.1 Umfang der bautechnischen Unterlagen

(1) Zu den bautechnischen Unterlagen gehören die für die Ausführung des Bauwerks notwendigen Zeichnungen, die statische Berechnung und – wenn für die Bauausführung erforderlich – eine ergänzende Projektbeschreibung sowie bauaufsichtlich erforderliche Verwendbarkeitsnachweise für Bauprodukte bzw. Bauarten (z. B. allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen).

(2) Zu den bautechnischen Unterlagen gehören auch Angaben über den Zeitpunkt und die Art des Vorspannens, das Herstellungsverfahren sowie das Spannprogramm.

### NA.2.8.2 Zeichnungen

(1)P Die Bauteile, die einzubauende Betonstahlbewehrung und die Spannglieder sowie alle Einbauteile sind auf den Zeichnungen eindeutig und übersichtlich darzustellen und zu bemaßen. Die Darstellungen müssen mit den Angaben in der statischen Berechnung übereinstimmen und alle für die Ausführung der Bauteile und für die Prüfung der Berechnungen erforderlichen Maße enthalten.

(2)P Auf zugehörige Zeichnungen ist hinzuweisen. Bei nachträglicher Änderung einer Zeichnung sind alle von der Änderung ebenfalls betroffenen Zeichnungen entsprechend zu berichtigen.

(3)P Auf den Bewehrungszeichnungen sind insbesondere anzugeben:

- die erforderliche Festigkeitsklasse, die Expositionsclassen und weitere Anforderungen an den Beton,
- die Betonstahlsorte und die Spannstahtsorte,
- Anzahl, Durchmesser, Form und Lage der Bewehrungsstäbe; gegenseitiger Abstand und Übergreifungslängen an Stößen und Verankerungslängen; Anordnung, Maße und Ausbildung von Schweißstellen; Typ und Lage der mechanischen Verbindungsmittel,
- Rüttelgassen, Lage von Betonieröffnungen,
- das Herstellungsverfahren der Vorspannung; Anzahl, Typ und Lage der Spannglieder sowie der Spanngliederankerungen und Spanngliedkopplungen sowie Anzahl, Durchmesser, Form und Lage der zugehörigen Betonstahlbewehrung; Typ und Durchmesser der Hüllrohre; Angaben zum Einpressmörtel,
- bei gebogenen Bewehrungsstäben die erforderlichen Biegerollendurchmesser,
- Maßnahmen zur Lagesicherung der Betonstahlbewehrung und der Spannglieder sowie Anordnung, Maße und Ausführung der Unterstützungen der oberen Betonstahlbewehrungslage und der Spannglieder,
- das Verlegemaß  $c_v$  der Bewehrung, das sich aus dem Nennmaß der Betondeckung  $c_{nom}$  ableitet, sowie das Vorhaltemaß  $\Delta c_{dev}$  der Betondeckung,
- die Fugenausbildung,
- gegebenenfalls besondere Maßnahmen zur Qualitätssicherung.

(4)P Für Schalungs- und Traggerüste, für die eine statische Berechnung erforderlich ist, sind Zeichnungen für die Baustelle anzufertigen; ebenso für Schalungen, die hohen seitlichen Druck des Frischbetons aufnehmen müssen.

### NA.2.8.3 Statische Berechnungen

(1)P Das Tragwerk und die Lastabtragung sind zu beschreiben. Die Tragfähigkeit und die Gebrauchstauglichkeit der baulichen Anlage und ihrer Bauteile sind in der statischen Berechnung übersichtlich und leicht prüfbar nachzuweisen. Mit numerischen Methoden erzielte Rechenergebnisse sollten grafisch dargestellt werden.

(2) Für Regeln, die von den in dieser Norm angegebenen Anwendungsregeln abweichen, und für abweichende außergewöhnliche Gleichungen ist die Fundstelle anzugeben, sofern diese allgemein zugänglich ist, sonst sind die Ableitungen so weit zu entwickeln, dass ihre Richtigkeit geprüft werden kann.

### NA.2.8.4 Baubeschreibung

(1)P Angaben, die für die Bauausführung oder für die Prüfung der Zeichnungen oder der statischen Berechnung notwendig sind, aber aus den

Beachte die Zulassungen der Spannverfahren (abZ oder ETA mit nationaler Ergänzung).

Zu (3); Bezeichnung Beton, z. B.:

**C35/45, XC4, XF3, WF ...**

Weitere Anforderungen, z. B.

Größtkorn der Gesteinskörnung,

Konsistenzklasse, Spannbeton,

LP-Beton, WU-Beton, FD-Beton ...

Bezeichnungen nach DIN 488: [R4]

Betonstahlsorten B500A (normalduktil)

und B500B (hochduktil)

→ gerippter Betonstabstahl der Stahlsorte

B500B (1.0439) mit einem Nenndurch-

messer  $d = 20,0$  mm:

**Betonstabstahl DIN 488 – B500B – 20,0**

→ Betonstahlmatte nach DIN 488-4 der

Stahlsorte B500A mit Längsstäben 12 mm

und Querstäben 8 mm im Abstand von

125 mm, jeweils 2 Randstäbe 10 mm längs

und 7 mm quer:

**Betonstahlmatte DIN 488-4 – B500A**

**– 125 × 12/10-2/2 – 125 × 8/7-2/2**

Biegerollendurchmesser siehe Tab. 8.1DE

Maßnahmen zur Lagesicherung der

Betonstahlbewehrung: z. B. Abstandhalter

und Unterstützungen

siehe 4.4.1 Betondeckung und z. B. DBV-

Merkblatt „*Betondeckung und Bewehrung*

*nach Eurocode 2*“

siehe z. B. Qualitätssicherung für die

Reduktion des Vorhaltemaßes in 4.4.1.3 (3)

Zu (4)P:

– DIN 18218: *Frischbetondruck auf lotrechte*

*Schalungen* [R11]

– DIN EN 12812: *Traggerüste – Anforde-*

*rungen, Bemessung und Entwurf* [R12]

– DIBt-*Anwendungsrichtlinie für*

*Traggerüste nach DIN EN 12812* [R13]

Zu (1)P: Beachte auch:

BVPI-Ri-EDV-AP-2001: Richtlinie für das

Aufstellen und Prüfen EDV-unterstützter

Stand sicherheitsnachweise [9]

→ [www.bvpi.de](http://www.bvpi.de)

Unterlagen nach NA.2.8.2 und NA.2.8.3 nicht ohne Weiteres entnommen werden können, müssen in einer Baubeschreibung enthalten und erläutert sein. Dazu gehören auch die erforderlichen Angaben für Beton mit gestalteten Ansichtsflächen.

siehe z. B. DBV-Merkblatt „Sichtbeton“ [DBV9] oder FDB-Merkblatt Nr. 1: *Sichtbetonflächen von Fertigteilen aus Beton und Stahlbeton* [23]

### 3 BAUSTOFFE

#### 3.1 Beton

##### 3.1.1 Allgemeines

(1)P Die folgenden Abschnitte enthalten Prinzipien und Anwendungsregeln für Normalbeton und hochfesten Beton.

(2) Die Regeln für Leichtbeton sind im Abschnitt 11 enthalten.

(NA.3) Die Abschnitte 3.1 und 11.3.1 gelten für Beton nach DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2.

##### 3.1.2 Festigkeiten

(1)P Die Betondruckfestigkeit wird nach Betonfestigkeitsklassen gegliedert, die sich auf die charakteristische (5 %) Zylinderdruckfestigkeit  $f_{ck}$  oder die Würfeldruckfestigkeit  $f_{ck,cube}$  nach DIN EN 206-1 beziehen.

(2)P Die Festigkeitsklassen dieser Norm beziehen sich auf die charakteristische Zylinderdruckfestigkeit  $f_{ck}$  für ein Alter von 28 Tagen mit einem Maximalwert von  $C_{max} = C100/115$ .

**ANMERKUNG** Für die Herstellung von Beton der Festigkeitsklassen C90/105 und C100/115 bedarf es nach DIN 1045-2 weiterer auf den Verwendungszweck abgestimmter Nachweise.

(3) In Tabelle 3.1 sind die charakteristischen Festigkeiten  $f_{ck}$  mit den ihnen zugeordneten mechanischen Eigenschaften angegeben, die für die Bemessung notwendig sind.

**Tabelle 3.1 – Festigkeits- und Formänderungskennwerte für Beton**

|    |                        | Betonfestigkeitsklasse |                  |     |     |     |     |      |     |     |      |      |     |      |     |     |                   |
|----|------------------------|------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-------------------|
| 1  | $f_{ck}$               | N/mm <sup>2</sup>      | 12 <sup>1)</sup> | 16  | 20  | 25  | 30  | 35   | 40  | 45  | 50   | 55   | 60  | 70   | 80  | 90  | 100 <sup>2)</sup> |
| 2  | $f_{ck,cube}$          | N/mm <sup>2</sup>      | 15               | 20  | 25  | 30  | 37  | 45   | 50  | 55  | 60   | 67   | 75  | 85   | 95  | 105 | 115               |
| 3  | $f_{cm}$               | N/mm <sup>2</sup>      | 20               | 24  | 28  | 33  | 38  | 43   | 48  | 53  | 58   | 63   | 68  | 78   | 88  | 98  | 108               |
| 4  | $f_{ctm}$              | N/mm <sup>2</sup>      | 1,6              | 1,9 | 2,2 | 2,6 | 2,9 | 3,2  | 3,5 | 3,8 | 4,1  | 4,2  | 4,4 | 4,6  | 4,8 | 5,0 | 5,2               |
| 5  | $f_{ctk;0,05}$         | N/mm <sup>2</sup>      | 1,1              | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 2,2  | 2,5 | 2,7 | 2,9  | 3,0  | 3,1 | 3,2  | 3,4 | 3,5 | 3,7               |
| 6  | $f_{ctk;0,95}$         | N/mm <sup>2</sup>      | 2,0              | 2,5 | 2,9 | 3,3 | 3,8 | 4,2  | 4,6 | 4,9 | 5,3  | 5,5  | 5,7 | 6,0  | 6,3 | 6,6 | 6,8               |
| 7  | $E_{cm} \cdot 10^{-3}$ | N/mm <sup>2</sup>      | 27               | 29  | 30  | 31  | 33  | 34   | 35  | 36  | 37   | 38   | 39  | 41   | 42  | 44  | 45                |
| 8  | $\varepsilon_{c1}$     | ‰                      | 1,8              | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,25 | 2,3 | 2,4 | 2,45 | 2,5  | 2,6 | 2,7  | 2,8 | 2,8 | 2,8               |
| 9  | $\varepsilon_{cu1}$    | ‰                      | 3,5              |     |     |     |     |      |     |     |      | 3,2  | 3,0 | 2,8  | 2,8 | 2,8 | 2,8               |
| 10 | $\varepsilon_{c2}$     | ‰                      | 2,0              |     |     |     |     |      |     |     |      | 2,2  | 2,3 | 2,4  | 2,5 | 2,6 | 2,6               |
| 11 | $\varepsilon_{cu2}$    | ‰                      | 3,5              |     |     |     |     |      |     |     |      | 3,1  | 2,9 | 2,7  | 2,6 | 2,6 | 2,6               |
| 12 | $\eta$                 |                        | 2,0              |     |     |     |     |      |     |     |      | 1,75 | 1,6 | 1,45 | 1,4 | 1,4 | 1,4               |
| 13 | $\varepsilon_{c3}$     | ‰                      | 1,75             |     |     |     |     |      |     |     |      | 1,8  | 1,9 | 2,0  | 2,2 | 2,3 | 2,4               |
| 14 | $\varepsilon_{cu3}$    | ‰                      | 3,5              |     |     |     |     |      |     |     |      | 3,1  | 2,9 | 2,7  | 2,6 | 2,6 | 2,6               |

(NCI) <sup>1)</sup> Die Festigkeitsklasse C12/15 darf nur bei vorwiegend ruhenden Einwirkungen verwendet werden.  
<sup>2)</sup> Die analytischen Beziehungen interpolieren nur bis C90/105. Die Werte für C100/115 wurden unabhängig davon festgelegt.

Analytische Beziehungen:

|                 |  |  |
|-----------------|--|--|
| Zeile 3:        | $f_{cm} = f_{ck} + 8$                                      |  |
| Zeile 4:        | $f_{ctm} = 0,30f_{ck}^{2/3}$ für $\leq C50/60$ ;           | $f_{ctm} = 2,12 \cdot \ln [1 + (f_{cm} / 10)]$ für $> C50/60$          |
| Zeilen 5 und 6: | $f_{ctk;0,05} = 0,7f_{ctm}$ (5 %-Quantil);                 | $f_{ctk;0,95} = 1,3f_{ctm}$ (95 %-Quantil)                             |
| Zeile 7:        | $E_{cm} = 22.000 (f_{cm} / 10)^{0,3}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $E_{cm} = 22 \cdot (f_{cm} / 10)^{0,3}$ [GPa]                          |
| Zeile 8:        | siehe Bild 3.2:  | $\varepsilon_{c1} (\text{‰}) = 0,7f_{cm}^{0,31} \leq 2,8$              |
| Zeile 9:        | siehe Bild 3.2, für $f_{ck} > 50$ N/mm <sup>2</sup> :      | $\varepsilon_{cu1} (\text{‰}) = 2,8 + 27 [(98 - f_{cm}) / 100]^4$      |
| Zeile 10:       | siehe Bild 3.3, für $f_{ck} > 50$ N/mm <sup>2</sup> :      | $\varepsilon_{c2} (\text{‰}) = 2,0 + 0,085 \cdot (f_{ck} - 50)^{0,53}$ |
| Zeile 11:       | siehe Bild 3.3, für $f_{ck} > 50$ N/mm <sup>2</sup> :      | $\varepsilon_{cu2} (\text{‰}) = 2,6 + 35 [(90 - f_{ck}) / 100]^4$      |
| Zeile 12:       | für $f_{ck} > 50$ N/mm <sup>2</sup> :                      | $\eta = 1,4 + 23,4 [(90 - f_{ck}) / 100]^4$                            |
| Zeile 13:       | siehe Bild 3.4, für $f_{ck} > 50$ N/mm <sup>2</sup> :      | $\varepsilon_{c3} (\text{‰}) = 1,75 + 0,55 [(f_{ck} - 50) / 40]$       |
| Zeile 14:       | siehe Bild 3.4, für $f_{ck} > 50$ N/mm <sup>2</sup> :      | $\varepsilon_{cu3} (\text{‰}) = 2,6 + 35 [(90 - f_{ck}) / 100]^4$      |

(4) Für bestimmte Anwendungsfälle (z. B. bei Vorspannung) darf unter Umständen die Druckfestigkeit des Betons für ein Alter von weniger oder mehr als 28 Tagen auf der Grundlage von Prüfkörpern bestimmt werden, die unter anderen als den in DIN EN 12390 angegebenen Bedingungen gelagert wurden.

Falls die Betonfestigkeit für ein Alter von  $t > 28$  Tagen bestimmt wird, sind in der Regel die in 3.1.6 (1)P und 3.1.6 (2)P definierten Beiwerte  $\alpha_{cc}$  und  $\alpha_{ct}$  um den Faktor  $k_t$  zu reduzieren.

**Der Wert  $k_t$  muss entsprechend der Festigkeitsentwicklung im Einzelfall festgelegt werden.**

(5) Muss die Betondruckfestigkeit  $f_{ck}(t)$  für ein Alter  $t$  für bestimmte Bauzustände (z. B. Ausschalen, Übertragung der Vorspannung) angegeben werden, darf diese wie folgt bestimmt werden:

$$f_{ck}(t) = f_{cm}(t) - 8 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad \text{für } 3 < t < 28 \text{ Tage}$$

$$f_{ck}(t) = f_{ck} \quad \text{für } t \geq 28 \text{ Tage}$$

Genauere Werte speziell für  $t \leq 3$  Tage sollten auf der Basis von Versuchen bestimmt werden.

(6) Die Betondruckfestigkeit im Alter  $t$  hängt vom Zementtyp, der Temperatur und den Lagerungsbedingungen ab. Bei einer mittleren Temperatur von 20 °C und bei Lagerung nach DIN EN 12390 darf die Betondruckfestigkeit zu unterschiedlichen Zeitpunkten  $f_{cm}(t)$  mit den Gleichungen (3.1) und (3.2) ermittelt werden.

$$f_{cm}(t) = \beta_{cc}(t) \cdot f_{cm} \quad (3.1)$$

mit

$$\beta_{cc}(t) = e^{s \cdot (1 - \sqrt{28/t})} \quad (3.2)$$

Dabei ist

$f_{cm}(t)$  die mittlere Betondruckfestigkeit für ein Alter von  $t$  Tagen;

$f_{cm}$  die mittlere Druckfestigkeit nach 28 Tagen gemäß Tabelle 3.1;

$\beta_{cc}(t)$  ein vom Alter des Betons  $t$  abhängiger Beiwert;

$t$  das Alter des Betons in Tagen;

$s$  ein vom verwendeten Zementtyp abhängiger Beiwert:

$s = 0,20$  für Zement der Festigkeitsklassen CEM 42,5 R, CEM 52,5 N und CEM 52,5 R (Klasse R),

$s = 0,25$  für Zement der Festigkeitsklassen CEM 32,5 R, CEM 42,5 N (Klasse N),

$s = 0,38$  für Zement der Festigkeitsklassen CEM 32,5 N (Klasse S).

Für hochfeste Betone gilt für alle Zemente  $s = 0,20$ .

In Fällen, in denen der Beton nicht der geforderten Druckfestigkeit nach 28 Tagen entspricht, sind die Gleichungen (3.1) und (3.2) nicht geeignet.

Es ist nicht zulässig, mit den Regeln dieses Abschnittes eine nichtkonforme Druckfestigkeitsklasse über die Nacherhärtung des Betons im Nachhinein zu rechtfertigen.

Zur Wärmebehandlung von Bauteilen siehe 10.3.1.1 (3).

(7)P Die Zugfestigkeit bezieht sich auf die höchste Spannung, die bei zentrischer Zugbeanspruchung erreicht wird. Für die Biegezugfestigkeit siehe auch 3.1.8 (1).

(8) Wenn die Zugfestigkeit mittels der Spaltzugfestigkeit  $f_{ct,sp}$  bestimmt wird, darf näherungsweise der Wert der einachsigen Zugfestigkeit  $f_{ct}$  mit folgender Gleichung ermittelt werden:

$$f_{ct} = 0,9 \cdot f_{ct,sp} \quad (3.3)$$

(9) Die zeitabhängige Entwicklung der Zugfestigkeit hängt besonders stark von der Nachbehandlung und den Trocknungsbedingungen sowie der Bauteilgröße ab. Wenn keine genaueren Werte vorliegen, darf die Zugfestigkeit  $f_{ctm}(t)$  wie folgt angenommen werden:

$$f_{ctm}(t) = [\beta_{cc}(t)]^\alpha \cdot f_{ctm} \quad (3.4)$$

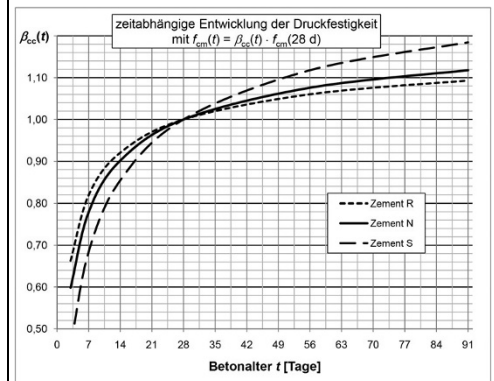
mit  $\beta_{cc}(t)$  aus Gleichung (3.2)

und  $\alpha = 1$  für  $t < 28$  Tage;  $\alpha = 2/3$  für  $t \geq 28$  Tage.

Die Werte für  $f_{ctm}$  sind in Tabelle 3.1 enthalten.

DIN EN 12390-2: Prüfung von Festbeton – Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen

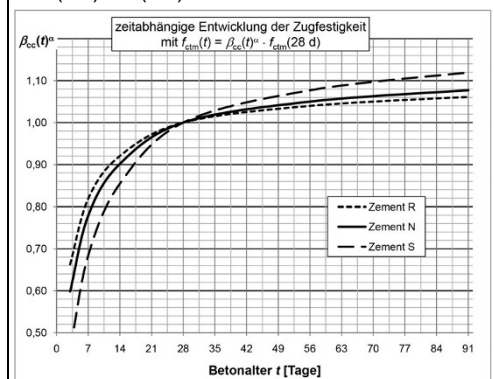
Zu (6): grafische Auswertung von Gl. (3.1) mit (3.2):



NA.1.5.2.11: hochfester Beton:

Festigkeitsklasse  $\geq C55/67$  bzw.  $\geq LC55/60$ .

Zu (9): grafische Auswertung von Gl. (3.4) mit (3.2):



ANMERKUNG Wenn die zeitabhängige Entwicklung der Zugfestigkeit von Bedeutung ist, wird empfohlen, dass zusätzliche Prüfungen unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen und der Bauteilgröße durchgeführt werden.

### 3.1.3 Elastische Verformungseigenschaften

(1) Die elastischen Verformungseigenschaften des Betons hängen in hohem Maße von seiner Zusammensetzung (vor allem von der Gesteinskörnung) ab. Die folgenden Angaben stellen deshalb lediglich Richtwerte dar. Sie sind in der Regel dann gesondert zu ermitteln, wenn das Tragwerk empfindlich auf entsprechende Abweichungen reagiert.

(2) Der Elastizitätsmodul eines Betons hängt von den Elastizitätsmodul seiner Bestandteile ab. Tabelle 3.1 enthält die Richtwerte für den Elastizitätsmodul  $E_{cm}$  (Sekantenwert zwischen  $\sigma_c = 0$  und  $0,4f_{cm}$ ) für Betonsorten mit quarzithaltigen Gesteinskörnungen. Bei Kalkstein- und Sandsteingesteinskörnungen sollten die Werte um 10 % bzw. 30 % reduziert werden. Bei Basaltgesteinskörnungen sollte der Wert um 20 % erhöht werden.

(3) Die zeitabhängige Änderung des Elastizitätsmoduls darf mit folgender Gleichung ermittelt werden:

$$E_{cm}(t) = [f_{cm}(t) / f_{cm}]^{0,3} \cdot E_{cm} \quad (3.5)$$

wobei  $E_{cm}(t)$  und  $f_{cm}(t)$  die Werte im Alter von  $t$  Tagen bzw.  $E_{cm}$  und  $f_{cm}$  die Werte im Alter von 28 Tagen sind. Die Beziehung zwischen  $f_{cm}(t)$  und  $f_{cm}$  entspricht Gleichung (3.1).

(4) Die Poisson'sche Zahl (Querdehnzahl) darf für ungerissenen Beton mit 0,2 und für gerissenen Beton zu Null angesetzt werden.

(5) Liegen keine genaueren Informationen vor, darf die lineare Wärmedehnzahl mit  $10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  angesetzt werden.

### 3.1.4 Kriechen und Schwinden

(1)P Kriechen und Schwinden des Betons hängen hauptsächlich von der Umgebungsfeuchte, den Bauteilabmessungen und der Betonzusammensetzung ab. Das Kriechen wird auch vom Grad der Erhärtung des Betons beim erstmaligen Aufbringen der Last sowie von der Dauer und der Größe der Beanspruchung beeinflusst.

(2) Die Kriechzahl  $\varphi(t, t_0)$  bezieht sich auf den Tangentenmodul  $E_c$ , der mit  $1,05E_{cm}$  angenommen werden darf. Wenn keine besondere Genauigkeit erforderlich ist, darf der in Bild 3.1 angegebene Wert als Endkriechzahl angesehen werden, wenn die Betondruckspannung zum Zeitpunkt des Belastungsbeginns  $t = t_0$  nicht mehr als  $0,45f_{ck}(t_0)$  beträgt.

ANMERKUNG Weitere Informationen, einschließlich der zeitabhängigen Kriechentwicklung, sind im Anhang B enthalten.

Die Endkriechzahlen und Schwinddehnungen dürfen als zu erwartende Mittelwerte angesehen werden. Die mittleren Variationskoeffizienten für die Vorhersage der Endkriechzahl und der Schwinddehnung liegen bei etwa 30 %. Für gegenüber Kriechen und Schwinden empfindliche Tragwerke sollte die mögliche Streuung dieser Werte berücksichtigt werden.

(3) Die Kriechverformung von Beton  $\varepsilon_{cc}(\infty, t_0)$  im Alter  $t = \infty$  bei konstanter Druckspannung  $\sigma_c$ , aufgebracht im Betonalter  $t_0$ , darf mit folgender Gleichung berechnet werden:

$$\varepsilon_{cc}(\infty, t_0) = \varphi(\infty, t_0) \cdot (\sigma_c / E_c) \quad (3.6)$$

(4) Wenn die Betondruckspannung im Alter  $t_0$  den Wert  $0,45f_{ck}(t_0)$  übersteigt, ist in der Regel die Nichtlinearität des Kriechens zu berücksichtigen. Diese hohen Spannungen können durch Vorspannung mit sofortigem Verbund entstehen, z. B. bei Fertigteilen im Bereich der Spannlieder. In diesen Fällen darf die nichtlineare rechnerische Kriechzahl wie folgt ermittelt werden:

$$\varphi_{nl}(\infty, t_0) = \varphi(\infty, t_0) \cdot e^{1,5(k_\sigma - 0,45)} \quad (3.7)$$

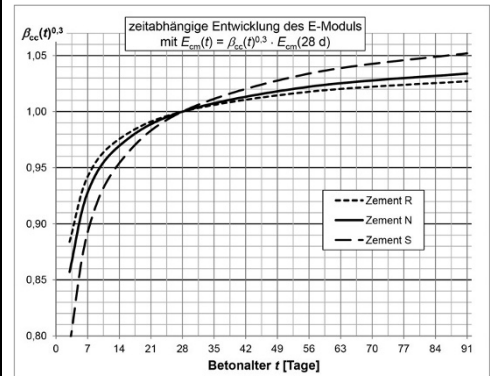
Dabei ist

$\varphi_{nl}(\infty, t_0)$  die nichtlineare rechnerische Kriechzahl, die  $\varphi(\infty, t_0)$  ersetzt;  
 $k_\sigma$  das Spannungs-Festigkeitsverhältnis  $\sigma_c / f_{ck}(t_0)$ , wobei  $\sigma_c$  die Druckspannung ist und  $f_{ck}(t_0)$  der charakteristische Wert der Betondruckfestigkeit zum Zeitpunkt der Belastung.

Zu (2): Richtwerte tabellarisch (vgl. auch MC 90 [12]):  $E_{cm,mod} = \alpha_E \cdot E_{cm}$

| Gesteinskörnung           | $\alpha_E$ |
|---------------------------|------------|
| Basalt, dichter Kalkstein | 1,2        |
| Quarz, Quarzit            | 1,0        |
| Kalkstein                 | 0,9        |
| Sandstein                 | 0,7        |

Zu (3): grafische Auswertung von Gl. (3.5)



Zu (4): Querdehnzahl  $\mu$

Zu (5): Die Wärmedehnzahl  $\alpha_c$  (bzw.  $\alpha_T$ ) hängt wesentlich von der Gesteinskörnung ab  $\rightarrow$  Richtwerte aus [D425]:

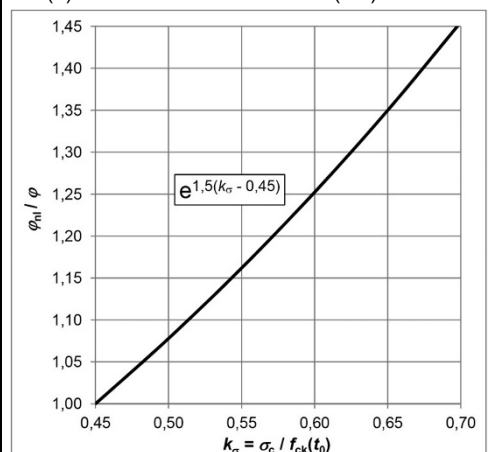
| Gesteinskörnung           | $\alpha_c [10^{-6}/K]$ |
|---------------------------|------------------------|
| Quarz, Quarzit, Sandstein | 11 – 13                |
| Granit                    | 8 – 10                 |
| Basalt                    | 7 – 9                  |
| dichter Kalkstein         | 6 – 8                  |

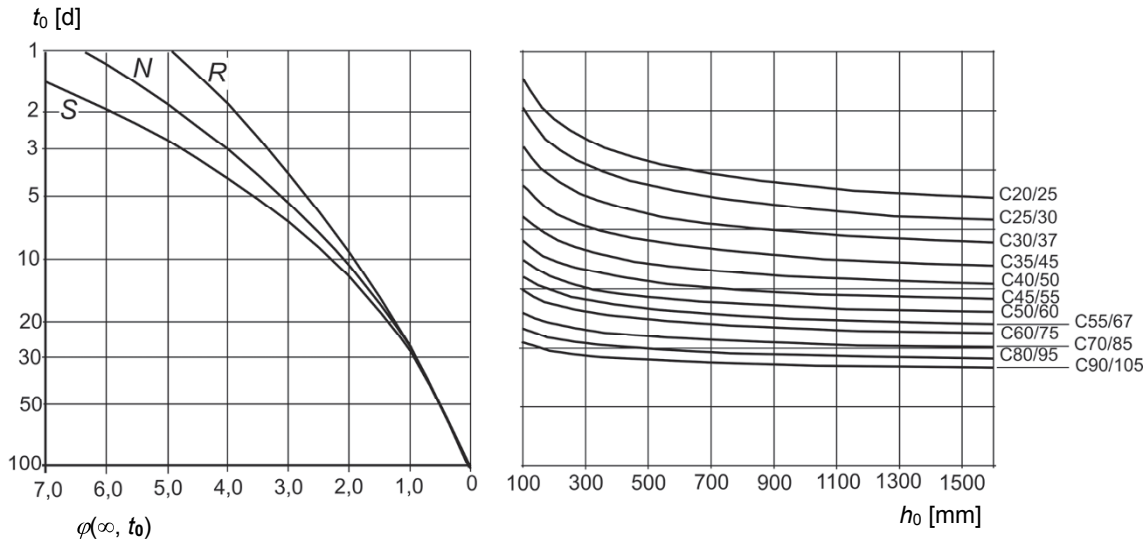
$\alpha_c$ : wassergesättigt – lufttrocken

lineares Kriechen

Anhang B **normativ**

Zu (4): nichtlineares Kriechen Gl. (3.7)

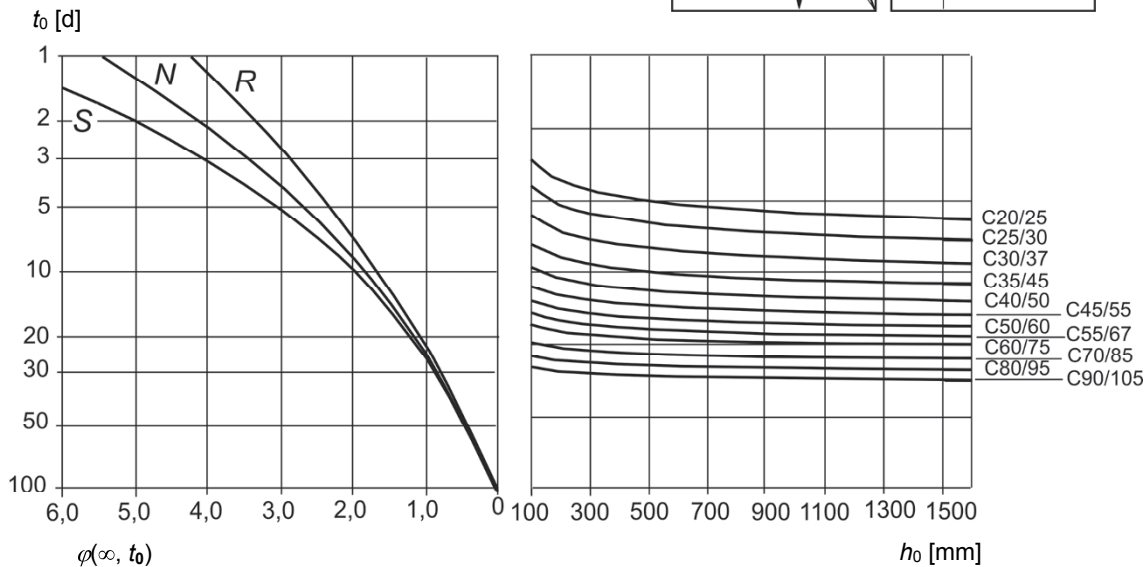
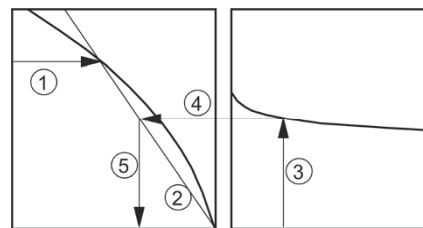




**a) trockene Innenräume, relative Luftfeuchte = 50 %**

**ANMERKUNG**

- der Schnittpunkt der Linien 4 und 5 kann auch über dem Punkt 1 liegen
- für  $t_0 > 100$  Tage darf  $t_0 = 100$  Tage angenommen werden (Tangentenlinie ist zu verwenden)



**b) Außenluft, relative Luftfeuchte = 80 %**

**Bild 3.1 – Methode zur Bestimmung der Kriechzahl  $\varphi(\infty, t_0)$  für Beton bei normalen Umgebungsbedingungen**

(5) Die in Bild 3.1 angegebenen Werte gelten für mittlere relative Luftfeuchten zwischen 40 % und 100 % und für Umgebungstemperaturen zwischen  $-40$  °C und  $+40$  °C.

Folgende Formelzeichen werden verwendet:

- $\varphi(\infty, t_0)$  Endkriechzahl;
- $t_0$  Alter des Betons bei der ersten Lastbeanspruchung in Tagen;
- $h_0$  wirksame Querschnittsdicke mit  $h_0 = 2A_c / u$ , wobei  $A_c$  die Betonquerschnittsfläche und  $u$  die Umfangslänge der dem Trocknen ausgesetzten Querschnittsflächen sind;  
ANMERKUNG  $u$  – bei Hohlkästen einschließlich 50 % des inneren Umfangs
- S Zement der Klasse S nach 3.1.2 (6);
- N Zement der Klasse N nach 3.1.2 (6);
- R Zement der Klasse R nach 3.1.2 (6).

- Zementklassen  
R: CEM 42,5 R, CEM 52,5 N und CEM 52,5 R (rapid – höhere Anfangsfestigkeit)  
N: CEM 32,5 R, CEM 42,5 N (normale Anfangsfestigkeit)  
S: CEM 32,5 N (slow – niedrige Anfangsfestigkeit)

Innerer Umfang  $u$  mit 50 % nur, wenn der Hohlkasten geschlossen ist und nicht durchlüftet wird (anderenfalls innerer Umfang mit 100 %).

(6) Die Gesamtschwinddehnung setzt sich aus zwei Komponenten zusammen: der Trocknungsschwinddehnung und der autogenen Schwinddehnung.

Die Trocknungsschwinddehnung bildet sich langsam aus, da sie eine Funktion der Wassermigration durch den erhärteten Beton ist. Die autogene Schwinddehnung bildet sich bei der Betonerhärtung aus: Der Hauptanteil bildet sich bereits in den ersten Tagen nach dem Betonieren aus. Das autogene Schwinden ist eine lineare Funktion der Betonfestigkeit. Es sollte insbesondere dort berücksichtigt werden, wo Frischbeton auf bereits erhärteten Beton aufgebracht wird.

Somit ergibt sich die Gesamtschwinddehnung  $\varepsilon_{cs}$  aus

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} \quad (3.8)$$

Dabei ist

- $\varepsilon_{cs}$  die Gesamtschwinddehnung;
- $\varepsilon_{cd}$  die Trocknungsschwinddehnung des Betons;
- $\varepsilon_{ca}$  die autogene Schwinddehnung.

Der Endwert der Trocknungsschwinddehnung beträgt  $\varepsilon_{cd,\infty} = k_h \cdot \varepsilon_{cd,0}$ .

Der Grundwert  $\varepsilon_{cd,0}$  darf Tabelle 3.2 entnommen werden (erwartete Mittelwerte mit einem Variationskoeffizienten von ca. 30 %).

ANMERKUNG Die Gleichung für  $\varepsilon_{cd,0}$  ist im Anhang B angegeben.

**Tabelle 3.2 – Grundwerte für die unbehinderte Trocknungsschwinddehnung  $\varepsilon_{cd,0}$  (in ‰) CEM Klasse N**

|   | 1<br>$f_{ck} / f_{ck,cube}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 2<br>Relative Luftfeuchte (in %) |      |      |      |      | 7<br>100 |
|---|---|----------------------------------|------|------|------|------|----------|
|   |   | 20                               | 40   | 60   | 80   | 90   |          |
| 1 | 20/25   | 0,62                             | 0,58 | 0,49 | 0,30 | 0,17 | 0        |
| 2 | 40/50   | 0,48                             | 0,46 | 0,38 | 0,24 | 0,13 |          |
| 3 | 60/75   | 0,38                             | 0,36 | 0,30 | 0,19 | 0,10 |          |
| 4 | 80/95   | 0,30                             | 0,28 | 0,24 | 0,15 | 0,08 |          |
| 5 | 90/105  | 0,27                             | 0,25 | 0,21 | 0,13 | 0,07 |          |

ANMERKUNG Weitere Grundwerte für die unbehinderte Trocknungsschwinddehnung  $\varepsilon_{cd,0}$  sind für die Zementklassen S, N, R und die Luftfeuchten RH = 40 % bis RH = 90 % im Anhang B als Tabellen NA.B.1 bis NA.B.3 ergänzt.

Die zeitabhängige Entwicklung der Trocknungsschwinddehnung folgt aus:

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} \quad (3.9)$$

Dabei ist

- $k_h$  ein von der wirksamen Querschnittsdicke  $h_0$  abhängiger Koeffizient gemäß Tabelle 3.3.

**Tabelle 3.3 –  $k_h$ -Werte in Gl. (3.9)**

|   | 1        | 2     |
|---|----------|-------|
|   | $h_0$    | $k_h$ |
| 1 | 100 mm   | 1,0   |
| 2 | 200 mm   | 0,85  |
| 3 | 300 mm   | 0,75  |
| 4 | ≥ 500 mm | 0,70  |

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \frac{(t - t_s)}{(t - t_s) + 0,04 \cdot \sqrt{h_0^3}} \quad (3.10)$$

Dabei ist

- $t$  Alter des Betons in Tagen zum betrachteten Zeitpunkt;
- $t_s$  Alter des Betons in Tagen zu Beginn des Trocknungsschwindens (oder des Quellens). Normalerweise das Alter am Ende der Nachbehandlung;
- $h_0$  wirksame Querschnittsdicke (mm)  $h_0 = 2A_c / u$ .

Dabei ist

- $A_c$  die Betonquerschnittsfläche;
- $u$  die Umfangslänge der dem Trocknen ausgesetzten Querschnittsflächen.

Die autogene Schwinddehnung folgt aus:

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \cdot \varepsilon_{ca}(\infty) \quad (3.11)$$

Dabei ist

$$\varepsilon_{ca}(\infty) = 2,5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} \quad (3.12)$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - e^{-0,2 \cdot \sqrt{t}} \quad \text{mit } t \text{ in Tagen.} \quad (3.13)$$

Anhang B: Kriechen und Schwinden **normativ**

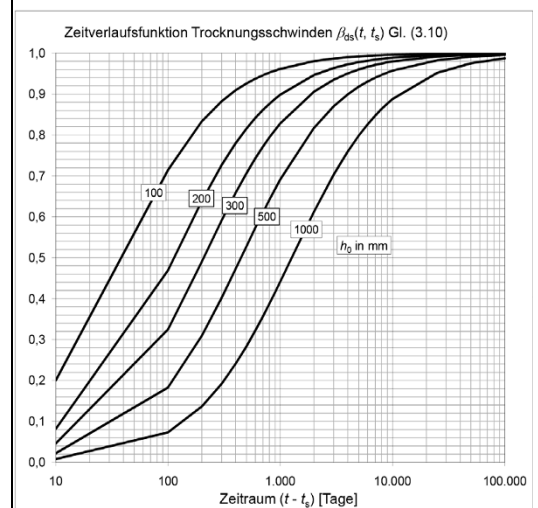
$\varepsilon_{cd,0}$  nach Gleichung (B.11)

$$\varepsilon_{cd}(\infty) = k_h \cdot \varepsilon_{cd,0}$$

$$h_0 = 2A_c / u$$

Auf der sicheren Seite liegt die Annahme:

$$\beta_{ds}(\infty, t_s) = 1,0 \text{ für } (t - t_s) = \infty$$



### 3.1.5 Spannungs-Dehnungs-Linie für nichtlineare Verfahren der Schnittgrößenermittlung und für Verformungsberechnungen

(1) Der in Bild 3.2 dargestellte Zusammenhang zwischen  $\sigma_c$  und  $\varepsilon_c$  für eine kurzzeitig wirkende, einaxiale Druckbeanspruchung wird durch Gleichung (3.14) beschrieben:

$$\frac{\sigma_c}{f_{cm}} = \frac{k\eta - \eta^2}{1 + (k-2)\eta} \quad (3.14)$$

Dabei ist

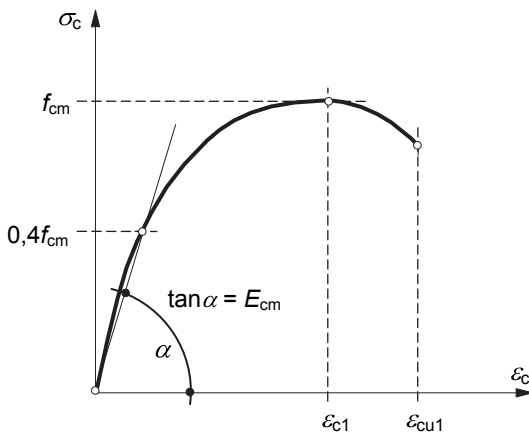
$$\eta = \varepsilon_c / \varepsilon_{c1};$$

$\varepsilon_{c1}$  die Stauchung beim Höchstwert der Betondruckspannung gemäß Tabelle 3.1;

$$k = 1,05E_{cm} \cdot |\varepsilon_{c1}| / f_{cm} \quad (f_{cm} \text{ nach Tabelle 3.1}).$$

Die Gleichung (3.14) gilt für  $0 < |\varepsilon_c| < |\varepsilon_{cu1}|$ , wobei  $\varepsilon_{cu1}$  die rechnerische Bruchdehnung ist.

Für Rotationsnachweise nach Abschnitt 5.6.3, für das Allgemeine Verfahren Theorie II. Ordnung nach Abschnitt 5.8.6 oder für nichtlineare Verfahren nach Abschnitt 5.7, sind für  $f_{cm}$  die dort angegebenen Werte zu verwenden.



**Bild 3.2 – Spannungs-Dehnungs-Linie für die Schnittgrößenermittlung mit nichtlinearen Verfahren und für Verformungsberechnungen**

(2) Andere idealisierte Spannungs-Dehnungs-Linien dürfen verwendet werden, wenn sie das Verhalten des untersuchten Betons angemessen wiedergeben, d. h., sie müssen dem in Absatz (1) beschriebenen Ansatz gleichwertig sein.

### 3.1.6 Bemessungswert der Betondruck- und Betonzugfestigkeit

(1)P Der Bemessungswert der Betondruckfestigkeit wird definiert als

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c \quad (3.15)$$

Dabei ist

$\gamma_c$  der Teilsicherheitsbeiwert für Beton siehe 2.4.2.4;

$\alpha_{cc}$  der Beiwert zur Berücksichtigung von Langzeitauswirkungen auf die Betondruckfestigkeit und von ungünstigen Auswirkungen durch die Art der Beanspruchung:  $\alpha_{cc} = 0,85$ .

In begründeten Fällen (z. B. Kurzzeitbelastung) dürfen auch höhere Werte für  $\alpha_{cc}$  (mit  $\alpha_{cc} \leq 1$ ) angesetzt werden.

(2)P Der Bemessungswert der Betonzugfestigkeit  $f_{ctd}$  wird definiert als

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk;0,05} / \gamma_c \quad (3.16)$$

Dabei ist

$\gamma_c$  der Teilsicherheitsbeiwert für Beton siehe 2.4.2.4;

$\alpha_{ct}$  der Beiwert zur Berücksichtigung von Langzeitauswirkungen auf die Betonzugfestigkeit und von ungünstigen Auswirkungen durch die Art der Beanspruchung:  $\alpha_{ct} = 0,85$ .

Bei der Ermittlung der Verbundspannungen  $f_{bd}$  nach 8.4.2 (2) darf  $\alpha_{ct} = 1,0$  angesetzt werden.

→ aus Tab. 3.1 für normalfeste Betone:

$$\varepsilon_{cu1} = 3,5 \text{ ‰}$$

| Beton  | $\varepsilon_{c1}$ | $f_{cm}$             | $E_{cm}$             |
|--------|--------------------|----------------------|----------------------|
|        | [‰]                | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] |
| C12/15 | 1,8                | 20                   | 27.100               |
| C16/20 | 1,9                | 24                   | 28.600               |
| C20/25 | 2,0                | 28                   | 30.000               |
| C25/30 | 2,1                | 33                   | 31.500               |
| C30/37 | 2,2                | 38                   | 32.800               |
| C35/45 | 2,25               | 43                   | 34.100               |
| C40/50 | 2,3                | 48                   | 35.200               |
| C45/55 | 2,4                | 53                   | 36.300               |
| C50/60 | 2,45               | 58                   | 37.300               |

Tangentenmodul  $E_c = 1,05E_{cm}$  (siehe 3.1.4 (2))

| Bemessungssituationen     | $\gamma_c$ |
|---------------------------|------------|
| ständig und vorübergehend | 1,5        |
| außergewöhnlich           | 1,3        |

### 3.1.7 Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung

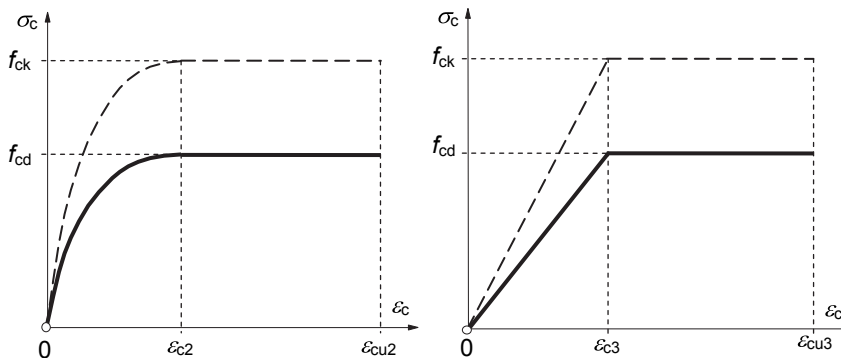
(1) Für die Querschnittsbemessung darf die in Bild 3.3 dargestellte Spannungs-Dehnungs-Linie verwendet werden (Stauchungen positiv):

$$\sigma_c = f_{cd} \left[ 1 - \left( 1 - \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{c2}} \right)^n \right] \quad \text{für } 0 \leq \epsilon_c \leq \epsilon_{c2} \quad (3.17)$$

$$\sigma_c = f_{cd} \quad \text{für } \epsilon_{c2} \leq \epsilon_c \leq \epsilon_{cu2} \quad (3.18)$$

Dabei ist

- $n$  der Exponent gemäß Tabelle 3.1;
- $\epsilon_{c2}$  die Dehnung beim Erreichen der Maximalfestigkeit gemäß Tabelle 3.1;
- $\epsilon_{cu2}$  die Bruchdehnung gemäß Tabelle 3.1.



Druckspannungen und Stauchungen sind positiv dargestellt.

**Bild 3.3 – Parabel-Rechteck-Diagramm für Beton unter Druck**

**Bild 3.4 – Bilineare Spannungs-Dehnungs-Linie**

(2) Andere vereinfachte Spannungs-Dehnungs-Linien dürfen auch verwendet werden, wenn sie gleichwertig oder konservativer als die in Absatz (1) definierte sind. Ein Beispiel hierfür ist die in Bild 3.4 dargestellte bilineare Spannungs-Dehnungs-Linie mit  $\epsilon_{c3}$  und  $\epsilon_{cu3}$  nach Tabelle 3.1.

(3) Ein Spannungsblock wie in Bild 3.5 darf angesetzt werden. Der Beiwert  $\lambda$  zur Bestimmung der effektiven Druckzonenhöhe und der Beiwert  $\eta$  zur Bestimmung der effektiven Festigkeit folgen aus:

$$\lambda = 0,8 \quad \text{für } f_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2 \quad (3.19)$$

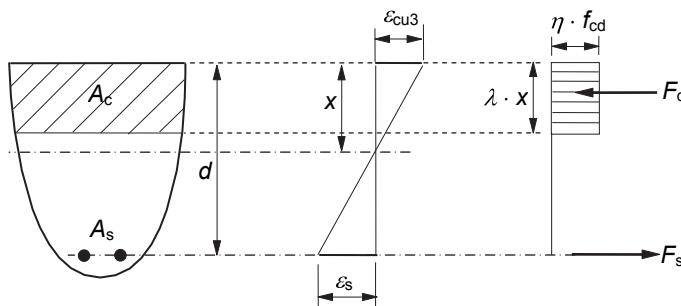
$$\lambda = 0,8 - (f_{ck} - 50) / 400 \quad \text{für } 50 < f_{ck} \leq 100 \text{ N/mm}^2 \quad (3.20)$$

und

$$\eta = 1,0 \quad \text{für } f_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2 \quad (3.21)$$

$$\eta = 1,0 - (f_{ck} - 50) / 200 \quad \text{für } 50 < f_{ck} \leq 100 \text{ N/mm}^2 \quad (3.22)$$

ANMERKUNG Sofern die Breite der Druckzone zum gedrückten Querschnittsrand hin abnimmt, sollte der Wert  $\eta \cdot f_{cd}$  um 10 % abgemindert werden.



**Bild 3.5 – Spannungsblock**

Für normalfeste Betone  $\leq$  C50/60 gilt:

$$n = 2$$

$$\epsilon_{c2} = 2,0 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{cu2} = 3,5 \text{ ‰}$$

→ z. B. für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen  $f_{cd} = 0,85 \cdot f_{ck} / 1,5$

| Beton    | $f_{cd}$ [N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------|-------------------------------|
| C12/15   | 6,8                           |
| C16/20   | 9,1                           |
| C20/25   | 11,3                          |
| C25/30   | 14,2                          |
| C30/37   | 17,0                          |
| C35/45   | 19,8                          |
| C40/50   | 22,7                          |
| C45/55   | 25,5                          |
| C50/60   | 28,3                          |
| C55/67   | 31,2                          |
| C60/75   | 34,0                          |
| C70/85   | 39,7                          |
| C80/95   | 45,3                          |
| C90/105  | 51,0                          |
| C100/115 | 56,7                          |

Für normalfeste Betone  $\leq$  C50/60 gilt:

$$\epsilon_{c3} = 1,75 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$$



### 3.1.8 Biegezugfestigkeit

(1) Die mittlere Biegezugfestigkeit bewehrter Betonbauteile hängt vom Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit und der Querschnittshöhe ab.

Die folgende Beziehung darf verwendet werden:

$$f_{ctm,fl} = (1,6 - h/1000) \cdot f_{ctm} \geq f_{ctm} \quad (3.23)$$

Dabei ist

$h$  die Gesamthöhe des Bauteils in mm;

$f_{ctm}$  der Mittelwert der zentrischen Betonzugfestigkeit gemäß Tabelle 3.1.

Die Beziehung nach Gleichung (3.23) gilt auch für charakteristische Zugfestigkeiten.

### 3.1.9 Beton unter mehraxialer Druckbeanspruchung

(1) Eine mehraxiale Druckbeanspruchung des Betons führt zu einer Modifizierung der effektiven Spannungs-Dehnungs-Linie: Es werden höhere Festigkeiten und höhere kritische Dehnungen erreicht. Andere grundlegende Baustoffeigenschaften dürfen für die Bemessung als unbeeinflusst betrachtet werden.

(2) Fehlen genauere Angaben, darf die in Bild 3.6 dargestellte Spannungs-Dehnungs-Linie (Stauchungen positiv) mit folgenden erhöhten charakteristischen Festigkeiten und Dehnungen verwendet werden:

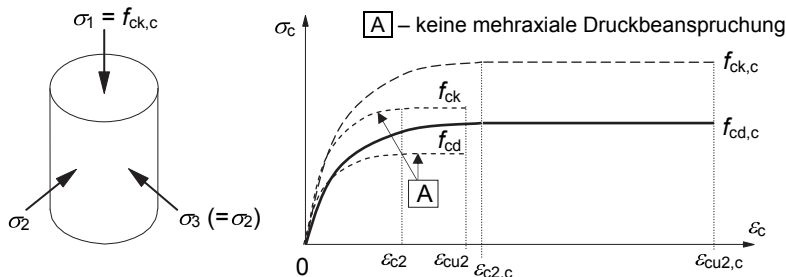
$$f_{ck,c} = f_{ck} \cdot (1,0 + 5,0 \cdot \sigma_2 / f_{ck}) \quad \text{für } \sigma_2 \leq 0,05 f_{ck} \quad (3.24)$$

$$f_{ck,c} = f_{ck} \cdot (1,125 + 2,5 \cdot \sigma_2 / f_{ck}) \quad \text{für } \sigma_2 > 0,05 f_{ck} \quad (3.25)$$

$$\varepsilon_{c2,c} = \varepsilon_{c2} \cdot (f_{ck,c} / f_{ck})^2 \quad (3.26)$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = \varepsilon_{cu2} + 0,2 \cdot \sigma_2 / f_{ck} \quad (3.27)$$

wobei  $\sigma_2$  ( $= \sigma_3$ ) die effektive Querdruckspannung im GZT infolge einer Querdehnungsbehinderung ist und  $\varepsilon_{c2}$  und  $\varepsilon_{cu2}$  aus Tabelle 3.1 zu entnehmen sind. Die Querdehnungsbehinderung kann durch entsprechende geschlossene Bügel oder durch Querbewehrung erzeugt werden, die die Streckgrenze infolge der Querdehnung des Betons erreichen können.



**Bild 3.6 – Spannungs-Dehnungs-Linie für Beton unter mehraxialen Druckbeanspruchungen**

## 3.2 Betonstahl

### 3.2.1 Allgemeines

(1)P Die folgenden Abschnitte enthalten Prinzipien und Anwendungsregeln für Betonstabstahl, Betonstabstahl vom Ring, Betonstahlmatten und Gitterträger. Sie gelten nicht für speziell beschichtete Stäbe.

Dieser Abschnitt gilt für Betonstahlprodukte im Lieferzustand nach den Normen der Reihe DIN 488 oder nach allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen. Für Betonstahl, der in Ringen produziert wurde, gelten die Anforderungen für den Zustand nach dem Richten.

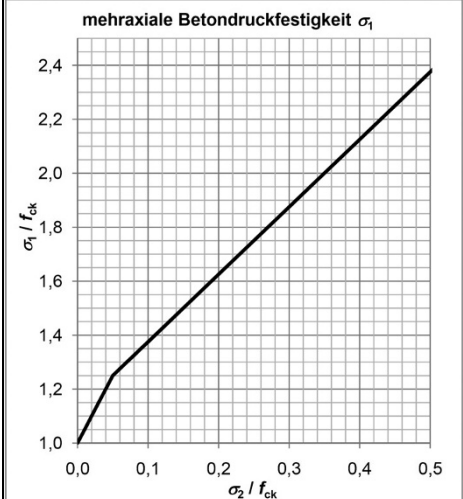
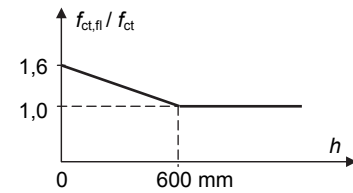
(2)P Die Anforderungen an die Materialeigenschaften gelten für die im erhärteten Beton liegende Bewehrung. Wenn durch die Art der Bauausführung die Eigenschaften der Bewehrung beeinträchtigt werden können, müssen diese nachgeprüft werden.

(3)P Bei der Verwendung anderer Betonstähle, die nicht den Normen der Reihe DIN 488 entsprechen, sind Zulassungen erforderlich.

(4)P Die erforderlichen Eigenschaften der Betonstähle müssen gemäß den Prüfverfahren in DIN EN 10080 bzw. DIN 488 nachgewiesen werden.

Betonstähle nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung dürfen für Betone ab C70/85 nur verwendet werden, sofern dies in der Zulassung geregelt ist.

Index fl – flexural tensile strength  
(Biegezugfestigkeit)



Für normalfeste Betone  $\leq$  C50/60 gilt:

$$\varepsilon_{c2} = 0,0020$$

$$\varepsilon_{cu2} = 0,0035$$

In Deutschland dürfen nur Betonstähle nach DIN 488 oder mit Zulassung bei einer Bemessung nach Eurocode 2 verwendet werden.

Zum Beispiel beim Hin- und Zurückbiegen, siehe 8.3 (NA.4)P.