

BAUWESEN

KOMMENTAR



Bundesvereinigung
der Prüfsingenieure
für Bautechnik e. V.



VERBAND BERATENDER
INGENIEURE



F. Fingerloos, J. Hegger, K. Zilch

Kurzfassung des Eurocode 2 für Stahlbetontragwerke im Hochbau



 **Ernst & Sohn**
A Wiley Company

Beuth

**Kurzfassung
des EUROCODE 2
für Stahlbetontragwerke
im Hochbau**



Frank Fingerloos, Josef Hegger, Konrad Zilch

Kurzfassung des EUROCODE 2 für Stahlbetontragwerke im Hochbau

1. Auflage 2012

Herausgeber:

Bundesvereinigung der Prüfeningenieure für Bautechnik e. V.

Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E. V.

Institut für Stahlbetonbewehrung e. V.

Verband Beratender Ingenieure (VBI)

Herausgeber:

Bundesvereinigung der Prüfeningenieure für Bautechnik e. V.

Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E. V.

Institut für Stahlbetonbewehrung e. V.

Verband Beratender Ingenieure (VBI)

© 2012 Beuth Verlag GmbH

Berlin · Wien · Zürich

Am DIN-Platz

Burggrafenstraße 6

10787 Berlin

Telefon: +49 (0) 30 2601-0

Telefax: +49 (0) 30 2601-1260

Email: info@beuth.de

Internet: www.beuth.de

© 2012 Wilhelm Ernst & Sohn

Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG

Rotherstraße 21

10245 Berlin

Telefon: +49 (0) 30 470 31-200

Telefax: +49 (0) 30 470 31-270

Email: info@ernst-und-sohn.de

Internet: www.ernst-und-sohn.de

ISBN 978-3-410-23208-7

ISBN 978-3-433-03045-5

1. 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 elektronischen Systemen.

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: Hellen Sergeyeva, Benutzung unter Lizenz von shutterstock.com

Druck: AZ-Druck GmbH, Berlin

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

Inhalt

Vorwort der Herausgeber	VII	
Vorwort der Bearbeiter	IX	
Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau:2011-01 Nationaler Anhang (NA) – National festgelegte Parameter:2011-01 Kurzfassung für Stahlbetontragwerke im üblichen Hochbau		1
Hilfsmittel	141	
Anhang Z.1 Zuordnung DIN 1045-1 – Eurocode 2	141	
Anhang Z.2 Stabdurchmessertabellen	146	
Anhang Z.3 Lieferprogramm für Lagermatten	147	
Anhang Z.4 Bemessungstafeln Biegung mit Längskraft	148	
Anhang Z.5 DIN EN 1990/NA: Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte	152	
Anhang Z.6 Verformungsbegrenzung mit Biegeschlankheiten	153	
Schrifttum	154	
Stichwortverzeichnis	157	

Vorwort der Herausgeber

Eurocode 2 (DIN EN 1992-1-1) ersetzt im Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbau die bisherige nationale Norm für die Tragwerksplanung im Betonbau DIN 1045-1. Der Eurocode 2 ist seit Juli 2012 in Deutschland bauaufsichtlich eingeführt.

Im Betonbau haben viele Grundlagen, die im Rahmen gemeinsamer Arbeiten zu den Vornormen des Eurocode 2 (ENV) entstanden sind, schon Eingang in DIN 1045-1 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.

Der Nationale Anhang zu DIN EN 1992-1-1 wurde unter Einbeziehung in der Praxis tätiger Ingenieure erarbeitet. 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 den Eurocode 2 weitgehend erleichtert wird.

Die Ingenieur- und Bauindustrieverbände sehen ihre Aufgabe darin, die Umsetzung von Normen in die Praxis zu unterstützen und zu erleichtern. Diesem Ziel dient auch die schon gemeinsam herausgegebene „Kommentierte Fassung“, die alle für Deutschland geltenden Regeln des Eurocode 2 (DIN EN 1992-1-1) enthält (Langfassung [1]).

Die erfolgreiche Aufnahme der in drei Auflagen erschienenen „Kommentierten Kurzfassung von DIN 1045-1“ in der Praxis bestätigt den großen Bedarf der Tragwerksplaner nach einem weiter vereinfachten Arbeitsmittel für die tägliche Arbeit mit der Stahlbetonnorm. Die herausgebenden Verbände gehen daher davon aus, dass eine vergleichbare Kurzfassung für den üblichen Stahlbetonhochbau nach Eurocode 2 genauso hilfreich sein wird.

Für eine Vielzahl von Fällen der üblichen Bemessungspraxis ist es zweckmäßig, den Anwendern nur die Regelungen für Beton und Stahlbetonbauteile des üblichen Hochbaus in einer preiswerten, kompakten und kommentierten Fassung zur Verfügung zu stellen. Um sich auf die für die täglichen Aufgaben relevanten normativen Regelungen zu konzentrieren, werden die Regelungen für den Spannbeton, für Leichtbeton, für hochfesten Beton, für sehr große Stabdurchmesser, für Ermüdungsnachweise und für Verfahren der Plastizitätstheorie nicht mit abgedruckt. 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. Bei Planungsaufgaben außerhalb des üblichen Stahlbetonhochbaus oder zum Nachlesen ausführlicherer Erläuterungen kann dann auf die Langfassung [1] oder das DAfStb-Heft [600] zurückgegriffen werden.

In dieser Kurzfassung werden Verweise auf mitgeltende Normabschnitte und Bezüge zu den zugehörigen Normen Eurocode 0 (DIN EN 1990), Eurocode 1 (DIN EN 1991), DIN EN 206-1/DIN 1045-2 und DIN EN 13670/DIN 1045-3 in der Kommentarspalte angegeben. Außerdem werden neue Regelungen und Formulierungen von DIN EN 1992-1-1 bei Bedarf zusätzlich kurz kommentiert. Ergänzt wird der Band durch einige Bemessungshilfsmittel.

Wir gehen davon aus, dass dieser Band sich wieder als willkommenes Hilfsmittel zur Anwendung von Eurocode 2 in der täglichen Praxis des üblichen Stahlbetonbaus etablieren wird.

Die Anwender der Kurzfassung sind aufgerufen, den Herausgebern und Autoren Meinungen und Kritiken mitzuteilen. Die Weiterentwicklung der Norm selbst kann nur durch die aktive Mitwirkung der Praxis gelingen.

Berlin, im September 2012

Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V.
www.betonverein.de

Dr.-Ing. Lars Meyer

Bundesvereinigung der Prüfsingenieure für Bautechnik e.V.
www.bvpi.de

Dr.-Ing. Hans-Peter Andrä

Verband Beratender Ingenieure e.V.
www.vbi.de

Dr.-Ing. Volker Cornelius

Institut für Stahlbetonbewehrung e.V.
www.isb-ev.de

Dr.-Ing. Jörg Moersch

Vorwort der Bearbeiter

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

Diese Kurzfassung wurde aus der von den Unterzeichnern erarbeiteten kommentierten Langfassung abgeleitet [1]. Dabei wurden der Normentext 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 Normentext konzentrieren. Begleitet wird der konsolidierte Normentext in einer Hinweisspalte durch hilfreiche Verweise, Grafiken, Tabellen und kurze Erläuterungen, so dass sich der Leser schneller und einfacher zurechtfinden kann.

Diese Kurzfassung ist als persönliches Arbeitsexemplar für jeden Tragwerksplaner gedacht, der vorrangig übliche Hochbautragwerke aus Beton und Stahlbeton bearbeitet und sich mit eigenen Notizen und Anmerkungen ein kompaktes Hilfsmittel schaffen will.

Sollten ausführlichere Erläuterungen erforderlich sein, kann auf die Langfassung [1] zurückgegriffen werden. 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 erleichtern.

Danken möchten wir an dieser Stelle auch den Mitarbeitern der Lehrstühle für Massivbau Dipl.-Ing. Alexander Stark und Dipl.-Ing. Frederik Teworte an der RWTH Aachen sowie Dipl.-Ing. (FH) Daniel Wingenfeld (M.Sc.) an der TU München für ihre Unterstützung bei der Erstellung des Manuskripts.

Wir hoffen, dass diese Kurzfassung des Eurocode 2 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 September 2012

Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau:2011-01

Nationaler Anhang (NA) – National festgelegte Parameter:2011-01

Kurzfassung für Stahlbetontragwerke im üblichen Hochbau

Diese Kurzfassung umfasst 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, soweit möglich, in die Gleichungen, Bilder und Tabellen direkt integriert.

In dieser Kurzfassung sind DIN EN 1992-1-1/NA:2012-06: Berichtigung 1 und DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2012: A1-Änderung enthalten.

Die Regelungen der Kurzfassung umfassen:

- Beton- und Stahlbetonbauteile aus Normalbeton bis C50/60,
- Betonstahl B500A und B500B bis Durchmesser $\phi \leq 32$ mm,
- Vorwiegend ruhende Einwirkungen.

Alle für den üblichen Hochbau nicht relevanten Textteile aus DIN EN 1992-1-1 sind aus dieser Kurzfassung entfernt. Nicht mehr enthalten sind u. a. die Regelungen für

- Spannbetonbauteile,
- Geotechnische Bauteile des Spezialtiefbaus,
- Leichtbeton und hochfester Beton > C50/60,
- Ermüdungsnachweise und nicht vorwiegend ruhende Einwirkungen,
- Plastizitätstheorie (außer Stabwerkmodelle),
- Betonstahldurchmesser ϕ bzw. $\phi_h > 32$ mm (Einzelstäbe und Stabbündel).

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.

Die Hinweisspalte wurde zum schnelleren Verständnis der Regelungen ergänzt und enthält u. a. textliche Auszüge aus in Bezug genommenen Normen. Diese Auszüge sind teilweise gekürzt oder sinngemäß umformuliert worden. Darüber hinaus sei auf Folgendes hingewiesen:

- Die Kommentare, Auslegungen und Formulierungen sind der Fachliteratur entnommen bzw. entsprechen der Ansicht der Autoren und Verbände.
- Die in der Kurzfassung nicht abgedruckten Abschnitte bzw. angepasste Formeln, Tabellen und Bilder sind durch [...] gekennzeichnet. Ergänzte bzw. geänderte Texte sind [*in eckigen Klammern und kursiv*] vom Originaltext abgehoben.

Inhalt	Seite
Vorwort	7
Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (EN und ETA)	7
Nationaler Anhang zu EN 1992-1-1	7
1 ALLGEMEINES	8
1.1 Anwendungsbereich	8
1.1.1 Anwendungsbereich des Eurocode 2	8
1.1.2 Anwendungsbereich des Eurocode 2 Teil 1-1	8
1.2 Normative Verweisungen	9
1.2.1 Allgemeine normative Verweisungen	9
1.2.2 Weitere normative Verweisungen	9
1.3 Annahmen	10
1.4 Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln	10
1.5 Begriffe	10
1.5.1 Allgemeines	10
1.5.2 Besondere Begriffe und Definitionen in dieser Norm	10
1.6 Formelzeichen	12
2 GRUNDLAGEN DER TRAGWERKSPLANUNG	14
2.1 Anforderungen	14
2.1.1 Grundlegende Anforderungen	14
2.1.2 Behandlung der Zuverlässigkeit	14
2.1.3 Nutzungsdauer, Dauerhaftigkeit und Qualitätssicherung	14
2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen	14
2.3 Basisvariablen	14
2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse	14
2.3.1.1 Allgemeines	14
2.3.1.2 Temperatúrauswirkungen	15
2.3.1.3 Setzungs-/Bewegungsunterschiede	15
2.3.2 Eigenschaften von Baustoffen, Bauprodukten und Bauteilen	15
2.3.2.1 Allgemeines	15
2.3.2.2 Kriechen und Schwinden	15
2.3.3 Verformungseigenschaften des Betons	16
2.3.4 Geometrische Angaben	16
2.3.4.1 Allgemeines	16
2.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten	16
2.4.1 Allgemeines	16
2.4.2 Bemessungswerte	16
2.4.2.1 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen aus Schwinden	16
2.4.2.4 Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe	16
2.4.2.5 Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe bei Gründungen	16
2.4.3 Kombinationsregeln für Einwirkungen	17
2.4.4 Nachweis der Lagesicherheit	17
2.6 Zusätzliche Anforderungen an Gründungen	17
2.7 Anforderungen an Befestigungsmittel	17
NA.2.8 Bautechnische Unterlagen	18
NA.2.8.1 Umfang der bautechnischen Unterlagen	18
NA.2.8.2 Zeichnungen	18
NA.2.8.3 Statische Berechnungen	18
NA.2.8.4 Baubeschreibung	18
3 BAUSTOFFE	19
3.1 Beton	19
3.1.1 Allgemeines	19
3.1.2 Festigkeiten	19
3.1.3 Elastische Verformungseigenschaften	20
3.1.4 Kriechen und Schwinden	21
3.1.5 Spannungs-Dehnungs-Linie für nichtlineare Verfahren der Schnittgrößenermittlung und für Verformungsberechnungen	23
3.1.6 Bemessungswert der Betondruck- und Betonzugfestigkeit	24
3.1.7 Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung	24
3.1.8 Biegezugfestigkeit	25
3.1.9 Beton unter mehraxialer Druckbeanspruchung	25

3.2	Betonstahl	26
3.2.1	Allgemeines	26
3.2.2	Eigenschaften	26
3.2.3	Festigkeiten	27
3.2.4	Duktilitätsmerkmale	27
3.2.5	Schweißen	28
3.2.7	Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung	28
4	DAUERHAFTIGKEIT UND BETONDECKUNG	30
4.1	Allgemeines	30
4.2	Umgebungsbedingungen	30
4.3	Anforderungen an die Dauerhaftigkeit	32
4.4	Nachweisverfahren	33
4.4.1	Betondeckung	33
4.4.1.1	Allgemeines	33
4.4.1.2	Mindestbetondeckung $c_{\min}$	33
4.4.1.3	Vorhaltemaß	35
5	ERMITTLUNG DER SCHNITTGRÖSSEN	36
5.1	Allgemeines	36
5.1.1	Grundlagen	36
5.1.3	Lastfälle und Einwirkungskombinationen	37
5.1.4	Auswirkungen von Bauteilverformungen (Theorie II. Ordnung)	37
5.2	Imperfektionen	37
5.3	Idealisierungen und Vereinfachungen	39
5.3.1	Tragwerksmodelle für statische Berechnungen	39
5.3.2	Geometrische Angaben	40
5.3.2.1	Mitwirkende Plattenbreite (alle Grenzzustände)	40
5.3.2.2	Effektive Stützweite von Balken und Platten im Hochbau	40
5.4	Linear-elastische Berechnung	42
5.5	Linear-elastische Berechnung mit begrenzter Umlagerung	42
5.6	Verfahren nach der Plastizitätstheorie	43
5.6.1	Allgemeines	43
5.6.4	Stabwerkmodelle	43
5.7	Nichtlineare Verfahren	43
5.8	Berechnung von Bauteilen unter Normalkraft nach Theorie II. Ordnung	45
5.8.1	Begriffe	45
5.8.2	Allgemeines	45
5.8.3	Vereinfachte Nachweise für Bauteile unter Normalkraft nach Theorie II. Ordnung	46
5.8.3.1	Grenzwert der Schlankheit für Einzeldruckglieder	46
5.8.3.2	Schlankheit und Knicklänge von Einzeldruckgliedern	46
5.8.3.3	Nachweise am Gesamttragwerk nach Theorie II. Ordnung im Hochbau	46
5.8.4	Kriechen	47
5.8.5	Berechnungsverfahren	48
5.8.6	Allgemeines Verfahren	48
5.8.8	Verfahren mit Nennkrümmung	49
5.8.8.1	Allgemeines	49
5.8.8.2	Biegemomente	49
5.8.8.3	Krümmung	50
5.8.9	Druckglieder mit zweiachsiger Lastausmitte	50
5.9	Seitliches Ausweichen schlanker Träger	52
6	NACHWEISE IN DEN GRENZZUSTÄNDEN DER TRAGFÄHIGKEIT (GZT)	53
6.1	Biegung mit oder ohne Normalkraft und Normalkraft allein	53
6.2	Querkraft	54
6.2.1	Nachweisverfahren	54
6.2.2	Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung	55
6.2.3	Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Querkraftbewehrung	56
6.2.4	Schubkräfte zwischen Balkensteg und Gurten	58
6.2.5	Schubkraftübertragung in Fugen	59
6.3	Torsion	62
6.3.1	Allgemeines	62
6.3.2	Nachweisverfahren	62
6.3.3	Wölbkrafttorsion	64