

Prof. Dr.-Ing. Jens Minnert

# Einführung in den Eurocode 2

## Teil 1: Grundlagen und Nationaler Anhang

Nach einer ausführlichen Erprobungsphase ist nun der neue Eurocode 2: „Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau“ (EC2-1-1) [1] mit seinem Nationalen Anhang [2] zur bauaufsichtlichen Einführung in Deutschland bereit. Im Teil 1 der Beitragsreihe werden die Grundlagen der Regelungen im Eurocode 2 in Verbindung mit dem Nationalen Anhang vorgestellt. Besonders wird hierbei auf Änderungen gegenüber den bekannten Regelungen in DIN 1045-1 [3] eingegangen.

### 1 Allgemeines

In Deutschland ist DIN 1045 „Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton“ Teil 1 „Bemessung und Konstruktion“ für die Bemessung von Tragwerken des allgemeinen Hochbaus seit 2002 verbindlich. Diese „neue“ DIN 1045 wurde im Jahre 2008 überarbeitet und stellt mit dem Ausgabedatum August 2008 die zurzeit gültige Norm dar.

Für den Brückenbau existierte der auf Grundlage der DIN V ENV 1992-1-1 erarbeitete und an DIN 1045-1 angepasste DIN-Fachbericht 102 „Betonbrücken“.

Eine Besonderheit der Eurocodes ist der Nationale Anhang, da Belange der Sicherheit, Dauerhaftigkeit und Wirtschaftlichkeit baulicher Anlagen hoheitliche Aufgaben der einzelnen Mitgliedstaaten darstellen.

Dem entsprechend werden diese Belange in so genannten **national festgelegten Parametern** (engl. **Nationally Determined Parameters**, NDP's) von den einzelnen Mitgliedsstaaten in Anhängen festgelegt.

Hierzu gehören insbesondere Parameter, die nur regionale Gültigkeit besitzen (z. B. von den jeweiligen klimatischen Bedingungen abhängenden Anforderungsklassen für die Betondeckung). Zu den NDP's enthält DIN EN 1992-1-1 jeweils empfohlene Werte. Der Nationale Anhang liegt nun in der Ausgabe Januar 2011 vor.

In der Abbildung 1 ist die Entwicklung der Normen und Regeln im Betonbau im Hinblick auf den Umfang (Seitenzahlen) zusammengestellt [4].

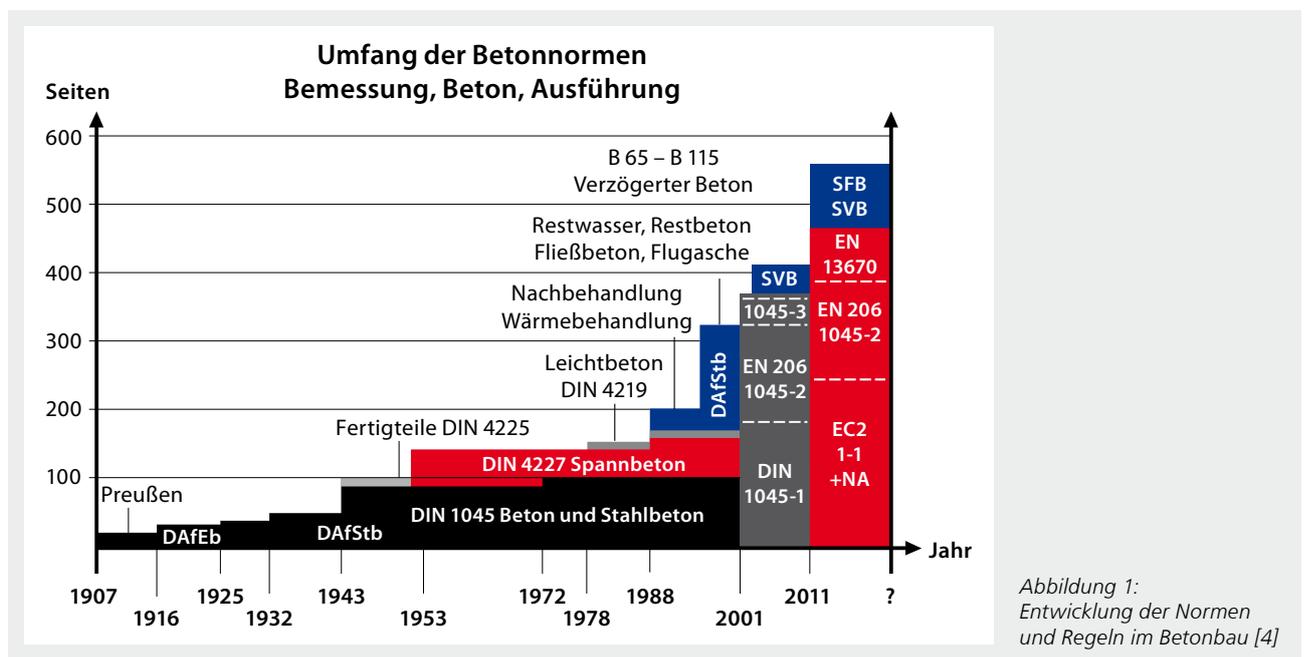


Abbildung 1: Entwicklung der Normen und Regeln im Betonbau [4]

## 2 Überblick

In DIN EN 1992-1-1 wird analog zur DIN 1045-1 zwischen den Prinzipien und den Anwendungsregeln unterschieden. Die Prinzipien werden mit einem „P“ hinter der Abschnittsnummer gekennzeichnet.

### Prinzipien:

Verbindliche Festlegung, von der keine Abweichung zulässig ist

### Anwendungsregeln:

Allgemein anerkannte Regeln, die den Prinzipien folgen; Alternativen auf Basis der Prinzipien zulässig

### Beispiele aus DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 7.4.1 (Begrenzung der Verformungen):

#### Prinzipie:

- (1)P Die Verformungen eines Bauteils oder eines Tragwerks dürfen weder die ordnungsgemäße Funktion noch das Erscheinungsbild des Bauteils beeinträchtigen.

#### Anwendungsregel:

- (2) Geeignete Grenzwerte für die Durchbiegung sind in der Regel auf die Art des Tragwerks, des Ausbaus, etwaige leichte Trennwände oder Befestigungen, sowie auf die Funktion des Tragwerks abzustimmen.

Gegenüber DIN 1045-1 werden im EC 2-1-1 die zusätzlichen und besonderen Bemessungsregeln für Bauteile und Tragwerke aus Fertigteilen, Leichtbeton und unbewehrtem Beton in separaten Kapiteln behandelt.

DIN EN 1992-1-1 besteht insgesamt aus 12 Kapiteln:

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

Nachfolgend werden aus den unterschiedlichen Kapiteln einzelne Punkte behandelt und die sich gegenüber der DIN 1045-1 ergebenden Veränderungen erläutert.

## 3 Begriffe, Definitionen und Formelzeichen

Für die Einarbeitung in den neuen EC 2 ist ein Vergleich der verschiedenen Definitionen, Begriffe und Formelzeichen mit den bekannten Angaben in DIN 1045-1 sinnvoll. In der Tabelle 1 ist eine Auswahl mit dem Vergleich zur bisherigen Schreibweise in DIN 1045-1 zusammengestellt.

Begriff	DIN 1045-1	EC 2-1-1
Vorzeichen der Betondruckspannung (i.d.R.)	negativ	positiv
Balkenquerschnitt	$b/h \leq 4$	$b/h \leq 5$
Wandartiger Träger	$l/h \leq 2$	$l/h \leq 2$
Zusätzliche ungewollte Ausmitte	$e_a$	$E_i$ (Imperfektion)
Äußerer Rundschnitt im Durchstanzbereich	$u_a$	$u_{out}$
Kritischer Rundschnitt Durchstanzen	$u_{crit}$	$u_1$
Durchstanztragfähigkeit ohne und mit Durchstanzbewehrung	$V_{Rd,ct}$ $v_{Rd,sy}$	$V_{Rd,c}$ $v_{Rd,cs}$
Biegerollendurchmesser	$d_{br}$	$D$
Stabdurchmesser	$d_s$	$\emptyset, \emptyset_s$
Vergleichsdurchmesser	$d_{sV}$	$\emptyset_n$
Grundmaß der Verankerungslänge	$l_b$	$l_{b,rqd}$
Erforderliche Verankerungslänge	$l_{b,net}$	$l_{bd}$
Übergreifungslänge	$l_s$	$l_o$
Abminderungsbeiwert für die Betondruckfestigkeit	$\alpha$	$\alpha_{cc}$
Vorhaltemaß der Betondeckung	$\Delta c$	$\Delta c_{dev}$

Tabelle 1:  
Vergleich einiger Definitionen,  
Begriffe und Formelzeichen  
in DIN 1045-1 und EC 2-1-1



## 4 Der Nationale Anhang des Eurocodes

Der Nationale Anhang darf (eigentlich) nur Hinweise zu den Parametern geben, die im Normentext des Eurocodes für nationale Entscheidungen offen gelassen wurden. Bei der nationalen Erarbeitung des Anhangs wurde festgestellt, dass die 121 national erlaubten Festlegungen aus deutscher Sicht nicht ausreichen. In der Arbeitsgruppe des NABau wurde daher die folgende Möglichkeit, die der Eurocode bietet, sehr großzügig genutzt und ausgelegt: „Verweise zur Anwendung des Eurocodes, soweit sie diesen ergänzen und nicht widersprechen“. Durch diese Vorgehensweise konnten ca. 80 % der bekannten Regelungen aus DIN 1045-1 im EC 2 mit Nationalem Anhang umgesetzt werden [6]. Einige Bereiche, z. B. „Nachweiskonzept für Durchstanzen“, weichen jedoch vollständig von den bekannten Regelungen in DIN 1045-1 ab.

Über die national festzulegenden Parameter (NDP) hinaus enthält der Nationale Anhang deshalb ergänzende, dem Normentext nicht widersprechende, Angaben und Erläuterungen. Weitere Hinweise und Erläuterungen, die über den Inhalt einer Norm hinausgehen, sollen in einem Heft 600 [7] vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton zusammengestellt werden. Im NA wird an verschiedenen Stellen auf dieses Heft 600 Bezug genommen.

Zur Unterstützung der Praktiker, sowohl bei der Einarbeitung, als auch bei der praktischen Arbeit mit der neuen Normengeneration, ist eine „Konsolidierte und kommentierte Fassung des EC2-1-1 mit NA [8] herausgegeben worden.

## 5 Die Anhänge zum Eurocode

Anders als in DIN 1045-1 sind im EC 2 zahlreiche Anhänge zum Normentext zu finden. Diese Anhänge werden in informative und normative unterschieden.

Hierbei dürfen die informativen Anhänge national geregelt werden. In Tabelle 2 sind die Anhänge des EC2 mit den Festlegungen im deutschen NA zusammengestellt.

## 6 Grundlagen, Baustoffe und Dauerhaftigkeit

### 6.1 Grundlagen

Die Grundlagen der Tragwerksplanung von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen sind in DIN EN 1990 (EC 0) [9] festgelegt. Dort sind Prinzipien und Anforderungen für die Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit von Tragwerken (Zuverlässigkeitsanforderungen) angegeben. Zusammen mit dem Nationalen Anhang des EC 0 für Deutschland wird z. B. für den allgemeinen Hochbau das Sicherheitsniveau analog zur DIN 1055-100 [10] bestimmt.

Die Teilsicherheitsbeiwerte für die Bemessung im Hochbau sind für normalfesten Beton, Betonstahl und Spannstahl im EC 2-1-1/NA identisch mit den bekannten Angaben in DIN 1045-1 festgelegt.

Die Indizes der Teilsicherheitsbeiwerte (Beton  $\gamma_c$ , Betonstahl  $\gamma_s$  und Spannstahl  $\gamma_p$ ) werden nun konsequent groß geschrieben, da es sich um Teilsicherheitsbeiwerte der Materialseite  $\gamma_M$  handelt.

Anhang	Inhalt	EC 2-1-1	NA
A	Modifikation von Teilsicherheitsbeiwerten für Baustoffe	informativ	normativ
B	Kriechen und Schwinden	informativ	normativ
C	Eigenschaften des Betonstahls	normativ	informativ, keine Anwendung
D	Genauere Methode zur Berechnung von Spannkraftverlusten aus Relaxation	informativ	informativ
E	Indikative Mindestfestigkeitsklassen zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit	informativ	normativ
F	Gleichungen für Zugsbewehrung für den ebenen Spannungszustand	informativ	nicht verbindlich
G	Boden-Bauwerk-Interaktion	informativ	nicht verbindlich
H	Nachweis am Gesamtbauwerk nach Theorie II. Ordnung	informativ	informativ
I	Ermittlung der Schnittgrößen bei Flachdecken und Wandscheiben	informativ	nicht verbindlich
J	Konstruktionsregeln für ausgewählte Beispiele	informativ	normativ

Tabelle 2:  
Übersicht der  
Anhänge im EC 2

### 6.2 Baustoffe

Der Sekantenmodul  $E_{cm}$  ist in EC 2-1-1 größer festgelegt als nach DIN 1045-1. Bezogen auf die Werte in DIN 1045-1 nimmt das Verhältnis ( $E_{cm,EC2} / E_{cm,DIN1045-1}$ ) von 124 % bei einem C12/15 auf ca. 100 %, bei einem C90/105 (bzw. C100/115 nur in EC 2-1-1/NA) ab (siehe Abbildung 2).

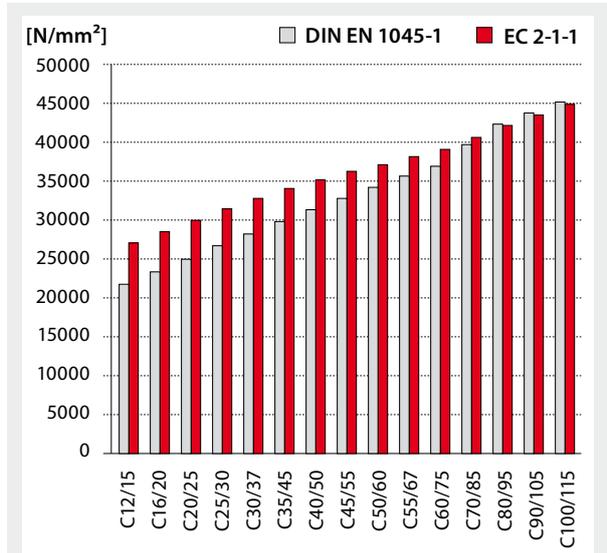


Abbildung 2: Vergleich Sekanten-E-Modul DIN 1045-1 zu EC 2-1-1

Gegenüber der in EC 2-1-1 Abschnitt 3.2.2 (3) angegebenen charakteristischen Streckgrenzen zwischen  $400 \text{ N/mm}^2 \leq f_{yk} \leq 600 \text{ N/mm}^2$  wurde im nationalen Anhang in Übereinstimmung mit DIN 488-Reihe [11] und den „Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (abZ)“ der Wert auf  $f_{yk} \leq 500 \text{ N/mm}^2$  eingeschränkt.

In DIN 488-Teil 1 [11] werden weiterhin zwei Betonstahlarten geregelt. Die Bezeichnung wurde jedoch geringfügig geändert: B500A statt BSt 500 (A) und B500B statt BSt 500 (B).

### 6.3 Dauerhaftigkeit

Die Umgebungsbedingungen sind in EC 2-1-1 und DIN 1045-1 (mit der Ausnahme XC 0) identisch definiert. Ein wesentlicher Unterschied besteht in der Forderung nach einer zusätzlichen Maßnahme bei Parkdecks in der Expositionsklasse XD 3 in Deutschland. Diese Anforderung wird im Nationalen Anhang wieder eingeführt. Die Expositionsklasse XM wird nicht in der europäischen Betonnorm DIN EN 206-1 [12] und daher auch nicht in Tabelle 4.1 des EC 2-1-1 behandelt. Sie wird in Abschnitt 4.4.1.2 (13) im Zusammenhang mit einer zusätzlichen „Opfer“-Betondeckung definiert.

Die erforderliche Betondeckung hängt von der Expositions-kategorie und der Betonzusammensetzung ab. Die Aufteilung der Betondeckungsanteile unterscheidet sich formal zwischen DIN 1045-1 und EC 2-1-1.

#### DIN 1045-1:

$$c_{nom} = c_{min} \cdot \Delta c \quad \text{DIN 1045-1, 6.3 (8) und Tabelle 4 mit}$$

$c_{min}$  Mindestbetondeckung  
 $\Delta c$  Vorhaltemaß

#### EC 2-1-1 mit Nationalem Anhang (NA):

$$c_{nom} = c_{min} \cdot \Delta c_{dev} \quad \text{EC 2-1-1 (4.1)}$$

$$c_{min} = \max \{ c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm} \} \quad \text{EC 2-1-1 (4.2)}$$

mit

- $c_{min,b}$  aus dem Verbundkriterium nach 4.4.1.2 (3)
- $c_{min,dur}$  aus den Umgebungsbedingungen (siehe Tabelle ...)
- $\Delta c_{dur,\gamma}$  additives Sicherheitselement (für XD 1 = +10 mm und für XD 2 = +5 mm)
- $\Delta c_{dur,st}$  bei nicht rostendem Stahl gilt die abZ (i. d. R.  $c_{min} = \max \{ c_{min,b}; 10 \text{ mm} \}$ )
- $\Delta c_{dur,add} = 0$  Verringerung der Betondeckung auf Grund zusätzlicher Schutzmaßnahmen,  $\Delta c_{dur,add} = 10 \text{ mm}$  für Expositions-kategorie XD bei dauerhafter, rissüberbrückender Beschichtung
- $\Delta c_{dev}$  Vorhaltemaß nach 4.4.1.3  $\Delta c_{dev} = 15 \text{ mm}$  in der Regel bzw.  $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$  bei XC 1 und bei Verbundkriterium

Anforderungs-kategorie	Expositions-kategorie nach EC 2-1-1, Tabelle 4.1						
	X0	XC1	XC2 XC3	XC4	XD1 XS1	XD2 XS2	XD3 XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

Tabelle 3: EC 2-1-1-Tabelle 4.4N –  $c_{min,dur}$  [mm] von Betonstahl

Im Konzept von EC 2-1-1 sind **Anforderungsklassen** (Structural classes) S1 bis S6 vorgesehen, die national gewählt werden dürfen. Die Mindestbetondeckung in Bezug auf die Dauerhaftigkeit ist den Anforderungsklassen entsprechend Tabelle 3 verknüpft. Für Deutschland wird im NA die Anforderungsklasse S3 gewählt. Die von S3 abweichenden Anforderungen in DIN 1045-1 in der Expositionsklasse XD ( $c_{min} = 40$  mm bzw. 50 mm für alle XD-Klassen) werden durch das additive Sicherheitselement  $\Delta c_{dur,y}$  ausgeglichen. Im EC 2-1-1/NA wird für Parkdecks in der Expositionsklasse XD3 mit  $\Delta c_{dur,add}$  eine Reduktion der Betondeckung um 10 mm bei dauerhafter, rissüberbrückender Beschichtung erlaubt.

In [7] wird auf die besonderen Formulierungen im bekannten Heft 525 [13] vom DAfStb verwiesen. Voraussetzung für die Anwendung der Reduzierung ist die Aufbringung eines **dauerhaften** und **flächigen** Schutzes unter Einbeziehung einer **regelmäßigen** und in definierten Abständen vorzunehmenden **erweiterten** **Wartung** und der Durchführung notwendiger **Instandsetzungen**. Weitere Hinweise können dem DBV-Merkblatt [14] entnommen werden.

Prof. Dr.-Ing. Jens Minnert  
Technische Hochschule Mittelhessen,  
Fachbereich Bauwesen, öbuv Sachverständiger

## 7 Literatur

- [1] DIN EN 1992-1-1:01/11: (Eurocode 2) Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung
- [2] DIN EN 1992-1-1/NA:01/2011: Nationaler Anhang zu Eurocode 2 – Teil 1-1
- [3] DIN 1045-1 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Bemessung und Konstruktion, Ausgabe August 2008
- [4] Fingerloos, F: Der Eurocode 2 für Deutschland – Erläuterungen und Hintergründe, Teil 1: Einführung in den Nationalen Anhang, Beton- und Stahlbetonbau 105 (2010), Heft 6, 2010 Ernst & Sohn Verlag
- [5] Fingerloos, F: Der Eurocode 2 für Deutschland – Erläuterungen und Hintergründe, Teil 2: Grundlagen, Dauerhaftigkeit, Baustoffe, Spannungs-Dehnungslinien, Beton- und Stahlbetonbau 105 (2010), Heft 7, 2010 Ernst & Sohn Verlag
- [6] Seminarband der Gemeinschaftstagung „Eurocode 2 für Deutschland“, Beuth Verlag und Ernst & Sohn Verlag, Berlin 2010
- [7] DAfStb-Heft 600: Erläuterungen zu Eurocode 2 (DIN EN 1992-1-1) (in Vorbereitung)
- [8] Fingerloos, F.; Hegger, J.; Zilch, K.: Der Eurocode 2 für Deutschland – DIN EN 1992: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau: Kommentierte und konsolidierte Fassung, Beuth und Ernst&Sohn Verlag, Berlin, 2011
- [9] DIN EN 1990: 12/10: Eurocode – Grundlagen der Tragwerksplanung
- [10] DIN 1055-100: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung: Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln. März 2001
- [11] DIN 488: Betonstahl
  - Teil 1: Stahlsorten, Eigenschaften, Kennzeichnung: 2009-08
  - Teil 2: Betonstabstahl: 2009-08
  - Teil 3: Betonstahl in Ringen, Bewehrungsdraht: 2009-08
  - Teil 4: Betonstahlmatten: 2009-08
  - Teil 5: Gitterträger: 2009-08
  - Teil 6: Übereinstimmungsnachweis: 2010-01
- [12] DIN EN 206-1: Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität: 2001-07 und DIN EN 206-1/A1: Änderung A1:2004-10 und DIN EN 206-1/A2: Änderung A2: 2005-09
- [13] DAfStb-Heft 525: Erläuterungen zu DIN 1045-1, Berlin, Beuth-Verlag, 2. überarbeitete Auflage 2010
- [14] DBV-Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“, Hrsg.: Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E. V., 2. Überarbeitete Ausgabe 2010