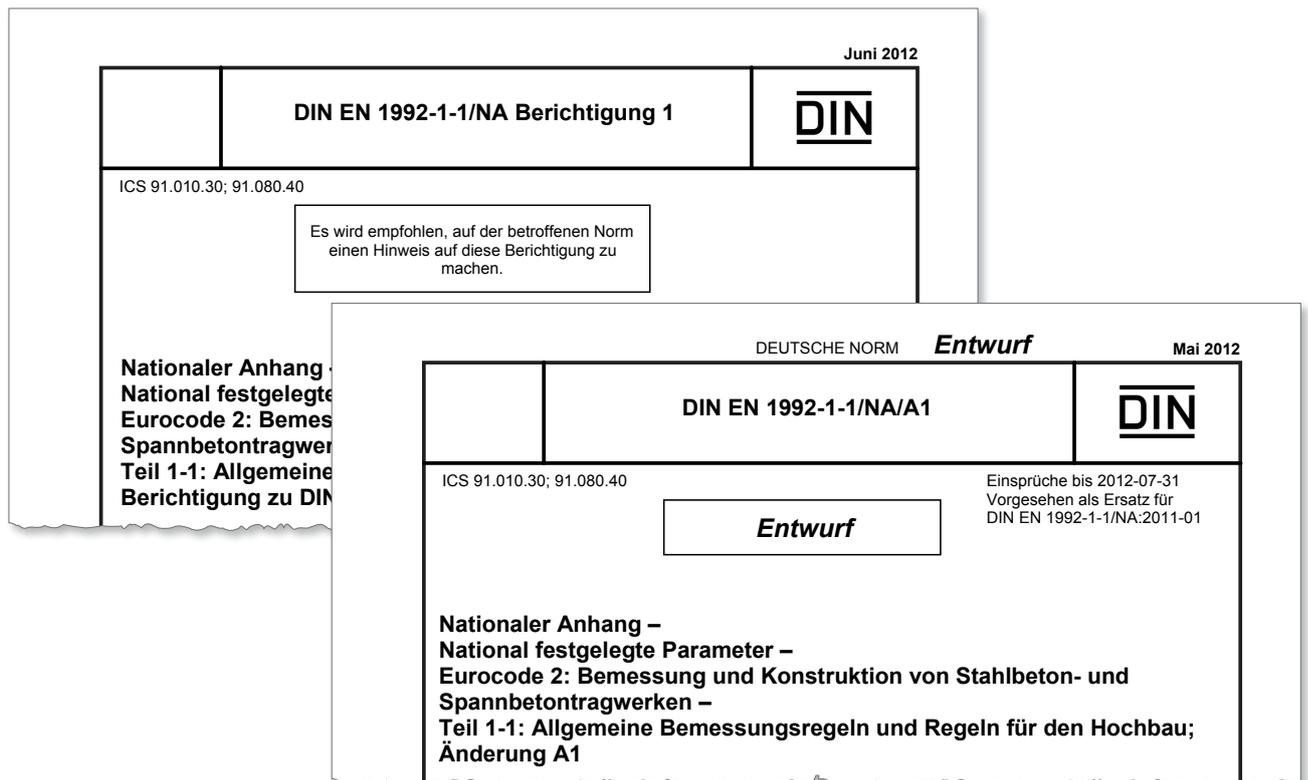


Dr.-Ing. Joachim Kretz

# Änderungen im Eurocode 2 - Durchstanzen

## Berichtigung 1 und Änderung A1 zu DIN EN 1992-1-1/NA

Die Grundlage der Bemessung und der Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken für den Hochbau bildet der Eurocode 2 (DIN EN 1992-1-1:2011-01) [1] in Verbindung mit dem Nationalen Anhang (DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01) [2]. Im Zuge der Bearbeitung der „Kommentierten Fassung von DIN EN 1992-1-1 [3]“ und des DAfStb-Heftes 600 [4] ergaben sich notwendige Änderungen im Nationalen Anhang zum Eurocode 2. Aus diesem Grund wurden eine Berichtigung 1 und eine Änderung A1 zu DIN EN 1992-1-1 in 2012 veröffentlicht.



### Allgemeines

Die Berichtigung 1 und die Änderung A1 beziehen sich auf die Originalausgaben [1, 2] des Beuth-Verlages vom Januar 2011. Im „Kommentar“ [3] zum Eurocode 2 für Deutschland und in der „Kurzfassung“ zur DIN EN 1992-1-1 [7] sind die Änderungen – bis auf die Änderungen zum Durchstanzen – im Wesentlichen bereits enthalten.

Neben redaktionellen Berichtigungen bezüglich Bezeichnungen und Nummerierungen besteht eine wesentliche Änderung in der reduzierten rechnerischen Tragfähigkeit von Bodenplatten gegen Durchstanzen. Im Folgenden wird nur auf die Änderungen zum Durchstanzen nach 6.4.4 eingegangen.

### Durchstanzwiderstand für Platten und Fundamente ohne Durchstanzbewehrung nach 6.4.4

#### Änderung (NDP) zu 6.4.4 (1):

Gegenüber der Originalausgabe [1] des EC 2 und des Nationalen Anhangs für Deutschland wird in Absatz (1) die Regelung für Bodenplatten und Fundamente gestrichen. Das bedeutet, dass der Absatz (1) nur noch Gültigkeit für Flachdecken besitzt. Die Regelungen für Bodenplatten und Stützenfundamente werden nach 6.4.4 Absatz (2) verschoben und dort geregelt. Absatz (1) lautet nun in geänderter Fassung:

(1) Der Durchstanzwiderstand einer Platte ist in der Regel für die Querschnittsfläche im kritischen Rundschnitt nach 6.4.2 zu bestimmen. Der Bemessungswert des Durchstanzwiderstands [N/mm<sup>2</sup>] darf wie folgt bestimmt werden:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,10 \cdot \sigma_{cp} \geq (v_{min} + 0,10 \cdot \sigma_{cp})$$

Dabei ist:

$C_{Rd,c}$  ein Vorwert  
 - bei Flachdecken  $C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c$   
 - für Innenstützen bei Flachdecken mit  $u_0/d < 4$  gilt jedoch:  
 $C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c \cdot (0,1 \cdot u_0 / d + 0,6)$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \quad \text{mit } d \text{ in mm}$$

$$v_{min} = (0,0525 / \gamma_c) \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} \quad \text{für } d \leq 600 \text{ mm}$$

$$v_{min} = (0,0375 / \gamma_c) \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} \quad \text{für } d > 800 \text{ mm}$$

(Zwischenwerte interpolieren)

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} \begin{cases} \leq 0,50 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yk}} \\ \leq 0,02 \end{cases} \quad \text{mittlerer Längsbewehrungsgrad}$$

$\rho_{ly}, \rho_{lz}$  Geometrischer Bewehrungsgrad für die innerhalb des betrachteten Rundschnittes auf der Biegezugseite angeordnete Bewehrung, die außerhalb des betrachteten Rundschnittes verankert ist

$\sigma_{cp}$  Bemessungswert der Betonnormalspannung (z. B. aus Vorspannung) innerhalb des betrachteten Rundschnittes  $\sigma_{cp} = (\sigma_{cp,y} + \sigma_{cp,z}) / 2$  in N/mm<sup>2</sup> (Druck positiv !)

#### Änderung (NCI) zu 6.4.4 (2):

Die Festlegungen für Bodenplatten und Fundamente sind in Absatz (2) wie folgt geregelt:

(2) Die Querkrafttragfähigkeit von Stützenfundamenten ist in der Regel in kritischen Rundschnitten innerhalb von  $2d$  vom Stützenrand nachzuweisen.

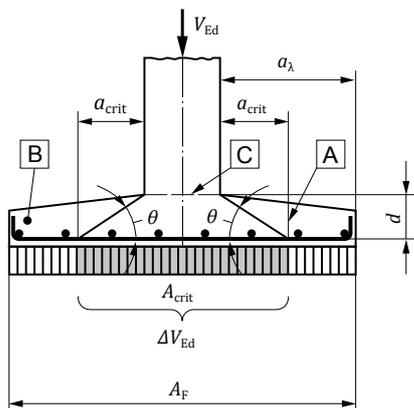
Die sich unter Fundamenten und Bodenplatten einstellende Sohldruckverteilung beeinflusst entscheidend deren Tragverhalten. Unterhalb des Durchstanzkegels darf diese Bodenreaktionskraft beim Nachweis der Sicherheit gegen Durchstanzen abgezogen werden. Die Neigung der Durchstanzkegel ist bei Fundamenten und Bodenplatten infolge der Bodenpressungen und der geringen Schubslankheit deutlich steiler geneigt als bei Flachdecken.

Bei der Ermittlung von  $v_{Rd,c}$  für Bodenplatten und Stützenfundamente ist – zur Einhaltung des Sicherheitsniveaus – der Vorwert  $C_{Rd,c} = 0,15 / \gamma_c$  zu berücksichtigen.

Der Abstand  $a_{crit}$  des maßgebenden Rundschnitts ist nach Bild NA.6.21.1 iterativ zu ermitteln. Da sich in jedem möglichen Rundschnitt im Abstand  $a_i$  neben der Lasteinleitungsfläche ein unterschiedlicher Umfang  $u_i$  und eine unterschiedliche Sohldruck-Abzugsfläche ergibt, sind sowohl die einwirkenden Schubspannungen  $v_{Ed}$  als auch die aufnehmbaren Schubspannungen  $v_{Rd,c}$  in jedem Rundschnitt unterschiedlich. Um den maßgebenden Schnitt mit dem kleinsten Widerstand  $v_{Rd,c}$  zu bestimmen, ist eine iterative Berechnung erforderlich (Bild NA.6.21.1).

Innerhalb des iterativ bestimmten Rundschnitts darf die Summe des Sohldrucks (Berechnung mit Sektorlasteinzugsflächen) zu 100 % entlastend angenommen werden.

Zur Vereinfachung der Berechnung darf für Bodenplatten und für schlanke Fundamente mit  $\lambda > 2.0$  ein konstanter Rundschnitt im Abstand  $1.0 \cdot d$  angenommen werden. Wird diese Vereinfachung angesetzt, dürfen nur 50 % der Summe der Sohldrucks innerhalb des konstanten Rundschnitts entlastend angenommen werden. Diese Regelung wurde konservativ gewählt, da neuere Parameterstudien von Hegger [4] ergaben, dass der Abzug von 100 % des Sohldrucks nicht immer auf der sicheren Seite liegt.



- [A] kritischer Rundschnitt
- [B] Fundament
- [C] Lasteinleitungsfläche  $A_{load}$
- $A_F$  Fundamentgrundfläche
- $\Delta V_{Ed}$  Abzugswert des Sohldrucks ohne Fundamenteigenlast nach 6.4.4 (2)

$$\lambda = a_\lambda / d \quad \text{mit } a_\lambda \text{ und } d \text{ an der Lasteinleitungsfläche}$$

$$\theta \geq \arctan 1/2$$

Bild NA.6.21.1 Rundschnitt und Abzug Sohldruck bei Fundamenten



Ermittlung der reduzierten, einwirkenden Kraft bei mittlerer Beanspruchung:

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed}$$

Dabei ist

$V_{Ed}$  die einwirkende Querkraft

$\Delta V_{Ed}$  die Summe der Bodenpressungen innerhalb des betrachteten Rundschnitts abzüglich des Fundamenteigengewichtes

$$v_{Ed} = \frac{V_{Ed} - \Delta V_{Ed}}{u \cdot d}$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot 2 \cdot \frac{d}{a} \geq (v_{min} \cdot 2 \cdot \frac{d}{a}) \quad [N/mm^2]$$

mit:

$a$  Abstand vom Stützenrand zum betrachteten Rundschnitt

$$C_{Rd,c} = 0,15/\gamma_c$$

$v_{min}$  nach 6.4.4 (1)

$k$  nach 6.4.4 (1)

D.h. die einwirkende Querkraft  $V_{Ed}$  wird um die resultierende nach oben gerichtete Kraft  $\Delta V_{Ed}$  (nach oben gerichteter Sohldruck abzüglich der Fundamenteigenlast) innerhalb des betrachteten Rundschnittes reduziert.

Bei ausmittiger Belastung ist die Reduktion der einwirkenden Querkraft bereits in der Ermittlung des Lasterhöhungsfaktors  $\beta$  enthalten.

$$v_{Ed} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_i \cdot d}$$

Dabei ist:

$\beta$  Lasterhöhungsfaktor

$V_{Ed}$  die einwirkende Querkraft

$u_i$  Umfang des betrachteten Rundschnittes

$d$  mittlere Nutzhöhe der Bodenplatte

$$\text{mit: } \beta = 1 + k \cdot \frac{M_{Ed} \cdot u}{V_{Ed,red} \cdot W} \geq 1,10$$

$W$  = Statisches Moment im betrachteten Rundschnitt

Mit Hilfe des DAfStb-Heftes 600 (Gleichung NA.6.51.1) kann auch eine genauere Ermittlung des Lasterhöhungsfaktors  $\beta$  gewählt werden.

Infolge der Änderung A1 zum EC 2 [1, 2] wurde für Bodenplatten (für Stützenfundamente war der Beiwert  $C_{Rd,c}$  bereits nach [2] mit 0.15 festgelegt) der empirische Beiwert  $C_{Rd,c}$  von 0.18 auf 0.15 reduziert, um das geforderte Sicherheitsniveau zu erzielen. Die rechnerische Tragfähigkeit von Bodenplatten gegen Durchstanzen wurde damit reduziert.

Dr.-Ing. Joachim Kretz  
mb AEC Software GmbH  
mb-news@mbaec.de

## Literatur

- [1] DIN EN 1992-1-1:2011-01, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau.
- [2] DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau.
- [3] Fingerloos, F.; Hegger, J.; Zilch, K.: Eurocode 2 für Deutschland – DIN EN 1992-1-1 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbauwerken, Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau mit Nationalem Anhang, Kommentierte Fassung. Berlin: Ernst & Sohn; Beuth, 2012.
- [4] Deutscher Ausschuss für Stahlbetonbau, Heft 600: Erläuterungen zur DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2), Beuth, Berlin 2012
- [5] DIN EN 1992-1-1/NA Berichtigung 1:2012-06 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, Berichtigung zu DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01.
- [6] DIN EN 1992-1-1/NA/A1 (Entwurf) Änderung A1:2012-05 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Änderung A1
- [7] Fingerloos, Frank: Normen und Regelwerke. In „BetonKalendar 2012, Berlin, Ernst & Sohn, 2012.
- [8] Fingerloos, F.; Hegger, J.; Zilch, K.: Kurzfassung des Eurocode 2 für Stahlbetontragwerke im Hochbau. Berlin, Ernst & Sohn (erscheint voraussichtl. Nov. 2012)
- [9] Fingerloos, Frank: Normen und Regelwerke. In „BetonKalendar 2013, Berlin, Ernst & Sohn, 2013.
- [10] Goris, Hegger: Hintergründe und Nachweise zum Durchstanzen nach Eurocode 2 - NAD. Stahlbetonbau aktuell 2011. Berlin: Bauwerk Verlag, 2011.
- [11] Minnert, J.: Einführung in den Eurocode 2 - Teil 2: Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT). mb News Nr. 3, mb AEC Software GmbH, 2012