

Tipp 15/10

Bemessungswert der einaxialen Festigkeit des Betons beim Nachweis gegen Ermüdung nach

DIN EN 1992-1-1:2011-01 [1] in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 [2]

Nach [1], Abschnitt 6.8.7 kann der Nachweis gegen Ermüdung des Betons unter Druck- oder Querkraftbeanspruchung geführt werden. Von einem ausreichenden Widerstand gegen Ermüdung kann, entsprechend [1], Abschnitt 6.8.7(2), für Beton unter Druckbeanspruchung ausgegangen werden, wenn die folgende Bedingung eingehalten wird.

$$\frac{\sigma_{c,max}}{f_{cd,fat}} \leq 0,5 + 0,45 * \frac{\sigma_{c,min}}{f_{cd,fat}} \leq \begin{cases} 0,9 \dots f_{ck} \leq 50 N / mm^2 \\ 0,8 \dots f_{ck} > 50 N / mm^2 \end{cases}$$

In dieser Gleichung werden die folgenden Parameter berücksichtigt.

$\sigma_{c,max}$	maximale Druckspannung bei häufiger Einwirkungskombination (Druck positiv)
$\sigma_{c,min}$	minimale Druckspannung an gleicher Stelle wie $\sigma_{c,max}$; jedoch bei Zugspannungen gilt $\sigma_{c,min} = 0$
$f_{cd,fat}$	Bemessungswert der einaxialen Betonfestigkeit beim Ermüdungsnachweis
f_{ck}	charakteristische Zylinderdruckfestigkeit des Betons nach 28 Tagen

Die maximalen und minimalen Druckspannungen des Betons ergeben sich aus den entsprechenden objektbezogenen Berechnungen und die charakteristische Zylinderdruckfestigkeit hängt von der Betonwahl des Tragwerksplaners ab. Deshalb soll hier das Augenmerk ausschließlich auf die Bestimmung des Bemessungswerts der einaxialen Betonfestigkeit beim Ermüdungsnachweis $f_{cd,fat}$ gelegt werden.

Nach [1], Abschnitt 6.8.7(1) darf der Bemessungswert der einaxialen Betonfestigkeit beim Ermüdungsnachweis $f_{cd,fat}$ nach der folgenden Gleichung berechnet werden.

$$f_{cd,fat} = k_1 * \beta_{cc}(t_0) * f_{cd} * \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right)$$

Nach [2] ist für $k_1 = 1,0$ anzusetzen.

Der vom Zementtyp und dem Betonalter abhängige Beiwert $\beta_{cc}(t_0)$ wird entsprechend [1], Abschnitt 3.1.2(6) nach folgender Gleichung ermittelt.

$$\beta_{cc}(t_0) = e^{s * [1 - \sqrt{(28 / t_0)}]}$$

Für den vom Zementtyp abhängigen Beiwert s ist nach [1] und [2] für Zemente

- der Klasse R (Zementfestigkeitsklassen CEM 42,5 R, CEM 52,5 N und CEM 52,5 R) $s = 0,20$
- der Klasse N (Zementfestigkeitsklassen CEM 32,5 R und CEM 42,5 N) $s = 0,25$
- der Klasse S (Zementfestigkeitsklasse CEM 32,5 N) $s = 0,38$

sowie für alle hochfesten Betone ($\geq C 55/67$) $s = 0,20$

und für t_0 ist der Zeitpunkt der ersten zyklischen Belastung des Betons in Tagen anzusetzen.

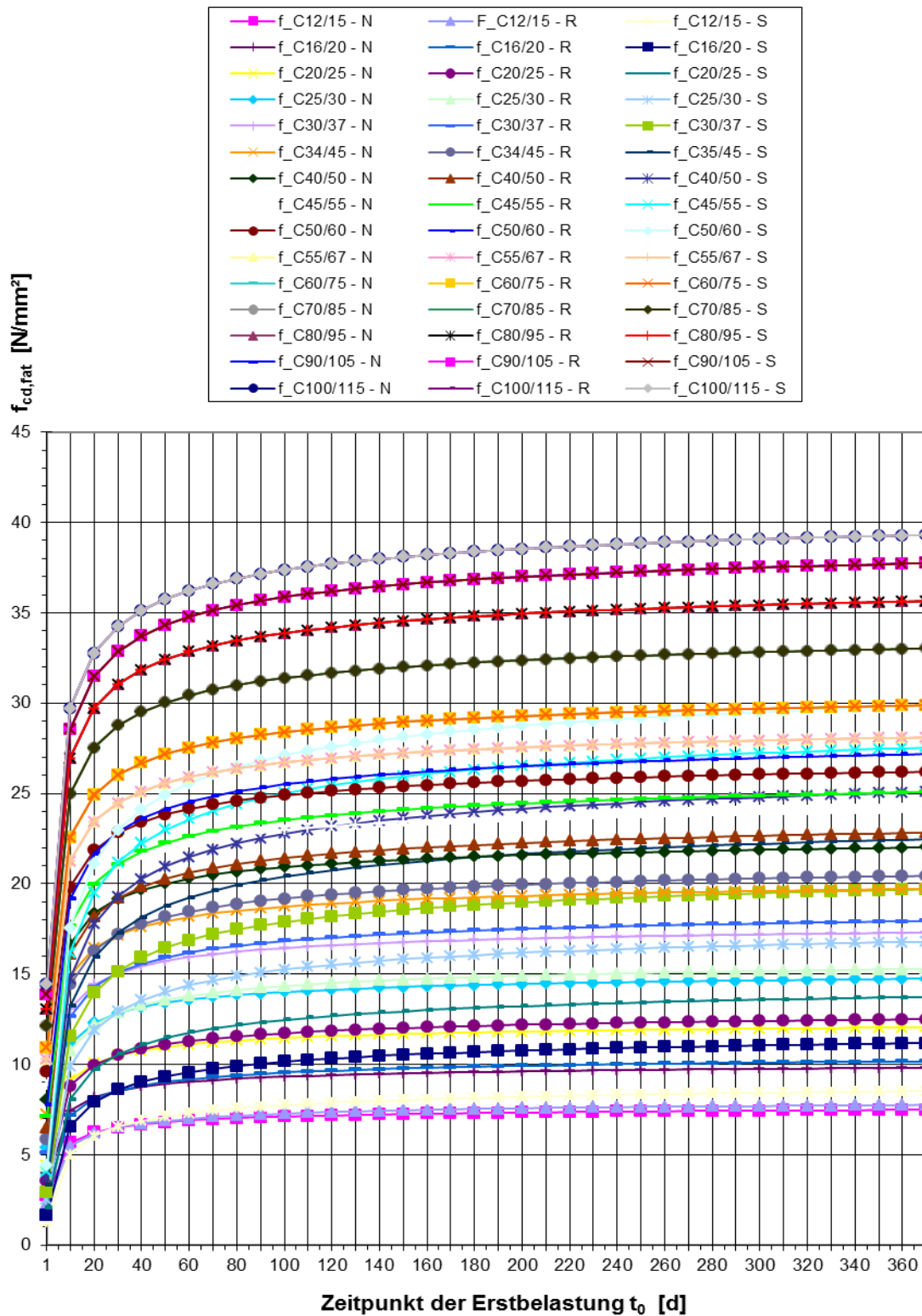
Der Bemessungswert der einaxialen Betondruckfestigkeit f_{cd} kann nach [1], Abschnitt 3.1.6(1) mit folgender Gleichung ermittelt werden.

$$f_{cd} = \alpha_{cc} * \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

Für den Beiwert der Langzeitfestigkeit des Betons ist entsprechend [2] $\alpha_{cc} = 0,85$ und der Teilsicherheitsbeiwert des Betons bei Ermüdungsbeanspruchung ist nach [3] mit $\gamma_c = 1,50$ anzunehmen.

Somit sind alle für die Berechnung von $f_{cd,fat}$ notwendigen Größen bekannt und nach der Auswertung der obigen Gleichung ergibt sich für einen Zeitraum von $1 \leq t_0 \leq 370$ Tagen der folgende Verlauf des Bemessungswerts der einaxialen Betonfestigkeit beim Ermüdungsnachweis $f_{cd,fat}$.

Bemessungwert der einaxialen Ermüdungsfestigkeit von Beton unter Druckbeanspruchung

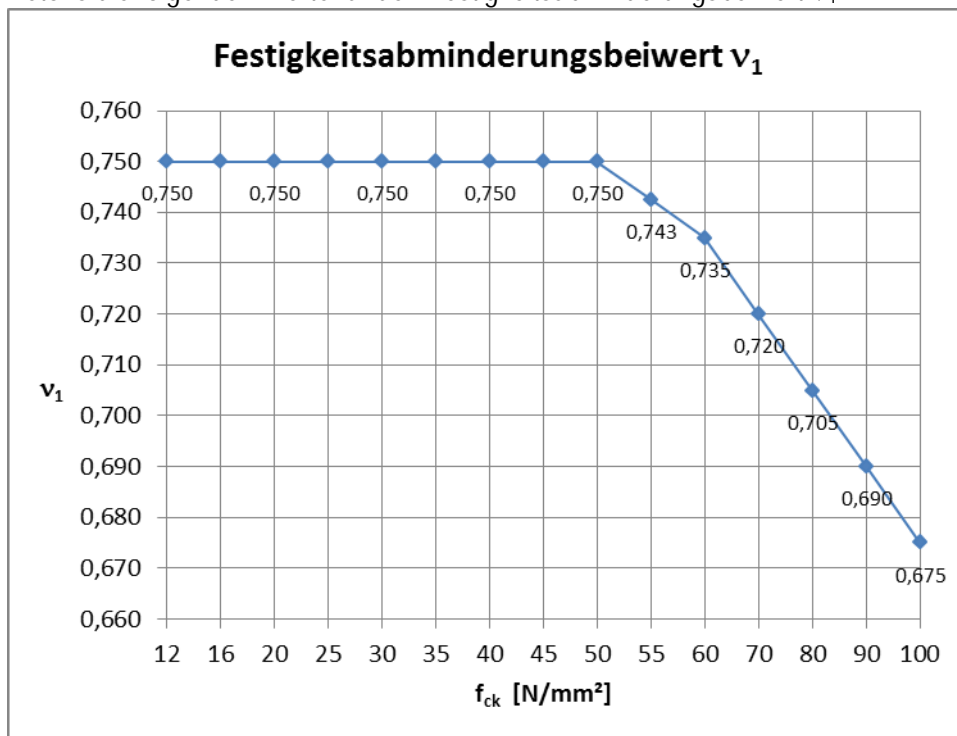


Somit kann für jede Betonfestigkeitsklasse und jeden Zementtyp in Abhängigkeit von einem beliebigen Zeitpunkt der ersten zyklischen Belastung des Betons $1 \leq t_0 \leq 370$ Tagen der zugehörige Bemessungswert $f_{cd,fat}$ der einaxialen Betonfestigkeit beim Nachweis gegen Ermüdung abgelesen werden.

Nach [1], Abschnitt 6.8.7(3) ist beim Nachweis der Ermüdung der Betondruckstreben in querkraftbeanspruchten Bauteilen dieser Bemessungswert $f_{cd,fat}$ noch mit dem Festigkeitsabminderungsbeiwert v_1 zu multiplizieren. Dieser Abminderungsbeiwert kann entsprechend [1], Abschnitt 6.2.3(3) i.V.m. [2] mit folgender Gleichung ermittelt werden.

$$v_1 = 0,75 * v_2$$

Hierbei ist entsprechend [2] zur Berücksichtigung der Betonfestigkeit $v_2 = (1,1 - \frac{f_{ck}}{500}) \leq 1,0$ anzunehmen. Somit ergeben sich in Abhängigkeit von der charakteristischen Zylinderdruckfestigkeit des Betons die folgenden Werte für den Festigkeitsabminderungsbeiwert v_1 .



Mit Hilfe dieser beiden Diagramme kann also auch für den Ermüdungsnachweis von Druckstreben in querkraftbeanspruchten Bauteilen sehr einfach der Bemessungswert $f_{cd,fat}$ ermittelt werden.

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:2013-04 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau

Impressum

Landesamt für Bauen und Verkehr
Bautechnisches Prüfamt
T. Schellenberg
Gulbener Straße 24
03046 Cottbus
Telefon 03342 / 4266-3501
Telefax 03342 / 4266-7608
PoststelleCB@LBV.Brandenburg.de
www.lbv.brandenburg.de