

Tipp 15/12

Nachweis der Begrenzung der Verformung ohne direkte Berechnung nach DIN EN 1992-1-1:2011-01 [1] in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 [2]

Nach [1], Abschnitt 7.4.2 kann der Nachweis der Begrenzung der Verformung ohne direkte Berechnung geführt werden. Entsprechend [1], Abschnitt 7.4.2 (1) ist eine direkte Durchbiegungsberechnung nicht erforderlich, wenn die Biegeschlankheit nach Abschnitt 7.4.2 (2) begrenzt wird. Dies entspricht somit der Begrenzung der Verformung ohne direkte Berechnung.

Dieses Nachweisverfahren darf nicht angewandt werden, wenn andere Randbedingungen oder Durchbiegungsgrenzen als die dem vereinfachten Verfahren zu Grunde liegenden zu beachten sind.

Die zulässige Biegeschlankheit $\frac{l}{d}$ von Stahlbetonbalken oder -platten im Hochbau ergibt sich nach [1],

Abschnitt 7.4.2 (2). Danach ist der Bewehrungsgrad des Bauteils zu beachten, so dass die Biegeschlankheit nach den folgenden Gleichungen ermittelt werden kann.

$$\begin{aligned}
 - \quad \rho \leq \rho_0 \quad & \frac{l}{d} = K * \left[11 + 1,5 * \sqrt{f_{ck}} * \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 * \sqrt{f_{ck}} * \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{1,5} \right] \\
 - \quad \rho > \rho_0 \quad & \frac{l}{d} = K * \left[11 + 1,5 * \sqrt{f_{ck}} * \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} * \sqrt{f_{ck}} * \sqrt{\frac{\rho'}{\rho_0}} \right]
 \end{aligned}$$

Nach [2] ist die Biegeschlankheit jedoch zusätzlich auf die folgenden Maximalwerte zu begrenzen.

$$\begin{aligned}
 - \quad \text{Allgemein} \quad & \frac{l}{d} = K * 35 \\
 - \quad \text{verformungsempfindliches Verhalten des Bauteils} \quad & \frac{l}{d} \leq K^2 * \frac{150}{l}
 \end{aligned}$$

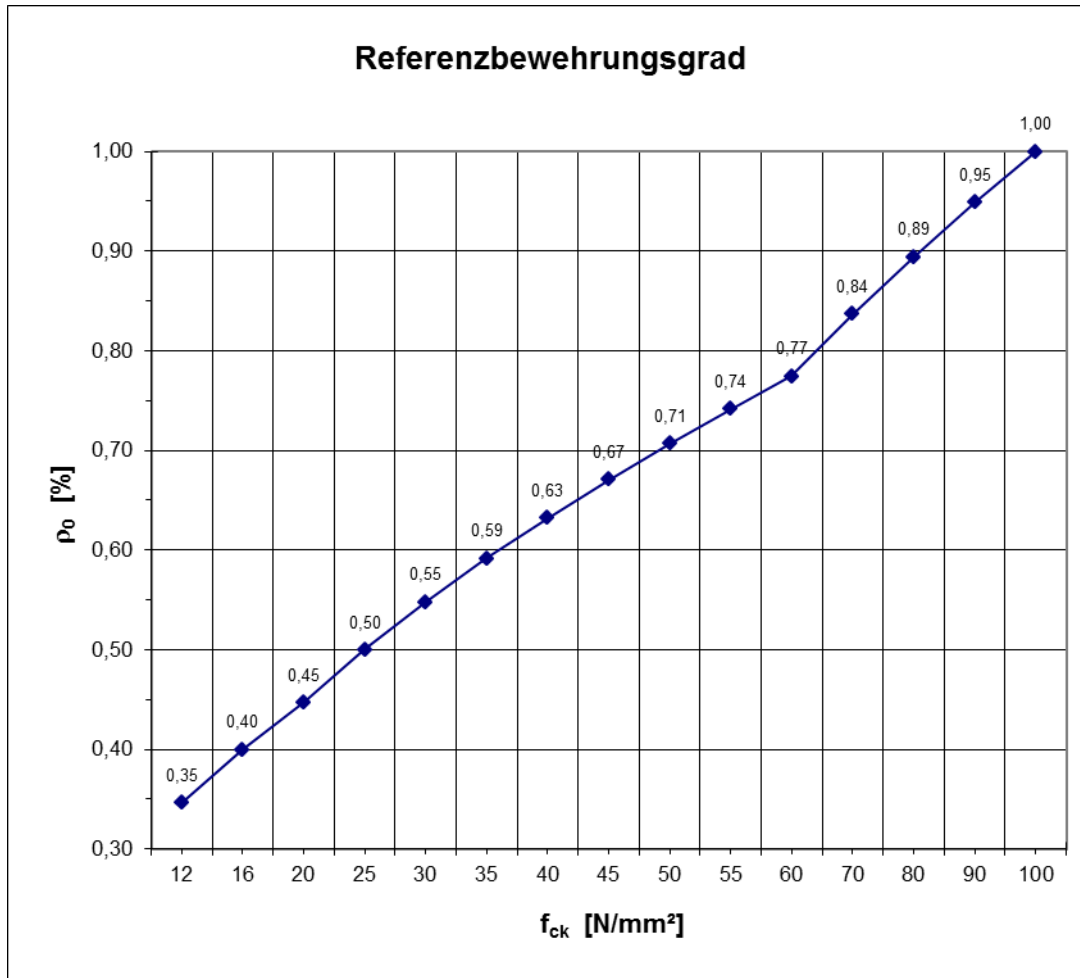
In den oben angeführten Gleichungen sind die folgenden Material- und Bauteilkennwerte berücksichtigt.

ρ	erforderlicher Zugbewehrungsgrad zur Abdeckung des Bemessungsmoments
ρ_0	Referenzbewehrungsgrad
l	Stützweite des Bauteils
d	statische Nutzhöhe des Bauteils
K	Beiwert, in Abhängigkeit vom statischen System des Bauteils
f_{ck}	charakteristischer Wert der zentrischen Betonzugfestigkeit
ρ'	erforderliche Druckbewehrung zur Aufnahme des Bemessungsmoments

Der Referenzbewehrungsgrad ρ_0 darf nach [1], Abschnitt 7.4.2 (2) wie folgt ermittelt werden.

$$\rho_0 = 10^{-3} * \sqrt{f_{ck}}$$

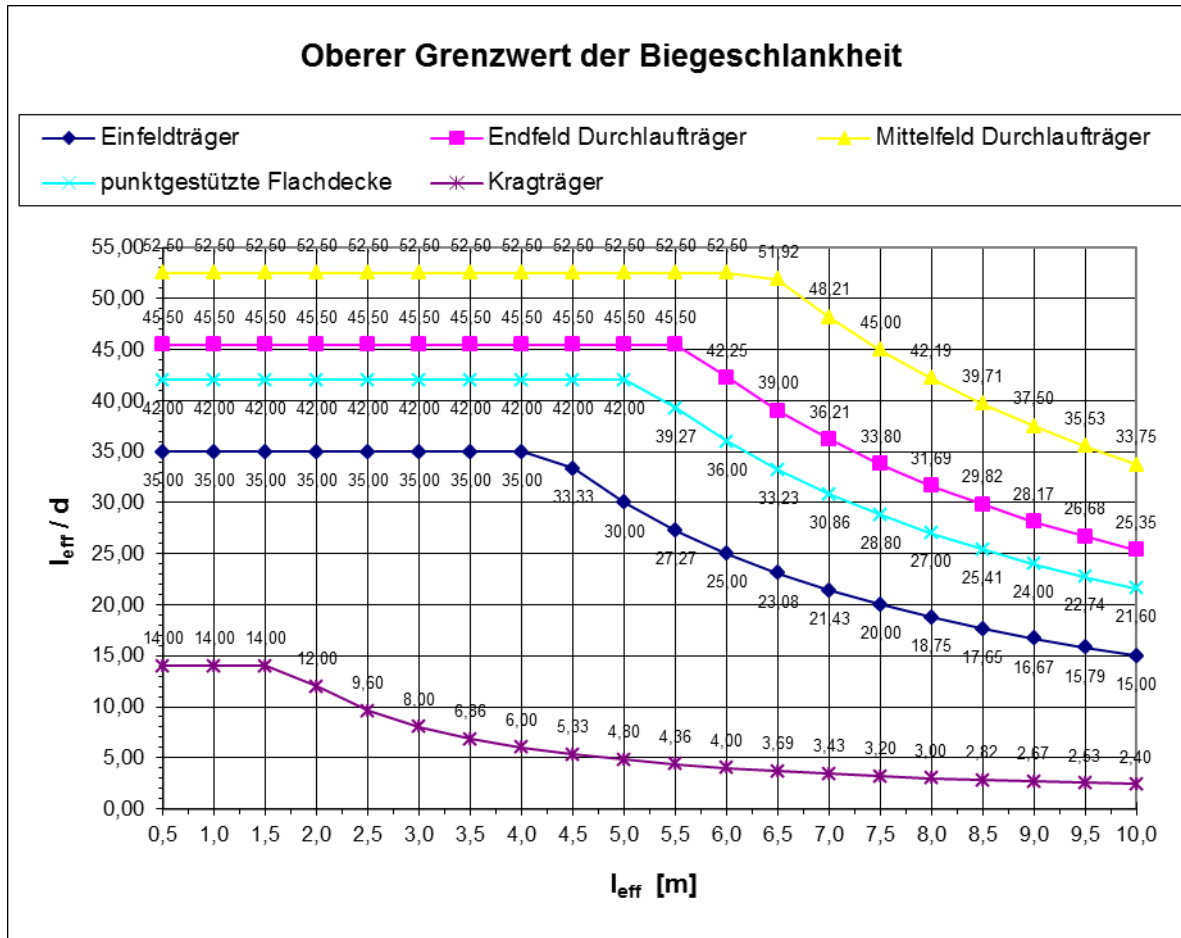
Das bedeutet, dass dieser Bewehrungsgrad nur von der charakteristischen Betonfestigkeit abhängig ist. Eine Auswertung dieser Gleichung führt zu dem folgenden graphischen Verlauf des Referenzbewehrungsgrads ρ_0 in Abhängigkeit von der charakteristischen Betonfestigkeit f_{ck} .



Die durch [2] eingeführte Begrenzung der Biegeschlankheit auf die Maximalwerte für $\frac{l}{d}$ gibt den oberen Grenzwert der Biegeschlankheit vor. Für den Beiwert K sind entsprechend [1], Tabelle 7.4N in Verbindung mit [2] die folgenden Werte anzunehmen.

Statisches System	Beiwert K
frei drehbar gelagerter Einfeldträger; gelenkig gelagerte ein- oder zweiachsig gespannte Platte	1,0
Endfeld eines Durchlaufträgers oder einer einachsig gespannten Platte; Endfeld einer zweiachsig gespannten Platte, die kontinuierlich über eine längere Seite durchläuft	1,3
Mittelfeld eines Balkens oder einer ein- oder zweiachsig gespannten Platte	1,5
punktgestützte Flachdecke (auf der Grundlage der größeren Spannweite)	1,2
Kragträger	0,4

Unter Beachtung dieser Beiwerte K ergeben sich die folgenden maximal zulässigen Werte der Biegeschlankheit $\frac{l}{d}$ in Abhängigkeit von der effektiven Stützweite l_{eff} .



Der jeweils horizontale Verlauf dieser Graphen ergibt sich aus der Ermittlung des allgemeinen oberen Grenzwerts mit $\frac{l}{d} = K * 35$. Der parabelförmige Verlauf ergibt sich aus dem oberen Grenzwert bei ver-

formungsempfindlichen Verhaltens des Bauteils mit $\frac{l}{d} \leq K^2 * \frac{150}{l}$. Sollten die jeweiligen Bauteile verformungsempfindliche Ausbauelemente nicht beeinträchtigen, so darf auch bei größeren Stützweiten, als hier angegeben, der horizontale Verlauf weiter angenommen werden.

Es ist zu beachten, dass nach [1], Abschnitt 7.4.2 (2) die obigen Gleichungen unter der Voraussetzung hergeleitet wurden, dass die Betonstahlspannung unter der Bemessungslast im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit in dem gerissenen Betonquerschnitt an der relevanten Stelle $\sigma_s = 310 \text{ N/mm}^2$ beträgt. Dies entspricht ungefähr einem Wert der charakteristischen Streckgrenze des Betonstahls von $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$. Werden andere Spannungsniveaus verwendet, so ist die ermittelte Biegeschlankeit mit folgendem Wert $\frac{310}{\sigma_s}$ zu multiplizieren.

$$\frac{310}{\sigma_s} = \frac{500}{f_{yk} * \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}}}$$

Außerdem sind ggf. die in [1], Abschnitt 7.4.2 (2) für weitere spezielle Bauteile festgelegten Abminderungsregeln zu beachten.

Mit Hilfe dieser beiden Diagramme können der Referenzbewehrungsgrad ρ_0 und der zulässige Maximalwert der Biegeschlankheit $\frac{l}{d}$ schnell ermittelt werden.

Der detaillierte Nachweis der Begrenzung der Verformung ohne direkte Berechnung muss unter Beachtung der konkreten Einwirkung, der Bauteilart und –geometrie gesondert geführt 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 Prüfam
T. Schellenberg
Gulbener Straße 24
03046 Cottbus
Telefon 03342 / 4266-3501
Telefax 03342 / 4266-7608
PoststelleCB@LBV.Brandenburg.de
www.lbv.brandenburg.de