

Tipp 19/09

Vereinfachter Biegedrillknicknachweis im Hochbau nach DIN EN 1993-1-1:2010-12 [1] und DIN EN 1993-1-1/A1:2014-07 [2] in Verbindung mit DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 [3]

Für den Nachweis gegen Biegedrillknicken bei reiner Biegung enthält die Norm [1] drei verschiedene alternative Nachweismöglichkeiten am Ersatzstab. Diesen Nachweise sind in den Abschnitten 6.3.2.1, 6.3.2.4 und 6.3.4 von [1] zu finden. Diese drei Verfahren führen jedoch nicht immer zu den gleichen Ergebnissen, da sie unterschiedliche Vereinfachungen enthalten, welche je nach der vorliegenden Situation mehr oder weniger konservativ sein können.

Nachfolgenden soll das vereinfachte Bemessungsverfahren für Träger mit Biegedrillknickbehinderung im Hochbau, nach [1], Abschnitt 6.3.2.4, etwas detaillierter betrachtet werden

Grundlegende Voraussetzung für die Anwendung dieses Verfahrens ist eine vorhandene punktuelle, seitliche Stützung der Druckflansche des momentenbeanspruchten Bauteils.

Als nicht biegedrillknickgefährdet darf dieses Bauteil eingestuft werden, wenn die folgende Bedingung erfüllt ist.

$$\bar{\lambda}_f = \frac{k_c * L_c}{i_{f,z} * \lambda_1} \leq \bar{\lambda}_{c0} * \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Ed}}$$

Sollte diese Bedingung nicht erfüllt sein, so ist ein Biegedrillknicknachweis entsprechend der folgenden Gleichung zu führen.

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$$

In diesen Gleichungen werden die folgenden Werte berücksichtigt.

$\bar{\lambda}_f$	Schlankheitsgrad des druckbeanspruchten Flansches
k_c	Korrekturbeiwert in Abhängigkeit von dem Momentenverlauf zwischen den seitlichen Stützpunkten
L_c	Länge zwischen den seitlichen Stützpunkten
$i_{f,z}$	Trägheitsradius des druckbeanspruchten Flansches um die schwache Querschnittsachse unter Berücksichtigung von 1/3 der auf Druck beanspruchten Stegfläche
λ_1	Schlankheit zur Bestimmung des Schlankheitsgrades
$\bar{\lambda}_{c0}$	Grenzschlankheitsgrad des druckbeanspruchten Bauteils
$M_{c,Rd}$	Bemessungswert der Momententragfähigkeit unter Berücksichtigung der Löcher
$M_{y,Ed}$	größtes einwirkendes Bemessungsmoment zwischen den seitlichen Stützpunkten
$M_{b,Rd}$	Bemessungswert der Momententragfähigkeit bei Biegedrillknicken

Nachfolgende soll nur auf die Bedingungsgleichung, nach der das Bauteil als nicht biegedrillknickgefährdet eingestuft werden kann, detaillierter eingegangen werden.

Der Korrekturbeiwert k_c für verschiedene Momentenverläufe kann der Tabelle 6.6 aus [1] entnommen werden. In [3] werden zusätzlich eine Gleichung zur Bestimmung von k_c und die entsprechende Literaturquelle angegeben.

Die Länge L_c zwischen den seitlichen Stützpunkten kann den Konstruktionsunterlagen entnommen werden oder ist vom Planer festzulegen.

Der Trägheitsradius $i_{f,z}$ muss in Abhängigkeit von gewählten Profil und der Auslastung des Bauteils bestimmt werden. Nur für Querschnitte der Querschnittsklasse 4 ist in [1] die Gleichung zur Berechnung von $i_{f,z}$ explizit angegeben.

Die Schlankheit λ_1 wird mit Hilfe der folgenden Gleichung bestimmt.

$$\lambda_1 = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

Somit ergeben sich für die verschiedenen Streckgrenzen f_y des Baustahls verschiedene Werte für ε und λ_1 , welche in der folgenden Tabelle zusammengefasst sind.

Streckgrenze f_y [N/mm ²]	235	275	355	420	460
ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71
λ_1	92,90	86,80	76,40	70,24	67,12

Der Grenzschlankheitsgrad $\bar{\lambda}_{c,0}$ des druckbeanspruchten Bauteils ist entsprechend [1] in Verbindung mit [3] nach der folgenden Gleichung zu bestimmen

$$\bar{\lambda}_{c,0} = \bar{\lambda}_{LT,0} + 0,1$$

Dabei ist die Plateaulänge der Biegedrillknicklinie $\bar{\lambda}_{LT,0}$ für gewalzte und geschweißte Querschnitte entsprechend [1] in Verbindung mit [3] als Höchstwert mit $\bar{\lambda}_{LT,0} = 0,4$ anzusetzen. Somit ergibt sich der Grenzschlankheitsgrad $\bar{\lambda}_{c,0} = 0,5$.

Der Bemessungswert $M_{c,Rd}$ der Momententragfähigkeit unter Berücksichtigung der Löcher ist mit der folgenden Gleichung zu ermitteln.

$$M_{c,Rd} = W_y * \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

In dieser Gleichung werden die folgenden Werte berücksichtigt.

W_y maßgebendes Widerstandsmoment des Querschnitts für die gedrückte Querschnittsfaser

f_y Streckgrenze

γ_{M1} Teilsicherheitsbeiwert bei Stabilitätsversagen

Das maßgebende Widerstandsmoment W_y ist nach den Vorgaben der allgemeinen Festigkeitslehre zu ermitteln.

Die Streckgrenze f_y des Materials des Bauteils ergibt sich aus dem gewählten Material.

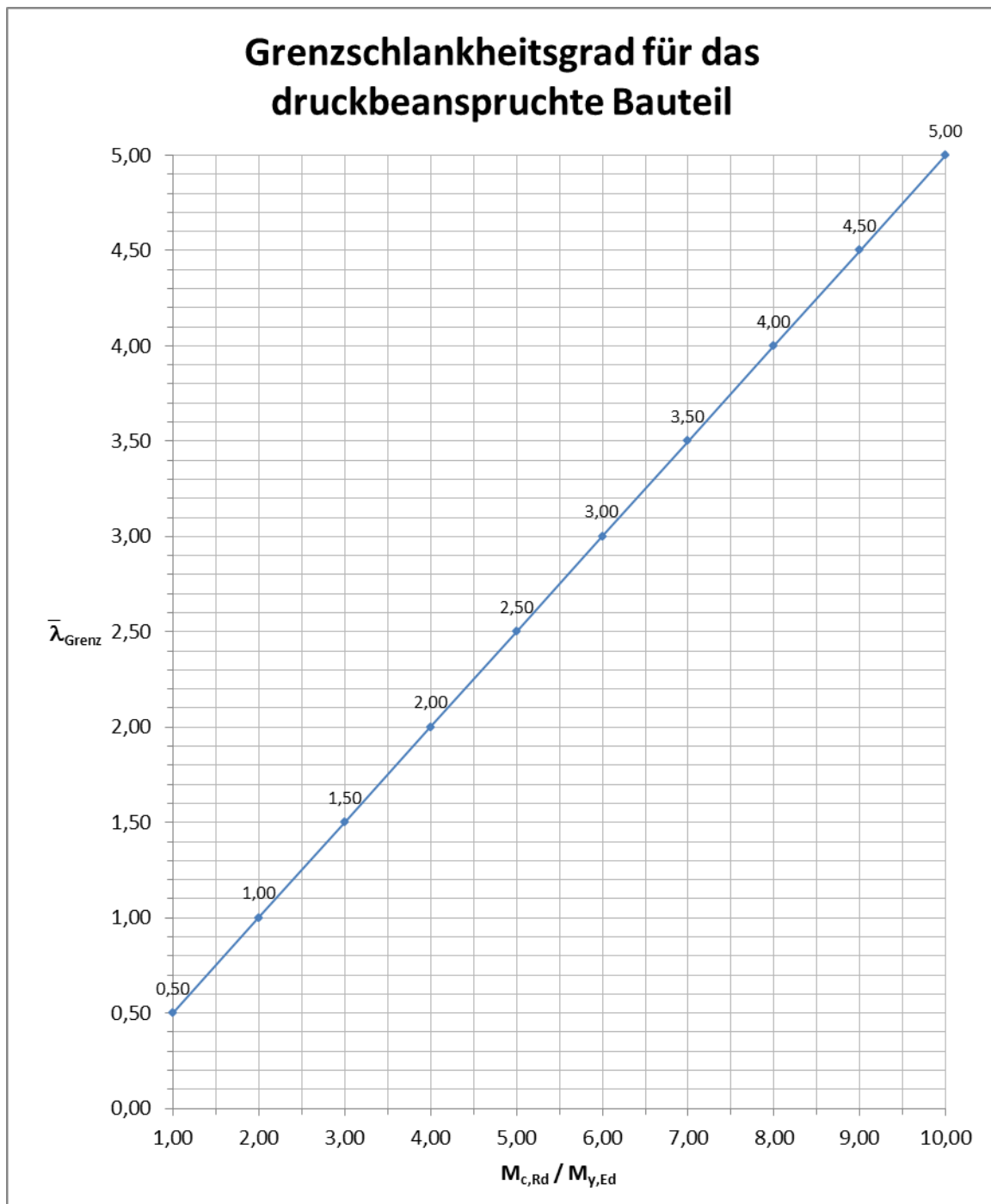
Der Teilsicherheitsbeiwert γ_{M1} ist nach [1] in Verbindung mit [3] im Regelfall mit $\gamma_{M1} = 1,1$ anzusetzen.

Der Bemessungswert des einwirkenden Biegemoments $M_{y,Ed}$ zwischen den seitlichen Stützungen ergibt sich aus der Schnittgrößenermittlung.

Die obere Grenze der Bedingungsgleichung kann als Grenzschlankheitsgrad $\bar{\lambda}_{\text{Grenz}}$, welcher von der Momentenauslastung abhängig ist, definiert werden. Somit ergibt sich

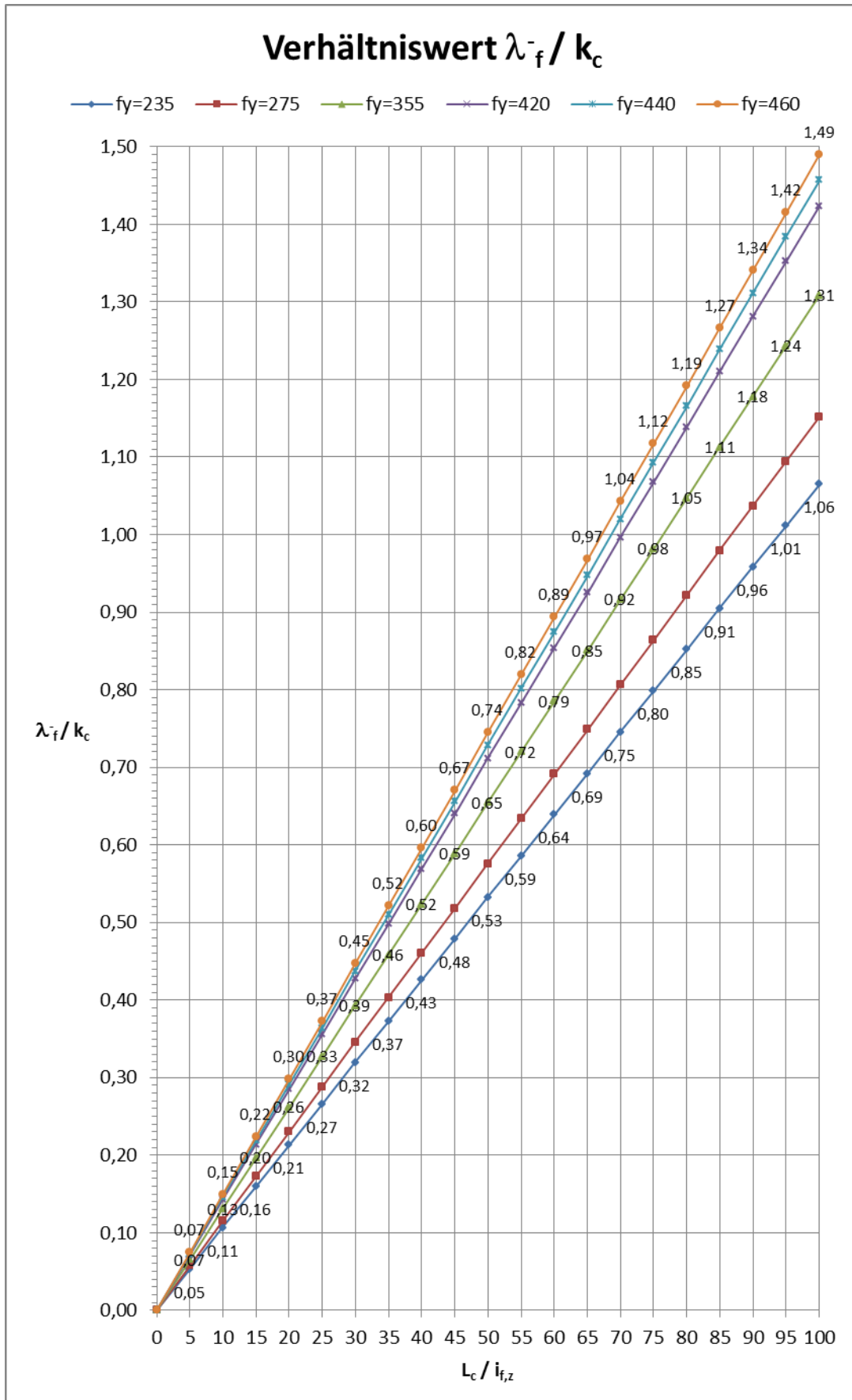
$$\bar{\lambda}_{\text{Grenz}} = \bar{\lambda}_{c0} * \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Ed}} = 0,5 * \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Ed}} . \text{ Da das einwirkende Biegemoment } M_{y,Ed} \text{ maximal den Wert des}$$

Bemessungswertes $M_{c,Rd}$ der Momententragfähigkeit erreichen kann und ansonsten $M_{c,Rd}$ ein Vielfaches von $M_{y,Ed}$ ist, kann der Grenzschlankheitsgrad $\bar{\lambda}_{\text{Grenz}}$ ermittelt werden. In dem folgenden Diagramm ist der Grenzschlankheitsgrad in Abhängigkeit vom Momentenverhältnis dargestellt.



Da der konkrete Wert des Schlankheitsgrades $\bar{\lambda}_f$ des druckbeanspruchten Flansches projektbezogen ermittelt werden muss, kann nachfolgend nur das Verhältnis des Schlankheitsgrades zum Korrekturbei-

wert $\frac{\bar{\lambda}_f}{k_c} = \frac{L_c}{i_{f,z} * \lambda_1}$ ermittelt und für die verschiedenen Streckgrenzen $f_y = 235$ bis 460 N/mm² in dem folgenden Diagramm dargestellt werden.



Nach der projektbezogenen Ermittlung des Verhältnisses $\frac{L_c}{i_{f,z}}$ kann der Verhältnswert $\frac{\bar{\lambda}_f}{k_c}$ für die maßgebende Streckgrenze f_y abgelesen werden. Anschließend ist dieser Wert mit dem relevanten Korrekturbeiwert k_c zu multiplizieren und der Schlankheitsgrad $\bar{\lambda}_f$ des druckbeanspruchten Flansches ist ermittelt.

Ist dieser Schlankheitsgrad $\bar{\lambda}_f$ kleiner als der Grenzschlankheitsgrad $\bar{\lambda}_{Grenz}$ so darf das Bauteil als nicht biegedrillknickgefährdet angesehen werden.

Literatur:

- | | | |
|-----|----------------------------|--|
| [1] | DIN EN 1993-1-1:2010-12 | Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau |
| [2] | DIN EN 1993-1-1/A1:2014-07 | Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau – 1. Änderung |
| [3] | DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 | Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau |

Impressum

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