

Tipp 19/07

Schlankheitsgrad für Biegeknicken 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]

Um ein Bauteil gegenüber Biegeknicken nach [1], Abschnitt 6.3.1.1 nachzuweisen, ist es erforderlich die maßgebende Knicklinien entsprechend [1], Abschnitt 6.3.1.2 zu bestimmen. Voraussetzung zur Bestimmung der maßgebenden Knicklinie ist die Ermittlung des Schlankheitsgrades $\bar{\lambda}$ des Bauteils für Biegeknicken. Dieser Schlankheitsgrad $\bar{\lambda}$ ist entsprechend der Vorgaben aus [1], Abschnitt 6.3.1.3 nach den folgenden Gleichungen zu bestimmen.

- für Querschnitte der Querschnittsklassen 1 bis 3
$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i * \lambda_1}$$
- für Querschnitte der Querschnittsklasse 4
$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} * f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr} * \sqrt{\frac{A_{eff}}{A}}}{i * \lambda_1}$$

In diesen Gleichungen werden die folgenden Werte berücksichtigt.

A	Querschnittsfläche des Bauteils
f_y	Streckgrenze
N_{cr}	ideale Verzweigungslast für den maßgebenden Knickfall gerechnet mit den Abmessungen des Bruttoquerschnitts
L_{cr}	Knicklänge in der betrachteten Knickebene
i	Trägheitsradius des Bruttoquerschnitts für die maßgebende Knickebene
λ_1	Schlankheit zur Bestimmung des Schlankheitsgrades
A_{eff}	wirksame Querschnittsfläche

Nachfolgend wird nur auf die Ermittlung des Schlankheitsgrades $\bar{\lambda}$ für Querschnitte der Querschnittsklasse 1 bis 3 detaillierter eingegangen. Für Querschnitte mit einer Querschnittsklasse 4 können die vorgestellten Überlegungen sinngemäß angewandt werden.

Die Querschnittsfläche A und der Trägheitsradius i des Bauteils können entweder Tabellenbüchern entnommen oder nach den Vorgaben der allgemeinen Festigkeitslehre ermittelt werden.

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

Die ideale Verzweigungslast N_{cr} wird mit der folgenden Gleichung bestimmt.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{L_{cr}^2}$$

In dieser Gleichung werden die folgenden Werte berücksichtigt.

E	Elastizitätsmodul des Baustahls
I	Trägheitsmoment des Querschnitts

Der Elastizitätsmodul E für Baustahl ist nach [1], Abschnitt 3.2.6 mit $E = 210000 \text{ N/mm}^2$ anzunehmen. Dieser Wert wurde als konstanter Wert festgelegt und muss nicht durch einen Teilsicherheitsbeiwert abgemindert werden.

Das Trägheitsmoment I des Bauteils kann entweder Tabellenbüchern entnommen oder nach den Vorgaben der allgemeinen Festigkeitslehre ermittelt werden.

Die Knicklänge L_{cr} ergibt sich aus einem Knicklängenbeiwert β und der Systemlänge L des Bauteils und wird nach der Gleichung $L_{cr} = \beta * L$ ermittelt.

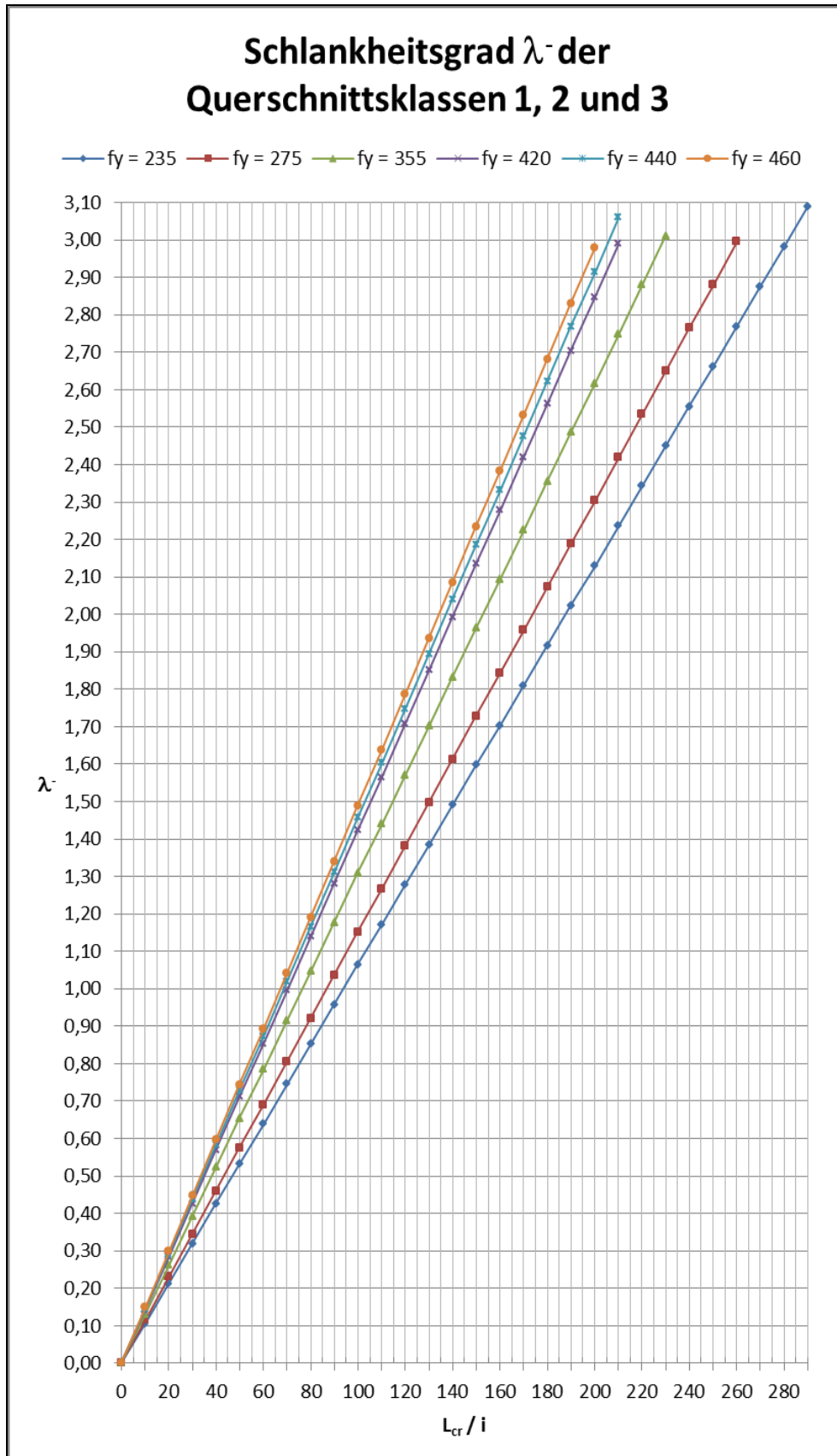
Die Schlankheit λ_1 wird mit Hilfe der folgenden Gleichung bestimmt.

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

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

Unter Beachtung dieser Vorgaben, kann eine Ermittlung des Schlankgrades $\bar{\lambda}$ für die verschiedenen Streckgrenzen f_y vorgenommen werden. Grundlage bildet das Verhältnis der Knicklänge des Bauteils L_{cr} zum Trägheitsradius i . Die Ergebnisse dieser Auswertung sind in dem folgenden Diagramm dargestellt. Es ist zu beachten, dass entsprechend [1], Abschnitt 6.3.1.2(4) bei Schlankheitsgraden $\bar{\lambda} \leq 0,2$ der Biegeknicknachweis entfallen darf und nur ein Querschnittsnachweis zu führen ist.



Mit Hilfe dieses Diagramms kann sehr schnell der Schlankheitsgrad $\bar{\lambda}$ für die Querschnittsklassen 1 bis 3 ermittelt 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 Prüfam
T. Schellenberg
Gulbener Straße 24
03046 Cottbus
Telefon 03342 4266-3501
Telefax 03342 4266-7608
PoststelleCB@LBV.Brandenburg.de
www.lbv.brandenburg.de