

Tipp 26/09

Knickstabähnliches Verhalten eines unausgesteiften Blechfeldes nach DIN EN 1993-1-5:2019-10 [1] in Verbindung mit Berichtigung 1:2020-07 [2] und DIN EN 1993-1-5/NA:2018-11 [3]

Unausgesteifte Einzelblechfelder werden in [1], Abschnitt 4.4 behandelt. Hierbei ist zwischen plattenartigem und knickstabähnlichem Verhalten der Blechfelder zu unterscheiden. Nach [1], Abschnitt 4.5.3(5) ist der Abminderungsfaktor χ_c für knickstabähnliches Verhalten von nicht ausgesteiften Blechfeldern auf der Grundlage von [4], Abschnitt 6.3.1.2 zu bestimmen. Hierbei ist für nicht ausgesteifte Blechfelder i.d.R. der Imperfektionsbeiwert α , welcher sich aus der Knicklinie a ergibt, anzunehmen. Der Abminderungsfaktor χ_c kann somit mit Hilfe der folgenden Gleichung berechnet werden.

$$\chi_c = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}_c^2}} \leq 1,0$$

In dieser Gleichung werden die folgenden Werte berücksichtigt.

Φ Funktion zur Bestimmung des Abminderungsbeiwertes

$\bar{\lambda}_c$ Schlankheitsgrad des Einzeldruckstabes

Die Funktion zur Bestimmung des Abminderungsbeiwertes ist entsprechend [4], Abschnitt 6.3.1.2 durch die folgende Gleichung vorgegeben.

$$\Phi = 0,5 * \left[1 + \alpha * \left(\bar{\lambda}_c - 0,2 \right) + \bar{\lambda}_c^2 \right]$$

Der Imperfektionsbeiwert α ergibt sich nach [4], Tabelle 6.1 für die Knicklinie a zu $\alpha = 0,21$. Somit lautet die Gleichung für die Funktion zur Bestimmung des Abminderungsbeiwertes wie folgt.

$$\Phi = 0,5 * \left[1 + 0,21 * \left(\bar{\lambda}_c - 0,2 \right) + \bar{\lambda}_c^2 \right]$$

Der Schlankheitsgrad des Einzeldruckstabes $\bar{\lambda}_c$ wird bei nicht ausgesteiften Blechfeldern nach [1], Abschnitt 4.5.3(4) mittels der folgenden Gleichung berechnet.

$$\bar{\lambda}_c = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr,c}}}$$

In dieser Gleichung werden die folgenden Werte berücksichtigt.

f_y Streckgrenze des Blechfeldmaterials

$\sigma_{cr,c}$ elastische kritische Knickspannung des unausgesteiften Blechfeldes

Die Streckgrenze f_y ist projektbezogen festgelegt und kann somit als bekannt vorausgesetzt werden.

Die elastisch kritische Knickspannung $\sigma_{cr,c}$ eines unausgesteiften Blechfeldes ist nach [1], Abschnitt 4.5.3(2) mit Hilfe der folgenden Gleichung zu bestimmen.

$$\sigma_{cr,c} = \frac{\pi^2 * E * t^2}{12 * (1 - \nu^2) * a^2}$$

In dieser Gleichung werden die folgenden Werte berücksichtigt.

E	E-Modul des Blechfeldmaterials
t	Blechdicke
ν	Poissonsche Zahl (Querkontraktionszahl des Blechfeldmaterials)
a	Länge des nicht ausgesteiften Blechfeldes

Der E-Modul des Blechfeldmaterials und die Poissonsche Zahl sind durch [4], Abschnitt 3.2.6 vorgegeben und dementsprechend wie folgt anzusetzen.

$$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$$

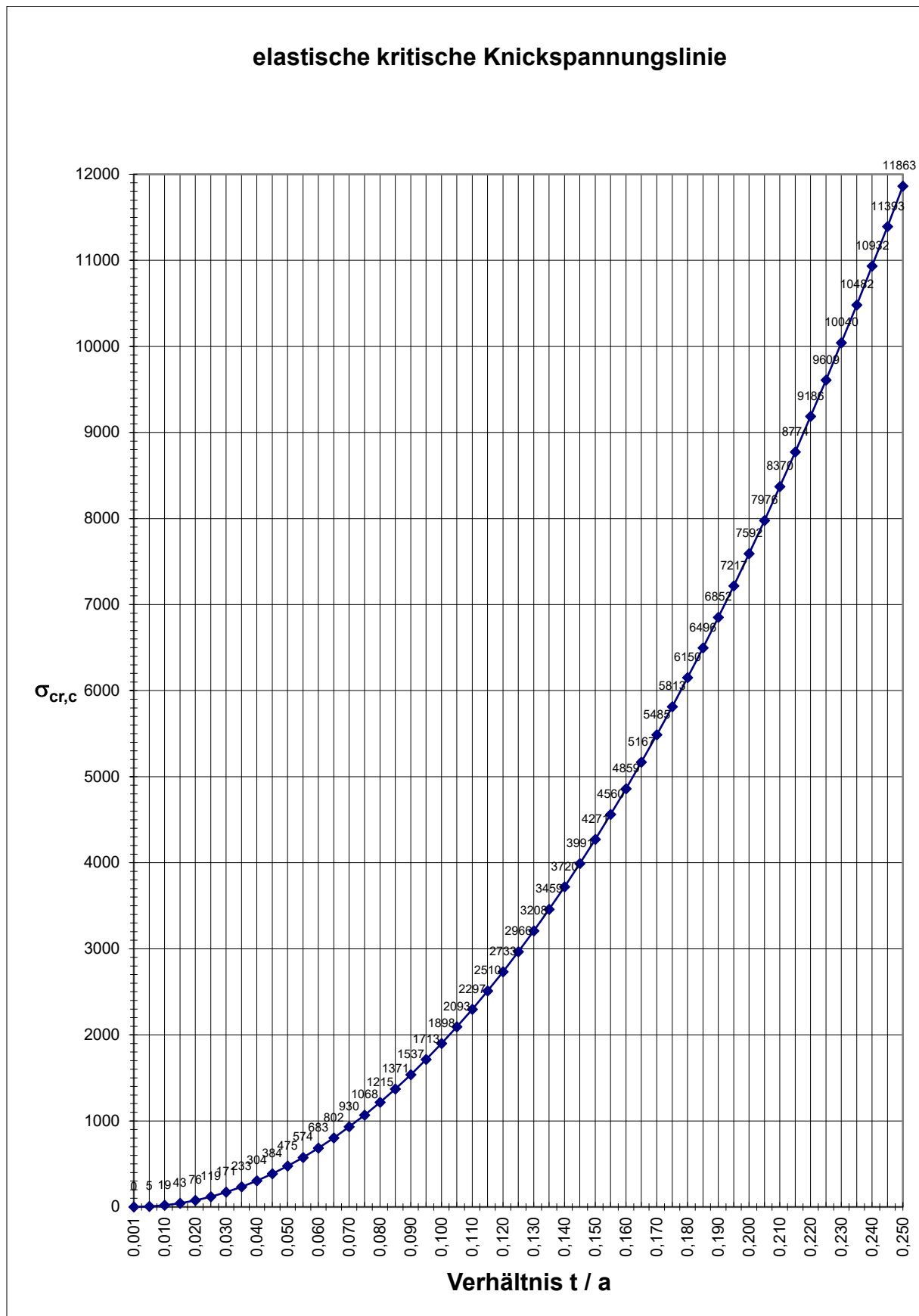
$$\nu = 0,3$$

Somit kann die obige Gleichung für die elastisch kritische Knickspannung folgendermaßen vereinfacht werden.

$$\sigma_{cr,c} = 189800 * \frac{t^2}{a^2} \text{ N/mm}^2$$

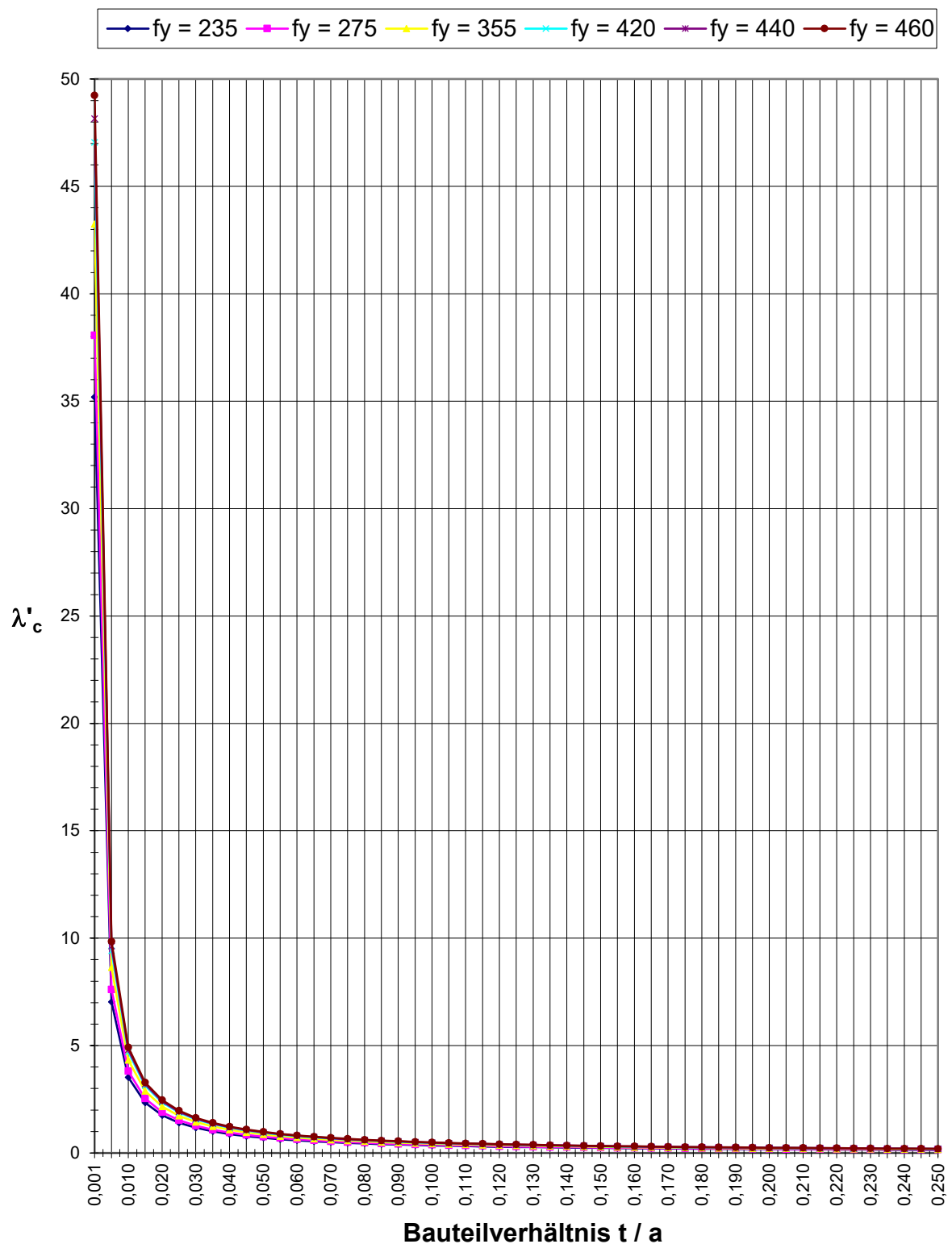
Diese Gleichung kann für das geometrische Verhältnis $\frac{t}{a}$ ausgewertet werden. Für den Bereich

$0,001 \leq \frac{t}{a} \leq 0,250$ wurde dies getan und die Ergebnisse im folgenden Diagramm graphisch aufbereitet.



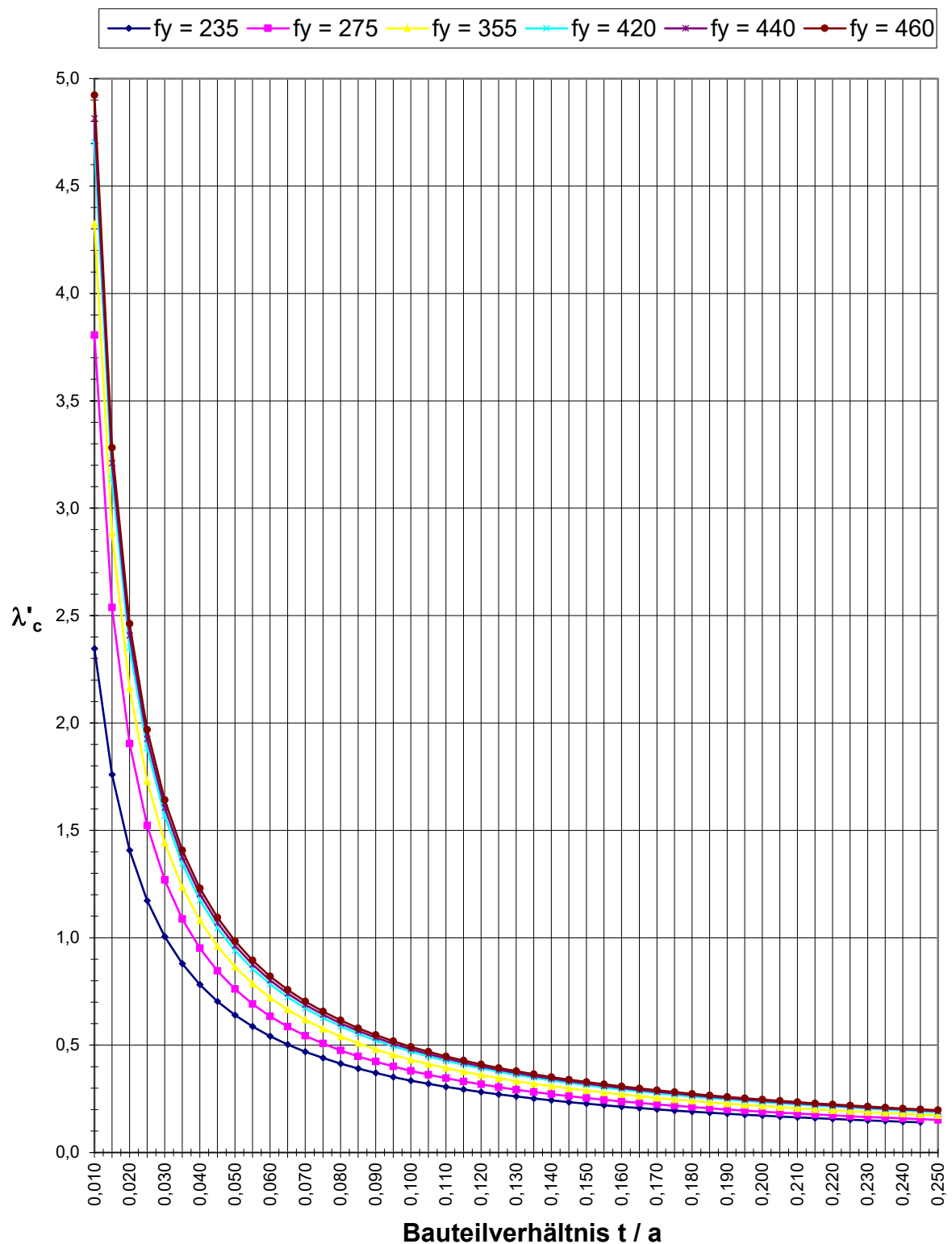
Somit kann der Schlankheitsgrad des Ersatzdruckstabes $\bar{\lambda}_c$ in Abhängigkeit von den Nennwerten der Streckgrenze f_y nach [4], Tabelle 3.1 berechnet werden. Für den Bereich $0,001 \leq \frac{t}{a} \leq 0,250$ ergeben sich die folgenden graphisch aufbereiteten Ergebnisse.

Schlankheitsgrad des Ersatzdruckstabes



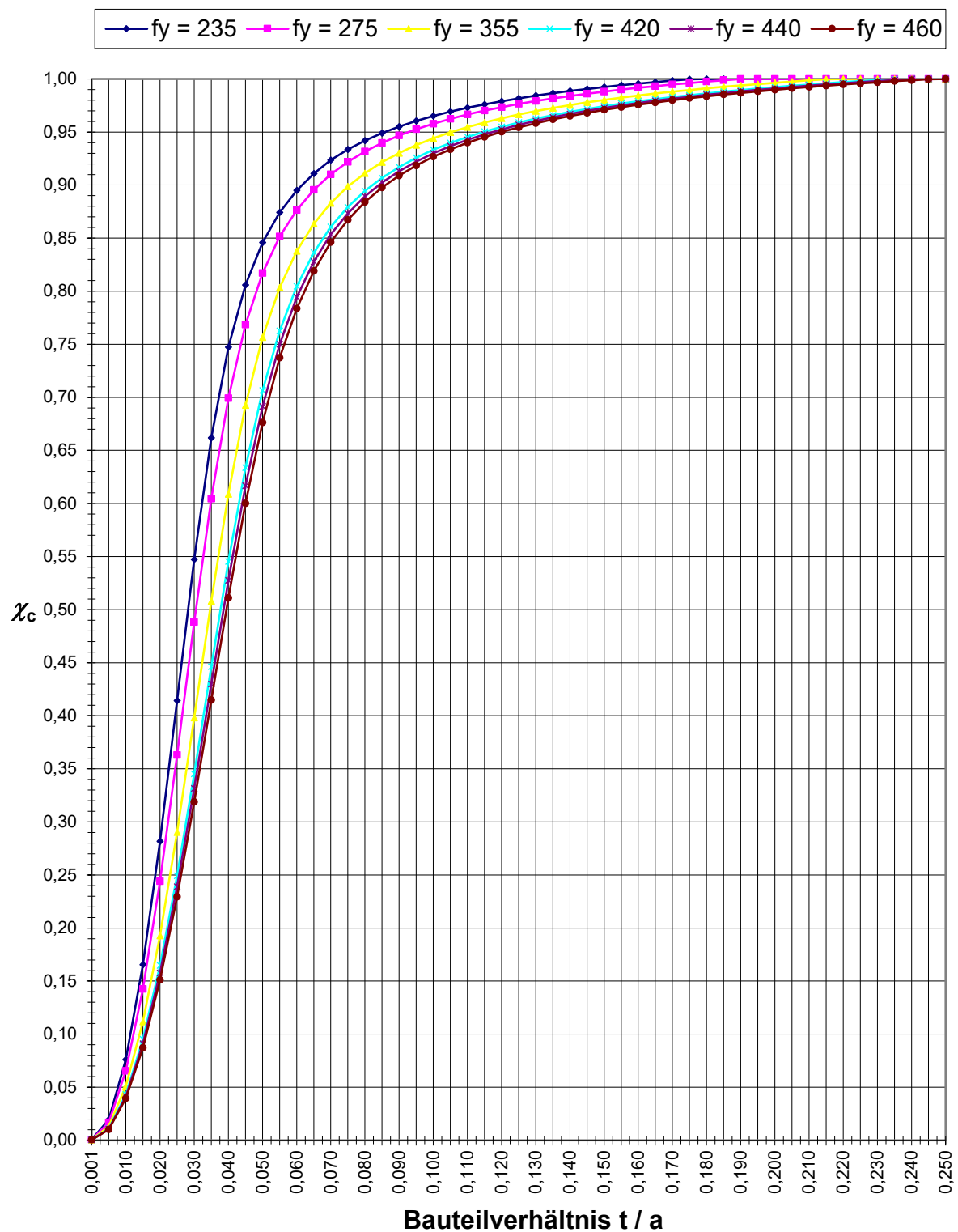
Durch dieses Diagramm wird ersichtlich, dass relevante Abweichung der Kurvenverläufe nur im Bereich von $0,01 \leq \frac{t}{a} \leq 0,25$ auftreten. Deshalb wurde die erneute graphische Aufbereitung der Ergebnisse für $\bar{\lambda}_c$ auf diesen Bereich eingeschränkt. Das Ergebnis ist im folgenden Diagramm zu finden.

Schlankheitsgrad des Ersatzdruckstabes



Nachdem der Schlankheitsgrad des Ersatzdruckstabes $\bar{\lambda}_c$ ermittelt wurde, kann der entsprechende Abminderungsfaktor χ_c für nicht ausgesteifte Blechfelder, auf Grundlage der Funktion zur Bestimmung dieses Abminderungsbeiwertes, bestimmt werden. Für $0,001 \leq \frac{t}{a} \leq 0,25$ und die verschiedenen Streckgrenzen f_y wurde diese durchgeführt und die Ergebnisse in dem folgenden Diagramm graphisch aufbereitet und zusammengefasst.

Abminderungsfaktor für knickstabähnliches Verhalten



Mit Hilfe dieser Diagramme kann der Abminderungsfaktor χ_c für knickstabähnliches Verhalten von nicht ausgesteiften Blechfeldern sehr schnell bestimmt werden.

Literatur:

- | | | |
|-----|--|--|
| [1] | DIN EN 1993-1-5:2019-10 | Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
Teil 1-5: Plattenförmige Bauteile |
| [2] | DIN EN 1993-1-5/Berichtigung 1:2020-07 | Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
Teil 1-5: Plattenförmige Bauteile |
| [3] | DIN EN 1993-1-5/NA:2018-11 | Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
Teil 1-5: Plattenförmige Bauteile |
| [4] | DIN EN 1993-1-1:2010-12 | 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 4266-3400
Telefax 03342 4266-7608
BPA@LBV.Brandenburg.de
<https://lbv.brandenburg.de>