

## Tipp 19/01

### Abminderungsfaktor bei kombinierter Beanspruchung durch Querkraft und Torsion 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]

Bei einer kombinierten Beanspruchung durch Querkraft und Torsion ist, entsprechend [1], Abschnitt 6.2.7(9), die plastische Querkrafttragfähigkeit  $V_{pl,Rd}$  auf  $V_{pl,T,Rd}$  abzumindern und der Profilquerschnitt gegen die Querkrafteinwirkung durch die folgende Gleichung nachzuweisen.

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1,0$$

In dieser Gleichung werden die folgenden Werte berücksichtigt.

$V_{Ed}$  Bemessungswert der einwirkenden Querkraft

$V_{pl,T,Rd}$  reduzierter Bemessungswert der Querkraftbeanspruchbarkeit

Der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft  $V_{Ed}$  ergibt sich aus den projektbezogenen Einwirkungen und kann der statischen Berechnung entnommen werden.

Der infolge Torsion reduzierte Bemessungswert der Querkraftbeanspruchbarkeit eines Querschnitts  $V_{pl,T,Rd}$  darf, bei einer kombinierten Beanspruchbarkeit infolge Querkraft und Torsion, je nach Querschnittstyp, mit Hilfe der folgenden Gleichungen ermittelt werden.

- für I- oder H-Querschnitte

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{1,25 * \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)} * V_{pl,Rd}} \cdot V_{pl,Rd}$$

- für U-Querschnitte

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{1,25 * \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)} - \frac{\tau_{w,Ed}}{\left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}} * V_{pl,Rd}$$

- für Hohlprofile

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{\left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}} * V_{pl,Rd}$$

In diesen Gleichungen werden die folgenden Werte berücksichtigt.

$\tau_{t,Ed}$	einwirkende Schubspannung infolge St. Venantscher Torsion
$\tau_{w,Ed}$	einwirkende Schubspannung infolge Wölbkrafttorsion
$f_y$	Streckgrenze des Stahls nach [1], Tabelle 3.1
$\gamma_{M0}$	Teilsicherheitsbeiwert für einen Querschnittsnachweis ohne Stabilitätsversagen
$V_{pl,Rd}$	Bemessungswert der plastischen Querkrafttragfähigkeit nach [1], Abschnitt 6.2.6(2)

Der Bemessungswert der plastischen Querkrafttragfähigkeit wird entsprechend der folgenden Gleichung berechnet.

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v * \left( \frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}}$$

In dieser Gleichung werden die folgenden Werte berücksichtigt.

$A_v$	wirksame Schubfläche des Querschnitts
$f_y$	Streckgrenze des Stahls nach [1], Tabelle 3.1
$\gamma_{M0}$	Teilsicherheitsbeiwert für einen Querschnittsnachweis ohne Stabilitätsversagen

In [1], Abschnitt 6.2.6(3) werden für verschiedene Querschnittsformen die Bestimmungsgleichungen für die jeweils wirksame Schubfläche  $A_v$  angegeben. Hier ist zu beachten, dass bei der Ermittlung der wirksamen Schubfläche  $A_v$  die Löcher für Verbindungsmittel nur berücksichtigt werden müssen, wenn es sich um Verbindungen nach DIN EN 1993-1-8 handelt.

Unter der Voraussetzung, dass der Bemessungswert der plastischen Querkrafttragfähigkeit  $V_{pl,Rd}$  ermittelt wurde, muss für die weitere Ermittlung der reduzierten plastischen Querkrafttragfähigkeit  $V_{pl,T,Rd}$  nur noch der vom Querschnittstyp abhängige Abminderungsfaktor berechnet werden. Für die nachfolgenden Betrachtungen wird für diesen Abminderungsfaktor generell das Symbol  $x$  eingeführt. Somit ergibt sich die folgende querschnittstypunabhängige Formel.

$$V_{pl,T,Rd} = x * V_{pl,Rd}$$

Der Wert des Abminderungsfaktors  $x$  ist grundsätzlich abhängig von der einwirkenden Schubspannung infolge St. Venantscher Torsion  $\tau_{t,Ed}$ , der Streckgrenze des Profils  $f_y$  und dem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{M0}$ . Bei U-Querschnitten wird dieser Wert auch noch durch die einwirkende Schubspannung infolge Wölbkrafttorsion  $\tau_{w,Ed}$  bestimmt.

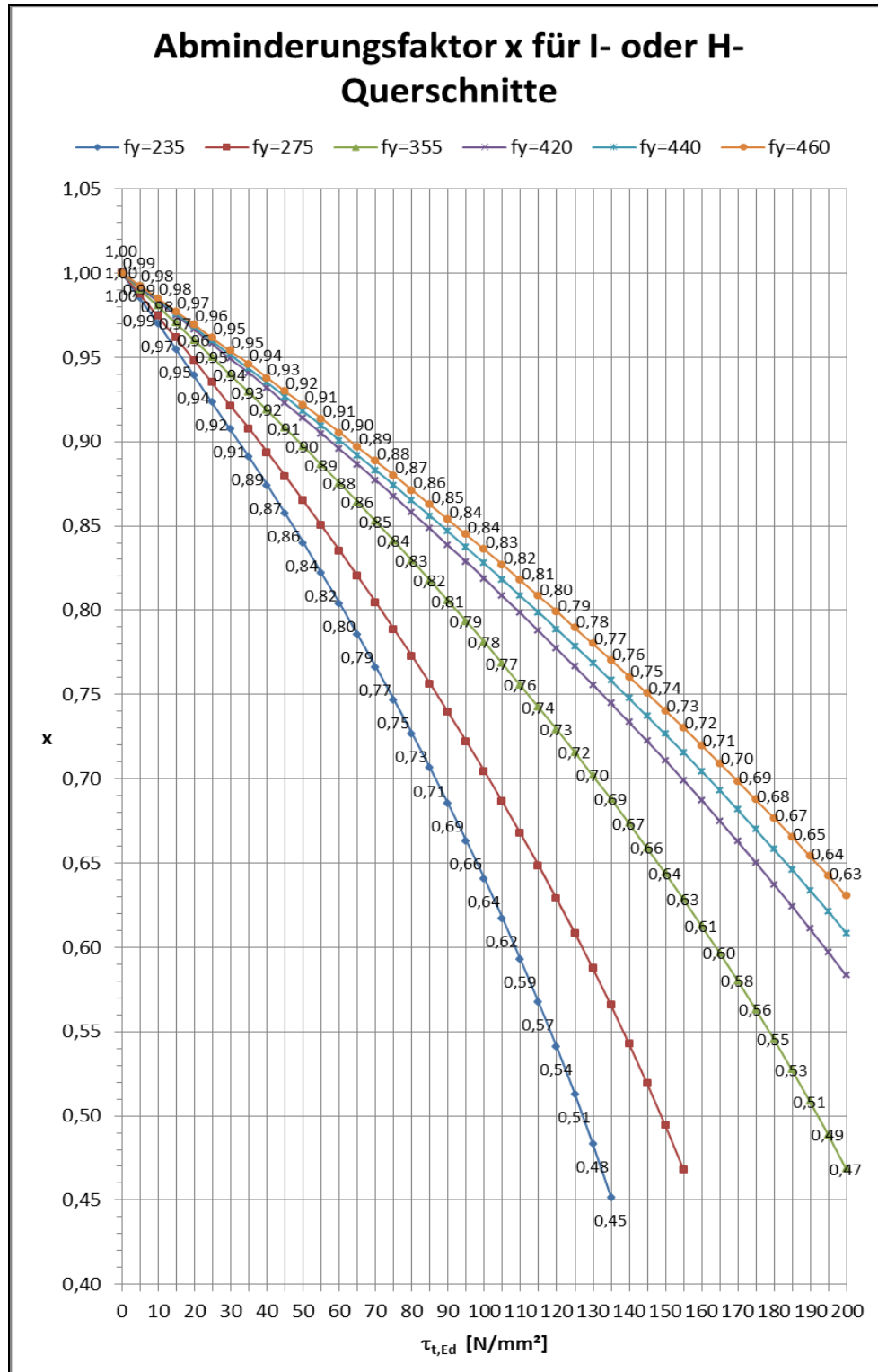
Da nach [3] der Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{M0} = 1,0$  anzusetzen ist, kann eine Berechnung dieses Abminderungsfaktors  $x$  für I- oder H-Querschnitte bzw. Hohlprofile mit einer einwirkenden Schubspannung infolge St. Venantscher Torsion  $0 \leq \tau_{t,Ed} \leq 200 \text{ N/mm}^2$  für die Streckgrenzen  $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_y = 420 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_y = 440 \text{ N/mm}^2$  und  $f_y = 460 \text{ N/mm}^2$  vorgenommen werden. Die Ergebnisse sind in den folgenden Diagrammen graphisch aufbereitet.

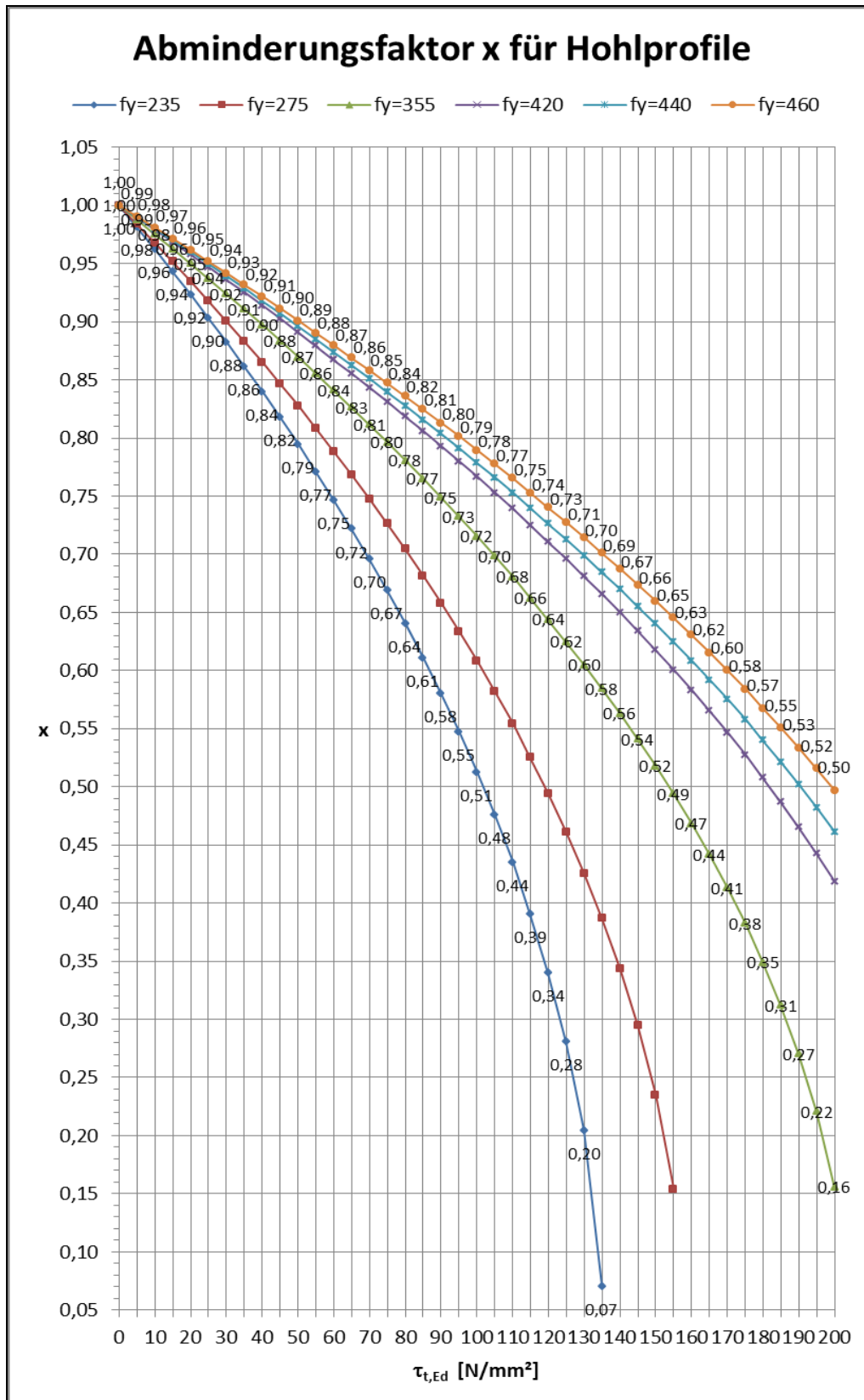
Es ist zu beachten, dass  $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$  bzw.  $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$  die Kurvenverläufe bei  $\tau_{t,Ed} = 135 \text{ N/mm}^2$

bzw.  $\tau_{t,Ed} = 155 \text{ N/mm}^2$  abbrechen. Diese Werte entsprechen  $\approx \frac{f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}}$ , was der maximal ertrag-

baren Schubspannung des Materials entspricht. Größere Schubspannungen infolge Wölbkrafttorsion können diese Materialien somit nicht aufnehmen.

In den Diagrammen wurden jeweils nur für die Streckgrenzen  $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$  und  $f_y = 460 \text{ N/mm}^2$  die Werte der Abminderungsfaktoren  $x$  aufgenommen. Für die anderen Streckgrenzen können diese Werte aus den Diagrammen abgelesen werden.





Mit Hilfe dieser Diagramme kann sehr schnell und einfach der relevante Abminderungsfaktor  $x = \frac{V_{pl,T,Rd}}{V_{pl,Rd}}$  für I- oder H-Querschnitte und Hohlprofile in Abhängigkeit von der einwirkenden Schubspannung infolge St. Venantscher Torsion  $\tau_{t,Ed}$  bestimmt werden.

Literatur:

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