

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
γ_{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
γ_{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 γ_{M0} . Bei U-Querschnitten wird dieser Wert auch noch durch die einwirkende Schubspannung infolge Wölbkrafttorsion $\tau_{w,Ed}$ bestimmt.

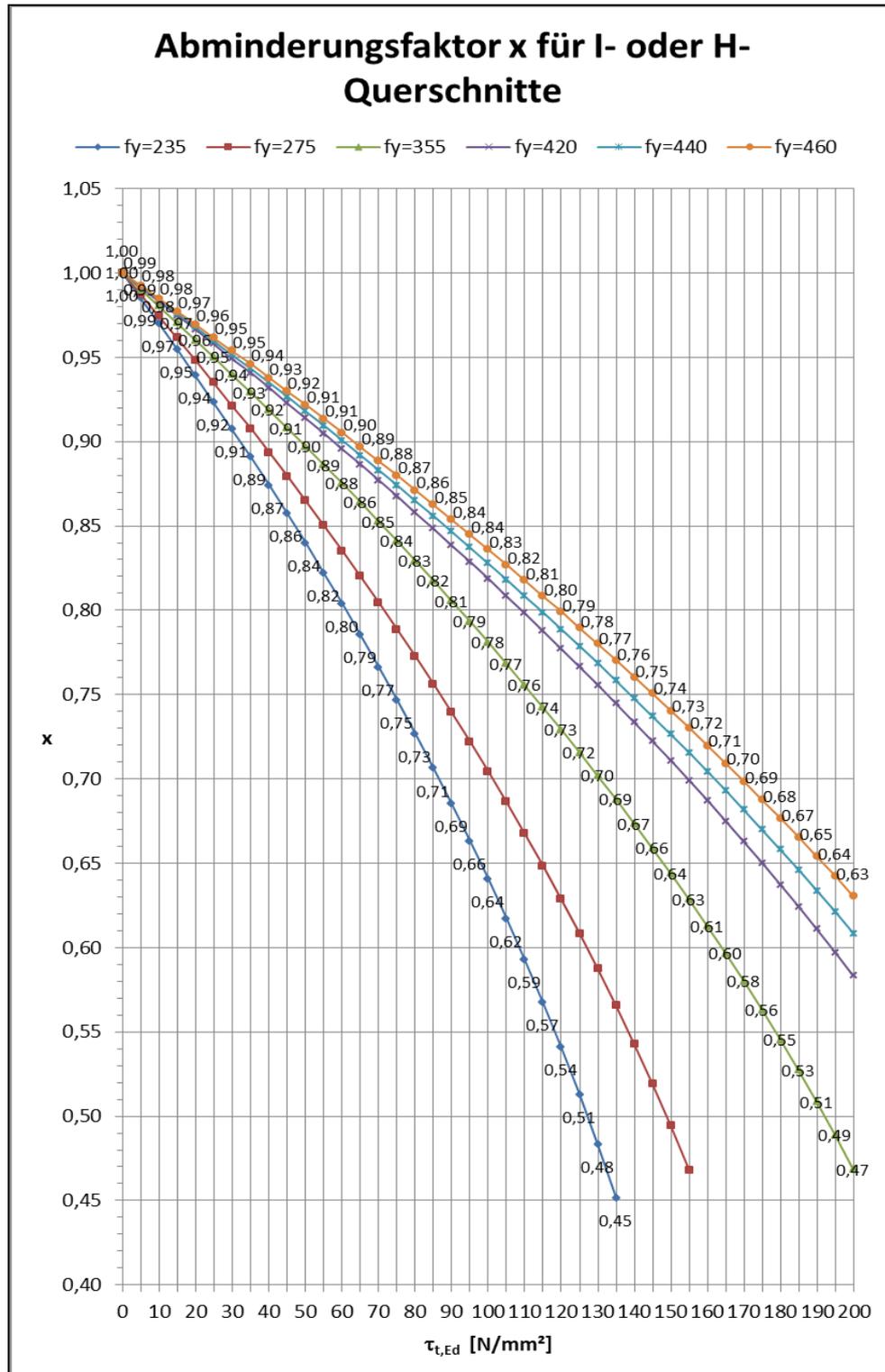
Da nach [3] der Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{M0} = 1,0$ anzusetzen ist, kann eine Berechnung dieses Abminderungsfaktors x für I- oder H-Querschnitte bzw. Hohlprofile mit einer einwirkenden Schubspannung infolge St. Venantscher Torsion $0 \leq \tau_{t,Ed} \leq 200 \text{ N/mm}^2$ für die Streckgrenzen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

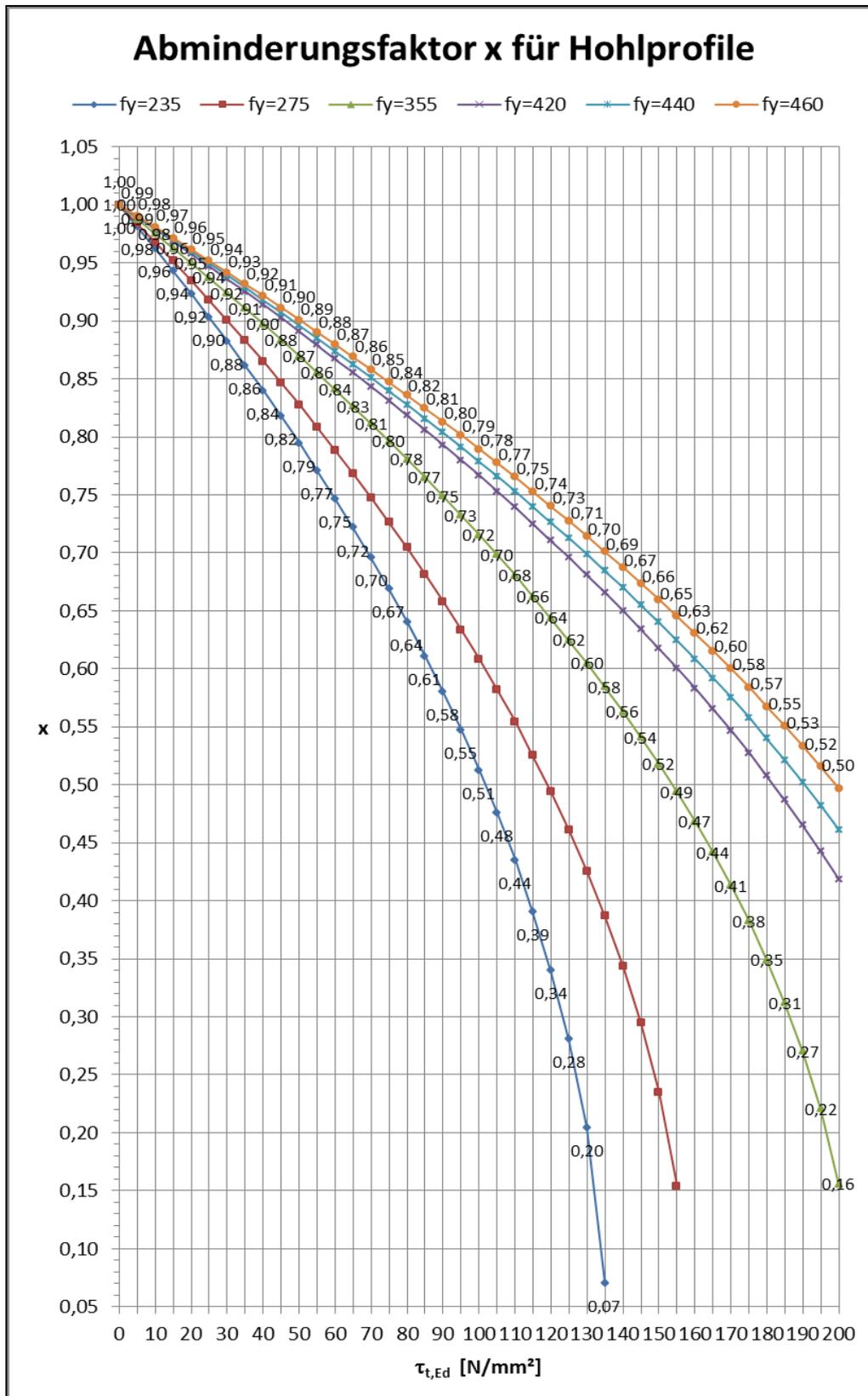
Es ist zu beachten, dass $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ bzw. $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ die Kurvenverläufe bei $\tau_{t,Ed} = 135 \text{ N/mm}^2$

bzw. $\tau_{t,Ed} = 155 \text{ N/mm}^2$ abrechnen. 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
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 Prüfamt
T. Schellenberg
Gulbener Straße 24
03046 Cottbus
Telefon 03342 4266-3501
Telefax 03342 4266-7608
PoststelleCB@LBV.Brandenburg.de
www.lbv.brandenburg.de