

Tipp 19/04

Momenten-Normalkraft-Interaktion bei I-Querschnitten der Querschnittsklassen 1 und 2 unter Vernachlässigung der reduzierten Momentenbeanspruchbarkeit infolge Normalkraftbeanspruchung 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 gleichzeitigen Beanspruchung von Querschnitten durch einachsige Biegung und Normalkraft kommt es zu einer Interaktion dieser Beanspruchungen. Nach [1], Abschnitt 6.2.9.1 wird diese gegenseitige Beeinflussung durch die Berücksichtigung der Normalkrafteinwirkung bei der Ermittlung der Momentenbeanspruchbarkeit erfasst. Somit wird der zu führende Nachweis auf einen reinen Momentennachweis der folgenden Form reduziert.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} \leq 1$$

In dieser Gleichung werden die folgenden Werte berücksichtigt.

M_{Ed} einwirkendes Biegemoment

$M_{N,Rd}$ abgeminderter Bemessungswert der plastischen Momentenbeanspruchbarkeit

Das auf den Querschnitt einwirkende Biegemoment M_{Ed} kann aus der Schnittgrößenermittlung entnommen werden.

Bei doppelt-symmetrischen I- oder H-Querschnitten bzw. anderen Querschnitten mit Gurten darf jedoch unter konkret festgelegten Randbedingungen auf die Ermittlung des abgeminderten Bemessungswert der plastischen Momentenbeanspruchbarkeit $M_{N,Rd}$ verzichtet werden. In diesem Fall darf der volle Wert der plastischen Momentenbeanspruchbarkeit des Querschnitts $M_{pl,Rd}$ angesetzt werden, was zu der folgenden Nachweisgleichung führt.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1$$

Die Verwendung dieses Nachweisformats ist jedoch nur zulässig, wenn

- bei einer Biegebeanspruchung um die y-Achse des Querschnitts

$$N_{Ed} \leq 0,25 * N_{pl,Rd} = 0,25 * \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{und}$$

$$N_{Ed} \leq \frac{0,5 * h_w * t_w * f_y}{\gamma_{M0}}$$

- bei einer Biegebeanspruchung um die z-Achse des Querschnitts

$$N_{Ed} \leq \frac{h_w * t_w * f_y}{\gamma_{M0}}$$

eingehalten wird.

In diesen Gleichungen werden die folgenden Werte berücksichtigt.

A	Querschnittsfläche des Gesamtquerschnitts
f_y	Streckgrenze des Stahls nach [1], Tabelle 3.1
γ_{M0}	Teilsicherheitsbeiwert für einen Querschnittsnachweis ohne Stabilitätsversagen
h_w	Stegblechhöhe (lichte Höhe zwischen den Flanschen)
t_w	Stegblechdicke

Die Querschnittsfläche A und die Bauteilabmessungen h_w sowie t_w sind abhängig von dem verwendeten Profil und können an Hand der Profilzeichnung ermittelt werden.

In [3] wird der Teilsicherheitsbeiwert γ_{M0} für die ständige und vorübergehende Bemessungssituation, aber auch für die außergewöhnliche Bemessungssituation, mit $\gamma_{M0} = 1,0$ definiert.

Nach [1], Tabelle 3.1 sind sechs verschiedene Werte für die Streckgrenze des Baustahls ($235 \text{ N/mm}^2 \leq f_y \leq 460 \text{ N/mm}^2$) möglich.

Für die Stahlbauprofile der Profilreihen I, IPE, HEA, HEB und HEM wurden die Grenzwerte der einwirkenden Normalkraftbeanspruchung $N_{Ed,max}$, bis zu denen auf eine Abminderung der plastischen Momentenbeanspruchbarkeit verzichtet werden darf, ermittelt. Diese Grenzwerte $N_{Ed,max}$ gelten jedoch nur für die Profile der Querschnittsklassen 1 und 2. Eine entsprechende Zuordnung in die jeweilige Querschnittsklasse, auf der Grundlage der Tabelle 5.2 aus [1] für den infolge Biegung und Druck beanspruchten Querschnitt ist vom Anwender vorzunehmen.

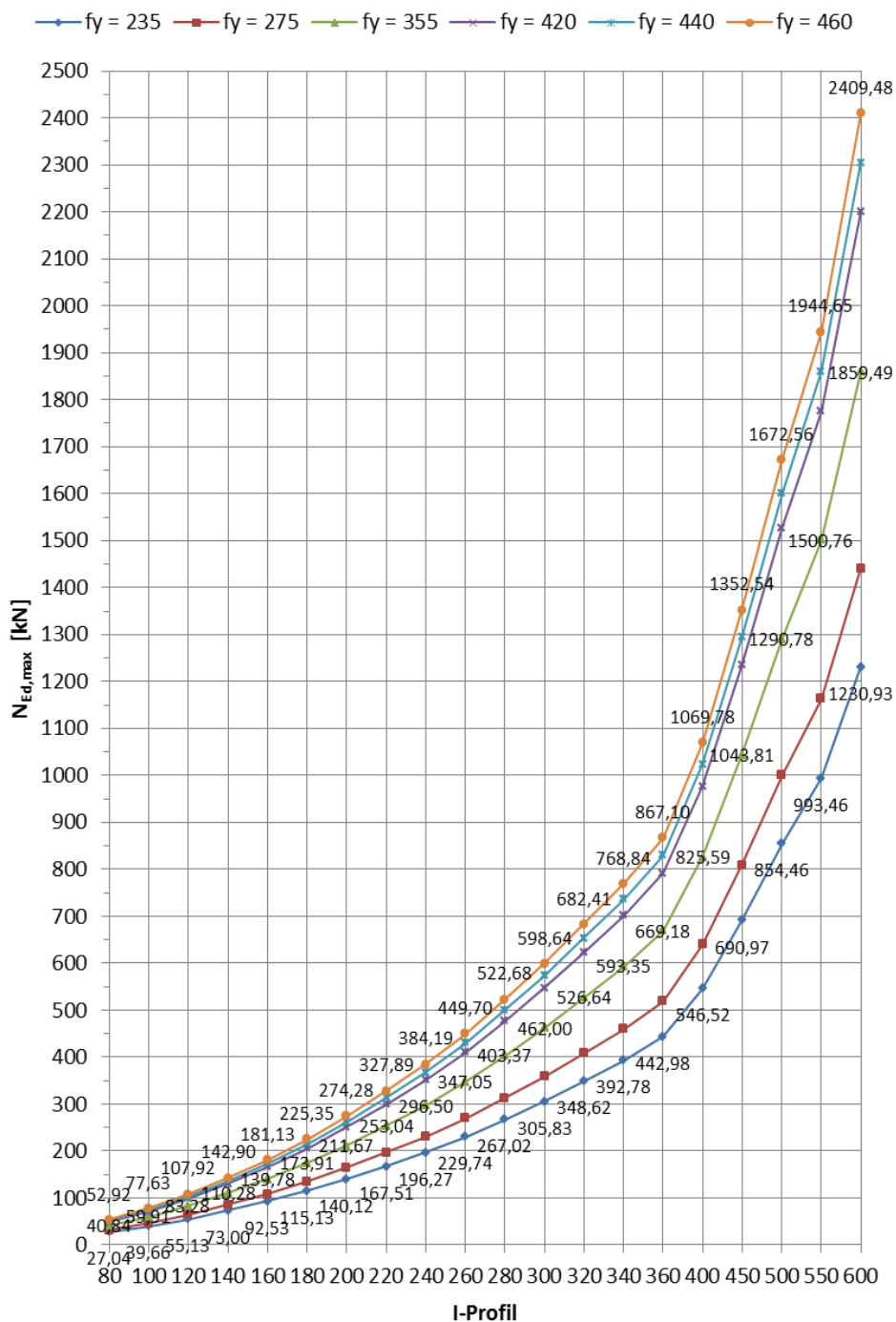
Außerdem ist zu beachten, dass, auf der sicheren Seite liegend, statt der Stegblechhöhe h_w (lichte Höhe zwischen den Flanschen) die gerade Höhe der Stegbleche zwischen den Ausrundungen zu den Flanschübergängen angesetzt wurde.

Die oberen Grenzwerte $N_{Ed,max}$ wurden für die verschiedenen Streckgrenzen f_y , entsprechend [1], Tabelle 3.1, ermittelt und in den folgenden Diagrammen graphisch ausgewertet.

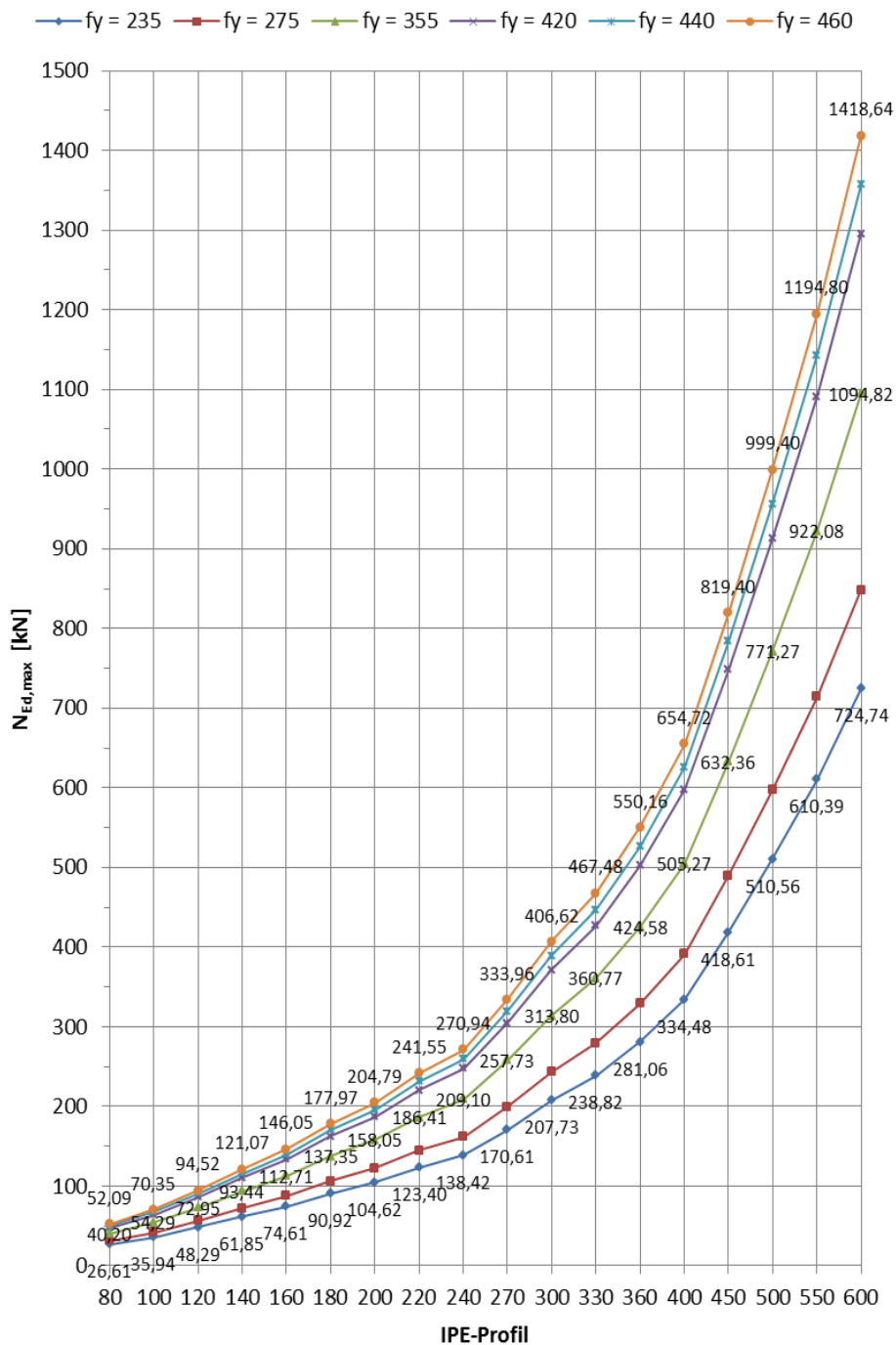
Für jeden Profiltyp (I, IPE, HEA, HEB und HEM) und jede Beanspruchungsrichtung (Biegebeanspruchung um die y- bzw. z-Achse) wurde ein Diagramm erstellt.

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 Grenznormalkraftbeanspruchung $N_{Ed,max}$ angegeben. Für die anderen Streckgrenzen sind diese Werte aus den Diagrammen abzulesen.

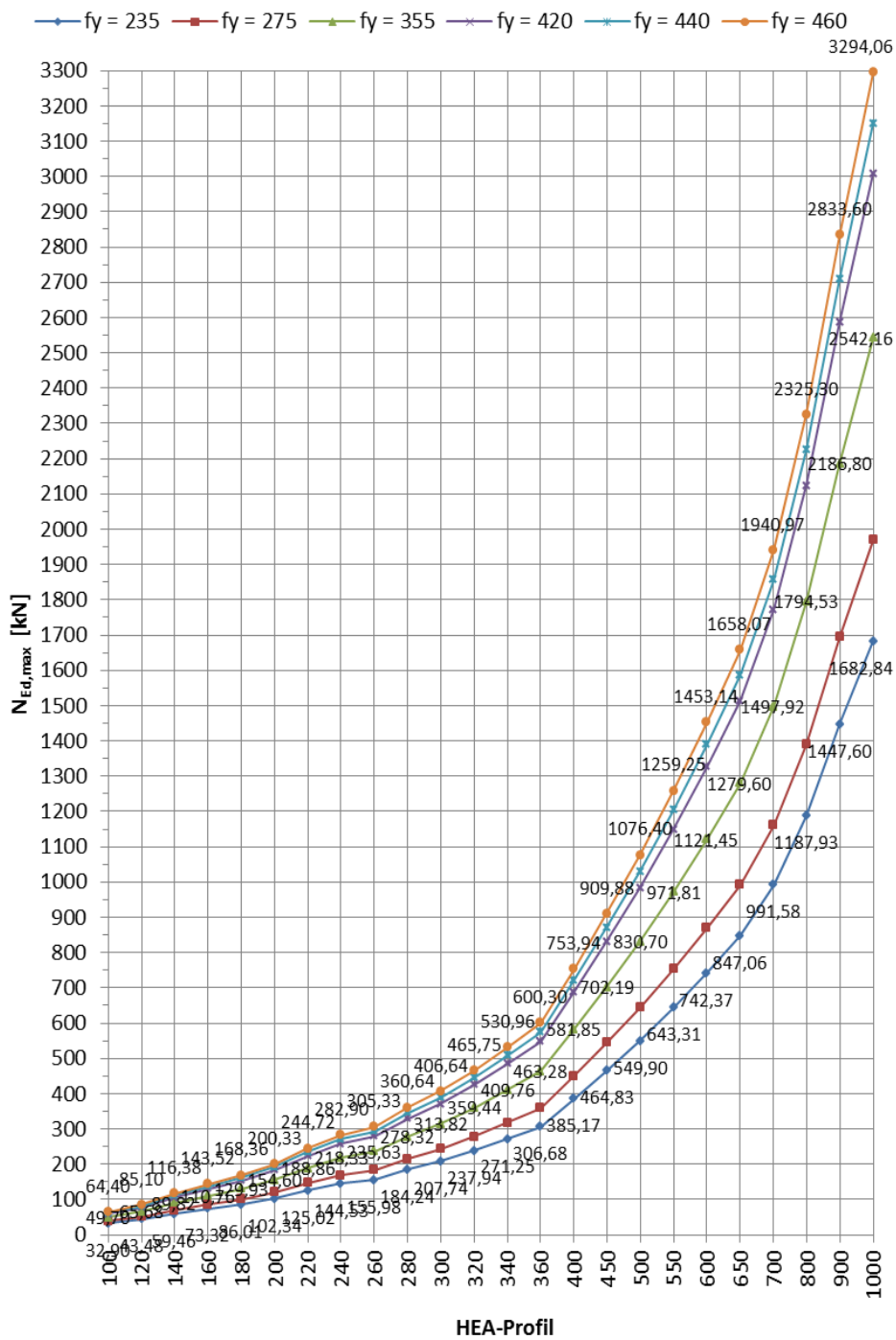
Grenzwert der Normalkraftbeanspruchung $N_{Ed,max}$ für I- Profile bei Biegebeanspruchung um die y- Achse



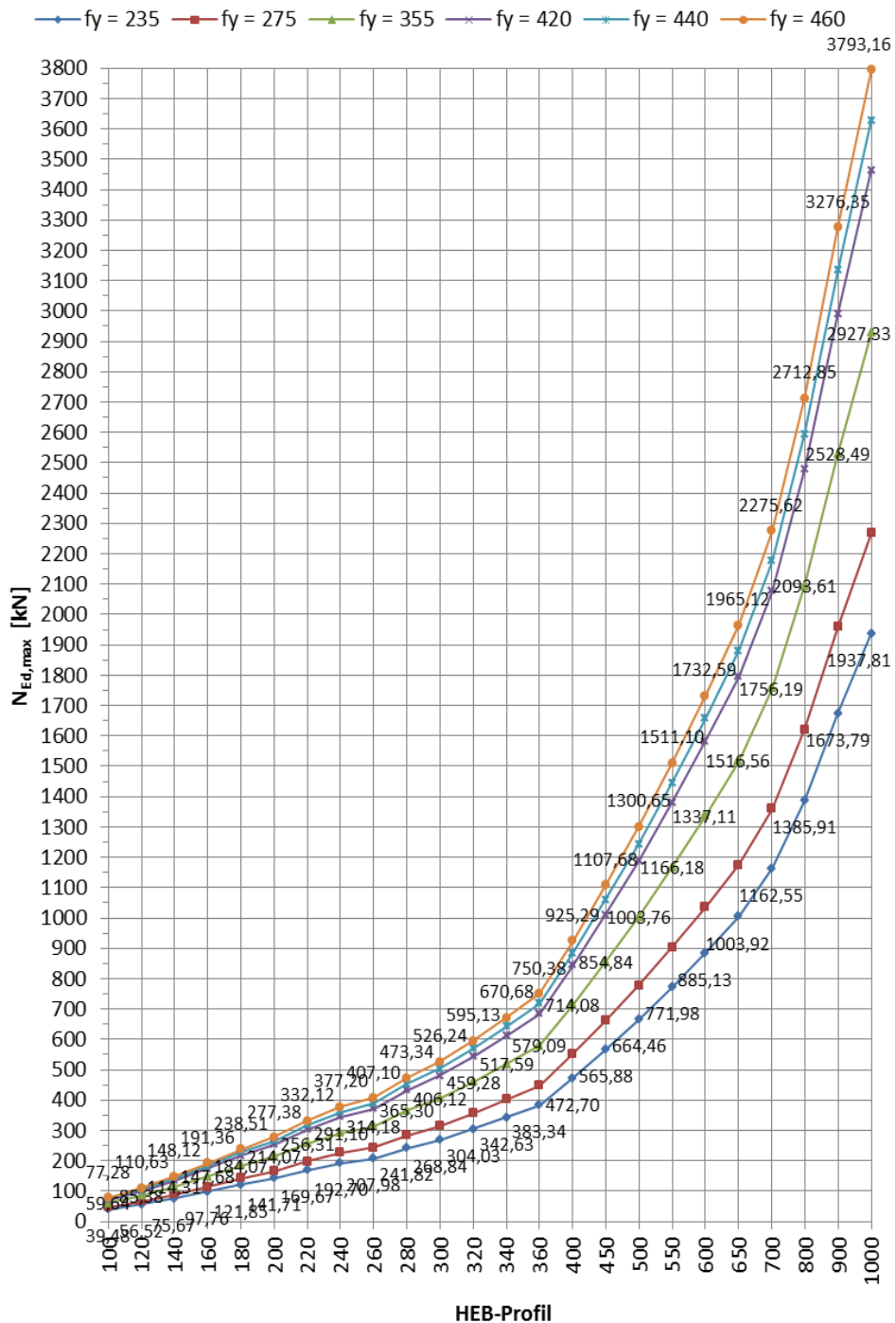
Grenzwert der Normalkraftbeanspruchung $N_{Ed,max}$ für IPE-Profile bei Biegebeanspruchung um die y-Achse

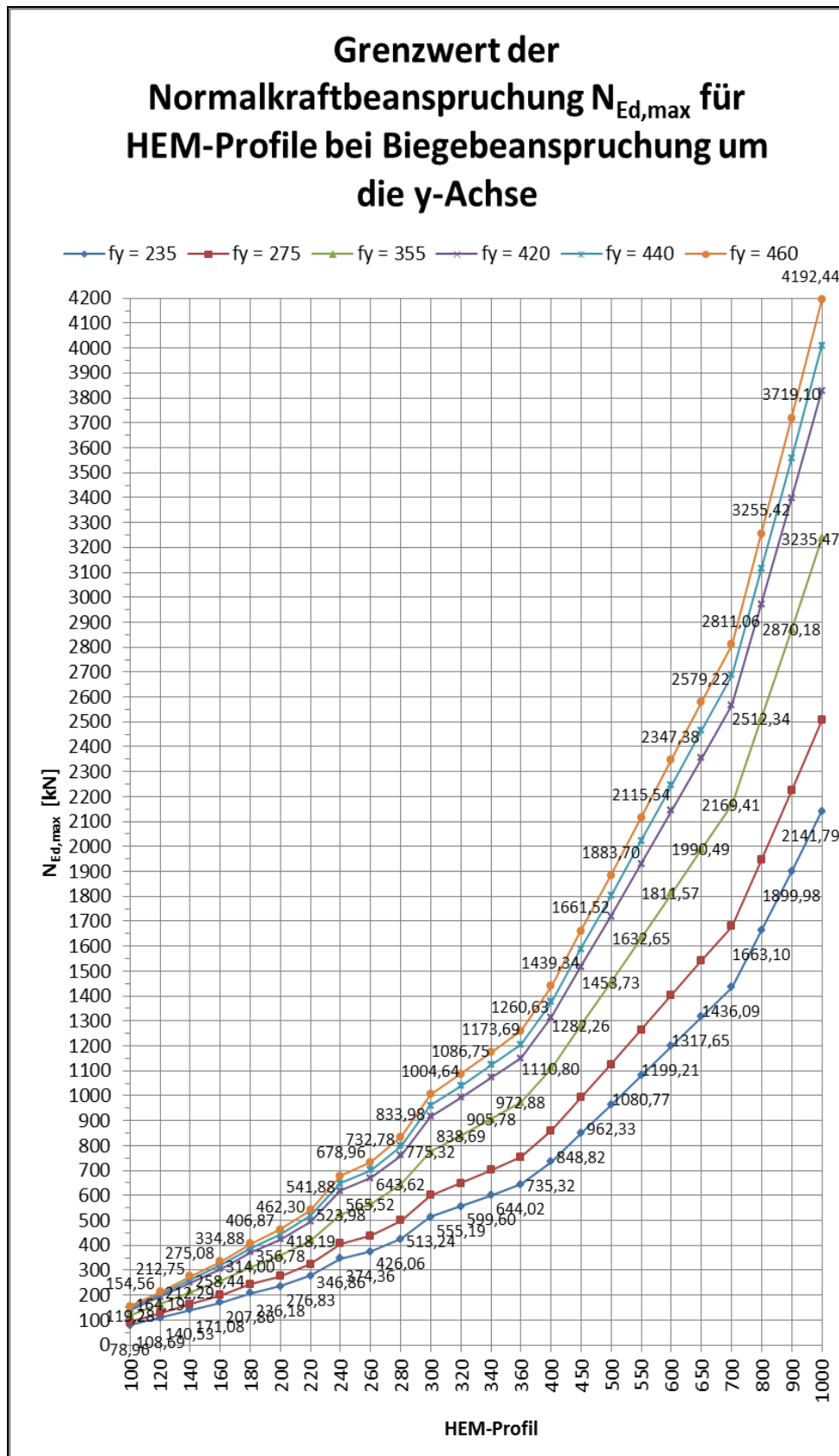


Grenzwert der Normalkraftbeanspruchung $N_{Ed,max}$ für HEA-Profile bei Biegebeanspruchung um die y-Achse

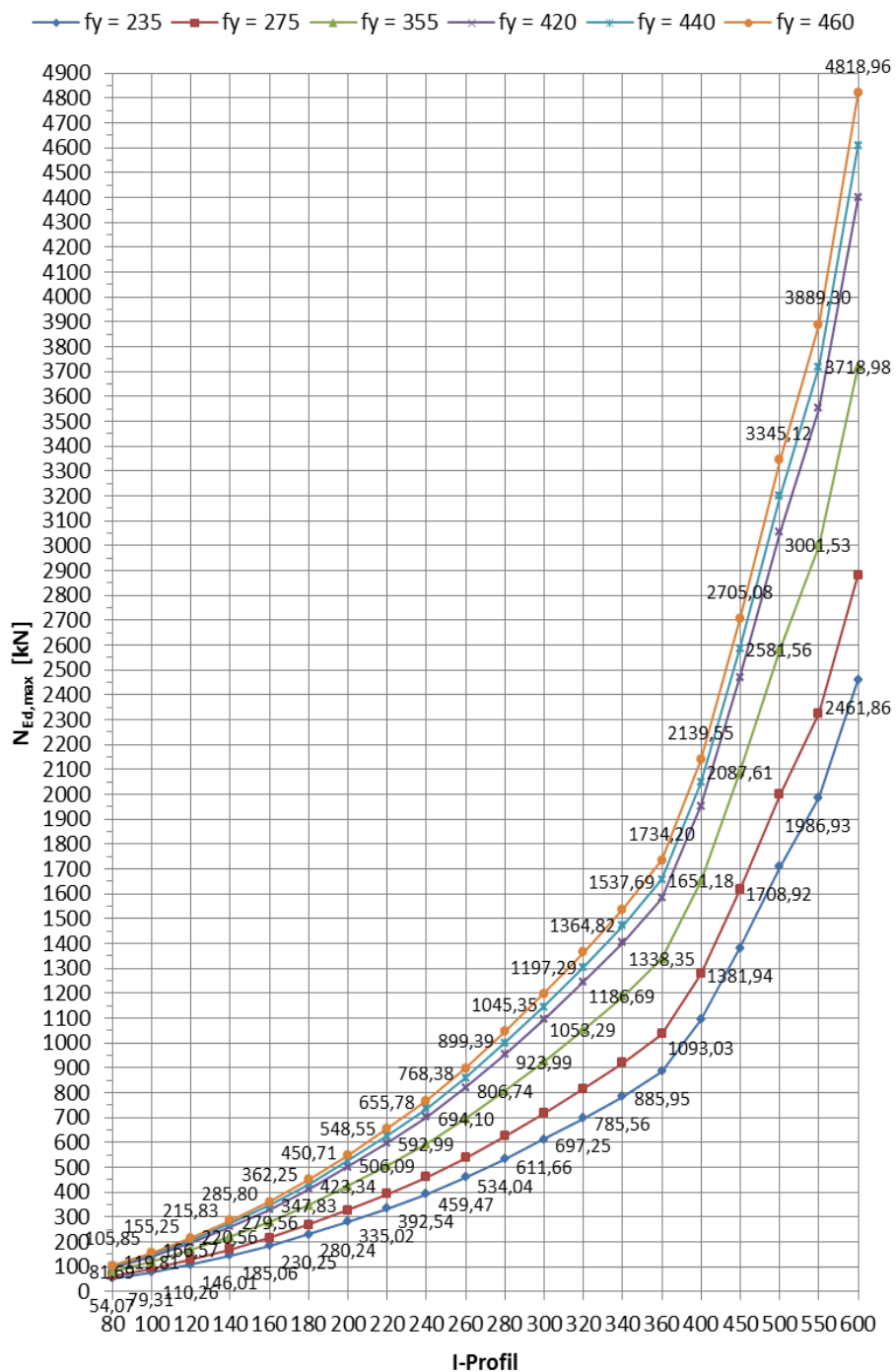


Grenzwert der Normalkraftbeanspruchung $N_{Ed,max}$ für HEB-Profile bei Biegebeanspruchung um die y-Achse

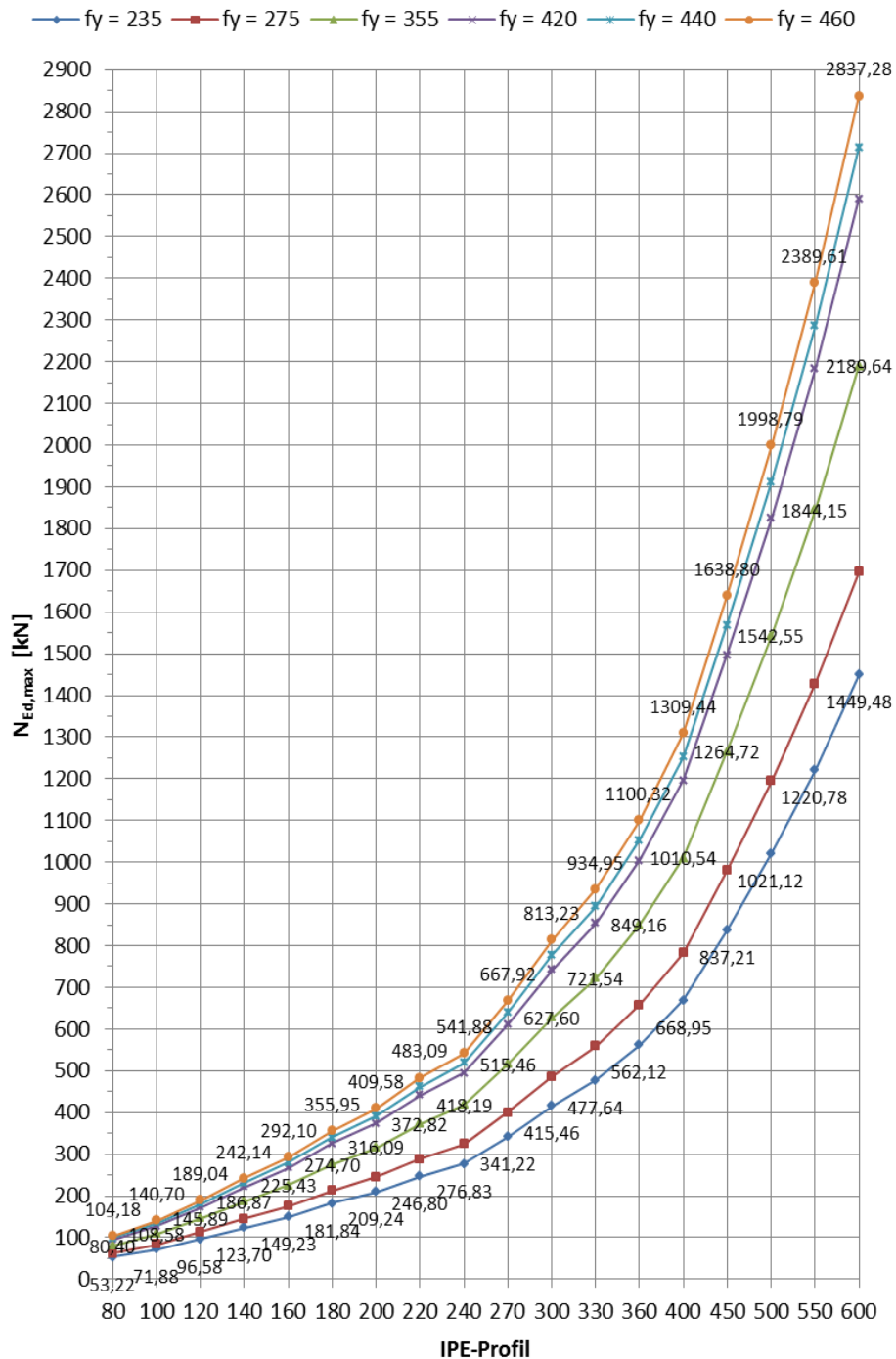




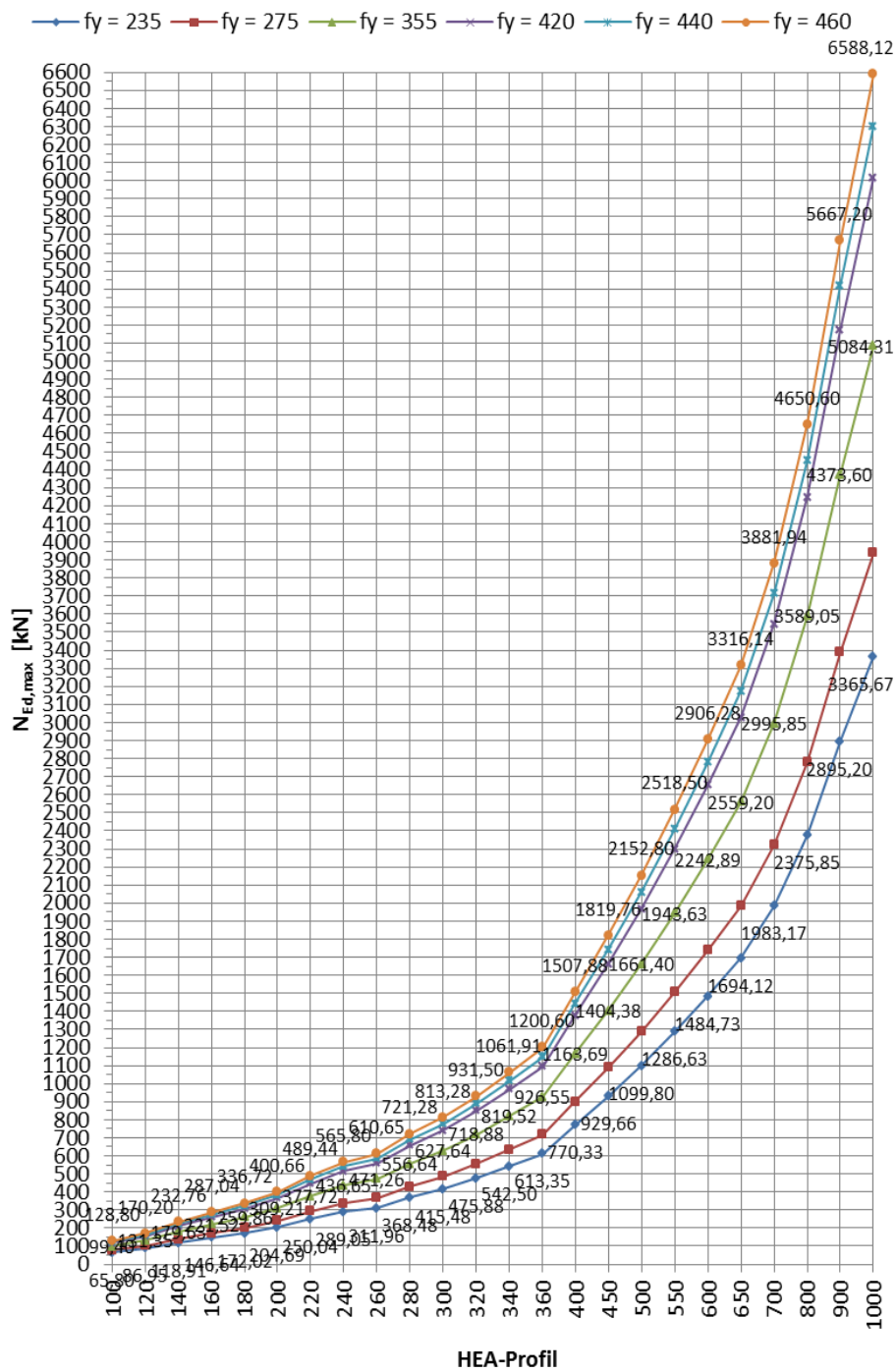
Grenzwert der Normalkraftbeanspruchung $N_{Ed,max}$ für I- Profile bei Biegebeanspruchung um die z-Achse



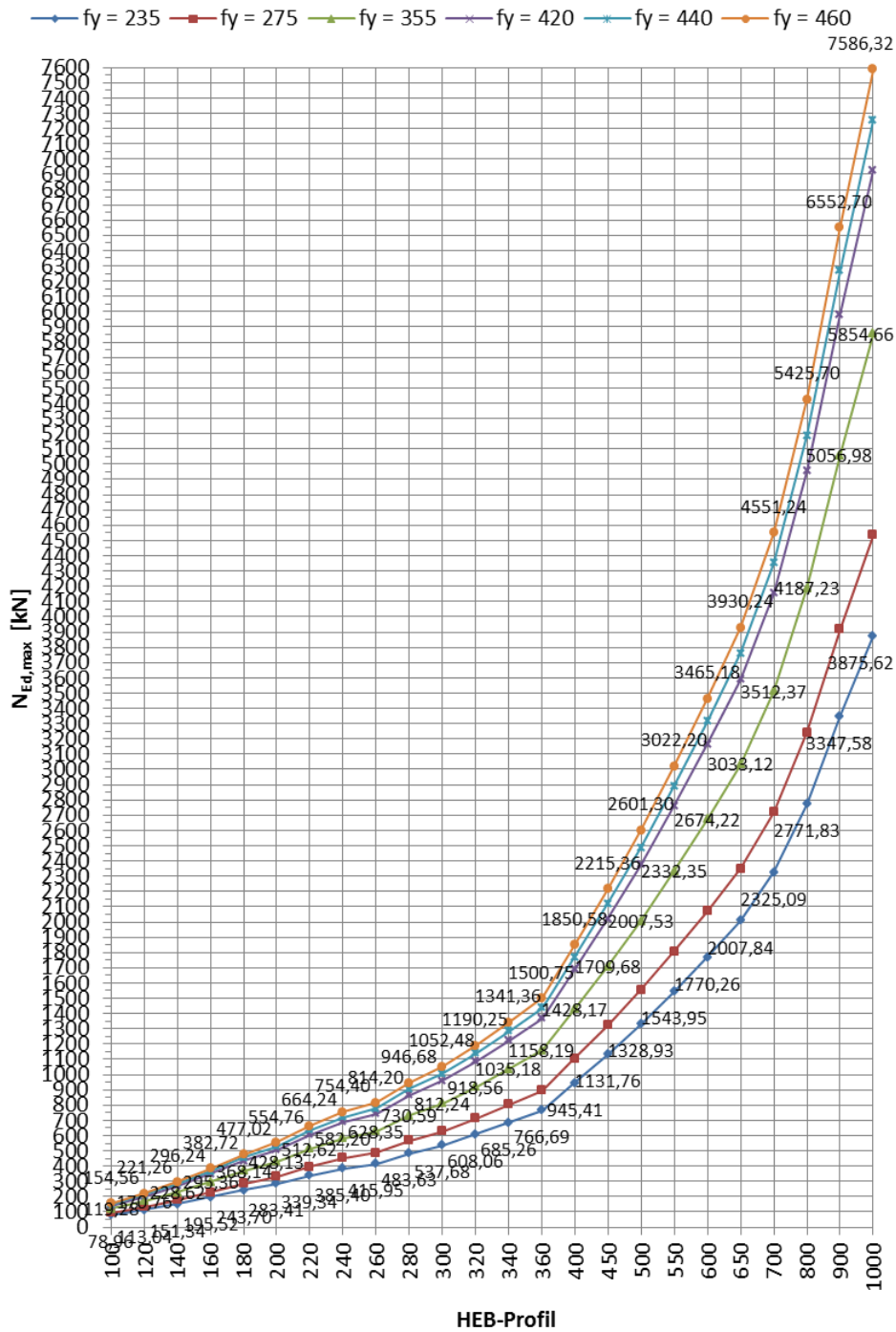
Grenzwert der Normalkraftbeanspruchung $N_{Ed,max}$ für IPE-Profile bei Biegebeanspruchung um die z-Achse



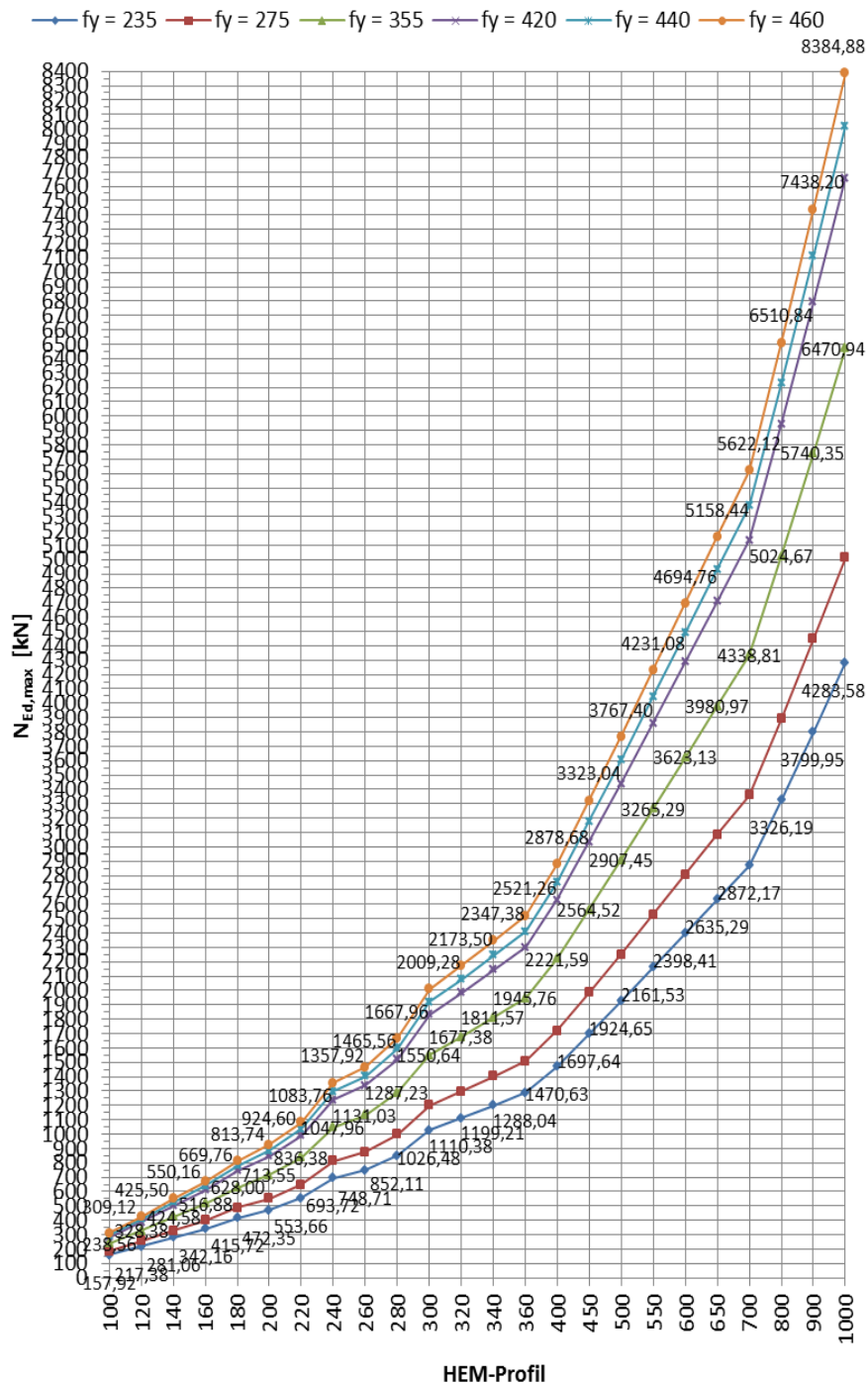
Grenzwert der Normalkraftbeanspruchung $N_{Ed,max}$ für HEA-Profile bei Biegebeanspruchung um die z-Achse



Grenzwert der Normalkraftbeanspruchung $N_{Ed,max}$ für HEB-Profile bei Biegebeanspruchung um die z-Achse



Grenzwert der Normalkraftbeanspruchung $N_{Ed,max}$ für HEM-Profile bei Biegebeanspruchung um die z-Achse



Mit Hilfe dieser Diagramme kann sehr schnell der Grenzwert der einwirkenden Normalkraftbeanspruchung $N_{Ed,max}$, bis zu dem auf eine Abminderung der plastischen Momentenbeanspruchbarkeit verzichtet werden darf, ermittelt werden. Es ist jedoch zu beachten, dass dies nur bei Profilen der Querschnittsklassen 1 und 2 angewendet werden darf.

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
www.lbv.brandenburg.de