

Tipp 19/06

Momenten-Normal- und Querkraft-Interaktion 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 Biegung, Normal- und Querkraft kommt es zu einer Interaktion dieser Beanspruchungen. Nach [1], Abschnitt 6.2.10 wird diese gegenseitige Beeinflussung durch die Berücksichtigung der Normal- und Querkrafteinwirkung bei der Ermittlung der jeweiligen plastischen Momentenbeanspruchbarkeiten $M_{pl,y,Rd}$ und $M_{pl,z,Rd}$ erfasst. Dabei ist bei der Berücksichtigung des Querkrafteinflusses zwischen geringer Querkraftbeanspruchung und erhöhter Querkraftbeanspruchung zu unterscheiden.

Von einer geringen Querkraftbeanspruchung wird ausgegangen, wenn $V_{Ed} \leq 0,5 * V_{pl,Rd}$ ist. Dabei sind die folgenden Werte relevant.

V_{Ed} Bemessungswert der einwirkenden Querkraft

$V_{pl,Rd}$ Bemessungswert der plastischen Querkrafttragfähigkeit

Der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft V_{Ed} ergibt sich aus der Schnittgrößenermittlung.

Der Bemessungswert der plastischen Querkrafttragfähigkeit $V_{pl,Rd}$ wird mit Hilfe der folgenden Gleichung ermittelt.

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

In dieser Gleichung werden die folgenden Werte berücksichtigt.

A_v wirksame Schubfläche

f_y Streckgrenze

γ_{M0} Teilsicherheitsbeiwert für die Querschnittsbeanspruchbarkeit

Die wirksame Schubfläche A_v ist nach den Vorgaben aus [1], Abschnitt 6.2.6(3) zu ermitteln und der Teilsicherheitsbeiwert γ_{M0} ist entsprechend den Vorgaben aus [3], Abschnitt 6.1(1) mit $\gamma_{M0} = 1,0$ anzusetzen.

Sollte eine geringe Querkraftbeanspruchung vorliegen ($V_{Ed} \leq 0,5 * V_{pl,Rd}$) braucht keine Abminderung infolge der Querkraftbeanspruchung bei der Beanspruchbarkeit des auf Biegung und Normalkraft beanspruchten Querschnitts vorgenommen werden. Die Nachweise können entsprechend [1], Abschnitt 6.2.9 geführt werden. Dies gilt jedoch nicht für Querschnitte bei denen Schubbeulen nach [4] in Verbindung mit [5] bemessungsrelevant wird.

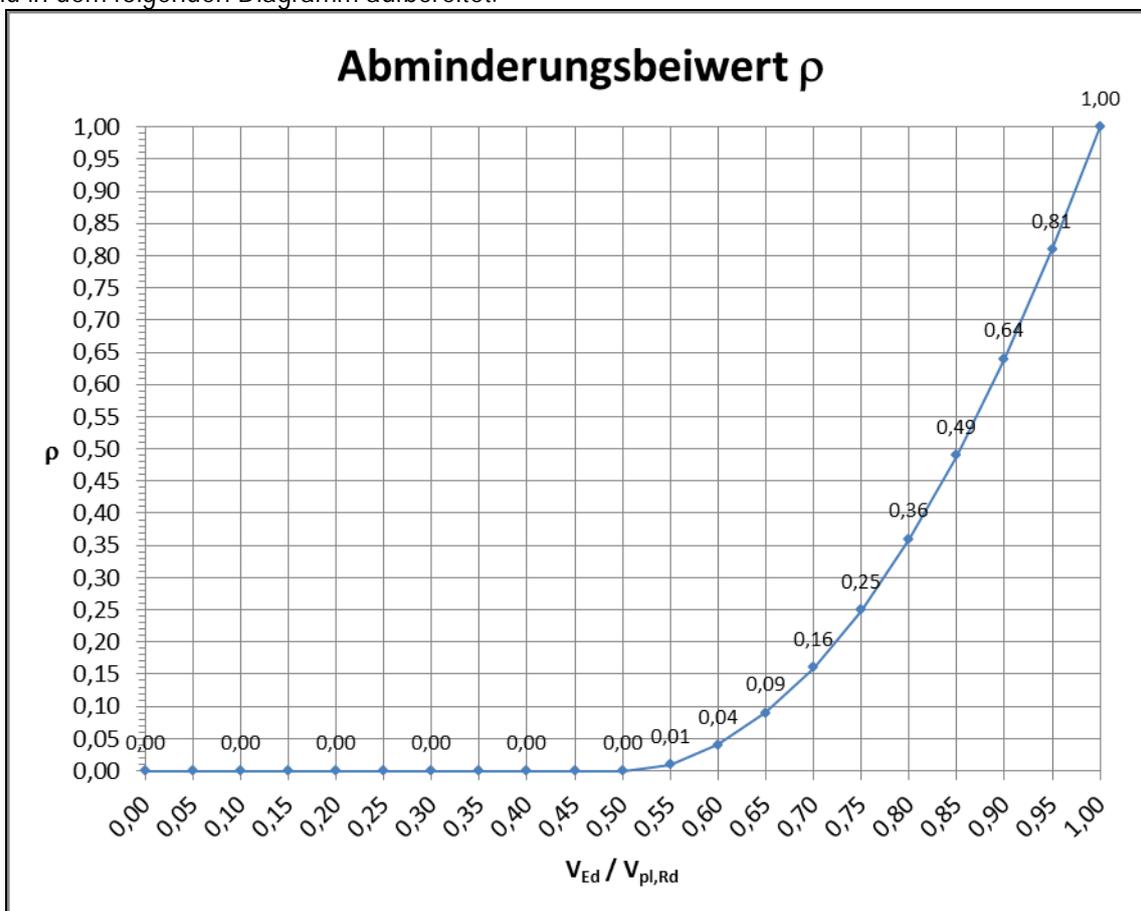
Bei einer erhöhten Querkraftbeanspruchung ($V_{Ed} > 0,5 * V_{pl,Rd}$) muss die Momenten Tragfähigkeit des Querschnitts infolge Querkraftbeanspruchung V_{Ed} abgemindert werden. Hierfür kann die Momenten Tragfähigkeit für den infolge Biegung und Normalkraft beanspruchten Querschnitt mit einer abgeminderten Streckgrenze $f_{y,red} = (1 - \rho) * f_y$ ermittelt werden. Alternativ darf eine Abminderung der Blechdicke der maßgebenden Querschnittsteile vorgenommen werden. Nachfolgend wird mit der abgeminderten Streckgrenze $f_{y,red}$ gearbeitet.

Zur Ermittlung der abgeminderten Streckgrenze $f_{y,red}$ muss der Abminderungsbeiwert ρ zur Bestimmung des Bemessungswertes der Momententragfähigkeit unter Berücksichtigung von V_{Ed} angesetzt werden. Dieser Abminderungsbeiwert ist mit der folgenden Gleichung zu bestimmen.

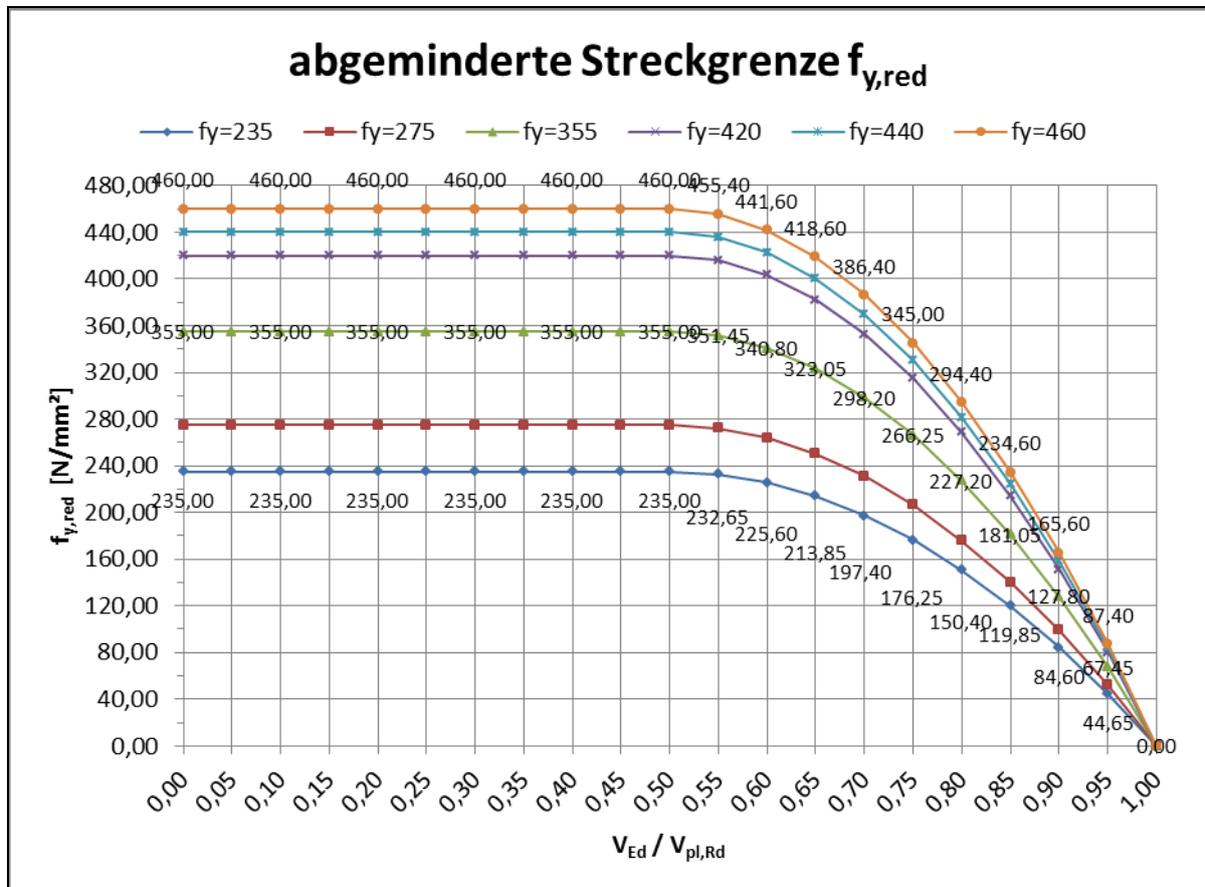
$$\rho = \left(\frac{2 * V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$$

Für das Querkraftverhältnis können sich Werte zwischen $0,0 \leq \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$ ergeben. Auf Grund der

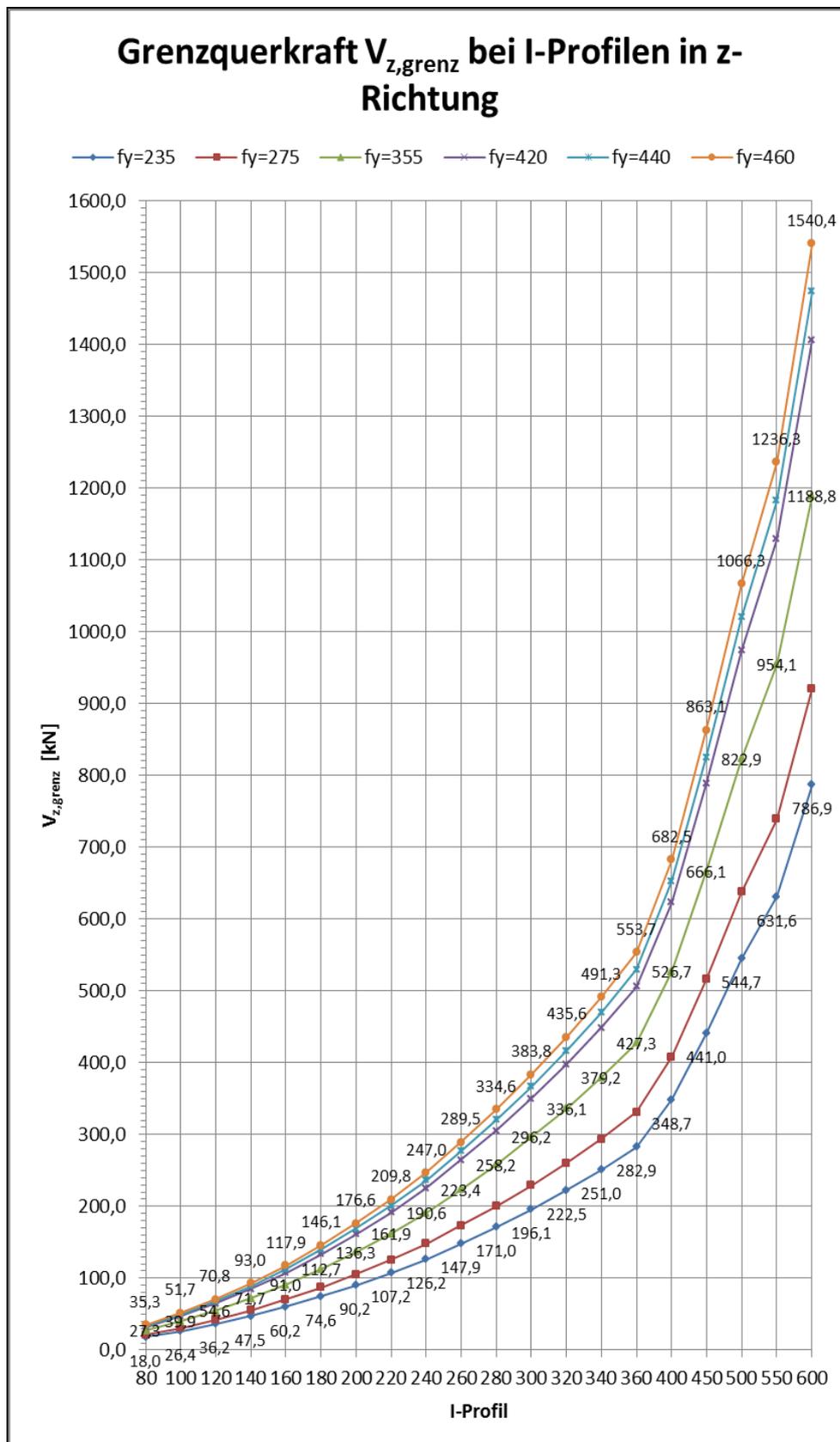
bisherigen Erläuterungen kann der Abminderungsbeiwert ρ einfach ermittelt werden und die Ergebnisse sind in dem folgenden Diagramm aufbereitet.

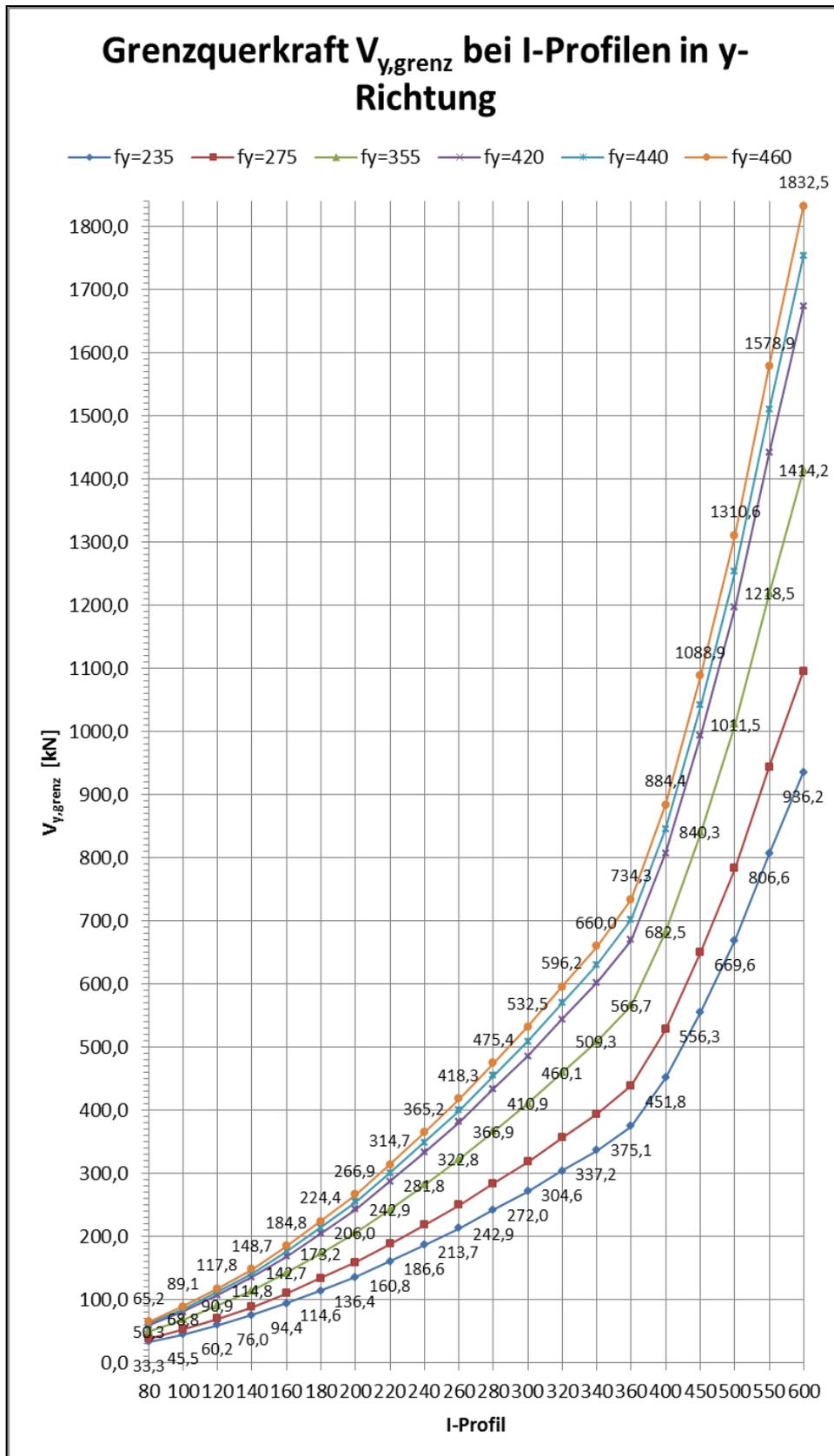


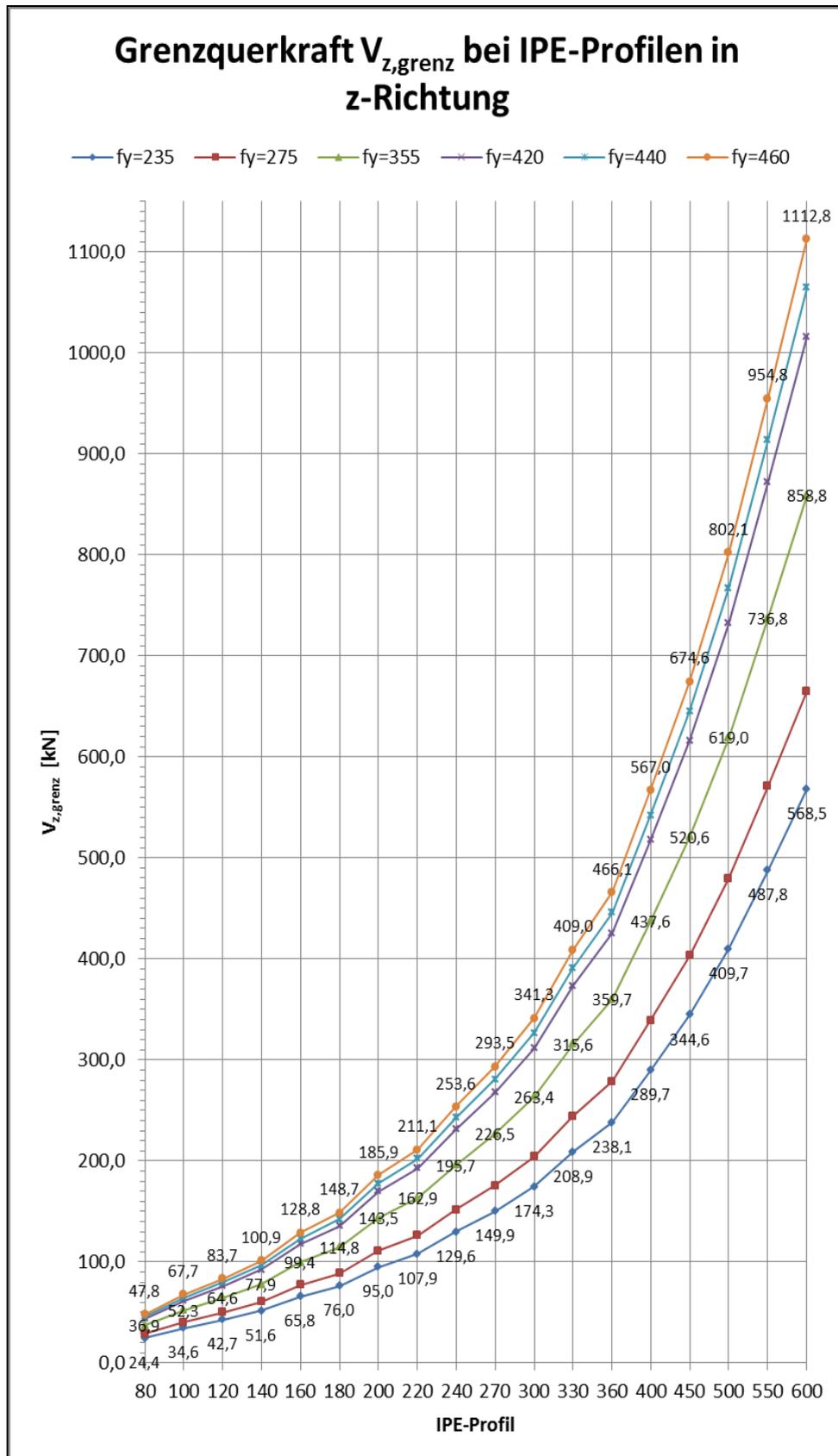
Somit können für die verschiedenen Streckgrenzen $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$, $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$, $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$, $f_y = 420 \text{ N/mm}^2$, $f_y = 440 \text{ N/mm}^2$ und $f_y = 460 \text{ N/mm}^2$ die jeweiligen abgeminderten Streckgrenzen $f_{y,red}$ ermittelt werden. In der folgenden graphischen Darstellung der Ergebnisse sind nur die Werte der abgeminderten Streckgrenzen $f_{y,red}$ für die Streckgrenzen $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$, $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ und $f_y = 460 \text{ N/mm}^2$ angegeben. Die anderen Werte wurden zur besseren Übersichtlichkeit nicht explizit angegeben, können jedoch aus dem Diagramm abgelesen werden.

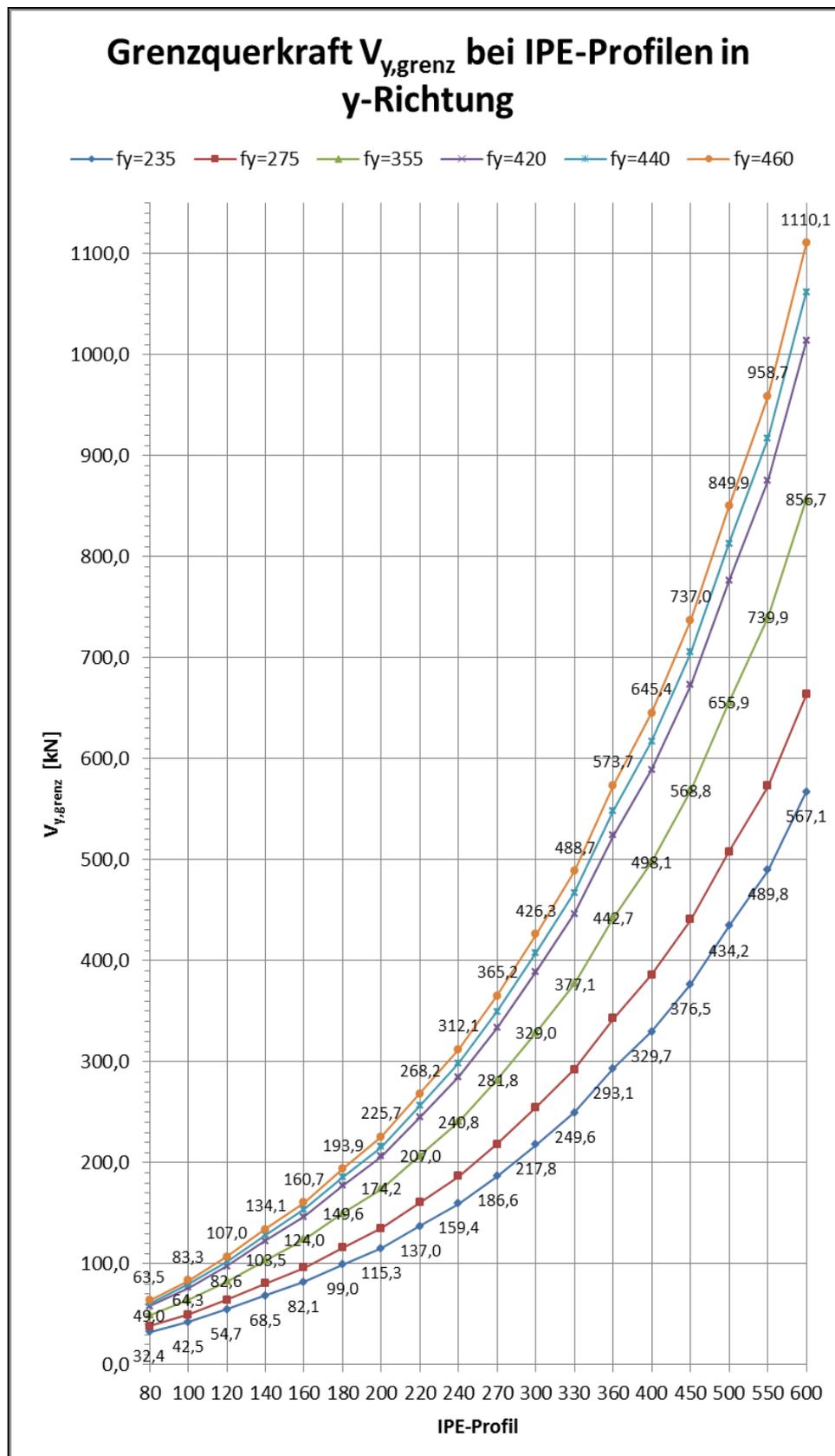


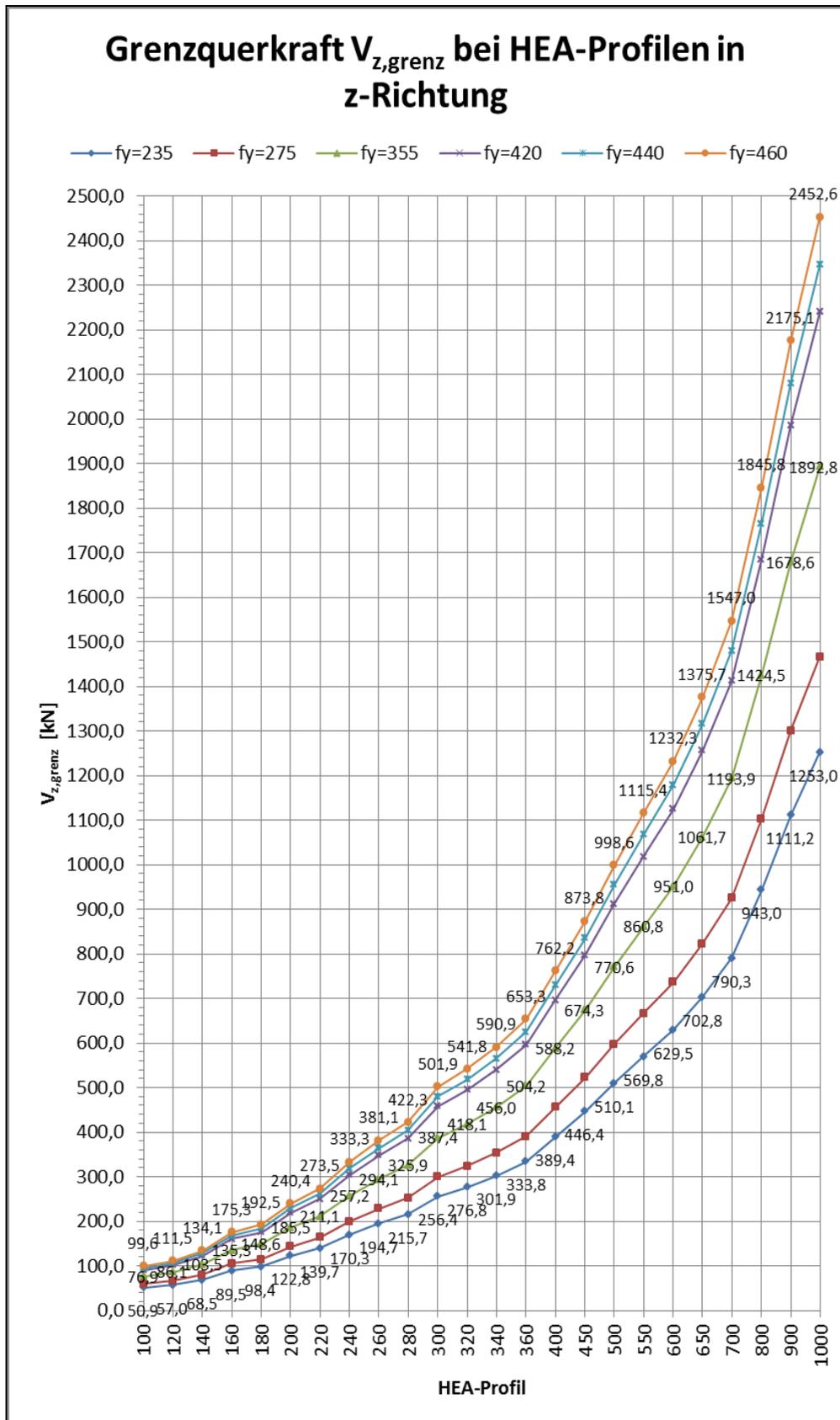
Ergänzend zu den obigen Darlegungen werden in den folgenden Diagrammen für gewalzte I-Querschnitte die jeweiligen Grenzwerte $V_{z,grenz} = 0,5 \cdot V_{pl,z,Rd}$ bzw. $V_{y,grenz} = 0,5 \cdot V_{pl,y,Rd}$ in Abhängigkeit von der Materialstreckgrenze f_y ausgewertet. In den folgenden Diagrammen sind nur die Werte der Grenzwerte V_{grenz} für die Streckgrenzen $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$, $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ und $f_y = 460 \text{ N/mm}^2$ angegeben. Die anderen Werte wurden zur besseren Übersichtlichkeit nicht explizit angegeben, können jedoch aus dem jeweiligen Diagramm ermittelt werden.

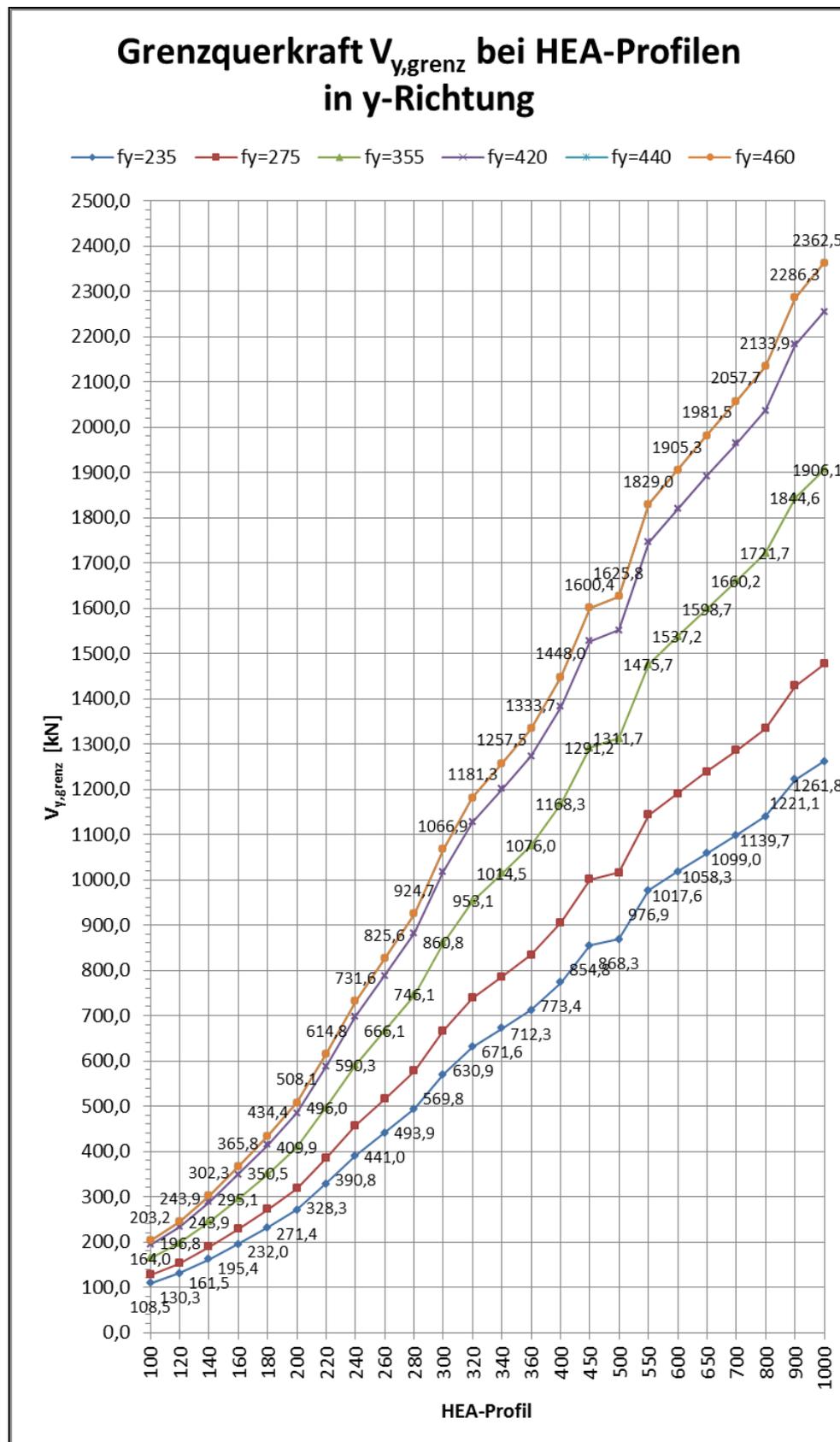


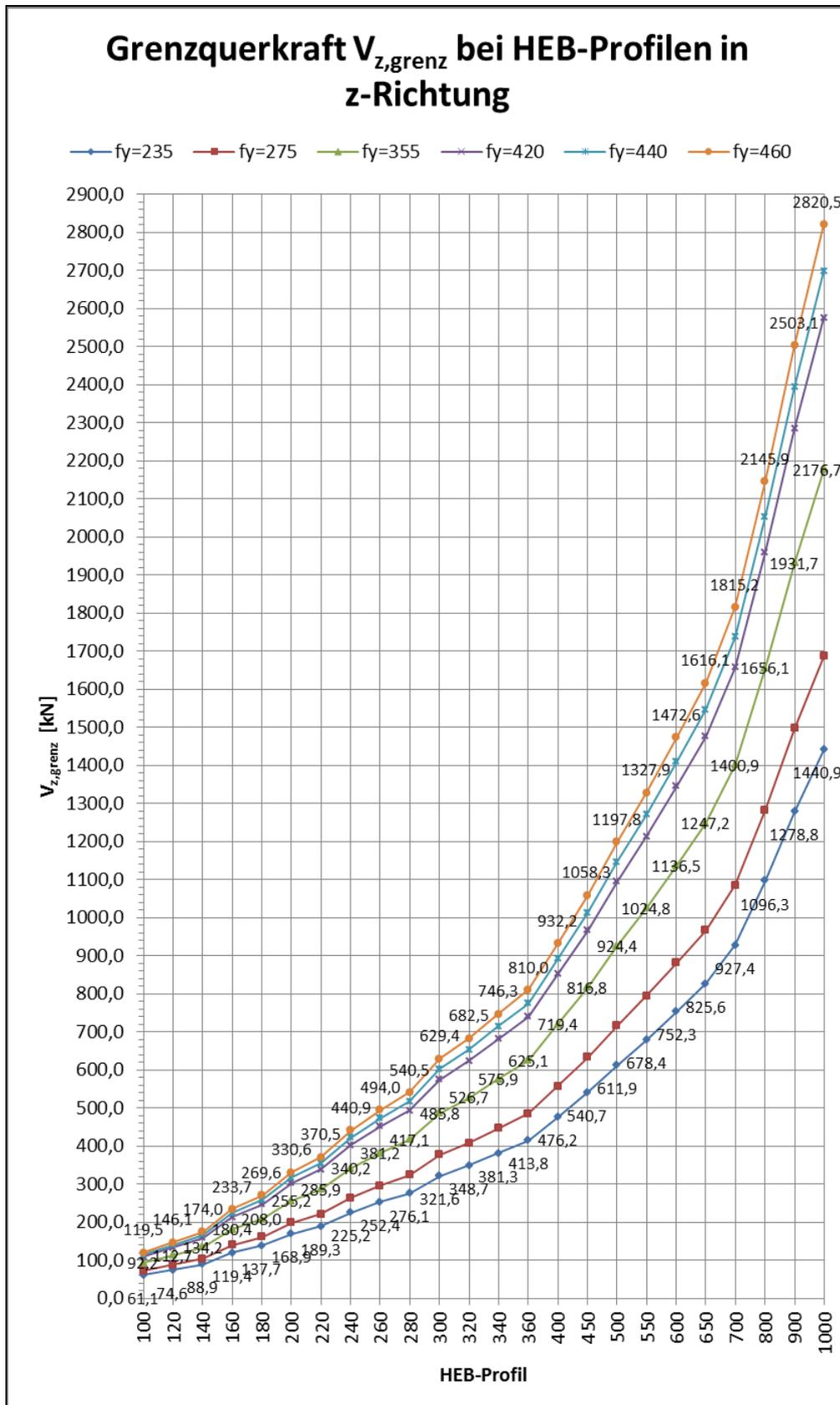


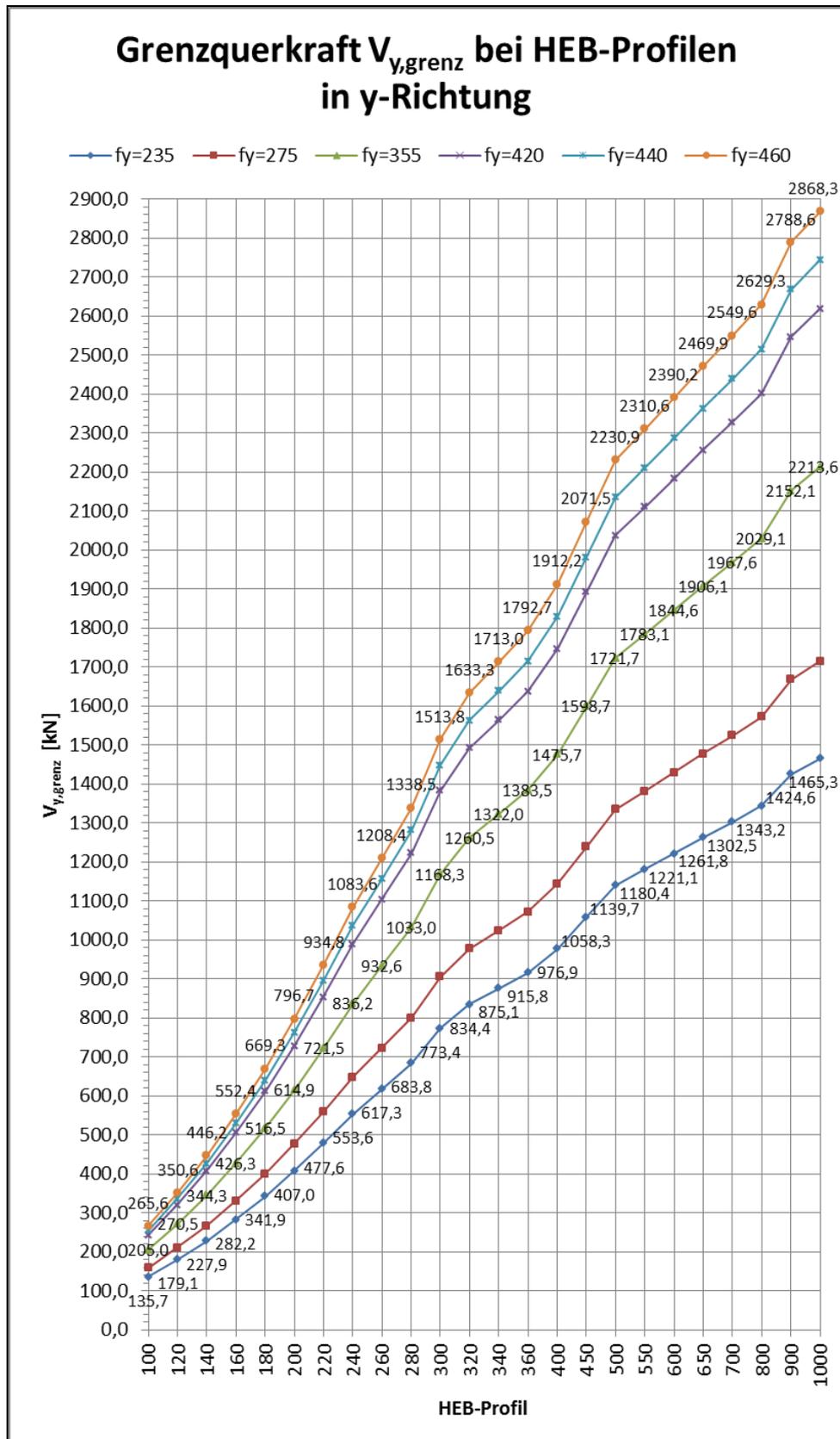


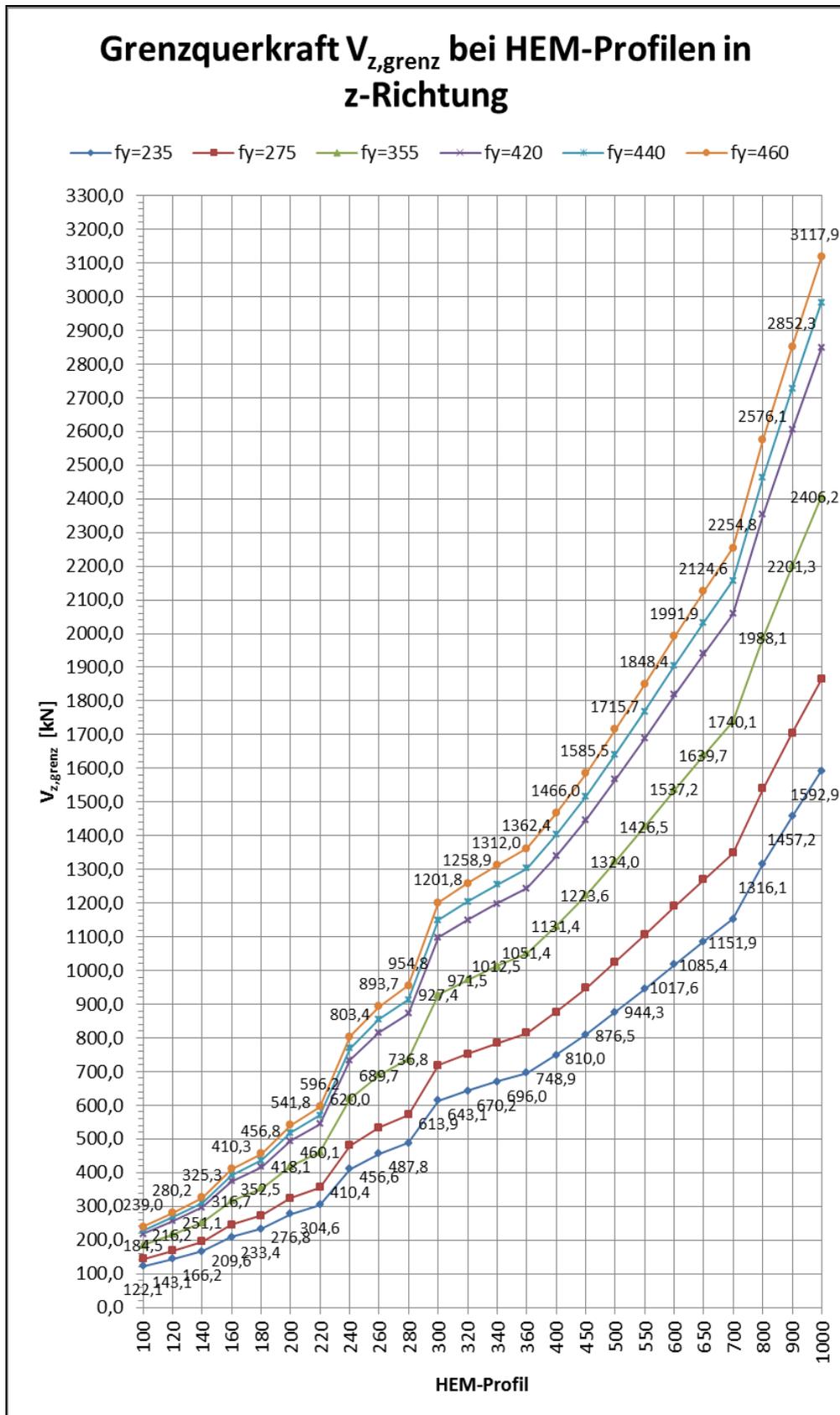


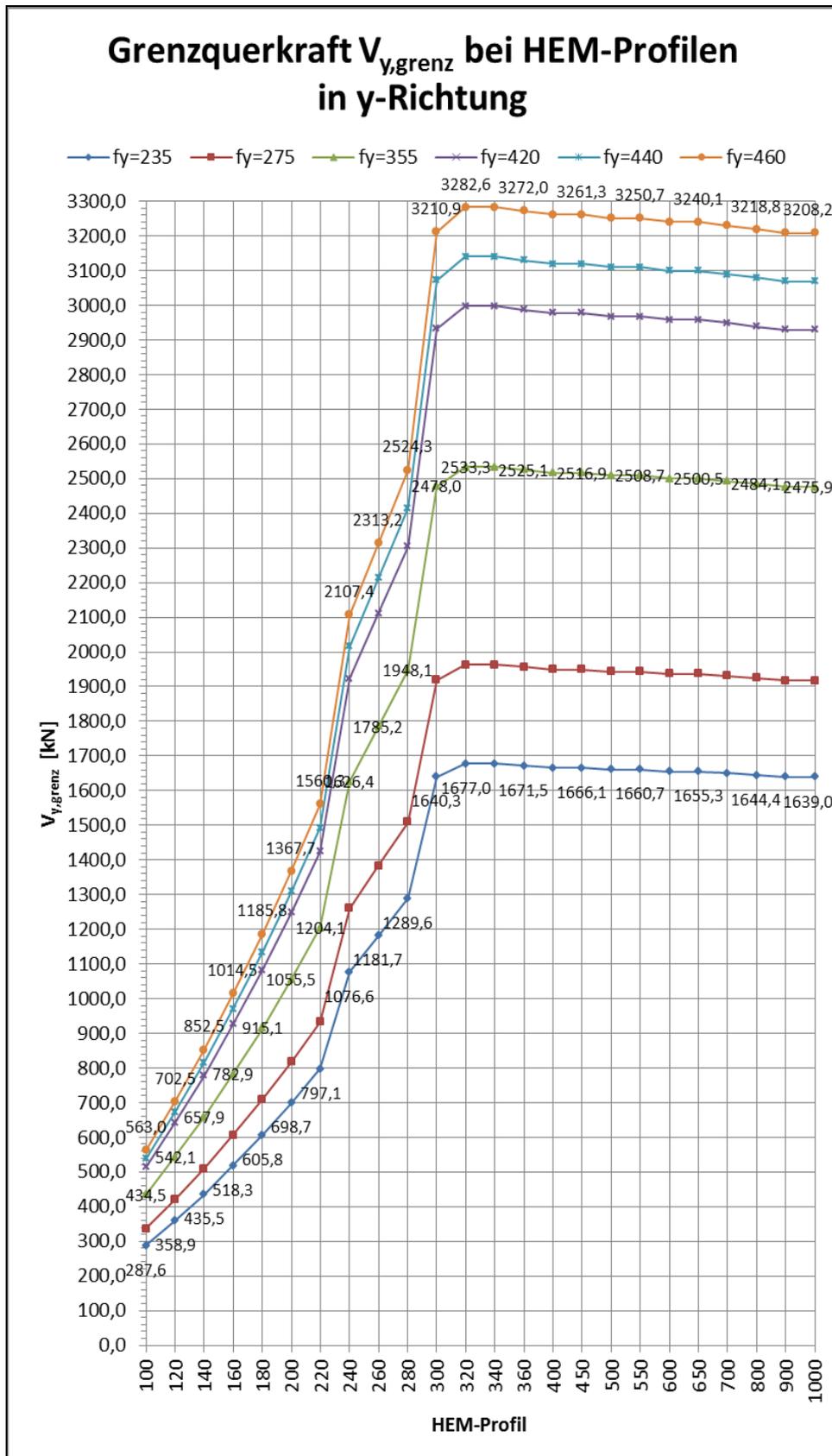












Mit Hilfe dieser Diagramme kann sehr schnell die Notwendigkeit einer Abminderung der plastischen Momentenbeanspruchbarkeit infolge Querkrafteinwirkung für gewalzte I-Profile ermittelt werden. Weiterhin ist durch die dargelegte Auswertung eine einfache Bestimmung der abgeminderten Streckgrenze $f_{y,red}$ möglich.

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 |
| [4] | DIN EN 1993-1-5:2010-12 | Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
Teil 1-5: Plattenförmige Bauteile |
| [5] | DIN EN 1993-1-5/NA:2010-12 | Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode
3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
Teil 1-5: Plattenförmige Bauteile |

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