

Tipp 23/09

Abminderungsbeiwert ρ für Plattenbeulen bei Stützenstegen mit Querdruckbeanspruchung nach DIN EN 1993-1-8:2010-12 [1] in Verbindung mit DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12 [2]

Die Tragfähigkeit $F_{c,wc,Rd}$ eines nicht ausgesteiften Stützenstegs, welcher durch Querdruck beansprucht wird, ist entsprechend [1], Abschnitt 6.2.6.2(1) nach der folgenden Gleichung zu bestimmen.

$$F_{c,wc,Rd} = \frac{\omega * k_{wc} * b_{eff,c,wc} * t_{wc} * f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \leq \frac{\omega * k_{wc} * \rho * b_{eff,c,wc} * t_{wc} * f_{y,wc}}{\gamma_{M1}}$$

In dieser Gleichung werden die folgenden Kennwerte berücksichtigt.

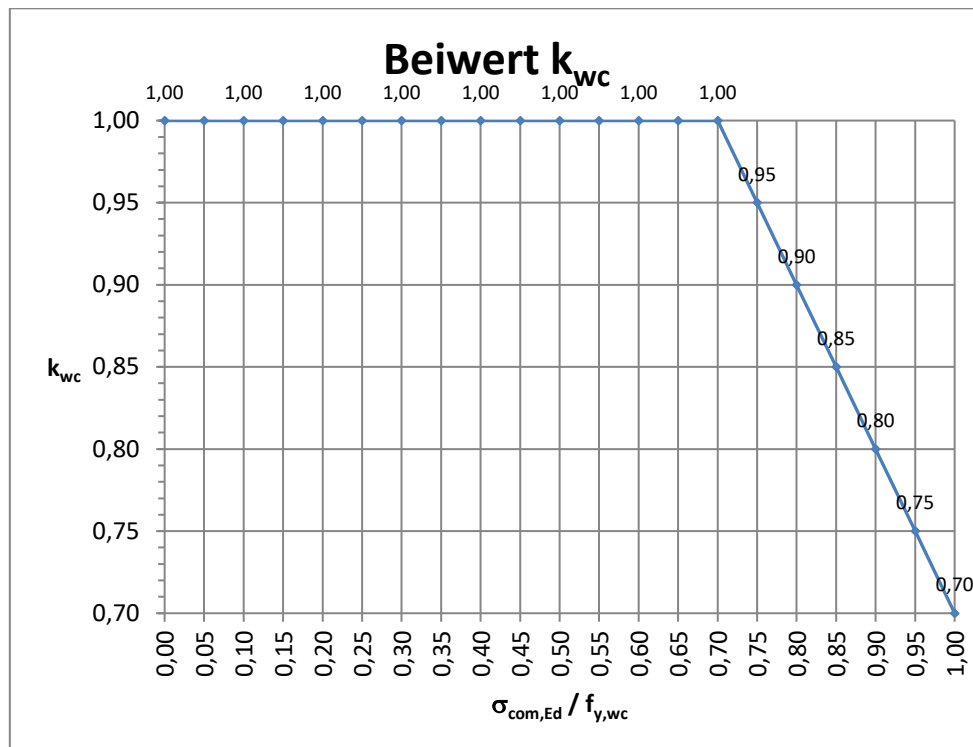
ω	Abminderungsbeiwert
k_{wc}	Abminderungsbeiwert
$b_{eff,c,wc}$	wirksame Breite des Stützenstegs bei Querdruck
t_{wc}	Stegdicke des Stützenprofils
$f_{y,wc}$	Nennwert der Streckgrenze des Stützensteges
γ_{M0}	Teilsicherheitsbeiwert
ρ	Abminderungsbeiwert
γ_{M1}	Teilsicherheitsbeiwert

Durch den Abminderungsbeiwert ω werden mögliche Interaktionseffekte der Querdruck- mit der Schubbeanspruchung im Stützenstegfeld berücksichtigt. Der Wert für ω ist entsprechend der Vorgaben von [1], Tabelle 6.3 zu berechnen.

Durch den Abminderungsbeiwert k_{wc} werden Interaktionseffekte der Querdruckbeanspruchung mit der Längsdruckspannungen $\sigma_{com,Ed}$ infolge Druckkraft und Biegemoment im Stützensteg berücksichtigt. Entsprechend [1], Abschnitt 6.2.6.2(2) ist als Längsdruckspannung $\sigma_{com,Ed}$ bei gewalzten Profilen die Stegspannung am Ende des Ausrundungsradius und bei geschweißten Profilen die Stegspannung am Schweißnahtübergang anzusetzen. Der Beiwert k_{wc} ist mit Hilfe der folgenden Bedingung zu bestimmen.

$$\begin{aligned} - \frac{\sigma_{com,Ed}}{f_{y,wc}} &\leq 0,7 & k_{wc} &= 1 \\ - \frac{\sigma_{com,Ed}}{f_{y,wc}} &> 0,7 & k_{wc} &= 1,7 - \frac{\sigma_{com,Ed}}{f_{y,wc}} \end{aligned}$$

Eine Auswertung dieser Bedingung wurde für das Verhältnis $0,0 \leq \frac{\sigma_{com,Ed}}{f_{y,wc}} \leq 1,0$ vorgenommen und nachfolgend graphisch aufbereitet.



Die wirksame Breite $b_{eff,c,wc}$ des Stützenstegs bei Querdruck kann für geschweißte Anschlüsse, geschraubte Stirnblechverbindungen und geschraubte Verbindungen mit Flanschwinkeln entsprechend [1], Abschnitt 6.2.6.2(1) berechnet werden. Dabei sind die jeweiligen geometrischen Eingangswerte für diese Verbindungen zu berücksichtigen. Auf Grund der Vielzahl der verschiedenen Eingangswerte wird hier auf eine verallgemeinerte Betrachtung verzichtet.

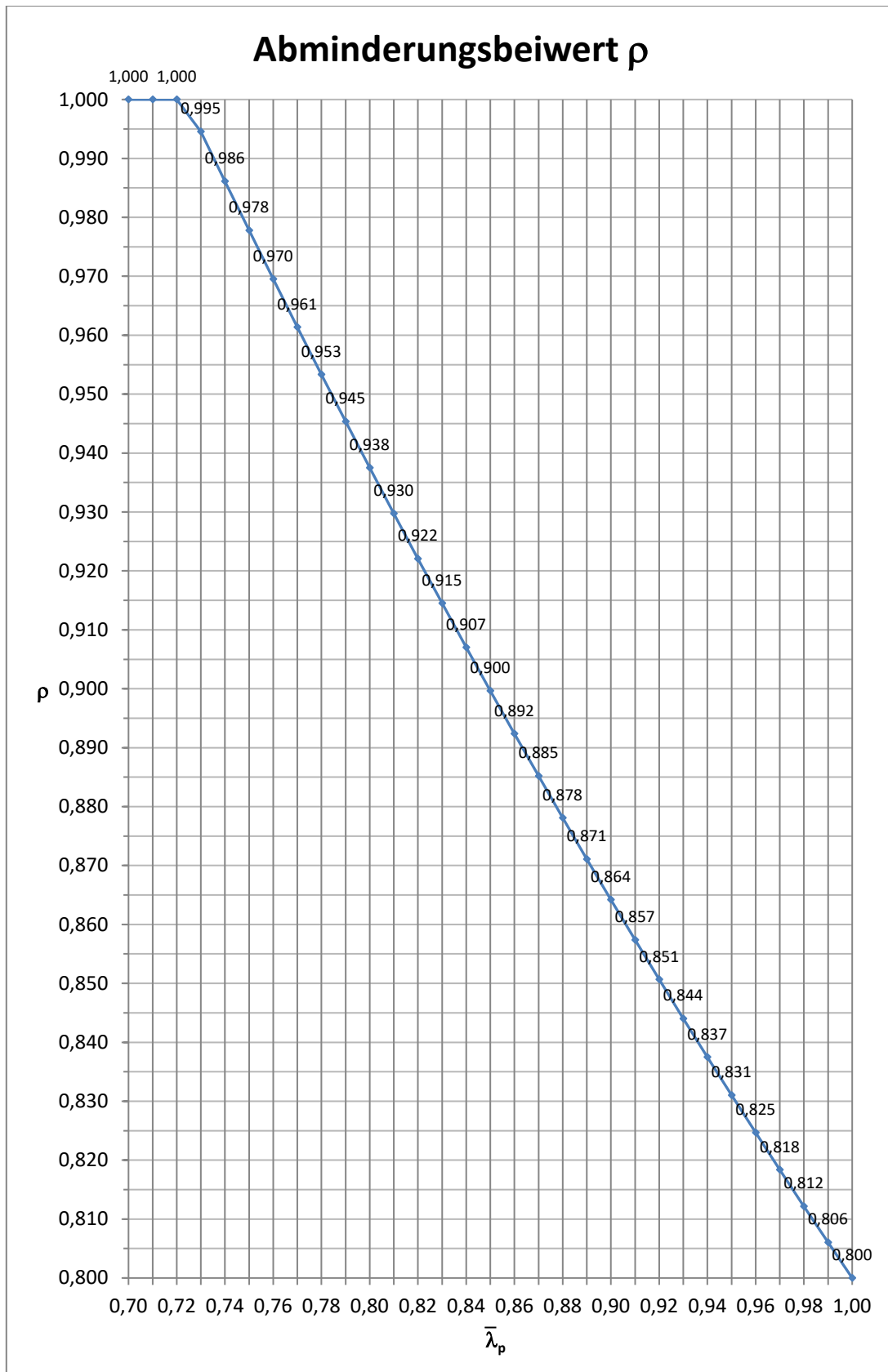
Die Stegdicke t_{wc} und der Nennwert der Streckgrenze $f_{y,wc}$ des Stützenstegs sind abhängig vom objekt-spezifisch gewählten Stützenprofil und der gewählten Materialgüte.

Die Teilsicherheitsbeiwerte γ_{M0} und γ_{M1} sind in [5], Abschnitt 6.1 mit $\gamma_{M0} = 1,0$ und $\gamma_{M1} = 1,1$ angegeben.

Der Abminderungsbeiwert ρ für das Plattenbeulen des Stützenstegs infolge Querdruckbeanspruchung auf die Stütze ist, in Abhängigkeit vom Plattenschlankheitsgrad $\bar{\lambda}_p$, nach der folgenden Bedingung aus [1], Abschnitt 6.2.6.2(1) zu berechnen.

$$\begin{aligned}
 - \bar{\lambda}_p \leq 0,72 & \quad \rho = 1,0 \\
 - \bar{\lambda}_p > 0,72 & \quad \rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,2}{\bar{\lambda}_p}
 \end{aligned}$$

Somit ergibt sich nach einer Auswertung dieser Bedingung der im folgenden Diagramm dargestellte Verlauf des Abminderungsbeiwertes ρ in Abhängigkeit von $\bar{\lambda}_p$.



Der Plattenschlankheitsgrad $\bar{\lambda}_p$ muss mit Hilfe der folgenden Gleichung berechnet werden.

$$\bar{\lambda}_p = 0,932 * \sqrt{\frac{b_{eff,c,wc} * d_{wc} * f_{y,wc}}{E * t_{wc}^2}}$$

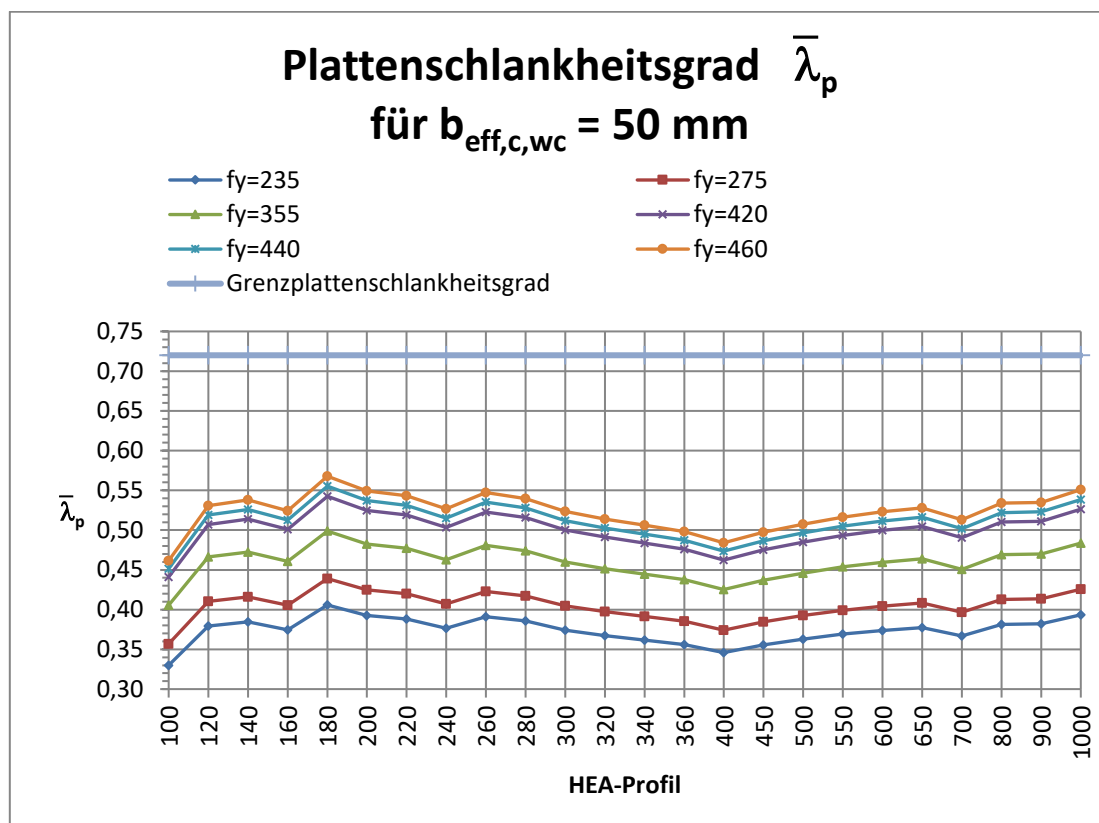
In dieser Gleichung werden die folgenden Kennwerte berücksichtigt.

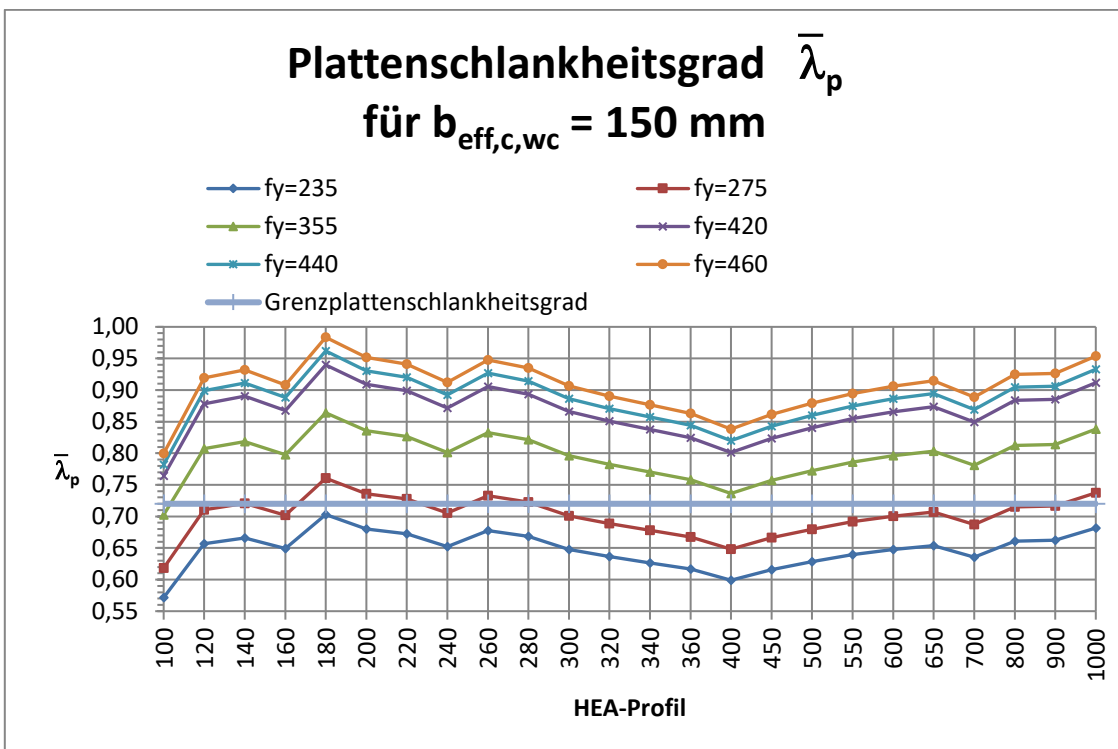
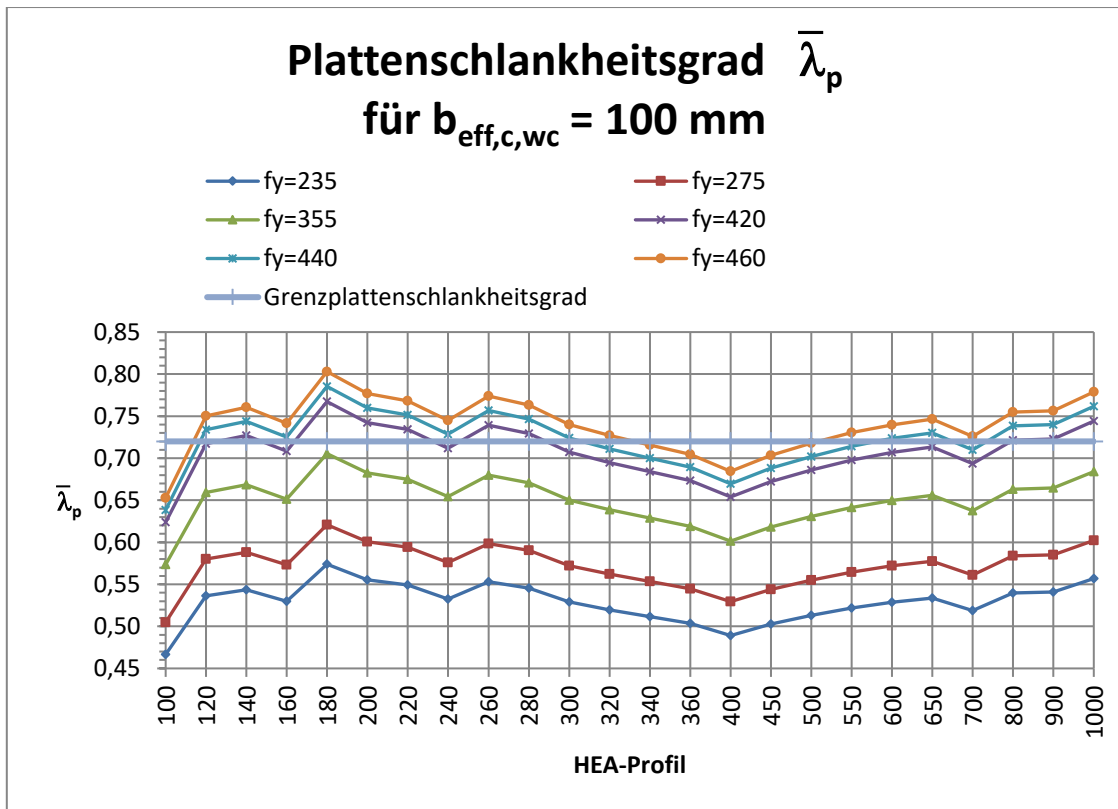
d_{wc} anzusetzende Höhe des Stützenstegs
 E E-Moduls des Stützenstegmaterials

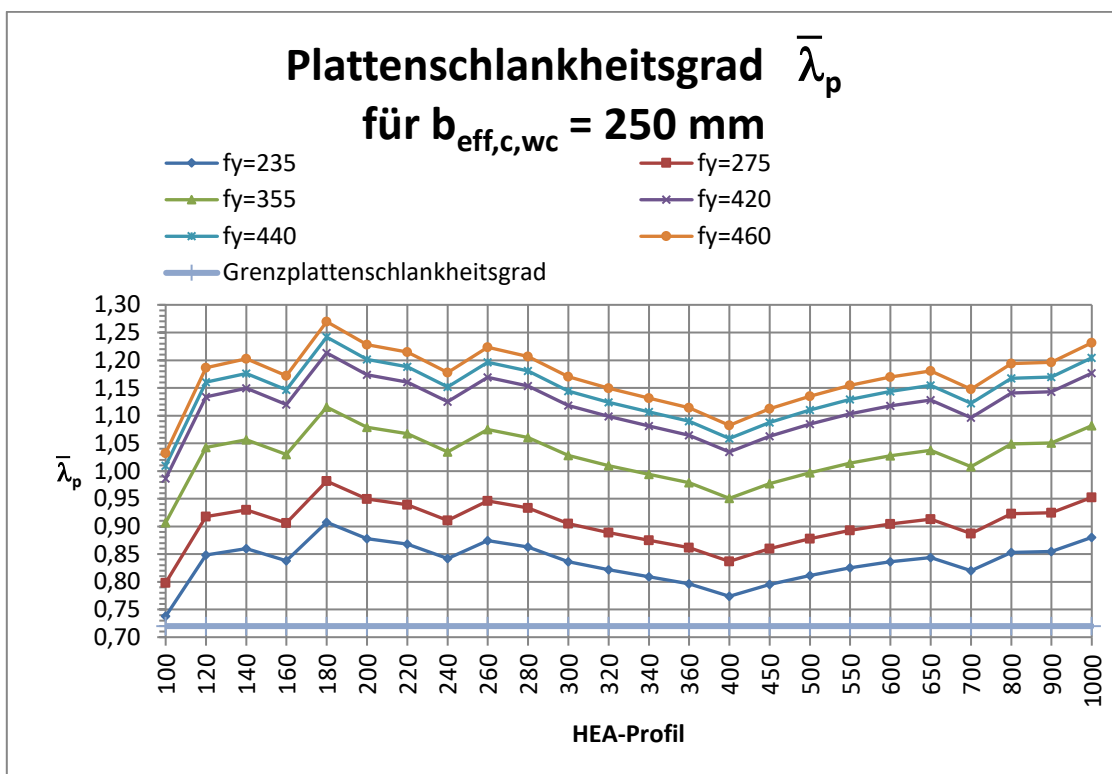
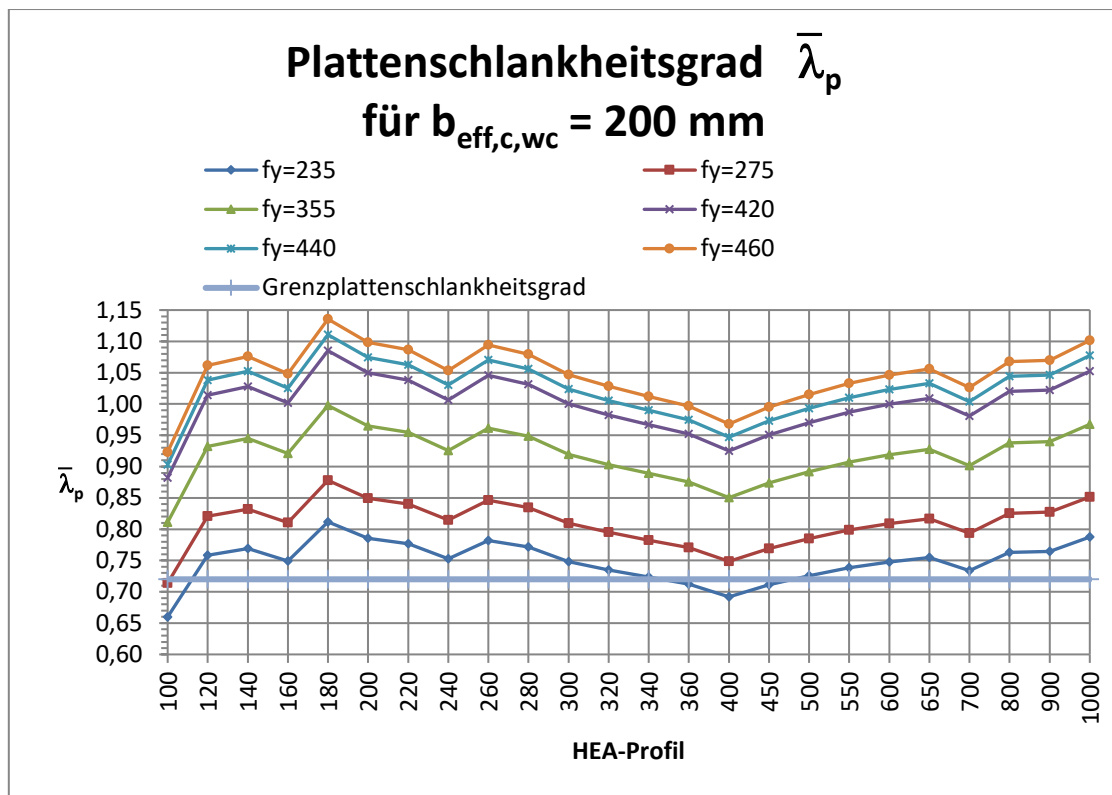
In [1], Abschnitt 6.2.6.2 sind Bestimmungsgleichungen für die anzusetzende Höhe d_{wc} des Stützenstegs bei gewalzten und geschweißten I- oder H-Querschnitten angegeben. Entsprechende Werte für gewalzte Profile können jedoch auch üblichen Profiltafeln entnommen werden.

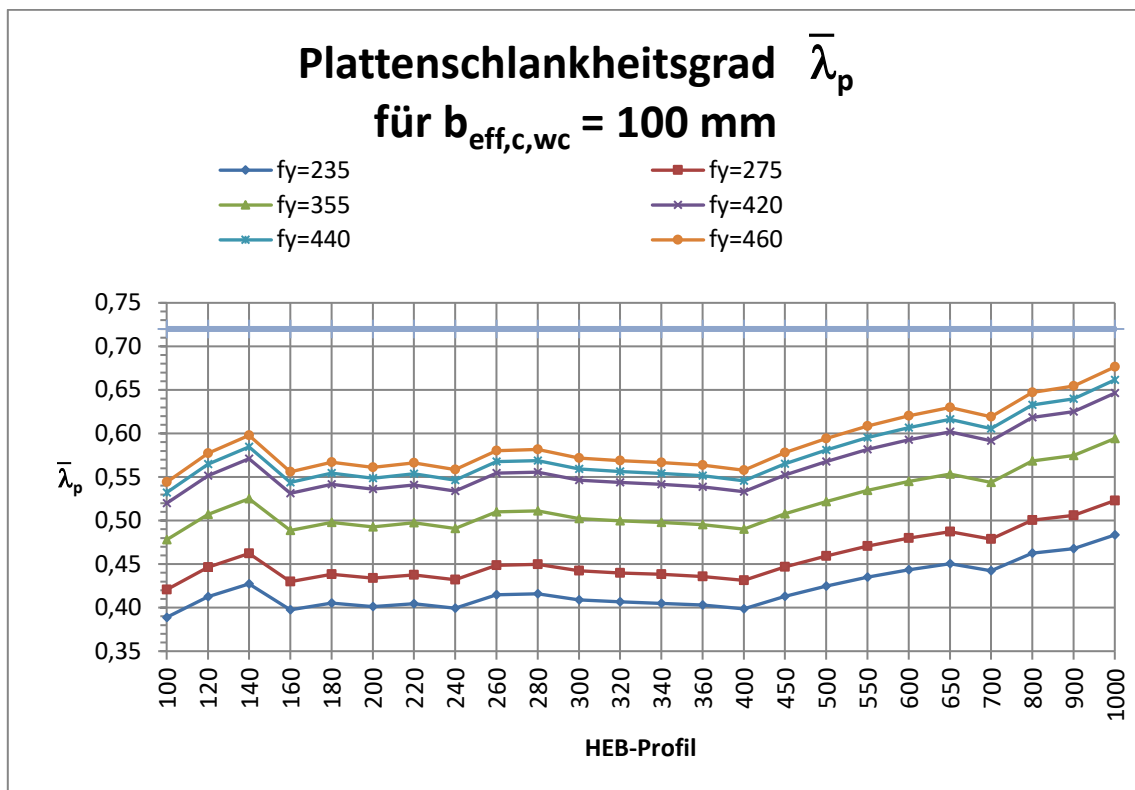
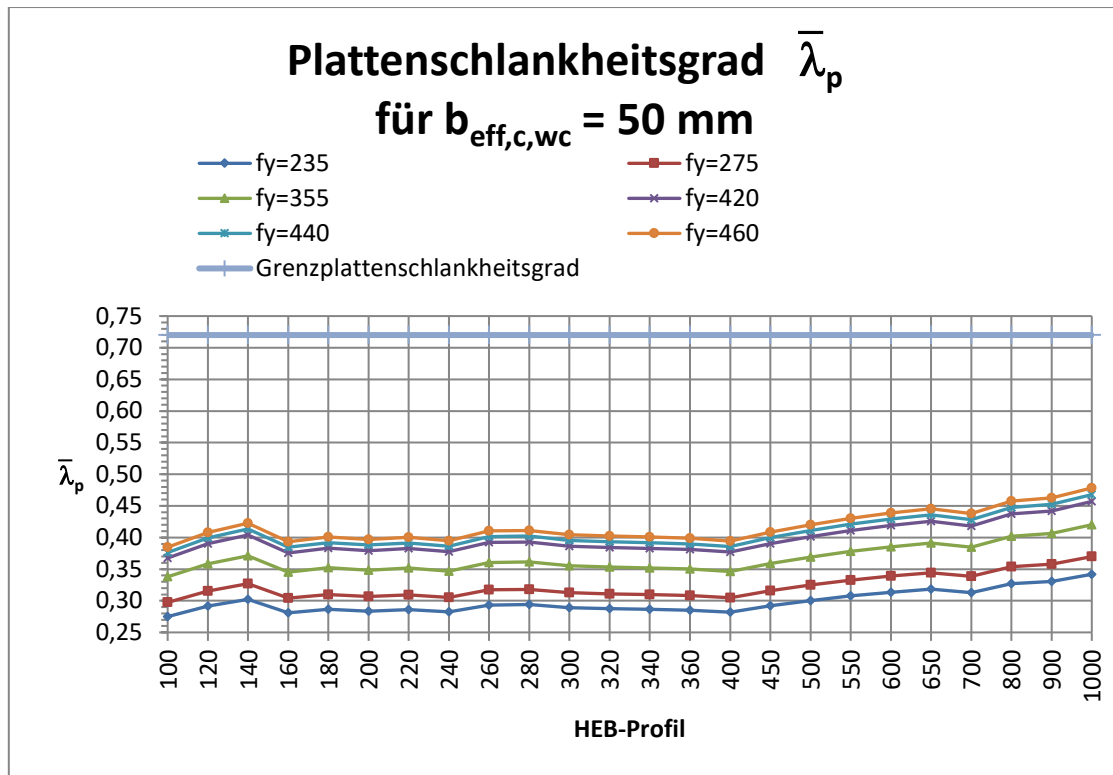
Der E-Modul des Stützenstegmaterials darf entsprechend [3], Abschnitt 3.2.6 mit $E = 210000 \text{ N/mm}^2$ angenommen werden.

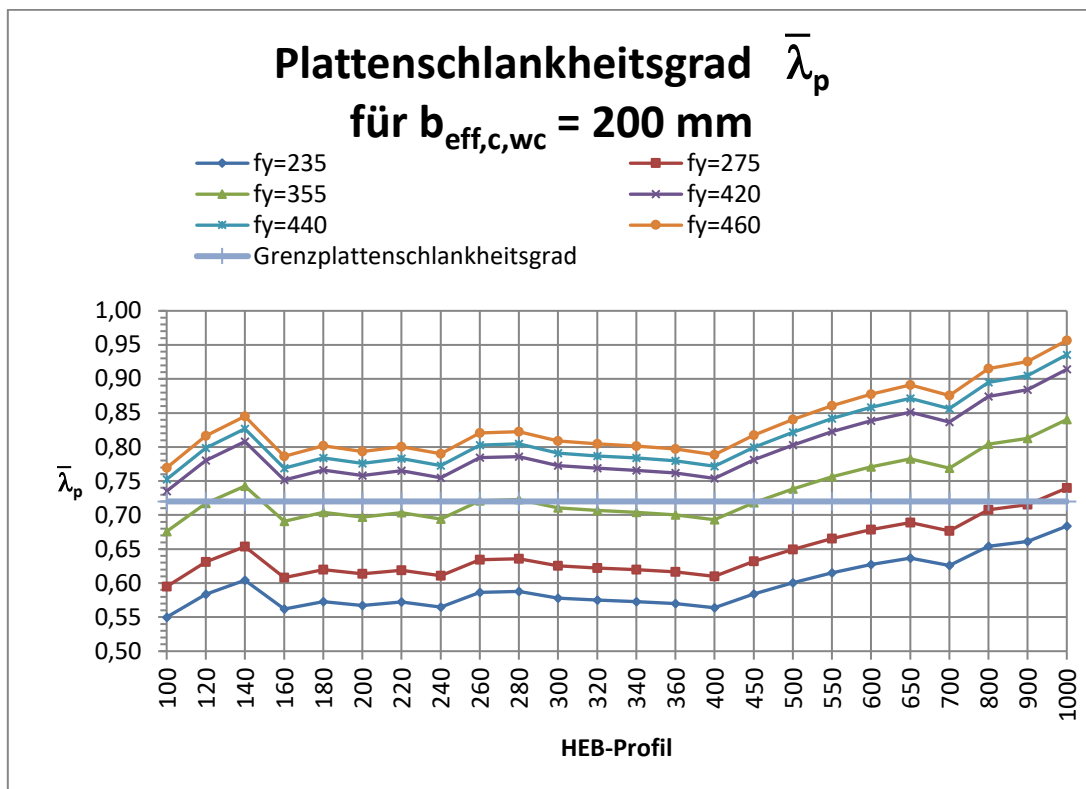
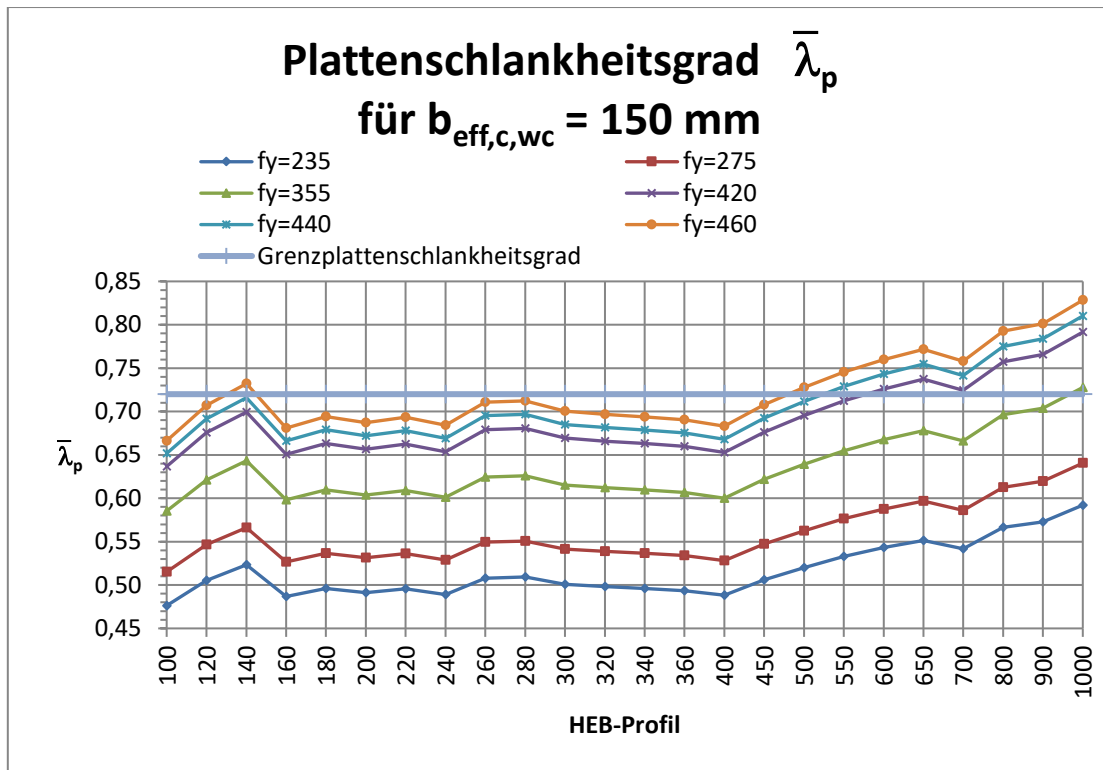
Für die im Stahlbau üblichen, gewalzten Stützenprofile der Profilvereihen HEA, HEB und HEM mit den Nennwerten der Streckgrenzen $f_{y,wc} = 235 \text{ N/mm}^2$, $f_{y,wc} = 275 \text{ N/mm}^2$, $f_{y,wc} = 355 \text{ N/mm}^2$, $f_{y,wc} = 420 \text{ N/mm}^2$, $f_{y,wc} = 440 \text{ N/mm}^2$ und $f_{y,wc} = 460 \text{ N/mm}^2$ wurden unter Berücksichtigung dieser Vorgaben die Werte des jeweiligen Plattenschlankheitsgrades $\bar{\lambda}_p$ für wirksamen Breiten $b_{eff,c,wc} = 50 \text{ mm}$, $b_{eff,c,wc} = 100 \text{ mm}$, $b_{eff,c,wc} = 150 \text{ mm}$, $b_{eff,c,wc} = 200 \text{ mm}$ und $b_{eff,c,wc} = 250 \text{ mm}$ berechnet und in den folgenden Diagrammen graphisch aufbereitet. In diese Diagramme wurde jeweils auch der Grenzschlankheitsgrad $\bar{\lambda}_p = 0,72$ aufgenommen. Nur wenn der Plattenschlankheitsgrad $\bar{\lambda}_p$ diesen Grenzschlankheitsgrad überschreitet, muss dies durch den Abminderungsbeiwert ρ für das Plattenbeulen des Stützenstegs in der Bemessungsgleichung für $F_{c,wc,Rd}$ berücksichtigt werden.

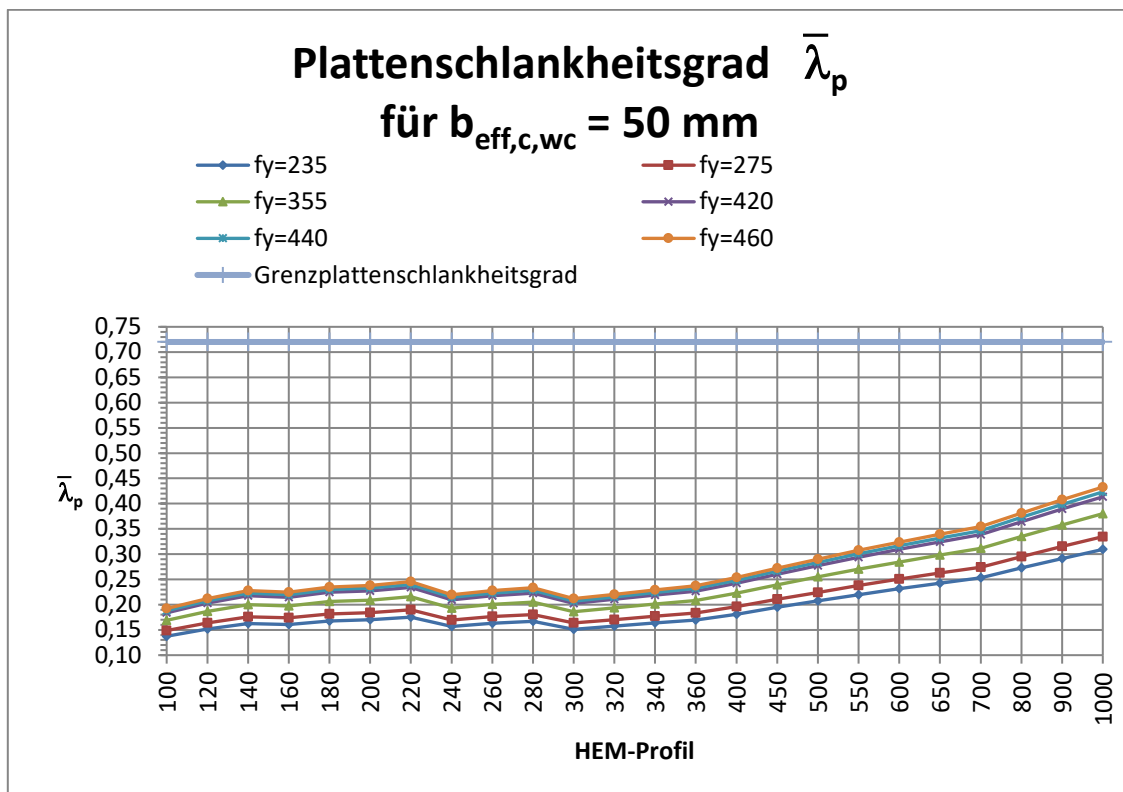
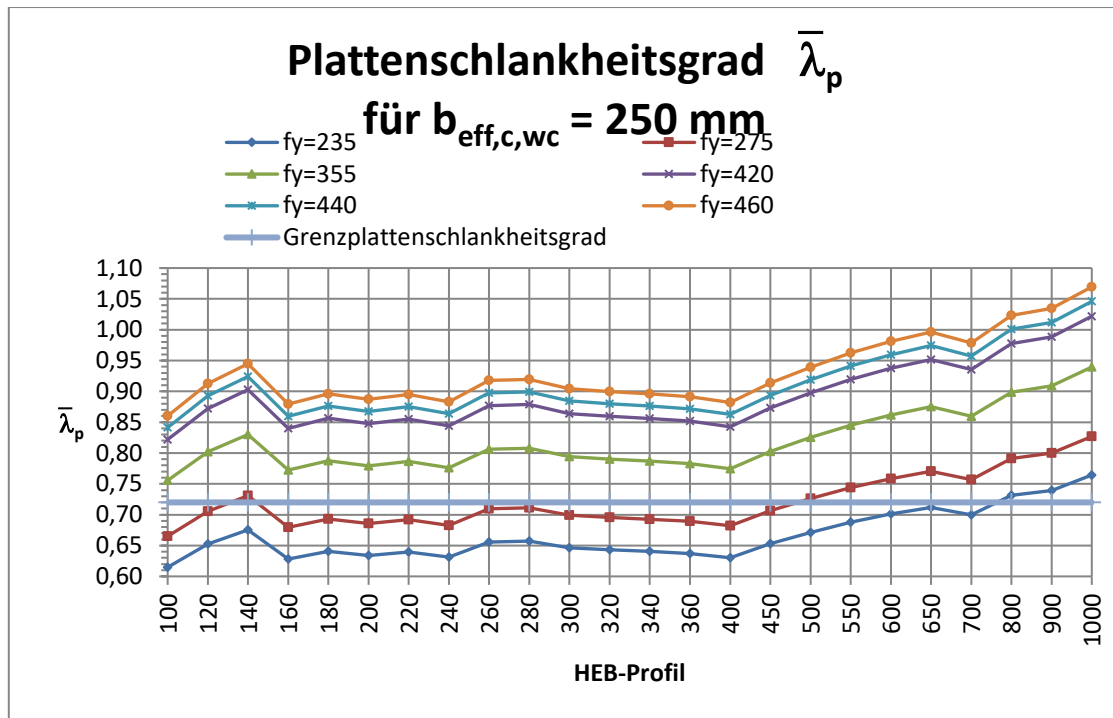


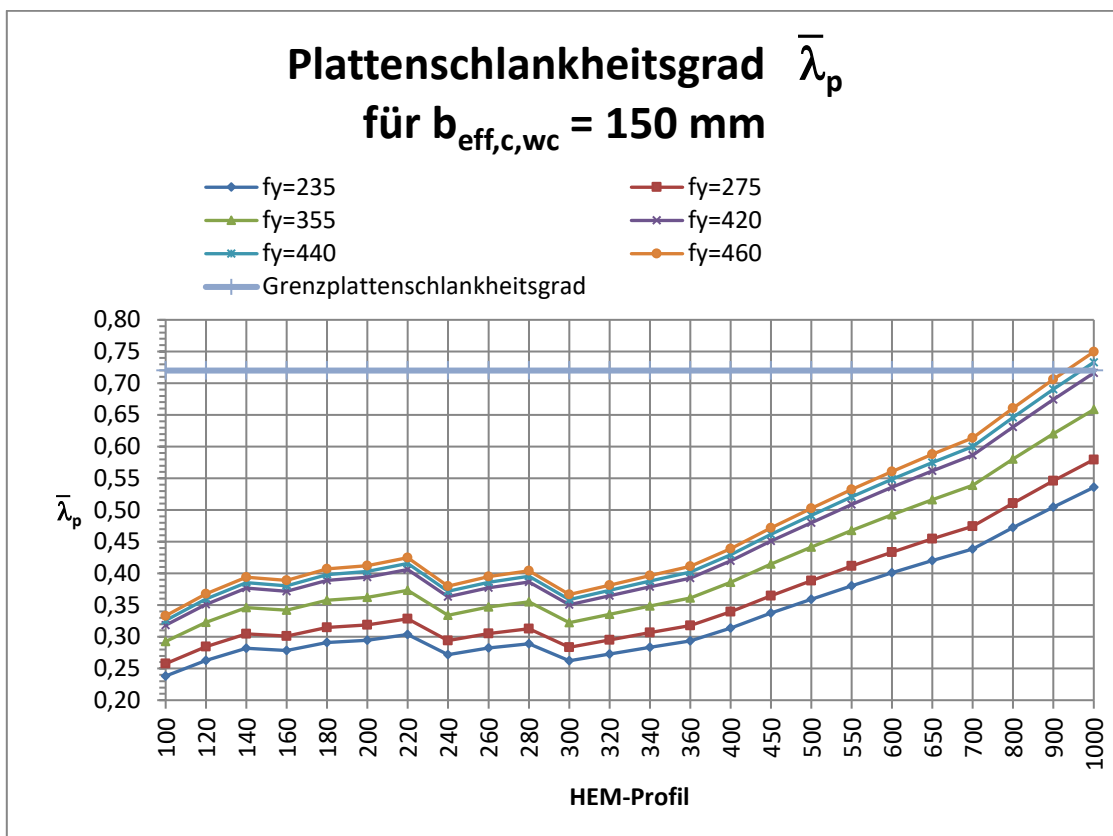
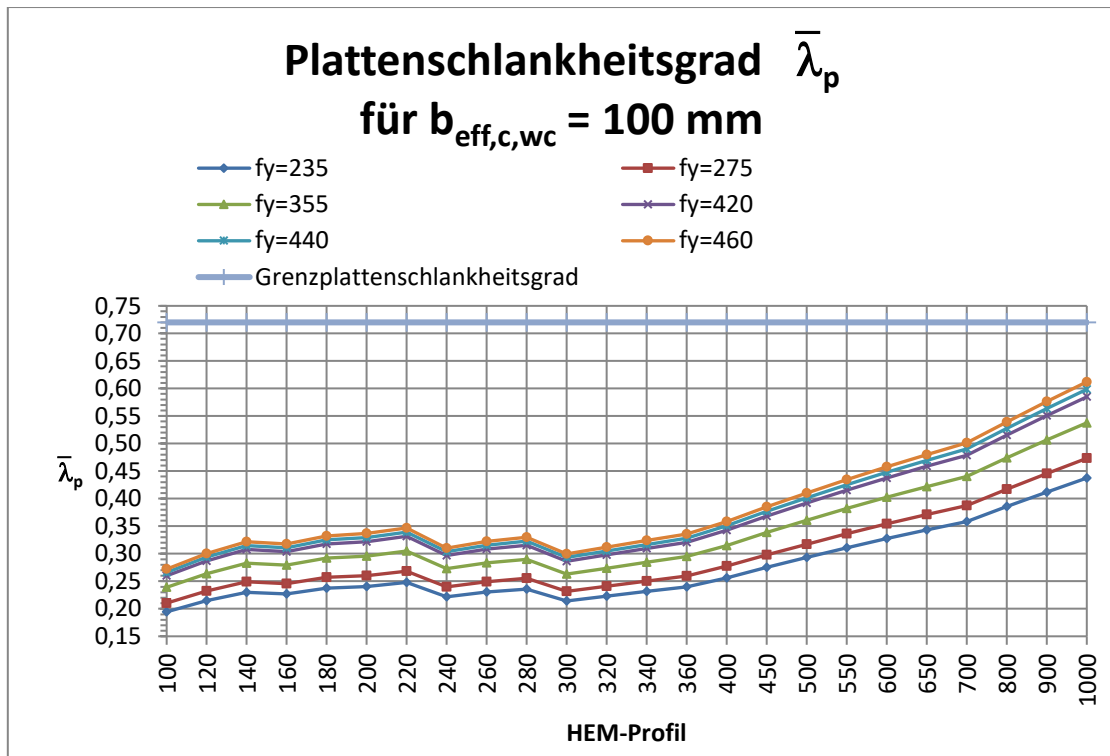


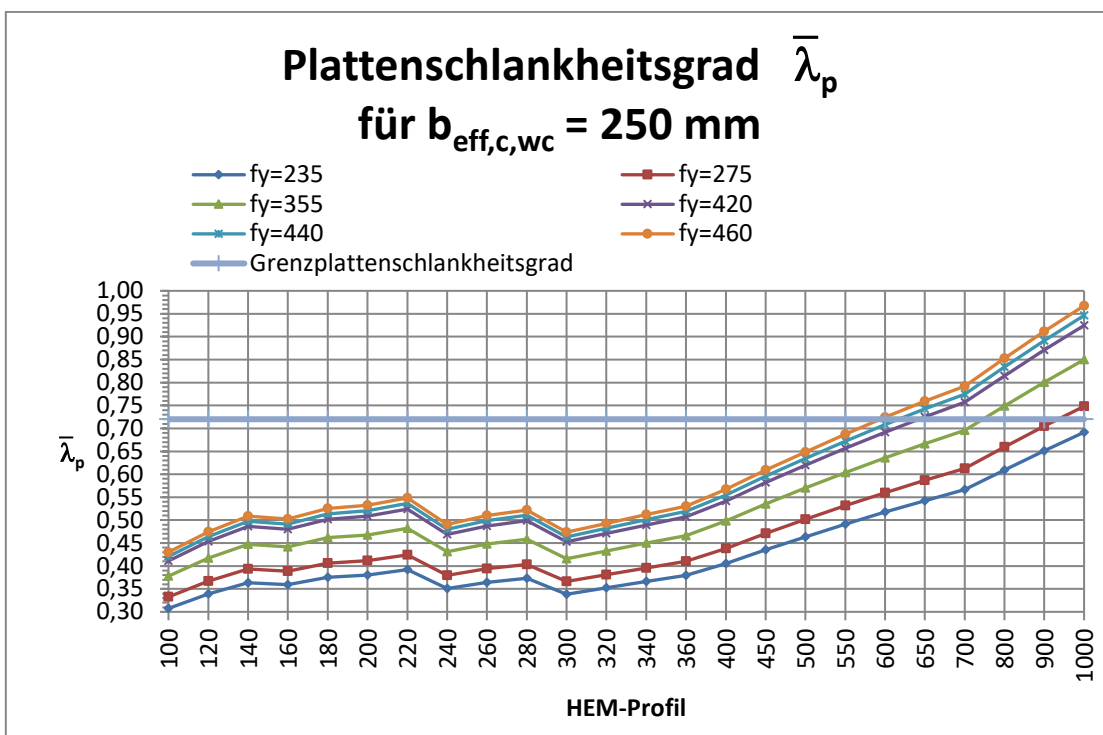
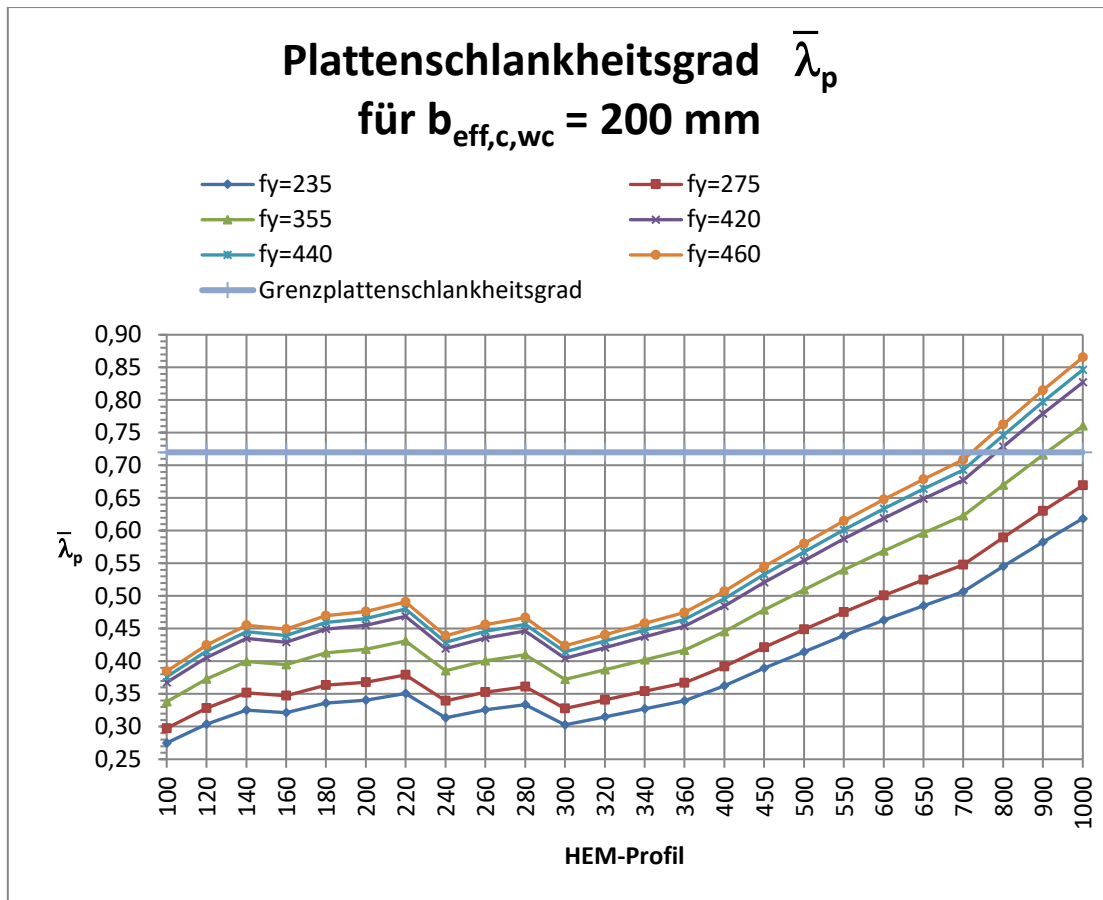










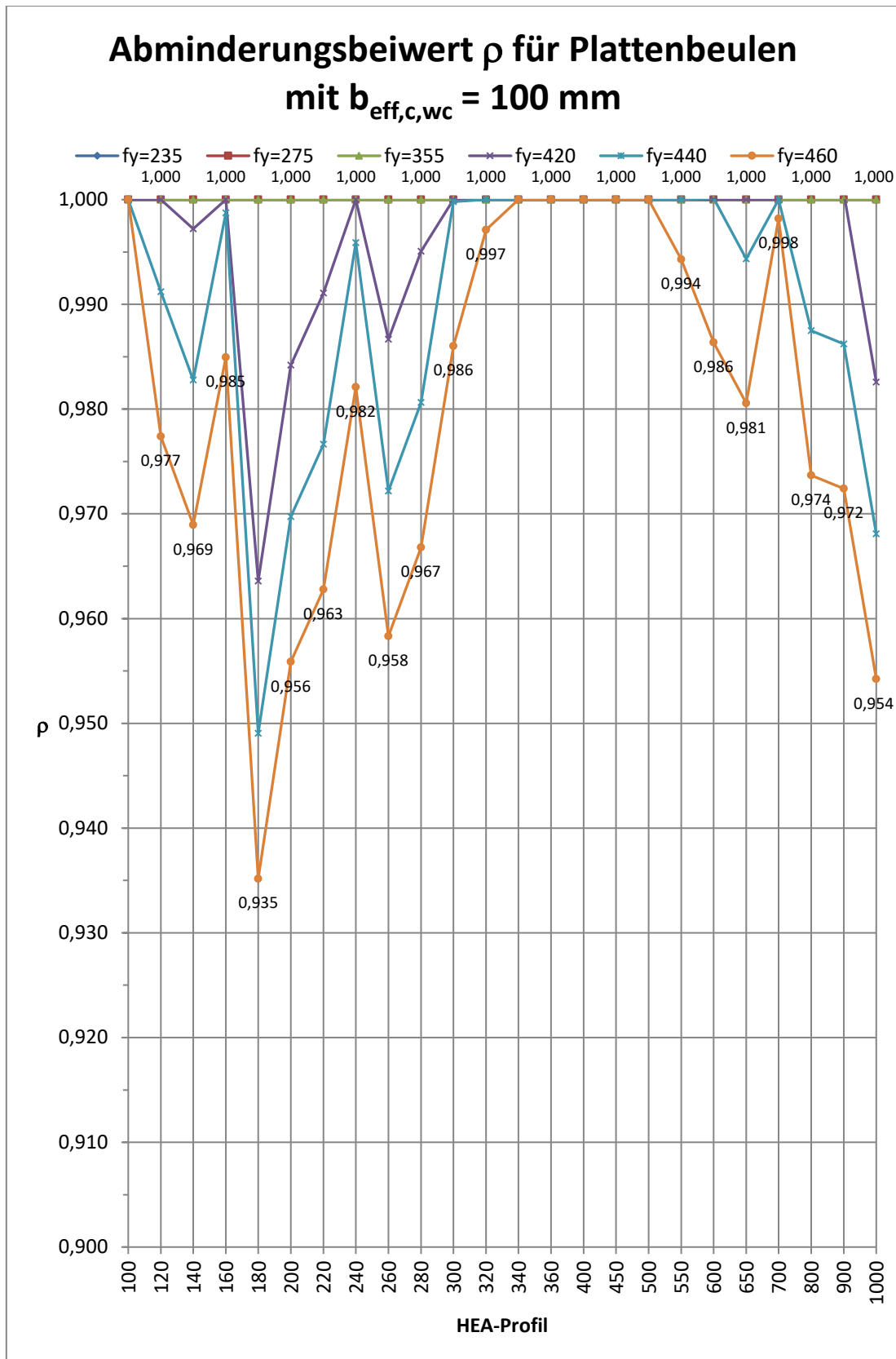


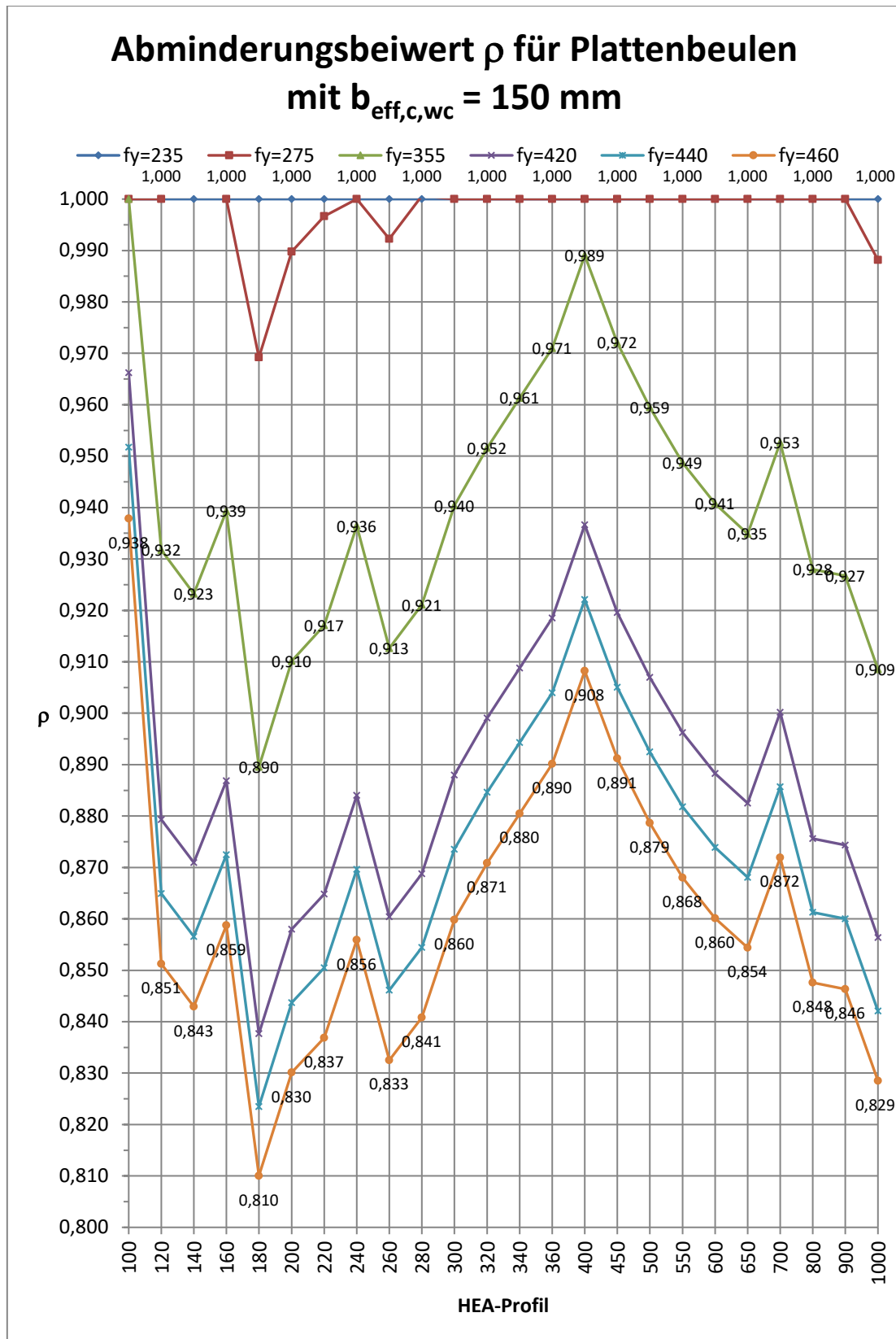
Aus diesen Diagrammen wird ersichtlich, dass bei Profilen der Profilreihen HEA, HEB und HEM mit einer wirksamen Breite des Stützenstegs bei Querdruck von $b_{\text{eff},c,wc} \leq 50$ mm der Grenzplattenschlankheitsgrad nicht erreicht wird und somit immer der Abminderungsbeiwert für Plattenbeulen $\rho = 1,0$ angesetzt werden darf.

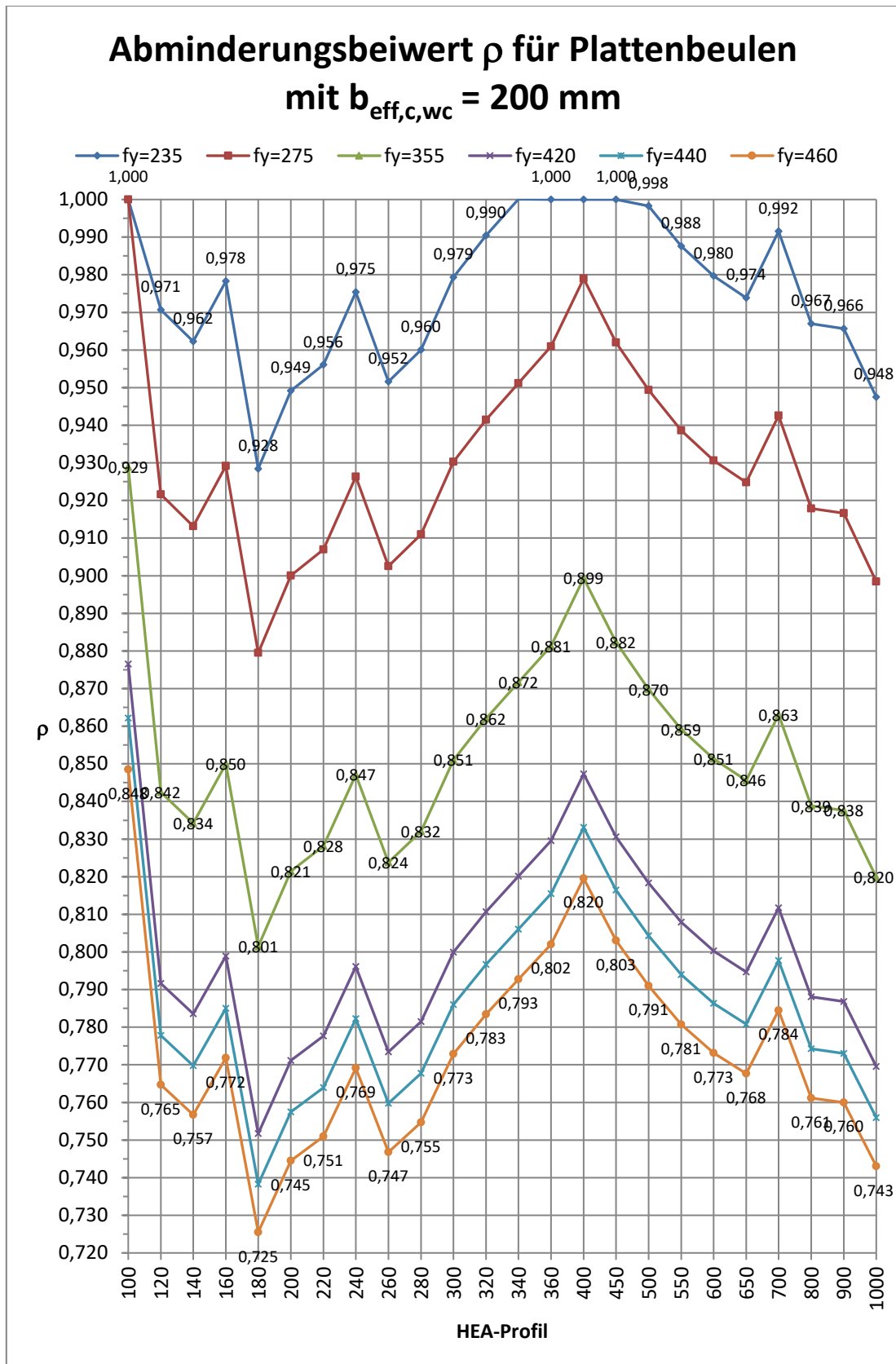
Gleiches gilt auch für die Profile der Profilreihen HEB und HEM mit $b_{\text{eff},c,wc} \leq 100$ mm.

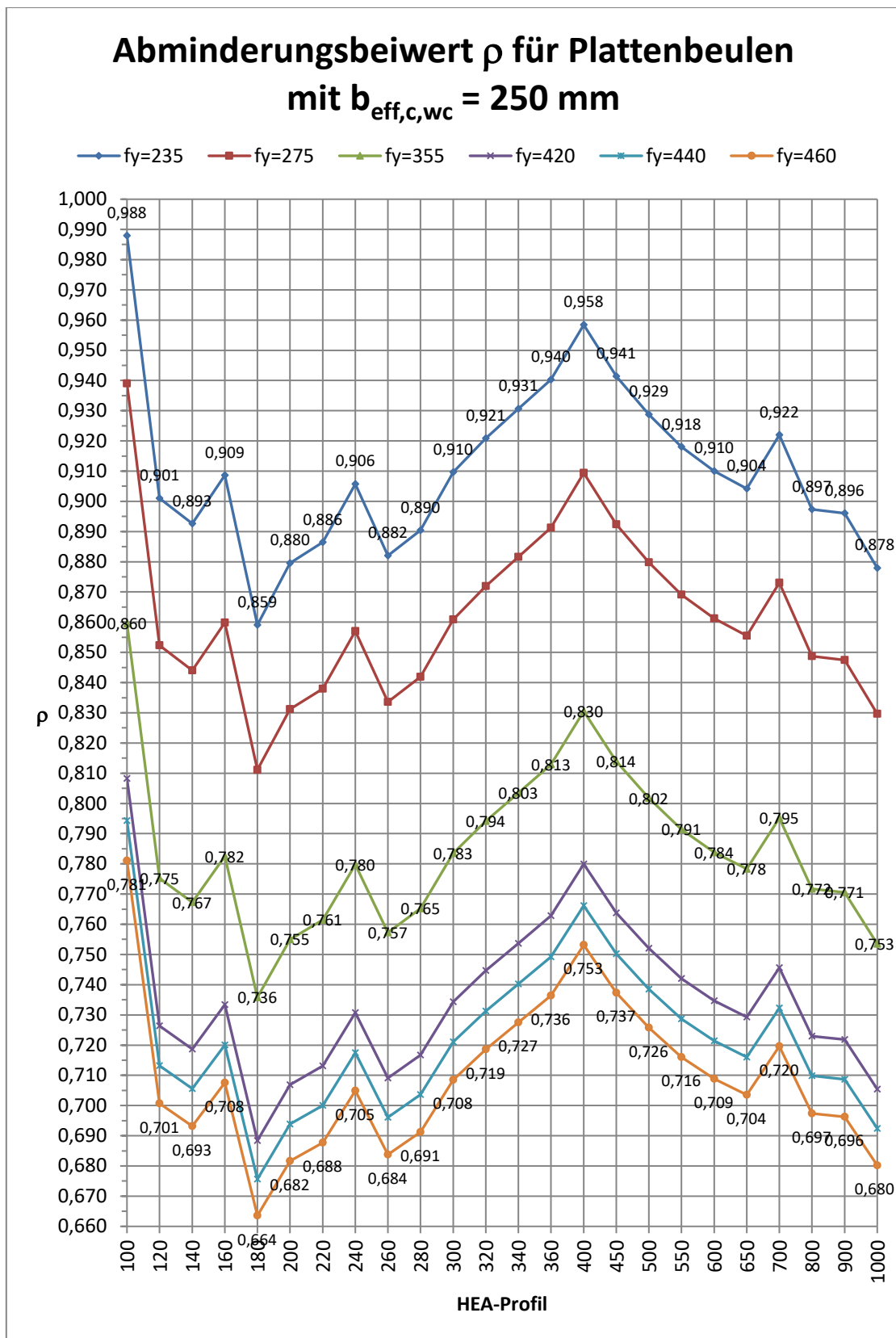
Deshalb wird nachfolgend für die im Stahlbau üblichen, gewalzten Stützenprofile der Profilreihen HEA, HEB und HEM mit den Nennwerten der Streckgrenzen $f_{y,wc} = 235$ N/mm², $f_{y,wc} = 275$ N/mm², $f_{y,wc} = 355$ N/mm², $f_{y,wc} = 420$ N/mm², $f_{y,wc} = 440$ N/mm² und $f_{y,wc} = 460$ N/mm² unter Berücksichtigung dieser Vorgaben die Werte des jeweiligen Abminderungsbeiwertes für Plattenbeulen ρ für wirksamen Breiten $b_{\text{eff},c,wc} = 150$ mm, $b_{\text{eff},c,wc} = 200$ mm und $b_{\text{eff},c,wc} = 250$ mm berechnet und in den folgenden Diagrammen graphisch aufbereitet. Dies wird ebenfalls für die Profile der Profilreihe HEA mit $b_{\text{eff},c,wc} = 100$ mm durchgeführt.

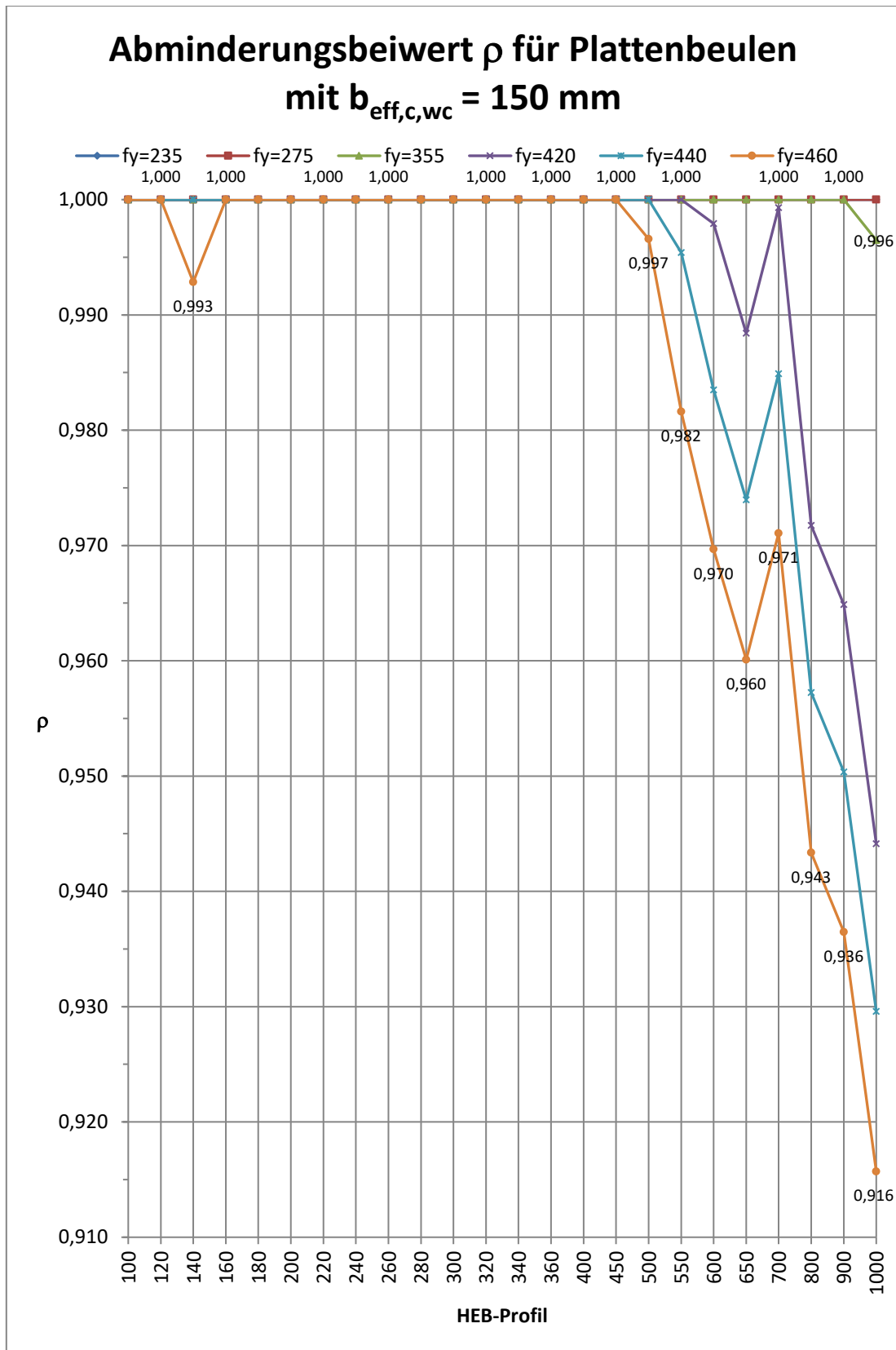
Dabei ist zu beachten, dass nur für die Nennwerte der Materialstreckgrenzen $f_{y,wc} = 235$ N/mm², $f_{y,wc} = 355$ N/mm² und $f_{y,wc} = 460$ N/mm² konkrete Werte für ρ in den Diagrammen angegeben wurden. Für die anderen Streckgrenzen müssen diese Werte aus dem Diagramm abgelesen werden.

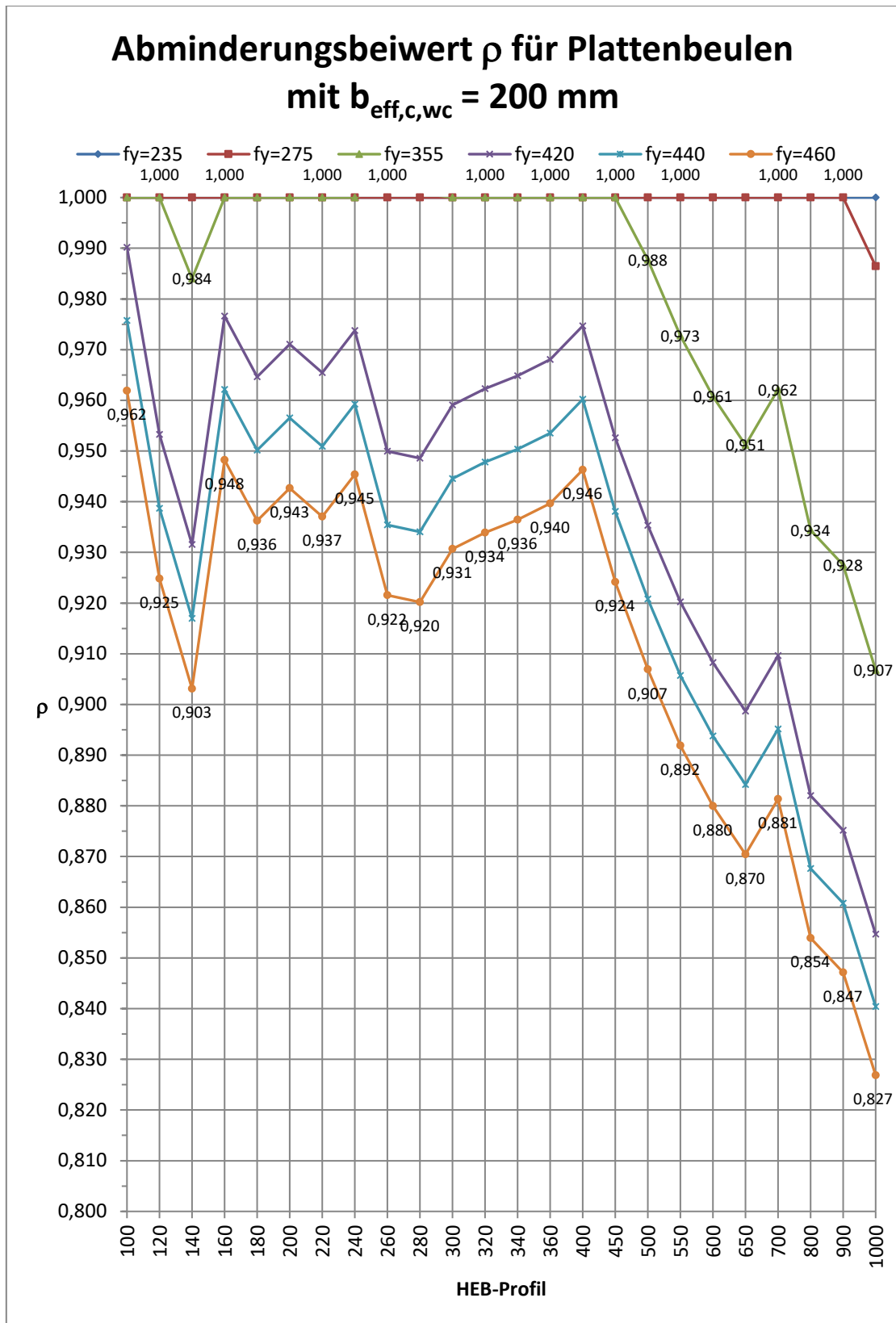


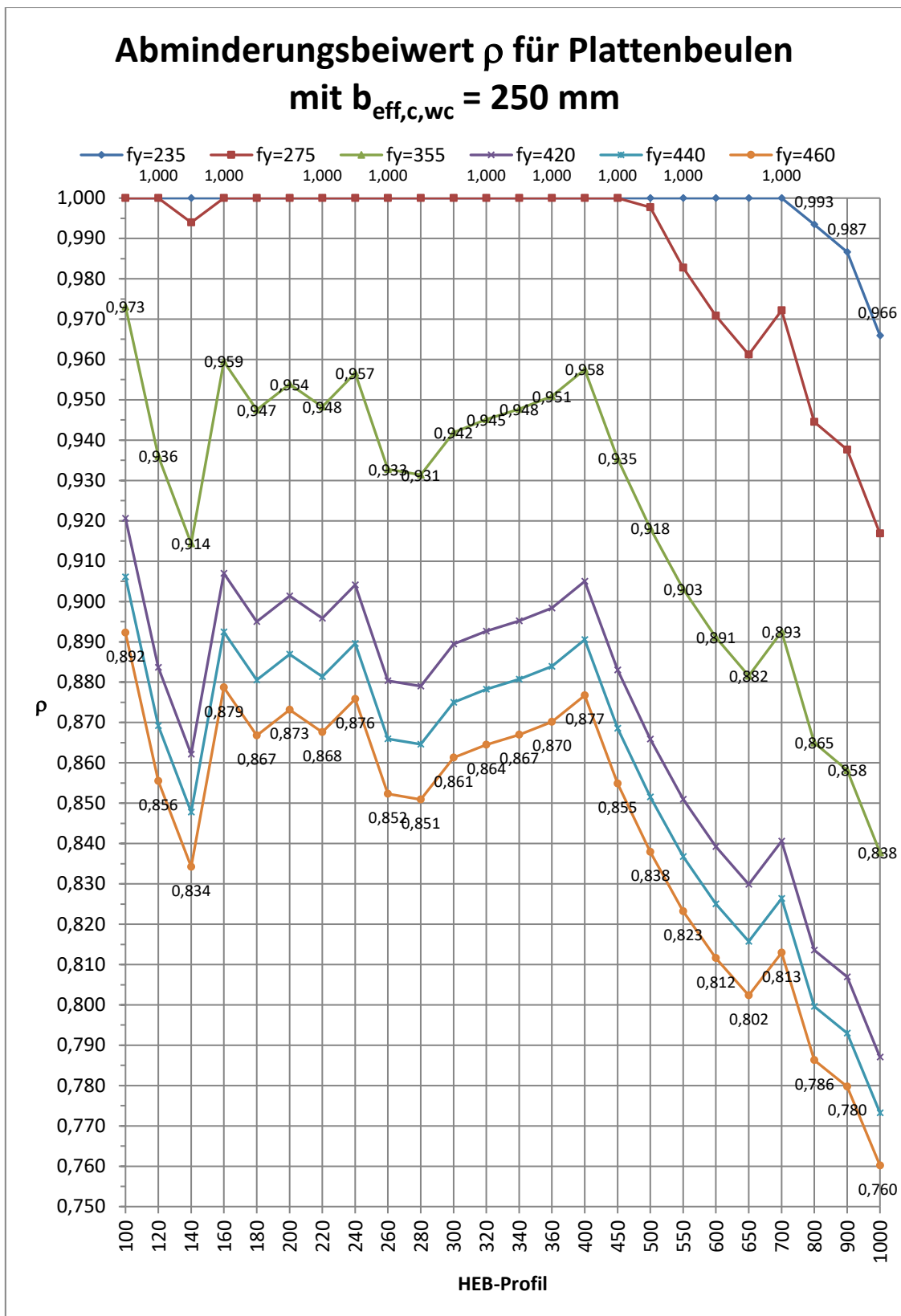


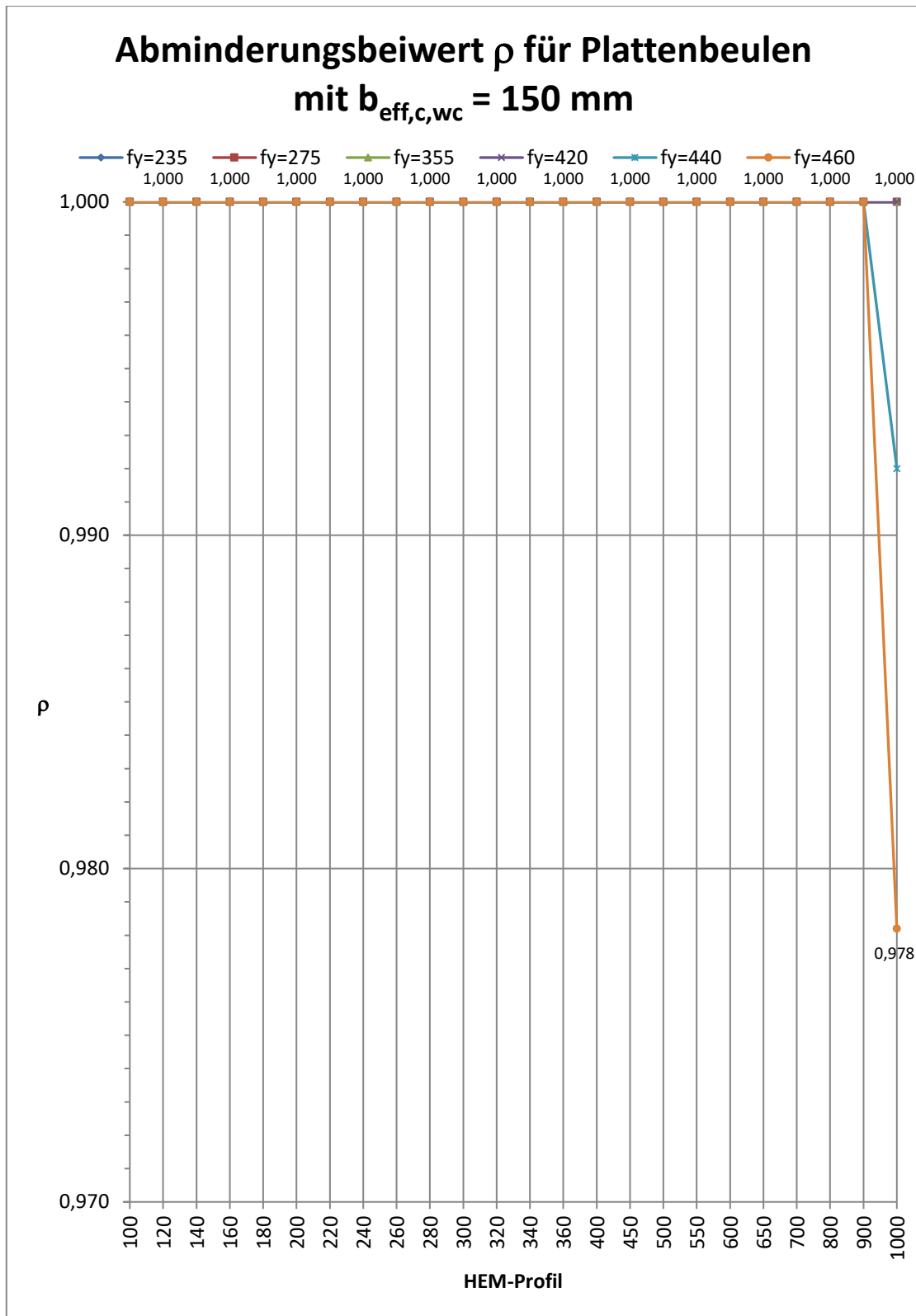


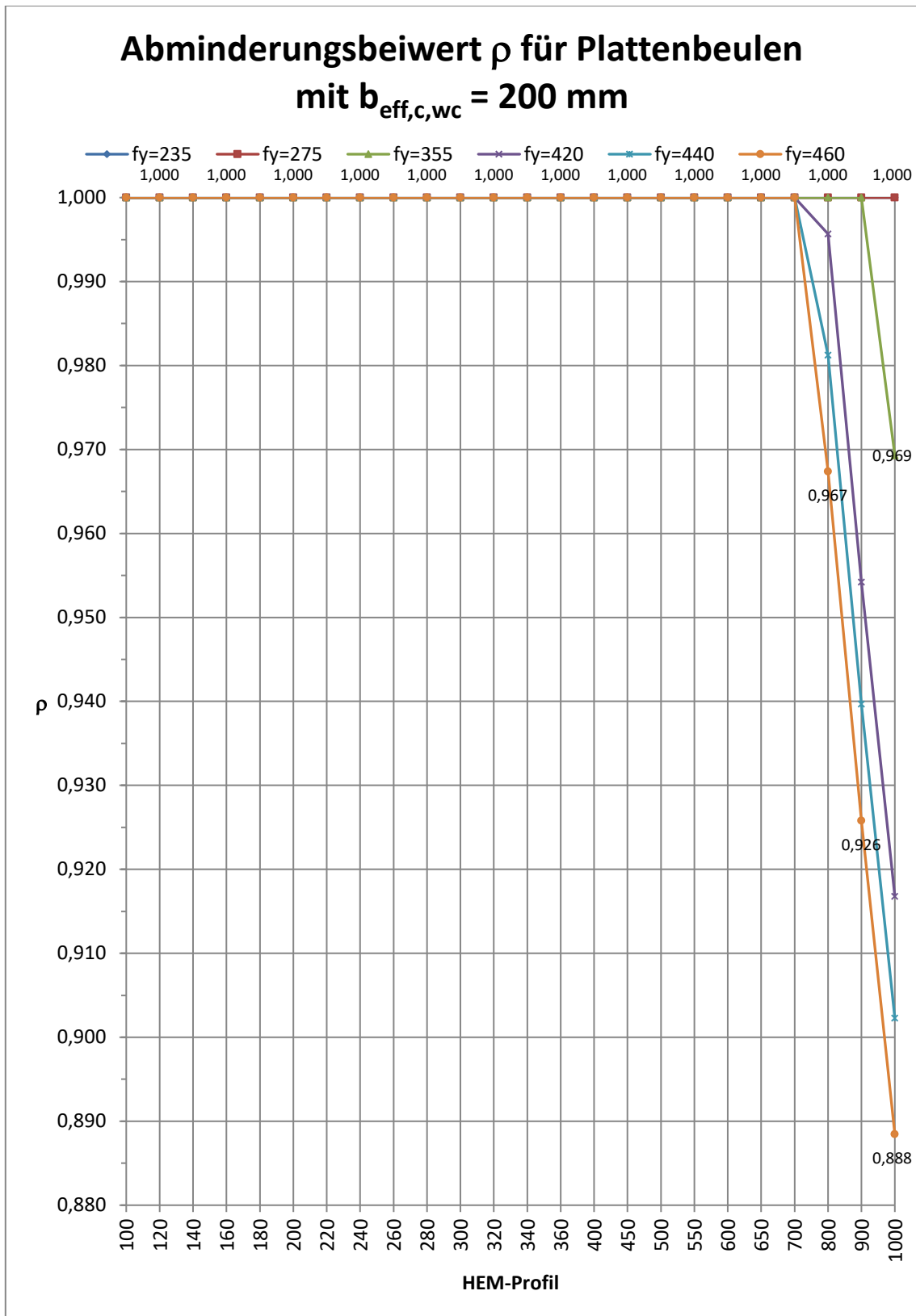


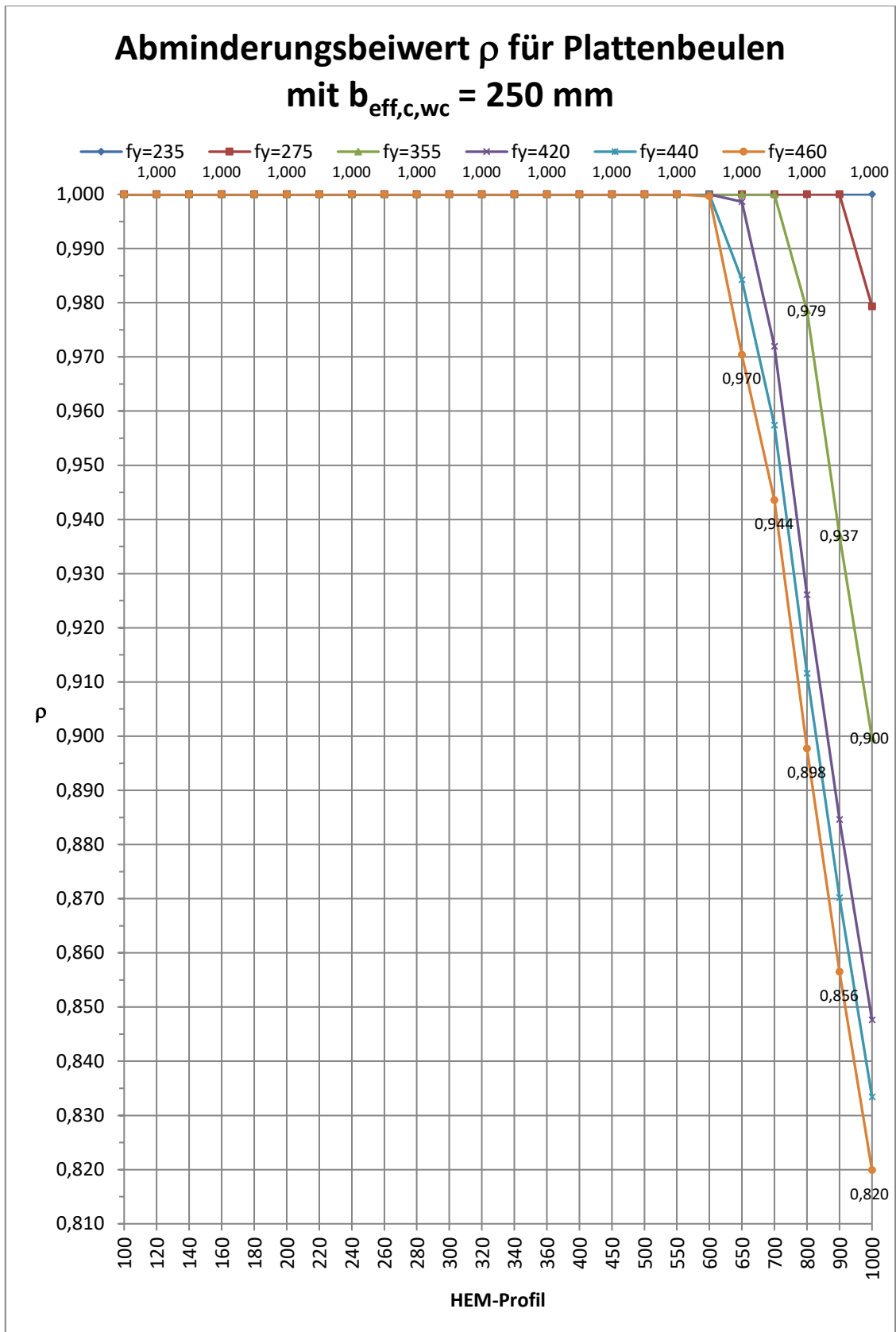












Mit Hilfe dieser Diagramme können sehr schnell die Abminderungsbeiwerte k_{wc} und ρ im Allgemeinen und der Plattenschlankheitsgrad $\bar{\lambda}_p$ sowie der Abminderungsbeiwert für Plattenbeulen ρ für gewalzte Stützenprofile der Profilreihen HEA, HEB und HEM mit bestimmten wirksamen Breiten des Stützenstegs bei Querdruck bestimmt werden.

Literatur:

- | | | |
|-----|----------------------------|---|
| [1] | DIN EN 1993-1-8:2010-12 | Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen |
| [2] | DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12 | Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode
3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen |
| [3] | DIN EN 1993-1-1:2010-12 | Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den
Hochbau |
| [4] | 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 |
| [5] | 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 4266-3500
Telefax 03342 4266-7608
BPA@LBV.Brandenburg.de
<https://lbv.brandenburg.de>