

Tipp 24/09

Tragfähigkeit ebener, geschweißter Anschlüsse von I- bzw. H- oder Rechteckhohlprofilstreben an Kreishohlprofilgurtstäbe nach DIN EN 1993-1-8:2010-12 [1] in Verbindung mit DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12 [2]

Die Tragfähigkeiten N_{Rd} und M_{Rd} ebener, geschweißter Anschlüsse von I- bzw. H- oder RHP-Streben an KHP-Gurtstäbe sind grundsätzlich nach [1], Tabelle 7.4 zu ermitteln. Dabei sind jedoch auch die Vorgaben aus [1], Abschnitt 7.1 zu berücksichtigen. So ist z.B. nach [1], Abschnitt 7.1.1(4) für einen Nennwert der Streckgrenze $355 \text{ N/mm}^2 < f_y \leq 460 \text{ N/mm}^2$ die ermittelte Tragfähigkeit des Anschlusses nur mit 90% anzusetzen oder nach [1], Abschnitt 7.1.2(2) dürfen die druckbeanspruchten Querschnitte nur den Querschnittsklassen 1 oder 2 entsprechen. Andere, hier nicht erwähnte Bedingungen sind ebenfalls zu berücksichtigen.

Zusätzlich ist nach [1], Tabelle 7.4 zu beachten, dass die folgenden geometrischen Verhältnisse eingehalten werden.

$$\beta = \frac{b_1}{d_0} \geq 0,4$$

$$\eta = \frac{h_1}{d_0} \leq 4$$

In diesen Gleichungen werden die folgenden Kennwerte berücksichtigt.

b_1	Breite der I- bzw. H- oder RHP-Strebe 1
d_0	Außendurchmesser des KHP-Gurtstabes
h_1	Höhe der I- bzw. H- oder RHP-Strebe 1

Nach Tabelle 7.4 aus [1] sind zwei grundsätzliche Versagensarten nachzuweisen. Hierbei handelt es sich um Flanschversagen des Gurtstabes und Durchstanzversagen des Gurtstabes. Entsprechend [1], Abschnitt 7.4.1(2) ist die Tragfähigkeit des Anschlusses durch den kleineren der beiden Werte definiert. Jedoch muss der Anschluss hierfür die Vorgaben des Gültigkeitsbereichs nach [1], Tabellen 7.1 und 7.4 einhalten. Wird dieser Gültigkeitsbereich nicht eingehalten, sind alle Versagensformen nach [1], Abschnitt 7.2.2 nachzuweisen. Dies erfolgt dann auch unter Berücksichtigung der Sekundärmomente, welche sich aus der Rotationssteifigkeit ergeben.

Für den Versagensfall Flanschversagen des Gurtstabes werden in [1], Tabelle 7.4 die folgenden vier Anschlussarten mit jeweils unterschiedlichen Tragfähigkeiten N_{Rd} und M_{Rd} unterschieden.

- Flanschversagen des Gurtstabes bei einseitigem Anschluss einer I- bzw. H-Strebe

$$N_{1,Rd} = \frac{k_p * f_{y0} * t_0^2 * (4 + 20 * \beta^2) * (1 + 0,25 * \eta)}{\gamma_{M5}}$$

$$M_{ip,1,Rd} = \frac{h_1 * N_{1,Rd}}{1 + 0,25 * \eta}$$

$$M_{op,1,Rd} = 0,5 * b_1 * N_{1,Rd}$$

- Flanschversagen des Gurtstabes bei zweiseitigem Anschluss von I- bzw. H-Streben

$$N_{1,Rd} = \frac{5 * k_p * f_{y0} * t_0^2 * (1 + 0,25 * \eta)}{1 - 0,81 * \beta} * \gamma_{M5}$$

$$M_{ip,1,Rd} = \frac{h_1 * N_{1,Rd}}{1 + 0,25 * \eta}$$

$$M_{op,1,Rd} = 0,5 * b_1 * N_{1,Rd}$$

- Flanschversagen des Gurtstabes bei einseitigem Anschluss einer RHP-Strebe

$$N_{1,Rd} = \frac{k_p * f_{y0} * t_0^2 * (4 + 20 * \beta^2) * (1 + 0,25 * \eta)}{\gamma_{M5}}$$

$$M_{ip,1,Rd} = h_1 * N_{1,Rd}$$

$$M_{op,1,Rd} = 0,5 * b_1 * N_{1,Rd}$$

- Flanschversagen des Gurtstabes bei zweiseitigem Anschluss von RHP-Streben

$$N_{1,Rd} = \frac{5 * k_p * f_{y0} * t_0^2 * (1 + 0,25 * \eta)}{1 - 0,81 * \beta} * \gamma_{M5}$$

$$M_{ip,1,Rd} = h_1 * N_{1,Rd}$$

$$M_{op,1,Rd} = 0$$

Für den Versagensfall Durchstanzen wird in [1], Tabelle 7.4 nach den folgenden zwei Fällen unterschieden.

- I- bzw. H-Streben mit $\eta \leq 2$ (für axialen Druck und Biegung in versetzten Ebenen) und RHP-Streben

$$\sigma_{1,max} * t_1 = \left(\frac{N_{Ed,1}}{A_1} + \frac{M_{Ed,1}}{W_{el,1}} \right) * t_1 \leq \frac{t_0 * f_{y0}}{\sqrt{3} * \gamma_{M5}}$$

- für alle anderen Fälle

$$\sigma_{1,max} * t_1 = \left(\frac{N_{Ed,1}}{A_1} + \frac{M_{Ed,1}}{W_{el,1}} \right) * t_1 \leq \frac{2 * t_0 * f_{y0}}{\sqrt{3} * \gamma_{M5}}$$

In diesen Gleichungen werden zusätzlich die folgenden Kennwerte berücksichtigt.

$N_{1,Rd}$	Tragfähigkeit der Blechstrebe 1
k_p	Beiwert
f_{y0}	Nennwert der Streckgrenze des KHP-Gurtstabes
t_0	Wandstärke des KHP-Gurtstabes
γ_{M5}	Teilsicherheitsbeiwert
$M_{ip,1,Rd}$	Momentenragfähigkeit bei Biegung in der Tragwerksebene für die Strebe 1
$M_{op,1,Rd}$	Momentenragfähigkeit bei Biegung aus der Tragwerksebene für die Strebe 1
t_1	Flansch- oder Wanddicke der Strebe 1
$N_{1,Ed}$	Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft
A_1	Querschnittsfläche der Strebe 1
$M_{1,Ed}$	Bemessungswert des einwirkenden Biegemoments
$W_{el,1}$	elastisches Widerstandsmoment der Strebe 1

Die Profildicke t_1 , die Profilbreite b_1 , der Außendurchmesser des KHP-Gurtstabes d_0 , die Profilhöhe h_1 , der Nennwert der Streckgrenze f_{y0} und die Wandstärke des KHP-Gurtstabes t_0 , die Einwirkungen $N_{1,Ed}$ und $M_{1,Ed}$ sowie die Querschnittswerte A_1 und $W_{el,1}$ können den Projektunterlagen bzw. Tabellenwerken entnommen werden.

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_{M5} ist nach [1], Abschnitt 2.2 in Verbindung mit [2] mit $\gamma_{M5} = 1,0$ festgelegt.

Für die Berechnung des Beiwertes k_p sind die in [1], Tabelle 7.4 angegebenen, folgenden Gleichungen zu verwenden.

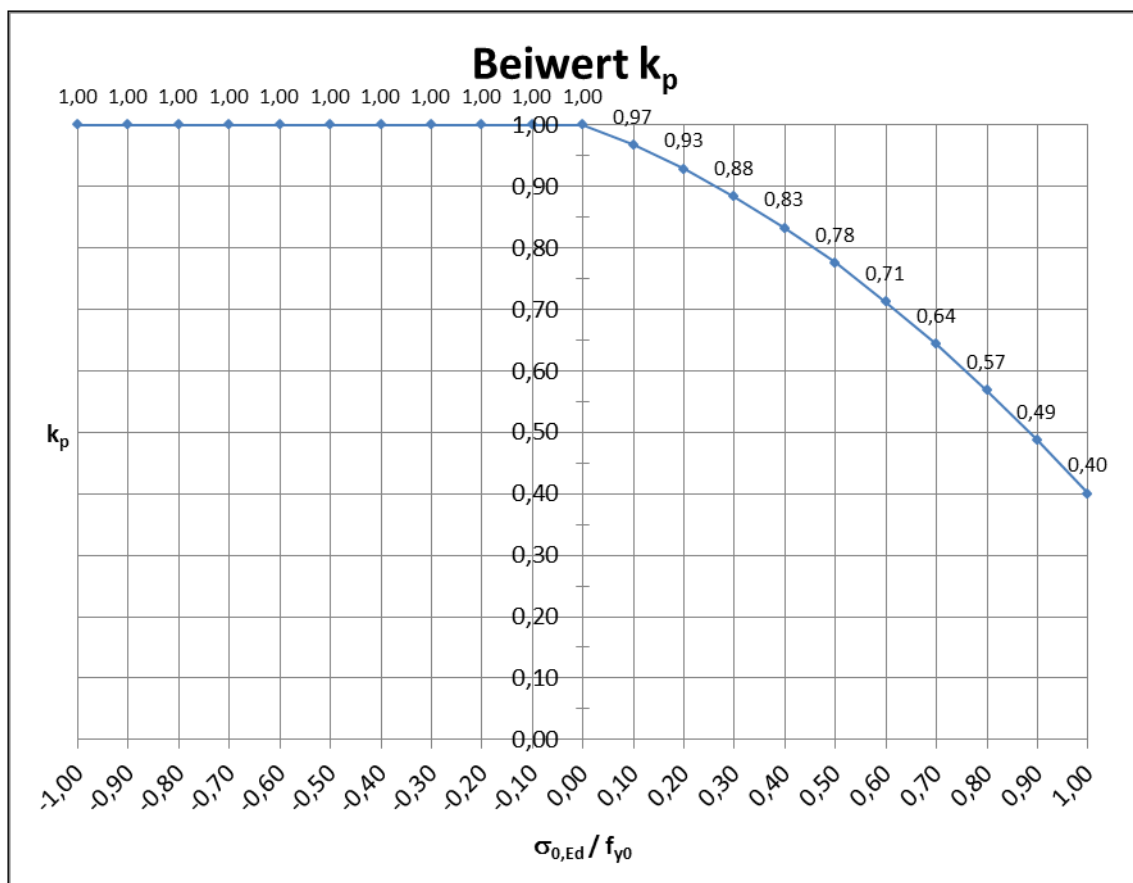
- bei Druckspannungen im Gurtstab ($n_p > 0$)

$$k_p = 1 - 0,3 * n_p * (1 + n_p) \leq 1,0$$
- bei Zugspannungen im Gurtstab ($n_p \leq 0$)

$$k_p = 1,0$$

Dabei ist das Spannungsverhältnis n_p nach [1], Abschnitt 1.5(5) als $n_p = \frac{\sigma_{0,Ed}}{\gamma_{M5} f_{y0}}$ definiert. In dieser

Gleichung findet die maximal einwirkende Druckspannung im Gurtstab $\sigma_{0,Ed}$ am Anschluss Berücksichtigung. Da die einwirkende Spannung $\sigma_{0,Ed}$ den Nennwert der Materialstreckgrenze f_{y0} nicht überschreiten darf, ergibt sich für n_p ein Wertebereich von $-1,0 \leq n_p \leq 1,0$. Für diesen Bereich wurde der Beiwert k_p ermittelt und die Ergebnisse im folgenden Diagramm graphisch aufbereitet.



Die bezogene maximale Durchstanzkraft $N_{Rd,max}$ kann für die beiden oben beschriebenen Fälle mit Hilfe der folgenden Gleichungen errechnet werden.

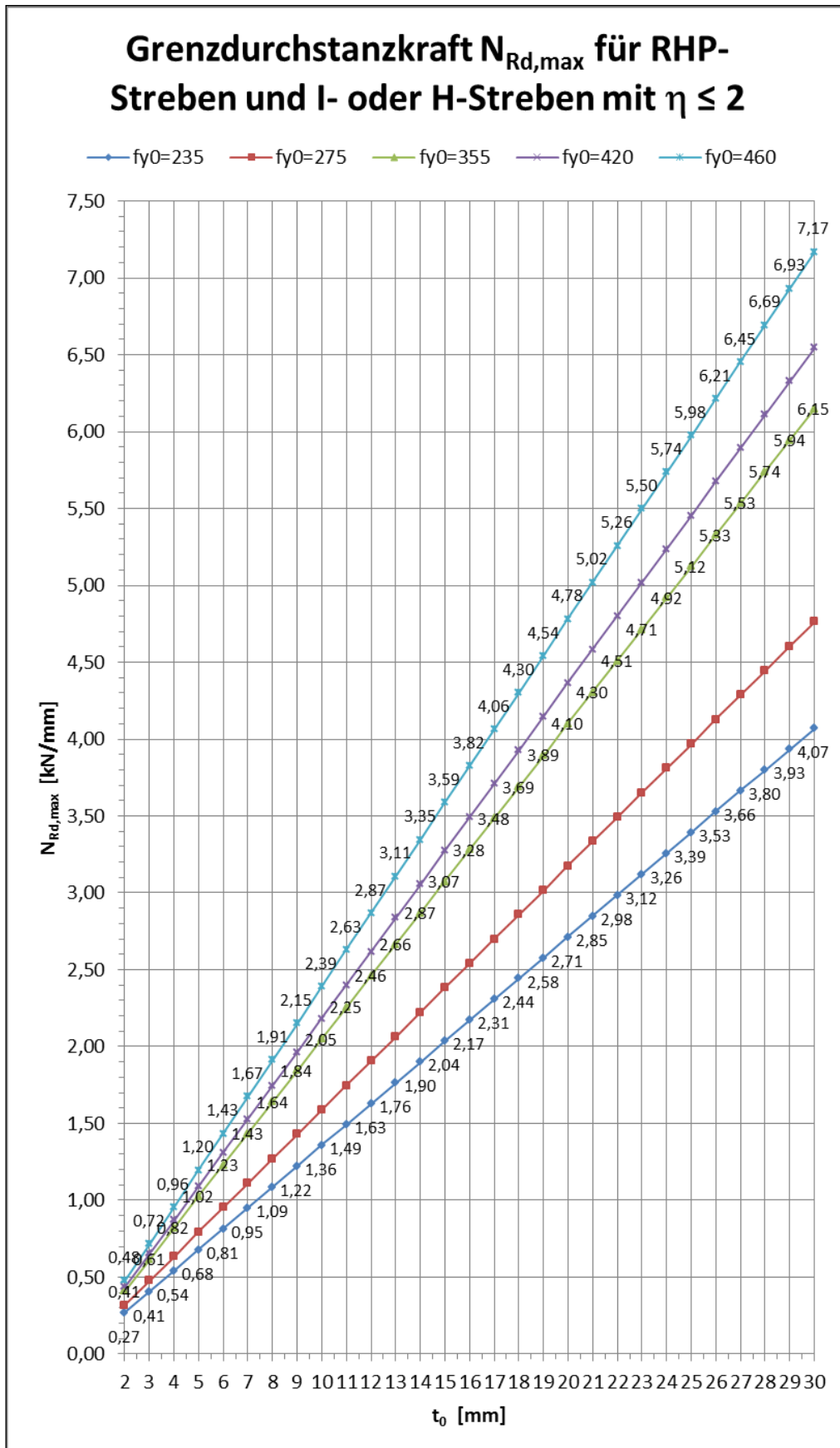
- I- bzw. H-Streben mit $\eta \leq 2$ (für axialen Druck und Biegung in versetzten Ebenen) und RHP-Streben

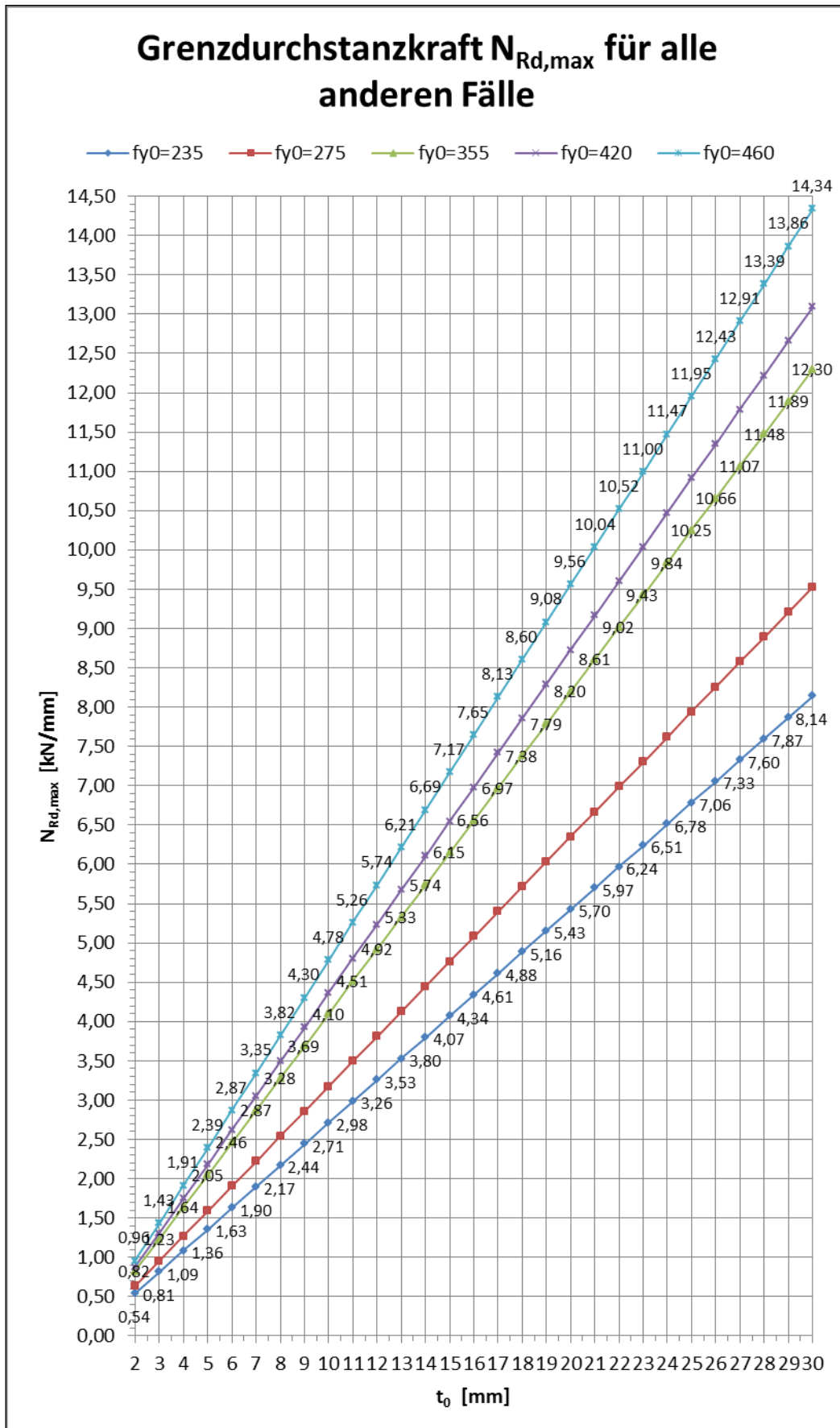
$$N_{Rd,max} = \frac{t_0 * \frac{f_{y0}}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M5}}$$

- für alle anderen Fälle

$$N_{Rd,max} = \frac{2 * t_0 * \frac{f_{y0}}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M5}}$$

Aus diesen Gleichungen wird ersichtlich, dass die bezogene maximale Durchstanzkraft $N_{Rd,max}$ nur von der Wandstärke des KHP-Gurtstabes t_0 und dem Nennwert der Streckgrenze des KHP-Gurtstabes f_{y0} abhängig ist. Eine Ermittlung dieser maximalen Durchstanzkräfte $N_{Rd,max}$ für Streckgrenzen $235 \text{ N/mm}^2 \leq f_{y0} \leq 460 \text{ N/mm}^2$ und Wandstärken $2 \text{ mm} \leq t_0 \leq 30 \text{ mm}$ ist somit ohne weiteres möglich und wurde durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den folgenden Diagrammen graphisch aufbereitet.





Mit Hilfe dieser Diagramme können sehr schnell der Beiwert k_p und die jeweils maßgebende bezogene maximale Durchstanzkraft $N_{Rd,max}$ für ebene, geschweißte Anschlüsse von I- bzw. H- oder RHP-Streben an KHP-Gurtstäbe bestimmt werden. Dadurch wird die Bestimmung der Tragfähigkeit dieser Anschlüsse vereinfacht.

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:2020-11 | Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode
3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen |

Impressum

Landesamt für Bauen und Verkehr
Bautechnisches Prüfam
T. Schellenberg
Gulbener Straße 24
03046 Cottbus
Telefon 03342 4266-3500
Telefax 03342 4266-7608
BPA@LBV.Brandenburg.de
<https://lbv.brandenburg.de>