Tipp 25/09

Tragfähigkeit ebener, geschweißter K- und N-Anschlüsse von Rechteck- bzw. Kreishohlprofilstreben an I- bzw. H-Profilgurtstäbe nach DIN EN 1993-1-8:2010-12 [1] in Verbindung mit DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12 [2]

Die Tragfähigkeit N_{Rd} ebener, geschweißter K- und N-Anschlüsse von RHP- bzw. KHP-Streben an I- bzw. H-Profilgurtstäbe ist grundsätzlich nach [1], Tabelle 7.21 zu ermitteln. Dabei sind jedoch auch die Vorgaben aus [1], Abschnitt 7.6 zu berücksichtigen. So ist zu beachten, dass der Gültigkeitsbereich nach [1], Tabelle 7.20 eingehalten wird. Werden die Gültigkeitsbereiche dieser Tabelle 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.
Nach Tabelle 7.21 aus [1] werden zwei grundsätzliche Ausbildungen der Anschlüsse – ohne und mit Überlappung der Streben – unterschieden. Die jeweiligen Tragfähigkeiten N_{Rd} sind entsprechend Tabelle 7.21 aus [1] zu ermitteln.
Nachfolgend soll nur auf die K- und N-Anschlüsse ohne Strebenüberlappung, d.h. mit Spalt, detaillierter eingegangen werden.
Für K- und N-Anschlüsse mit Spalt sind drei grundsätzliche Versagensarten nachzuweisen. Hierbei handelt es sich um Stegversagen des Gurtstabes, Versagen der Streben und Schubversagen des Gurtstabes. Entsprechend [1], Abschnitt 7.6(2) ist die Tragfähigkeit des Anschlusses durch den kleineren der drei Werte definiert.

Es ist zu beachten, dass bei KHP-Streben nur eine reduzierte Tragfähigkeit $N_{Rd,KHP} = \frac{\pi}{4} * N_{Rd}$ angesetzt werden darf.
Die Gleichungen für die Tragfähigkeiten N_{Rd} für die drei Versagensarten sind nachfolgend wiedergegeben.

- Stegversagen des Gurtstabes

$$N_{1,Rd} = \frac{\frac{f_{y0} * t_w * b_w}{\sin\theta_1}}{\gamma_{M5}}$$

- Versagen der Strebe

$$N_{i,Rd} = \frac{2 * f_{yi} * t_i * p_{eff}}{\gamma_{M5}}$$

Dieser Nachweis ist nicht erforderlich, wenn

$$\frac{g}{t_f} \le 20 - 28 * \beta$$

mit $\beta \le 1{,}0 - 0{,}03 * \gamma$

mit $\gamma = \frac{b_0}{2} - t_f$

und bei KHP-Streben $0{,}75 \le \frac{d_1}{d_2} \le 1{,}33$

oder bei RHP-Streben $0{,}75 \le \frac{b_1}{b_2} \le 1{,}33.$

- Schubversagen des Gurtstabes

$$N_{i,Rd} = \frac{\frac{f_{y0} * A_v}{\sqrt{3} * \sin\theta_i}}{\gamma_{M5}}$$

$$N_{0,Rd} = \frac{(A_0 - A_v) * f_{y0} + A_v * f_{y0} * \sqrt{1 - \left(\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}}\right)^2}}{\gamma_{M5}}$$

In diesen Gleichungen werden die folgenden Kennwerte berücksichtigt.

$N_{i,Rd}$	Tragfähigkeit der RHP- oder KHP-Strebe i
$N_{0,Rd}$	Tragfähigkeit des I- oder H-Profilgurtstabes
f_{y0}	Nennwert der Streckgrenze des I- oder H-Profilgurtstabes
t_w	Stegdicke des I- oder H-Profilgurtstabes
b_w	wirksame Breite des Stegblechs des Gurtstabes
θ_i	Winkel zwischen RHP- oder KHP-Strebe i und I- oder H-Profilgurtstab
γ_{M5}	Teilsicherheitsbeiwert
f_{yi}	Nennwert der Streckgrenze der RHP- oder KHP-Strebe i
t_i	Wandstärke der RHP- oder KHP-Strebe i
p_{eff}	effektive Breite der Strebe i
g	Spaltbreite zwischen den Streben
t_f	Flanschdicke des I- oder H-Profilgurtstabes
β	Hilfswert
γ	Hilfswert
b_0	Breite des I- oder H-Profilgurtstabes
d_1	Durchmesser der KHP-Strebe i = 1
d_2	Durchmesser der KHP-Strebe i = 2
b_1	Breite der RHP-Strebe i = 1
b_2	Breite der RHP-Strebe i = 2
A_v	Schubfläche des I- oder H-Profilgurtstabes
A_0	Querschnittsfläche des I- oder H-Profilgurtstabes
V_{Ed}	Bemessungswert der einwirkenden Querkraft im I- oder H-Profilgurtstab
$V_{pl,Rd}$	Bemessungswert der plastischen Querkrafttragfähigkeit des I- oder H-Profilgurtstabes

Die Nennwerte der Streckgrenzen f_{y0} und f_{yi}, die Profildicken t_w, t_i und t_f, die Winkel θ_i, die Spaltbreite g, die Bauteilbreiten b_0 und b_i, die Durchmesser d_i, die Querschnittsfläche A_0 sowie die Querkräfte V_{Ed} und $V_{pl,Rd}$ 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 wirksame Breite des Stegblechs des Gurtstabes b_w ist in [1], Tabelle 7.21 die folgende Berechnungsgleichung angegeben.

$$b_w = \frac{h_i}{\sin\theta_i} + 5*\left(t_f + r\right) \leq 2 * t_i + 10 * (t_f + r)$$

In dieser Gleichung werden zusätzlich die folgenden Kennwerte berücksichtigt.

h_i Höhe der Strebe i

r Ausrundungsradius des I- oder H-Profilgurtstabes

Die effektive Breite der Strebe i p_{eff} bei K- und N-Anschlüssen mit Spalt ist entsprechend der folgenden Gleichung, welche in [1], Tabelle 7.21 zu finden ist, zu berechnen.

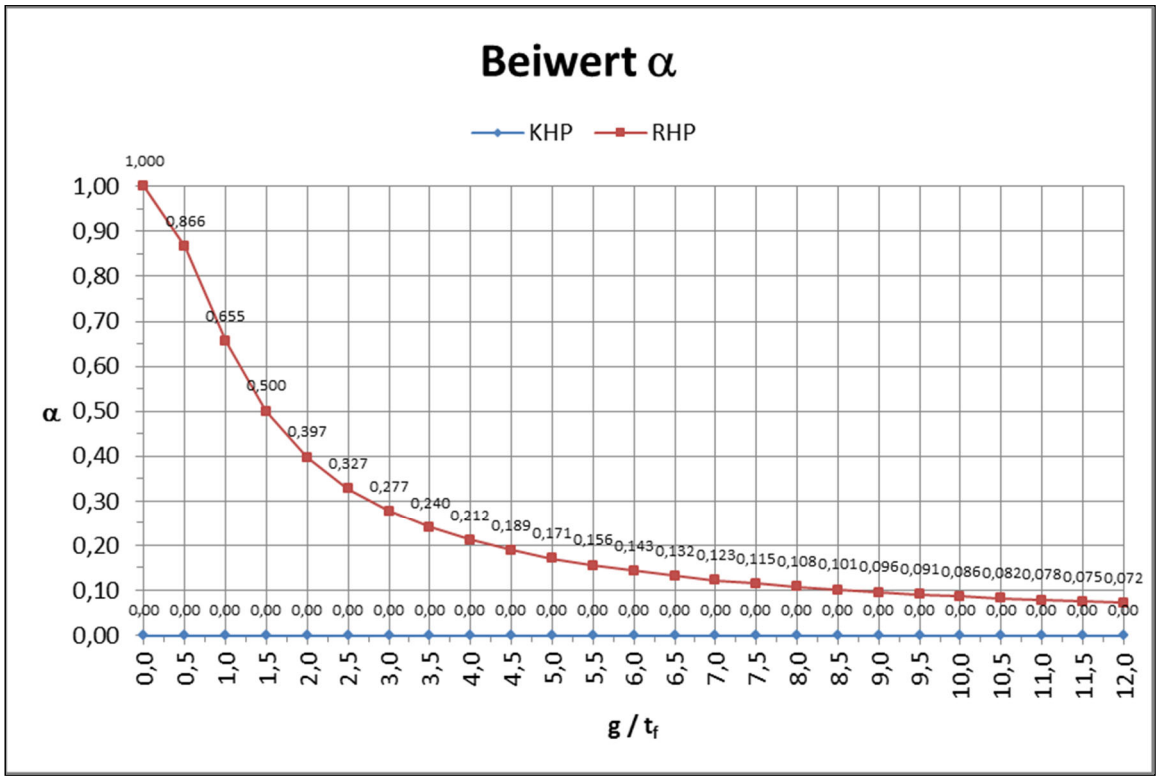
$$p_{eff} = t_w + 2*r + 7*t_f * \frac{f_{y0}}{f_{yi}} \leq b_i + h_i - 2*t_i$$

Die Schubfläche des I- oder H-Profilgurtstabes A_v ist entsprechend [1], Tabelle 7.20 mit Hilfe der folgenden Gleichung zu bestimmen.

$$A_v = A_0 - (2 - \alpha) * b_0 * t_f + (t_w + 2 * r) * t_f$$

Der Beiwert α ist nach [1], Tabelle 7.21 für KHP-Streben mit $\alpha = 0$ und für RHP-Streben mit $\alpha = \sqrt{\frac{1}{1+\frac{4*g^2}{3*t_f^2}}}$ anzusetzen.

In dieser Gleichung wird auch die Spaltbreite $g \geq 0$ berücksichtigt. Für $0 \leq \frac{g}{t_f} \leq 12$ wurde der Beiwert α berechnet und in dem folgenden Diagramm graphisch aufbereitet.

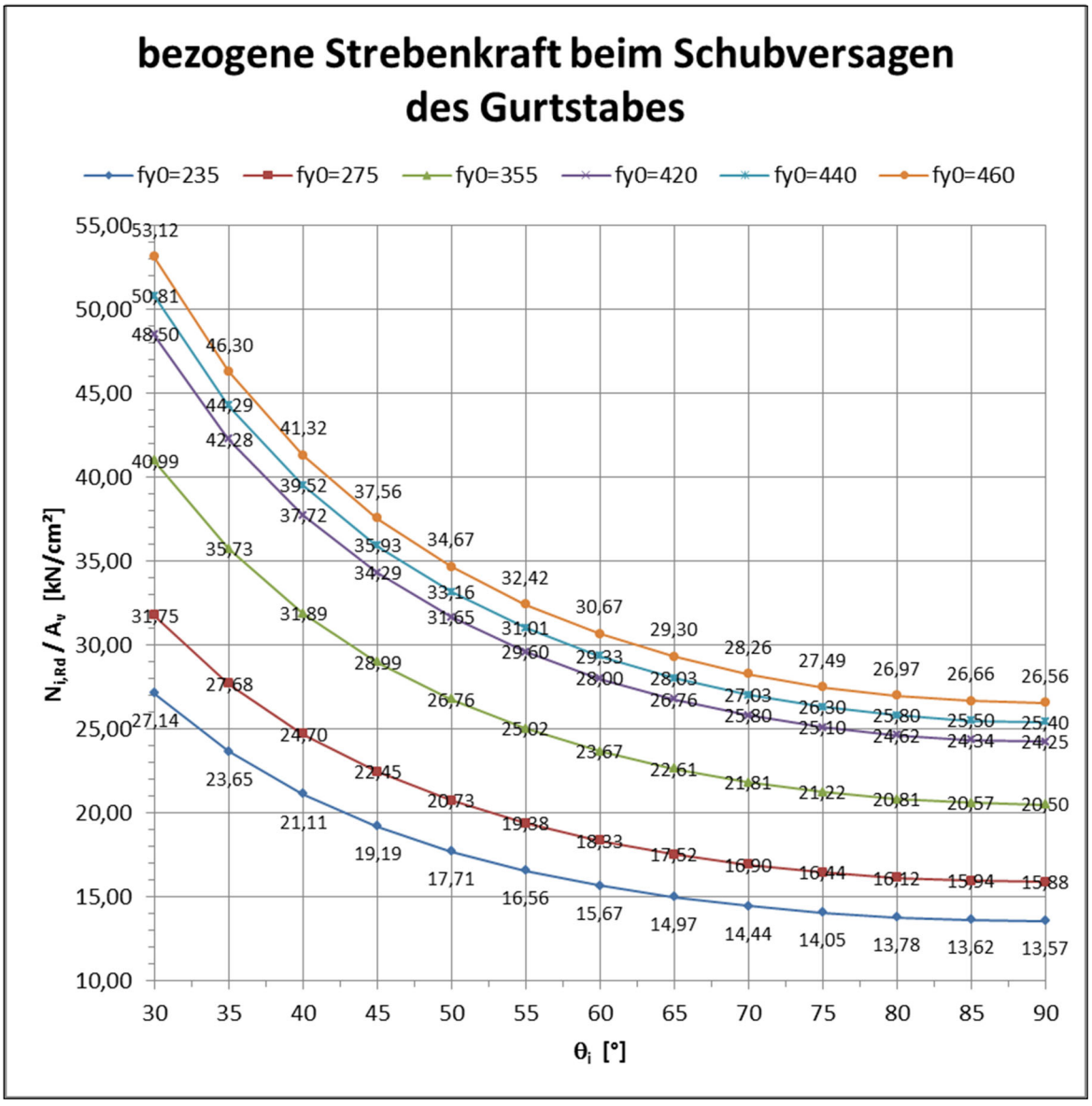


Mit Hilfe dieses Diagramms kann somit sehr schnell der Beiwert α abgelesen werden und damit ist eine Berechnung der Schubfläche des I- oder H-Profilgurtstabes A_v problemlos möglich.

Die Strebentragfähigkeit beim Schubversagen des Gurtstabes kann durch Umstellen der obigen Gleichung als bezogene Strebentragfähigkeit entsprechend der folgenden Gleichung ausgedrückt werden.

$$\frac{N_{i,Rd}}{A_v} = \frac{\frac{f_{y0}}{\sqrt{3} * \sin\theta_i}}{\gamma_{M5}}$$

Diese bezogene Strebentragfähigkeit $\frac{N_{i,Rd}}{A_v}$ wurde jeweils für f_{y0} = 235 N/mm², f_{y0} = 275 N/mm², f_{y0} = 355 N/mm², f_{y0} = 420 N/mm², f_{y0} = 440 N/mm² und f_{y0} = 460 N/mm² sowie Strebenwinkel 30° ≤ θ_i ≤ 90° ermittelt und die Ergebnisse in dem folgenden Diagramm graphisch aufbereitet.



Mit Hilfe dieser Diagramme können der Beiwert α sowie die bezogene Tragfähigkeit beim Schubversagen des Gurtstabes $\frac{N_{i,Rd}}{A_v}$ für ebene, geschweißte K- und N-Anschlüsse von RHP- bzw. KHP-Streben an I- oder H-Profilgurtstäbe mit Spalt einfacher bestimmt werden. Dadurch kann die umfangreiche Berechnung der Tragfähigkeit N_{Rd} dieser Anschlüsse etwas vereinfacht 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: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 Prüfamt
T. Schellenberg
Gulbener Straße 24
03046 Cottbus
Telefon 03342 4266-3400
Telefax 03342 4266-7608
BPA@LBV.Brandenburg.de
https://lbv.brandenburg.de