

Tipp 25/10

Tragfähigkeit ebener, geschweißter K- und N-Anschlüsse von Rechteck- bzw. Kreishohlprofilstreben an U-Profilgurtstäbe nach DIN EN 1993-1-8:2010-12 [1] in Verbindung mit DIN EN 1993-1-8/NA:2020-11 [2]

Die Tragfähigkeit N_{Rd} ebener, geschweißter K- und N-Anschlüsse von RHP- bzw. KHP-Streben an U-Profilgurtstäbe ist grundsätzlich nach [1], Tabelle 7.24 zu ermitteln. Dabei sind jedoch auch die Vorgaben aus [1], Abschnitt 7.7 zu berücksichtigen. So ist zu beachten, dass der Gültigkeitsbereich nach [1], Tabelle 7.23 eingehalten wird. Werden die Gültigkeitsbereiche dieser Tabelle nicht eingehalten, sind alle Versagensformen nach [1], Abschnitt 7.2.2 nachzuweisen. Es ist ebenfalls zu beachten, dass die Bemessung der Anschlüsse, auch bei Einhaltung des Gültigkeitsbereiches nach [1], Tabelle 7.23, grundsätzlich unter Berücksichtigung der Sekundärmomente, welche sich aus der Rotationssteifigkeit ergeben, zu erfolgen hat.

Nach Tabelle 7.24 aus [1] werden zwei grundsätzliche Ausbildungen der Anschlüsse – ohne und mit Überlappung der Streben – unterschieden. Die jeweiligen Tragfähigkeiten N_{Rd} sind entsprechend Tabelle 7.24 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 nach [1], Tabelle 7.24 zwei grundsätzliche Versagensarten nachzuweisen. Hierbei handelt es sich um Versagen der Streben und Versagen des Gurtstabes. Entsprechend [1], Abschnitt 7.7(3) ist die Tragfähigkeit des Gurtstabquerschnittes auch unter Beachtung der Schubkraftübertragung zwischen den Streben und dem Gurtstab, bei Vernachlässigung der Sekundärmomente, nach [3] in Verbindung mit [4] und [5] zu bestimmen.

Es ist zu beachten, dass bei KHP-Streben nur eine reduzierte Tragfähigkeit $N_{Rd,KHP} = \frac{\pi}{4} * N_{Rd}$ nach [1],

Tabelle 7.24 angesetzt werden darf.

Die Gleichungen für die Tragfähigkeiten N_{Rd} nach [1], Tabelle 7.24 für die zwei Versagensarten sind nachfolgend wiedergegeben.

- Versagen der Strebe

$$N_{i,Rd} = \frac{f_{yi} * t_i * (b_i + b_{eff} + 2 * h_i - 4 * t_i)}{\gamma_{M5}}$$

- Versagen des Gurtstabes

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

$$\gamma_{M5}$$

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

In diesen Gleichungen werden die folgenden Kennwerte berücksichtigt.

$N_{i,Rd}$	Tragfähigkeit der RHP- oder KHP-Strebe i
$N_{0,Rd}$	Tragfähigkeit des U-Profilgurtstabes
f_{yi}	Nennwert der Streckgrenze der RHP- oder KHP-Strebe i
t_i	Wandstärke der RHP- oder KHP-Strebe i
b_i	Breite der RHP- oder KHP-Strebe i = 1
b_{eff}	effektive Breite der Strebe i
h_i	Höhe der Strebe i
γ_{M5}	Teilsicherheitsbeiwert
f_{y0}	Nennwert der Streckgrenze des U-Profilgurtstabes
A_v	Schubfläche des U-Profilgurtstabes
θ_i	Winkel zwischen RHP- oder KHP-Strebe i und U-Profilgurtstab
A_0	Querschnittsfläche des U-Profilgurtstabes
V_{Ed}	Bemessungswert der einwirkenden Querkraft im U-Profilgurtstab
$V_{pl,Rd}$	Bemessungswert der plastischen Querkrafttragfähigkeit des U-Profilgurtstabes

Die Nennwerte der Streckgrenzen f_{y0} und f_{yi} , die Profildicken t_i , die Winkel θ_i , die Bauteilbreiten b_i , die Profilhöhen h_i , die Querschnittsfläche A_0 sowie die Querkraft V_{Ed} 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 effektive Breite der Stege i b_{eff} ist in [1], Tabelle 7.24 die folgende Berechnungsgleichung angegeben.

$$b_{eff} = \frac{10}{\frac{b_0^*}{f_{yi}} * \frac{f_{y0}}{f_{yi}} * \frac{t_0}{t_i}} * b_i \leq b_i$$

In dieser Gleichung werden zusätzlich die folgenden Kennwerte berücksichtigt.

b_0^*	effektive Breite des U-Profilgurtstabes zwischen den Profilausrundungen
t_0	Wandstärke des U-Profilgurtstabes

Die effektive Breite des U-Profilgurtstabes zwischen den Profilausrundungen ist entsprechend [1], Tabelle 7.24 mit Hilfe der folgenden Gleichung zu ermitteln.

$$b_0^* = b_0 - 2 * (t_w + r_0)$$

In dieser Gleichung werden zusätzlich die folgenden Kennwerte berücksichtigt.

b_0	Breite des U-Profilgurtstabes
t_w	mittlere Stärke der Flansche des U-Profilgurtstabes
r_0	Ausrundungsradius

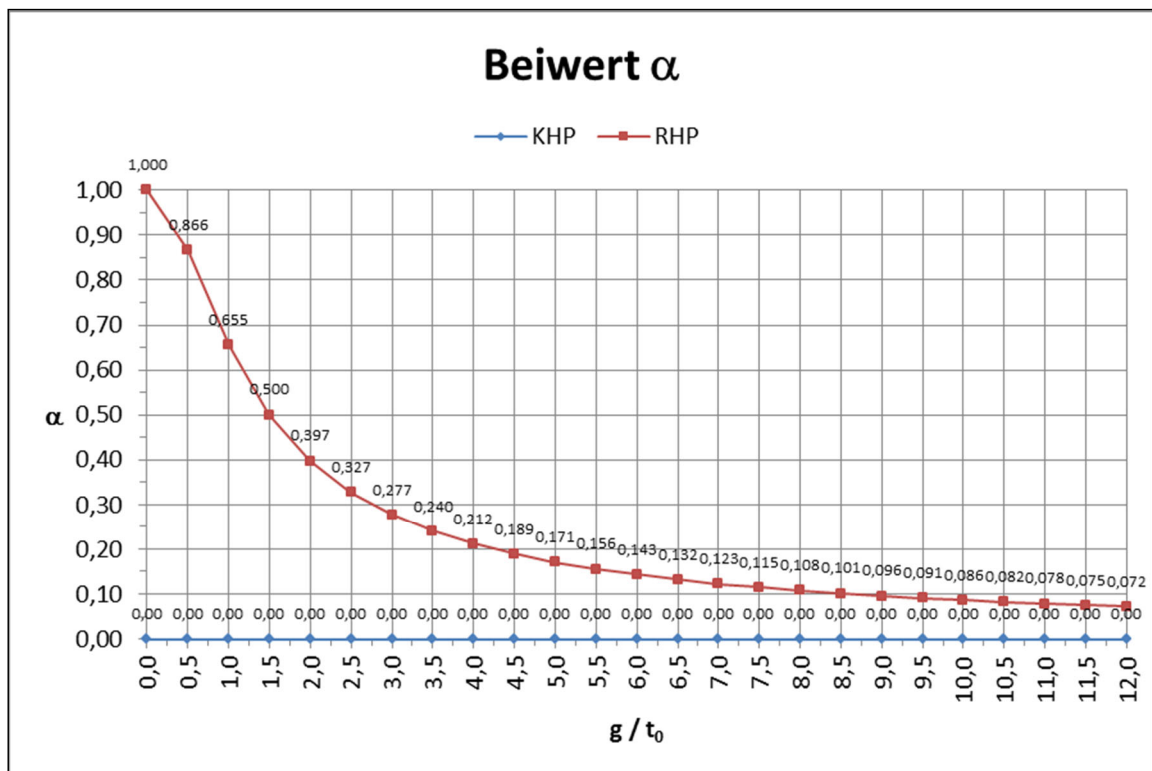
Die Schubfläche des U-Profilgurtstabes A_v ist entsprechend [1], Tabelle 7.24 mit Hilfe der folgenden Gleichung zu bestimmen.

$$A_v = A_0 - (1 - \alpha) * b_0^* * t_0$$

Der Beiwert α ist nach [1], Tabelle 7.24 für KHP-Streben mit $\alpha = 0$ und für RHP-Streben mit

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4 * g^2}{3 * t_0^2}}} \text{ anzusetzen.}$$

In dieser Gleichung wird auch die Spaltbreite $g \geq 0$ berücksichtigt. Für $0 \leq \frac{g}{t_0} \leq 12$ wurde der Beiwert α berechnet und in dem folgenden Diagramm graphisch aufbereitet.



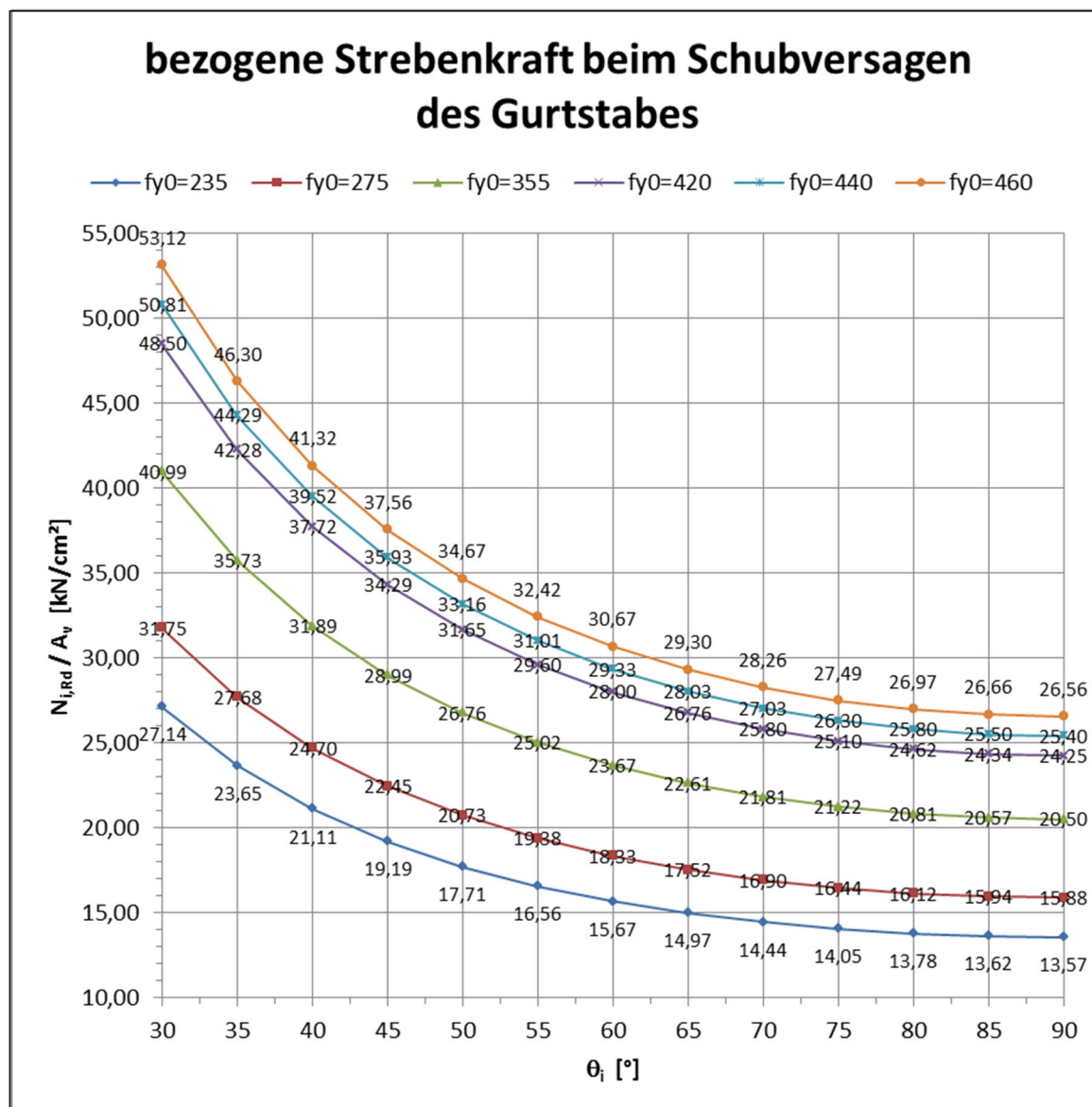
Mit Hilfe dieses Diagramms kann somit sehr schnell der Beiwert α abgelesen werden und damit ist eine Berechnung der Schubfläche des U-Profilgurtstabes A_v problemlos möglich.

Die Strebentragfähigkeit beim Versagen 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 $f_{y0} = 235 \text{ N/mm}^2$, $f_{y0} = 275 \text{ N/mm}^2$,

$f_{y0} = 355 \text{ N/mm}^2$, $f_{y0} = 420 \text{ N/mm}^2$, $f_{y0} = 440 \text{ N/mm}^2$ und $f_{y0} = 460 \text{ N/mm}^2$ sowie Strebenwinkel $30^\circ \leq \theta_i \leq 90^\circ$ ermittelt und die Ergebnisse in dem folgenden Diagramm graphisch aufbereitet.



Durch dieses Diagramm kann die bezogene Streben­trag­fä­hig­keit beim Ver­sa­gen des Gurt­stabes in Ab­hän­gig­keit von dem Nenn­wert der Streck­gren­ze des Gurt­stabes f_{y0} und der Nei­gung der Strebe θ_i ein­fach er­mit­telt wer­den.

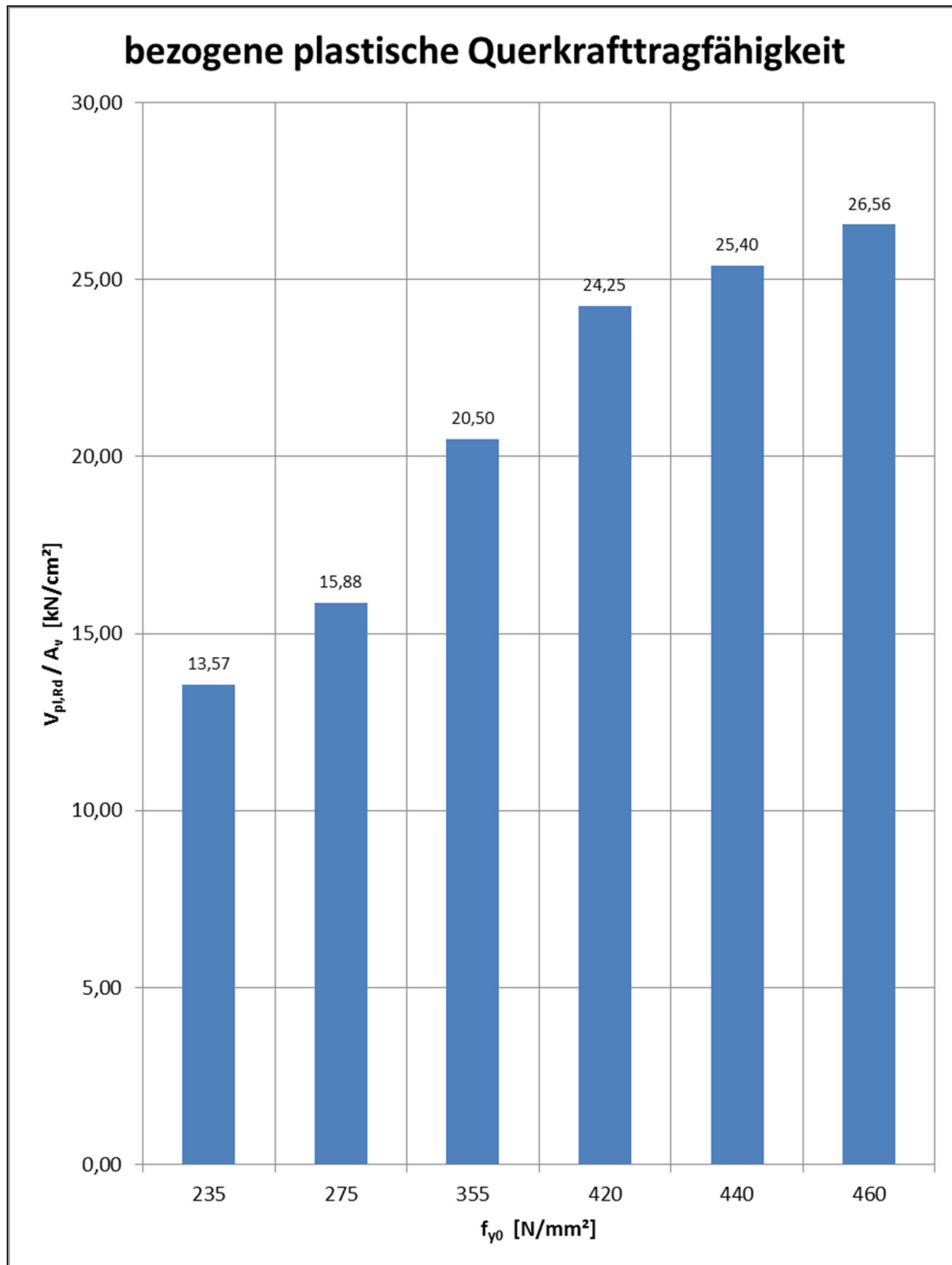
Der Bemessungswert der plastischen Querkrafttragfähigkeit des U-Profilgurtstabes $V_{pl,Rd}$ wird ent­sprechend [1], Tabelle 7.24 mit Hilfe der folgenden Gleichung berechnet.

$$V_{pl,Rd} = \frac{f_{y0} \cdot A_v}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M5}}$$

Durch Umstellen dieser Gleichung kann die bezogene plastische Querkrafttragfähigkeit mittels der folgenden Gleichung berechnet werden.

$$\frac{V_{pl,Rd}}{A_v} = \frac{f_{y0}}{\gamma_{M5} * \sqrt{3}}$$

Für die Streckgrenzen $f_{y0} = 235 \text{ N/mm}^2$, $f_{y0} = 275 \text{ N/mm}^2$, $f_{y0} = 355 \text{ N/mm}^2$, $f_{y0} = 420 \text{ N/mm}^2$, $f_{y0} = 440 \text{ N/mm}^2$ und $f_{y0} = 460 \text{ N/mm}^2$ wurde diese bezogene plastische Querkrafttragfähigkeit berechnet und die Ergebnisse in dem folgenden Diagramm graphisch aufbereitet.



Mit Hilfe dieser Diagramme können der Beiwert α , die bezogene Strebentragfähigkeit beim Versagen des Gurtstabes $\frac{N_{i,Rd}}{A_v}$ sowie die bezogene plastische Querkrafttragfähigkeit des U-Profilgurtstabes $\frac{V_{pl,Rd}}{A_v}$ für ebene, geschweißte K- und N-Anschlüsse von RHP- bzw. KHP-Streben an U-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 |
| [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 |
| [5] | DIN EN 1993-1-1/NA:2022-10 | 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 4266-3400
Telefax 03342 4266-7608
BPA@LBV.Brandenburg.de
<https://lbv.brandenburg.de>