

Tipp 24/12

Tragfähigkeit ebener, geschweißter Anschlüsse von Kreis- bzw. Quadrathohlprofilstreben an Quadrathohlprofilgurtstäbe 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 Anschlüsse von KHP- bzw. QHP-Streben an QHP-Gurtstäbe ist grundsätzlich nach [1], Tabelle 7.10 zu ermitteln. Dabei sind jedoch auch die Vorgaben aus [1], Abschnitt 7.5 zu berücksichtigen. So ist zu beachten, dass der Gültigkeitsbereich nach [1], Tabellen 7.8 und 7.9 eingehalten wird. Werden die Gültigkeitsbereiche dieser Tabellen 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 7.10 aus [1] sind zwei grundsätzliche Versagensarten nachzuweisen. Hierbei handelt es sich um Flanschversagen des Gurtstabes und Versagen der Streben. Entsprechend [1], Abschnitt 7.5.2.1(3) ist die Tragfähigkeit des Anschlusses durch den kleineren der beiden Werte definiert.

Für den Versagensfall Flanschversagen des Gurtstabes werden in [1], Tabelle 7.10 die folgenden zwei Anschlussarten mit jeweils unterschiedlichen Tragfähigkeiten N_{Rd} unterschieden.

- Flanschversagen des Gurtstabes bei T-, Y- und X-Anschlüssen mit $\beta \leq 0,85$

$$N_{1,Rd} = \frac{k_n * f_{y0} * t_0^2 * \left(\frac{2 * \beta}{\sin \theta_1} + 4 * \sqrt{1 - \beta} \right)}{\gamma_{M5} * (1 - \beta) * \sin \theta_1}$$

- Flanschversagen des Gurtstabes bei K- und N-Anschlüssen mit Spalt und $\beta \leq 1,0$

$$N_{i,Rd} = \frac{8,9 * \gamma^{0,5} * k_n * f_{y0} * t_0^2 * \left(\frac{b_1 + b_2}{2 * b_0} \right)}{\gamma_{M5} * \sin \theta_i}$$

Es ist zu beachten, dass bei KHP-Streben nur eine reduzierte Tragfähigkeit $N_{Rd,KHP} = \frac{\pi}{4} * N_{Rd}$ angesetzt werden darf.

Für den Versagensfall Strebenversagen werden in [1], Tabelle 7.10 nur für K- und N-Anschlüssen mit Überlappung die folgenden Gleichungen angegeben. Dabei ist zu beachten, dass in den Strebe i und j keine gleichgerichteten Normalkräfte (z.B. in beiden Druckkraft) wirken.

- $25\% \leq \lambda_{ov} < 50\%$

$$N_{i,Rd} = \frac{f_{yi} * t_i * \left(b_{eff} + b_{e,ov} + 2 * h_i * \frac{\lambda_{ov}}{50} - 4 * t_i \right)}{\gamma_{M5}}$$

- $50\% \leq \lambda_{ov} < 80\%$

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

- $\lambda_{ov} \geq 80\%$

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

In diesen Gleichungen werden die folgenden Kennwerte berücksichtigt.

$N_{1,Rd}$	Tragfähigkeit der KHP- oder QHP-Strebe 1
k_n	Beiwert
f_{y0}	Nennwert der Streckgrenze des QHP-Gurtstabes
t_0	Wandstärke des QHP-Gurtstabes
β	Verhältniswert
θ_1	Winkel zwischen KHP- oder QHP-Strebe 1 und QHP-Gurtstab
γ_{M5}	Teilsicherheitsbeiwert
$N_{i,Rd}$	Tragfähigkeit der KHP- oder QHP-Strebe i (i = 1 oder 2)
γ	Verhältniswert
θ_i	Winkel zwischen KHP- oder QHP-Strebe i und QHP-Gurtstab
b_1	Breite der Strebe 1
b_2	Breite der Strebe 2
b_0	Breite des QHP-Gurtstabes
λ_{ov}	Überlappungsverhältnis
f_{yi}	Nennwert der Streckgrenze der KHP- oder QHP-Strebe i (i = 1 oder 2)
t_i	Wandstärke der KHP- oder QHP-Strebe i (i = 1 oder 2)
b_{eff}	effektive Breite der Strebe, die auf den QHP-Gurtstab aufsetzt
$b_{e,ov}$	effektive Breite einer Strebe, die im Überlappungsstoß auf die andere Strebe aufsetzt
h_i	Höhe der KHP- oder QHP-Strebe i (i = 1 oder 2)
b_i	Breite der Druckstrebe

Die Nennwerte der Streckgrenzen f_{y0} und f_{yi} , die Wandstärken t_0 und t_i , die Winkel θ_1 und θ_i , die Bauteilbreiten b_1 , b_2 , b_0 und b_i sowie die Bauteilhöhe h_i 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.

Der Verhältniswert β kann entsprechend [1], Abschnitt 1.5(6) für T-, Y- und X-Anschlüsse mit Hilfe einer einfachen Gleichung berechnet werden. Für KHP-Streben ist $\beta = \frac{d_1}{b_0}$ und für QHP-Streben $\beta = \frac{b_1}{b_0}$ anzusetzen. Dabei ist d_1 der Außendurchmesser der KHP-Strebe. Mit Hilfe dieses Wertes wird das Breitenverhältnis der Streben zum Gurtstab berücksichtigt.

Der Verhältniswert γ kann entsprechend [1], Abschnitt 1.5(6) mit Hilfe der einfachen Gleichung $\gamma = \frac{b_0}{2 * t_0}$ berechnet werden.

Entsprechend [1], Abschnitt 1.5(6) ist das Überlappungsverhältnis λ_{ov} zu berechnen. Demnach ist

$\lambda_{ov} = \frac{q}{p} * 100\%$. Dabei sind die Projektionen der Überlappung auf der Ebene des Gurtstabes q und der

Anschlusslänge der überlappenden Strebe auf die Gurtstabebene p zu verwenden. Nach den obigen Gleichungen sind Überlappungsverhältnisse $\lambda_{ov} < 25\%$ nicht zulässig. Dies kann damit begründet werden, dass die Steifigkeit des Anschlusses im Bereich der Überlappung wesentlich größer ist als bei dem Anschluss zwischen der überlappenden Strebe und dem Gurtprofil. Diese unterschiedlichen Steifigkeitsverhältnisse führen zu lokalen Spannungsspitzen und können zu einem vorzeitigen Versagen beitragen.

Für die Berechnung des Beiwertes k_n sind die in [1], Tabelle 7.10 angegebenen, folgenden Gleichungen zu verwenden.

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

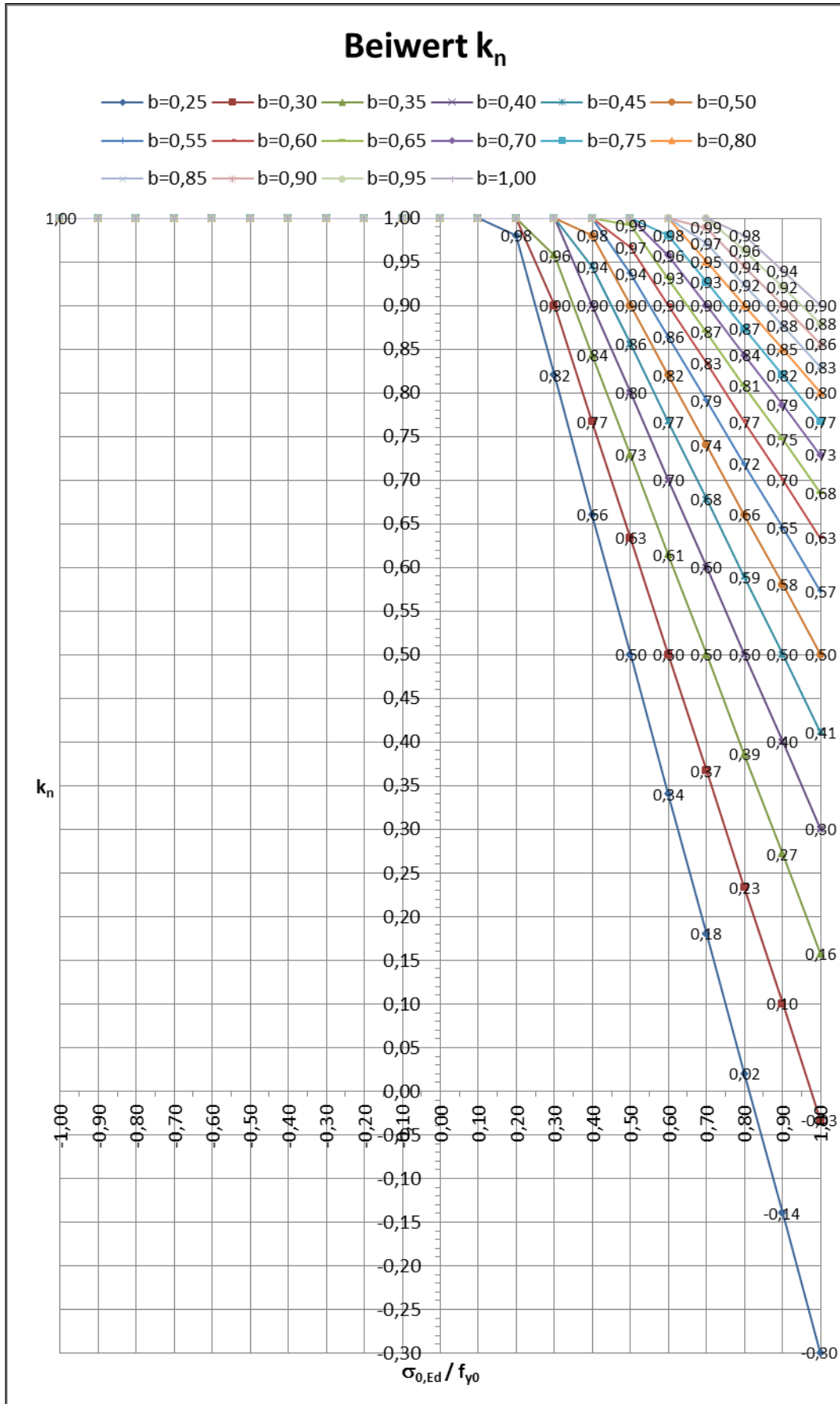
$$k_n = 1,3 - \frac{0,4 * n}{\beta} \leq 1,0$$

- bei Zugspannungen im Gurtstab ($n \leq 0$)

$$k_n = 1,0$$

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

Gleichung findet die maximal einwirkende Druckspannung im QHP-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 ein Wertebereich von $-1,0 \leq n \leq 1,0$. Für diesen Bereich und für $0,25 \leq \beta \leq 1,00$ wurde der Beiwert k_n ermittelt und die Ergebnisse im folgenden Diagramm graphisch aufbereitet. Es ist zu beachten, dass der Verhältniswert β im Diagramm als „b“ angegeben wurde und sich bei der Auswertung für $\beta = 0,25$ und $n \geq 0,80$ bzw. $\beta = 0,30$ und $n \geq 0,97$ auch negative Werte für k_n ergaben. Diese kleinen Breitenverhältnisse bei gleichzeitig hoher Gurtstabauslastung sind sicherlich nicht praxisrelevant. Jedoch wäre eine entsprechende normative Einschränkung hier wünschenswert.



Mit Hilfe dieses Diagramms kann sehr schnell der Beiwert k_n für ebene, geschweißte Anschlüsse von KHP- bzw. QHP-Streben an QHP-Gurtstäbe bestimmt werden. Dadurch wird die Bestimmung der Tragfähigkeit N_{Rd} 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 4266-3400
Telefax 03342 4266-7608
BPA@LBV.Brandenburg.de
<https://lbv.brandenburg.de>