

Toolbox

TB-HSF: Sparrenfußpunkt

TB-HSK: ... mit Knagge

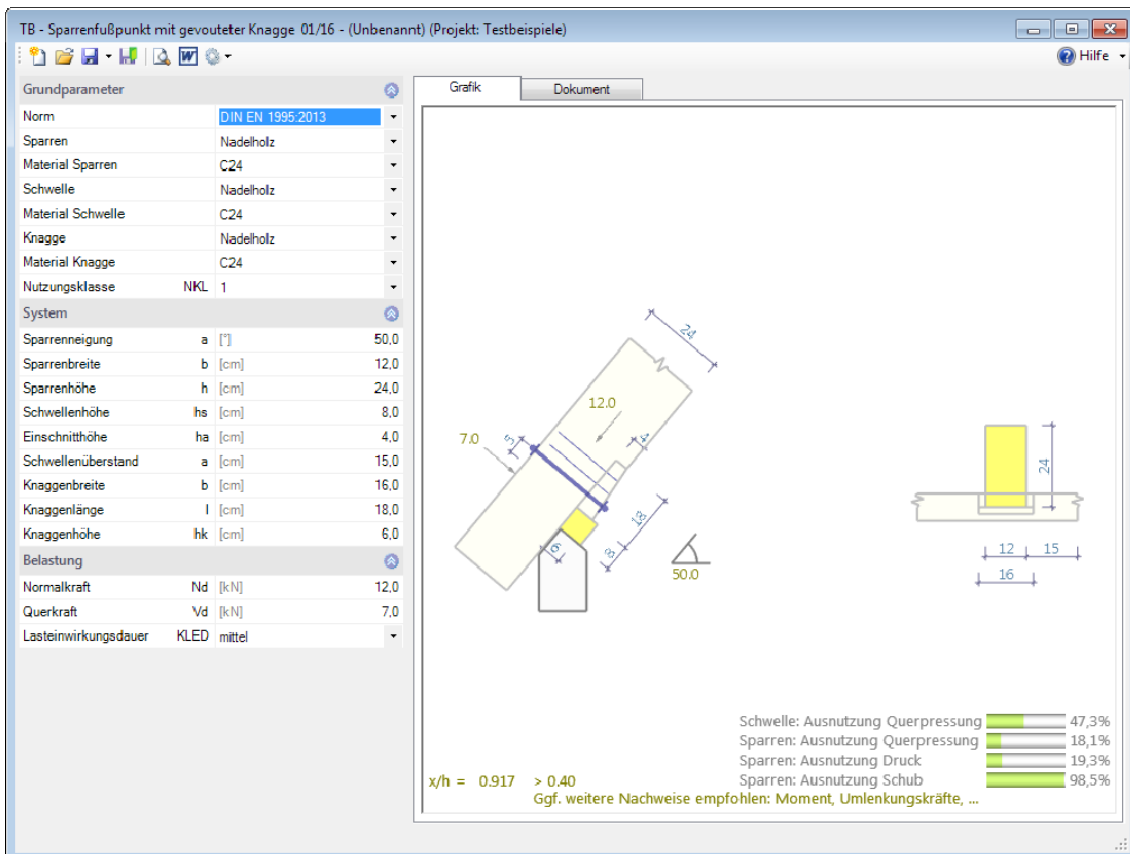
TB-HSV: ... mit gevouteter Knagge

FRILO Software GmbH

www.friilo.eu

info@friilo.eu

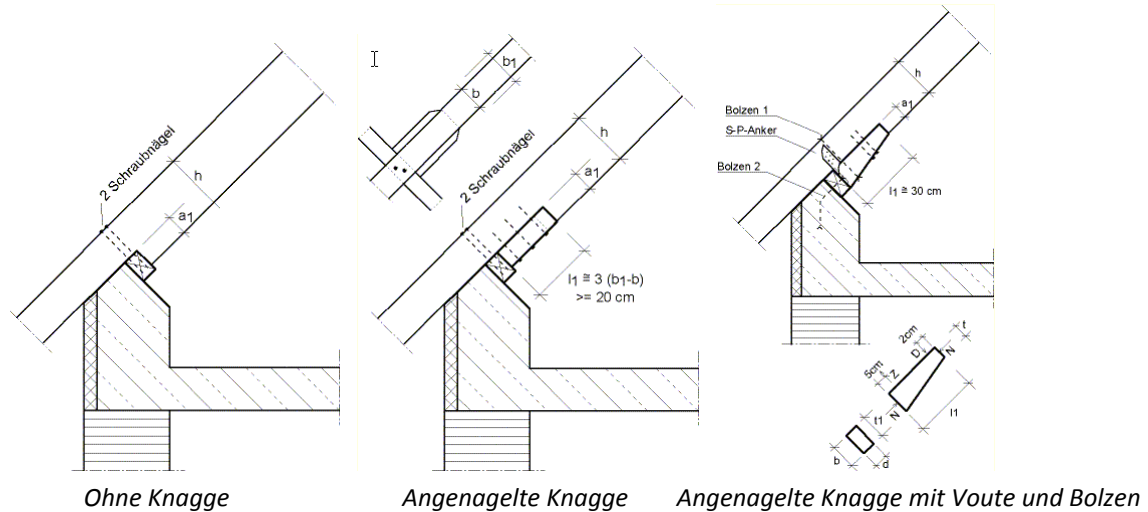
Stand: 11.11.2015



Anwendungsmöglichkeiten

Diese Dokumentation umfasst die drei Toolbox-Module

- TB-HSF: Sparrenfußpunkt
- TB-HSK: Sparrenfußpunkt mit Knagge
- TB-HSV: Sparrenfußpunkt mit gevouteter Knagge



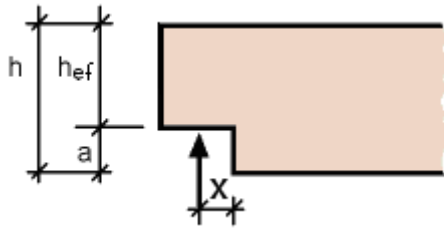
Mit diesen Modulen lassen sich Fußpunkte von Sparren mit Quer- und Normalkräften, z.B. von Sparren- oder Kehlbalkendächern nachweisen.

Folgende Nachweise werden von den Programmen geführt:

- Nachweis der Ausklinkung auf Querkraft, ggf. mit Ausgabe der erforderlichen Verstärkungskraft
- Pressung senkrecht zur Faser in allen betroffenen Fugen
- Pressung parallel zur Faser in allen betroffenen Fugen

Abhebende Kräfte, Windsogverankerungen und Befestigungen im Beton werden in den Programmen nicht behandelt.

Geometrische Randbedingungen



Die Ausklinkungen werden nach EN 1995-1-1:2008/2014, 6.5 nachgewiesen.

Die Festlegung von Randbedingungen erfolgt ausschließlich in den jeweiligen NAs.

ÖNorm B 1995-1-1:2010

$$\frac{h_{ef}}{h} \geq 0,5 \text{ und } \frac{x}{h} \leq 0,4 \quad \text{ÖNorm B 1995-1-1, 6.6.7, Gl.(16)}$$

Wenn Gleichung EN 1995-1-1, (6.60) nicht eingehalten werden kann, dann muss verstärkt werden.

ÖNorm B 1995-1-1:2015

$$\frac{h_{ef}}{h} \geq 0,5 \text{ und } \frac{x}{h} \leq 0,4 \quad \text{ÖNorm B 1995-1-1, NCI zu 6.5.2, Gl.(NA.6.63 E1 und E2)}$$

Wenn Gleichung EN 1995-1-1, (6.60) nicht eingehalten werden kann, dann muss verstärkt werden.

DIN EN 1995-1-1/NA: 2013

DIN EN 1995-1-1:2010 enthält keine Randbedingungen für die Geometrie. Als grundsätzlich sinnvolle Grenze wurde gewählt:

$$\frac{h_{ef}}{h} \geq 0,5 \text{ und } \frac{x}{h} \leq 0,4$$

Trägerausklinkungen in Nutzungsklasse 3 müssen immer verstärkt werden!

Anmerkung zu x/h :

Wenn die Bedingung $x/h \leq 0,4$ nicht eingehalten ist, kann es sein, dass nicht der Schubnachweis sondern der Nachweis der Ausklinkung auf Biegung maßgebend wird. Deshalb schlägt das Programm vor, einen Biegespannungsnachweis für die Ausklinkung zu führen.

Nachweise

Schubspannungsnachweis

Die vorhandene Schubspannung im Restquerschnitt beträgt:

$$\tau_d = 1,5 \frac{V_d}{b \cdot h_{ef}} \quad \text{EN 1995-1-1, Gl. (6.60)}$$

In EN 1995-1-1, 6-1-7(2) wird empfohlen beim Schubnachweis zur Berücksichtigung von Rissen mit einer effektiven Breite $b_{ef} = k_{cr} \cdot b$ Gl.(6.13a) zu rechnen.

Wir wenden diese Empfehlung auch beim Ausklinkungsnachweis an und rechnen daher in Gl.(6.60) mit der effektiven Breite nach Gl.(6.13). Dies entspricht ÖNorm B 1995-1-1:2015 und EN 1995-1-1/A2:2014. Die Gleichung (6.60) wird korrigiert zu:

$$\tau_d = 1,5 \frac{V_d}{b_{ef} \cdot h_{ef}} \quad \text{EN 1995-1-1/A2:2014 (6.60)}$$

Nachweis

$$\tau_d < f_{vd} \quad \text{EN 1995-1-1, Gl. (6.60)}$$

In der Ausgabe ist der Beiwert k_{cr} auf der Widerstandsseite berücksichtigt:

$$\tau_d = 1,5 \frac{V_d}{b \cdot h_{ef}} < k_v \cdot k_{cr} \cdot f_{vd}$$

Mit:

$$k_v = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,00 \\ k_n \cdot \left(1 + \frac{1,1 \cdot i^{1,5}}{\sqrt{h}} \right) \\ \sqrt{h} \cdot \left(\sqrt{\alpha \cdot (1 - \alpha)} + 0,8 \cdot \frac{x}{h} \cdot \sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2} \right) \end{array} \right. \quad \text{mit } \alpha = \frac{h_{ef}}{h} \quad \text{EN 1995-1-1, Gl. (6.62)}$$

Der Beiwert k_n ist gemäß EN 1995-1-1, Gl. (6.63)

- 5 für Voll- und Balkenschichtholz
- 6,5 für Brettschichtholz
- 4,5 für Furnierschichtholz

Nachweis nach ÖNorm B 1995-1-1:2010/2015

ÖNorm B 1995-1-1:2010 und -2015 übernehmen die Berechnung nach EN 1995-1-1:2008/2014, 6.5.2

Nachweis nach DIN EN 1995-1-1: 2013

Der Nachweis erfolgt analog zu EN 1995-1-1:2008/2014. 6.5.2.

Bei Trägern mit Ausklinkungen auf der **Gegenseite des Auflagers** darf der Beiwert k_v nach DIN EN 1995-1-1:2010/2013, NCI zu 6.5.2 wie folgt bestimmt werden:

$k_v=1$

Wenn $x < h_e$:

$$k_v = \left(\frac{h}{h_{ef}} \right) \cdot \left[1 - \frac{(h - h_{ef}) \cdot x}{h \cdot h_{ef}} \right]$$

Diese Regel wird vom Programm nicht verwendet.

Verstärkung

Wenn der Schubspannungsnachweis überschritten oder andere Randbedingungen (s.o.) für eine unverstärkte Ausklinkung nicht eingehalten sind, ist eine Verstärkung erforderlich. In diesem Fall wird die von der Verstärkung aufzunehmende Kraft ausgegeben.

In EN 1995-1-1 gibt es keine Regelung für Verstärkungen.

Daher erfolgt die Ermittlung analog DIN EN 1995-1-1/NA

Nachweis nach DIN EN 1995-1-1/NA:2010 und 2013

Die aufzunehmende Zugkraft beträgt:

$$F_{t,90,d} = (\text{erf } Z_{\text{Verst}}) = 1,3 \cdot V_d \cdot \left[3(1-\alpha)^2 - 2(1-\alpha)^3 \right] \quad \text{DIN EN 1995-1-1, (NA.75), bzw. (NA.77)}$$

$$\text{mit } \alpha = \frac{h_{ef}}{h}$$

Nachweis nach ÖNorm B 1995-1-1:2010

Enthält keine eigene Regelung und übernimmt daher die Ermittlung nach DIN EN 1995-1-1/NA

Nachweis nach ÖNorm B 1995-1-1:2015

Die aufzunehmende Zugkraft beträgt:

$$F_{t,90,d} = 1,3 \cdot V_d \cdot \left[1 - 3\alpha^2 + 2\alpha^3 \right] \quad \text{mit } \alpha = \frac{h_{ef}}{h} \quad \text{ÖNorm B 1995-1-1 (NA.G.11)}$$

Pressung quer zur Faser

Der Beiwert k_{c90} wird automatisch in Abhängigkeit von der jeweiligen Situation bestimmt.

Optional kann ein benutzerdefinierter Beiwert eingegeben werden.

Pressung infolge Normalkraft Nd

Nachweis der **Querdruckspannung an der Schwelle**

$$\sigma_{c,90,d,Schwelle} = \frac{N_d}{a \cdot l_A}$$

Mit Knagge wird a_1 durch die Knaggenbreite und l_A durch die Knaggenhöhe an der Schwelle ersetzt.

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} \leq 1 \quad \text{EN 1995-1-1, 6.1.5 (6.3)}$$

Der Wert k_{c90} wird nach EN 1995 – 6.1.5 (Schwellpressung) angesetzt.

Zu l_A werden zur Länge der Kontaktfläche in Faserrichtung auf jeder Seite 3 cm addiert (EN 1995:2010,2014, 6.1.5(1)).

Nachweis nach ÖNorm B 1995-1-1:2010

Übernimmt den Nachweis nach EN 1995-1-1.

Nachweis nach ÖNorm B 1995-1-1:2015

Übernimmt den Nachweis nach EN 1995-1-1.

$k_{c,90} > 1,75$ (bis 2,2) ist bei Brettschichtholz und Auflagerpressung zulässig, wenn dabei auf die Addition von l_A (3cm) verzichtet wird und $a > 2 h$ ist. (NCI zu 6.1.5(2))

Diese Regel wird vom Programm erst dann verwendet, wenn der Nachweis mit $k_{c,90} = 1,75$ fehlschlägt und der Nachweis mit $k_{c,90} = 2,2$ günstiger ist.

Nachweis nach DIN EN 1995-1-1/NA:2010 und 2013

Übernimmt den Nachweis nach EN 1995-1-1.

Pressung infolge Querkraft Vd

Nachweis der **Querdruckspannung am Sparren und an der Schwelle**

$$\sigma_{c,90,d,Schwelle} = \frac{N_d}{b \cdot l_A}$$

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} \leq 1 \quad \text{EN 1995-1-1, 6.1.5 (6.3)}$$

Der Wert k_{c90} wird nach EN 1995 – 6.1.5 angesetzt - an der Schwelle als Schwellpressung, am Sparren als Auflagerpressung.

Zu l_A werden zur Länge der Kontaktfläche in Faserrichtung auf jeder Seite 3 cm addiert (EN 1995:2010,2014, 6.1.5(1)).

Nachweis nach ÖNorm B 1995-1-1:2010

Übernimmt den Nachweis nach EN 1995-1-1.

Nachweis nach ÖNorm B 1995-1-1:2015

Übernimmt den Nachweis nach EN 1995-1-1.

$1,75 < k_{c,90} < 2,25$ ist bei Brettschichtholz zulässig, wenn dabei auf die Addition von l_A (3cm) verzichtet wird. (NCI zu 6.1.5(2))

Der Nachweis mit dieser Regel wird nur dann verwendet und ausgegeben, wenn der Nachweis nach EN 1995-1-1 nicht erfolgreich war und nur durch Verwendung dieser Sonderregel gelingt.

Nachweis nach DIN EN 1995-1-1:2010, 2013

Übernimmt den Nachweis nach EN 1995-1-1.

Längsdruck infolge Normalkraft N_d

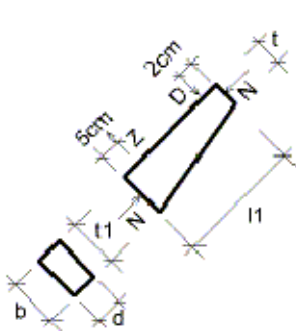
Nachweis der **Längsdruckspannung am Sparren und an der Knagge**

$$\sigma_{c,0,d,\text{Sparren}} = \frac{N_d}{a \cdot b_{\text{Sparren}}} \quad \text{und} \quad \sigma_{c,0,d,\text{Knagge}} = \frac{N_d}{a \cdot b_{\text{Sparren}}}$$

$$\text{wobei jeweils} \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1 \quad \text{EN 1995-1-1, 6.1.4 (6.2)}$$

Erforderliche Unterlegscheibe des Bolzens

Aus dem Versatz der Normalkräfte an der Fläche A und A1 ergibt sich ein Moment, welches durch das Kräftepaar Z und D aufgenommen wird.



$$Z = \frac{F_{c,0,d} \cdot \frac{t_1 - t}{2}}{l_1 - 7} = -D$$

Wenn die Pressfläche für die Druckkraft D nicht ausreichend ist, wird der Hebelarm verkürzt. Unter Umständen können dadurch riesige Scheiben erforderlich werden, die, wie die Grafik zeigt, nicht realisiert werden können.

$$\text{erf. } A_{\text{Scheibe}} = \frac{Z}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} \quad \text{wobei } k_{c,90} = 3$$

Damit kann direkt die passende Unterlegscheibe mit zugehörigem Bolzen gewählt werden.