



ETA-Danmark A/S
Göteborg Plads 1
DK-2150 Nordhavn
Tel. +45 72 24 59 00
Fax +45 72 24 59 04
Internet www.etadanmark.dk

Autorisiert und notifiziert
gemäß Artikel 29 der Verordnung
(EU) Nr. 305/2011 des Euro-
päischen Parlaments und des
Rats der Europäischen Union
vom 9. März 2011

MITGLIED DER EOTA



Deutsche Übersetzung ausgearbeitet von SFS intec AG - Originalversion in englischer Sprache

Europäische Technische Bewertung ETA-19/0129 vom 2019/04/12

I Allgemeiner Teil

Technische Bewertungsstelle, welche die ETA gemäß Artikel 29 der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 ausstellt: ETA-Danmark A/S

Handelsname des Bauprodukts:

SFS WB-T Gewindestange

Produktfamilie, zu der das Bauprodukt gehört:

Gewindestangen in tragenden Holzkonstruktionen

Hersteller:

SFS intec AG, Division Construction
Rosenbergsaustrasse 10
CH-9435 Heerbrugg
Tel. +41 71 727 62 62
Internet www.sfs.biz

Herstellungsbetrieb:

SFS intec AG, Division Construction
HW-26

Diese Europäische Technische Bewertung enthält:

15 Seiten, davon 4 Anhänge, die fester Bestandteil dieser Bewertung sind

Diese Europäische Technische Bewertung wird gemäß der Verordnung (EU) Nr. 305/2011, auf der Grundlage des

Europäischen Bewertungsdokuments (EAD)
Nr. EAD 130118-00-0603
"Schrauben als Holzverbindungsmitel"
ausgestellt.

Diese Fassung ersetzt:

-

Übersetzungen dieser Europäischen Technischen Bewertung in andere Sprachen müssen dem Original vollständig entsprechen und müssen als solche gekennzeichnet sein.

Diese Europäische Technische Bewertung darf, auch bei elektronischer Übermittlung, nur vollständig und ungekürzt wiedergegeben werden (ausgenommen die oben genannten vertraulichen Anhänge).

Nur mit schriftlicher Zustimmung der ausstellenden Technischen Bewertungsstelle kann eine teilweise Wiedergabe erfolgen. Jede teilweise Wiedergabe ist als solche zu kennzeichnen.

II SPEZIFISCHER TEIL DER EUROPÄISCHEN TECHNISCHEN BEWERTUNG

1 Technische Beschreibung des Produkts und des Verwendungszwecks

Technische Beschreibung des Produkts

SFS WB-T werden als Schrauben in tragenden Holzverbindungen verwendet. Sie haben ein Vollgewinde. Die Gewindestangen werden aus Kohlenstoffstahlendraht mit einem Nenndurchmesser von 16 mm oder 20 mm hergestellt. Wenn ein Korrosionsschutz erforderlich ist, ist der Werkstoff oder die Beschichtung gemäß der entsprechenden Spezifikation in Anhang A der EN 14592 anzugeben.

Geometrie and Material

Der Nenndurchmesser (Gewindeaußendurchmesser), d , von SFS WB-T Gewindestangen darf nicht kleiner als 16 mm und nicht größer als 20 mm sein. Die Gesamtlänge der Gewindestangen, ℓ , darf nicht kleiner als 64 mm ($d = 16$ mm) oder 80 mm ($d = 20$ mm) und nicht größer als 3000 mm sein. Andere Abmessungen sind in Anhang A angegeben.

Das Verhältnis von Kerndurchmesser zu Gewindeaußendurchmesser d_c/d ist 0,75.

Die Gewindesteigung p (Abstand zwischen zwei benachbarten Gewindeflanken) reicht von $0,31 \cdot d$ bis $0,41 \cdot d$.

Bei einem Biegewinkel, α , von weniger als $(45/d^{0,7} + 20)$ Grad darf kein Bruch entstehen.

2 Spezifizierung des Verwendungszwecks gemäß dem anwendbaren EAD

Die Gewindestangen dienen in tragenden Holzkonstruktionen zur Verbindung von Bauteilen aus Vollholz- (Nadelholz), Brettschichtholz- (Nadelholz), Brettsperrholz und Furnierschichtholz LVL (Nadelholz) oder ähnlich verleimten Holzbauteilen. SFS WB-T Gewindestangen werden auch als Zug- oder Druckbewehrung senkrecht zur Faserrichtung oder als Schubbewehrung in Nadelholzelementen eingesetzt.

Die Gewindestangen sind für den Einsatz in Holzverbindungen bestimmt, bei denen die Anforderungen an die mechanische Beständigkeit und Stabilität sowie die Gebrauchssicherheit im Sinne der grundlegenden Anforderungen 1 und 4 der Verordnung 305/2011 (EU) erfüllt sein müssen.

Die Bemessung der Verbindungen muss auf den charakteristischen Tragfähigkeiten der Gewindestangen basieren. Die Tragfähigkeiten sind von den charakteristischen Werten gemäß Eurocode 5 oder einer entsprechenden nationalen Norm abzuleiten.

Die Gewindestangen sind für die Verwendung in Verbindungen mit ruhender oder vorwiegend ruhender Belastung vorgesehen.

Die verzinkten Gewindestangen sind für die Verwendung in Holzkonstruktionen unter trockenen Innenraumbedingungen gemäß den Nutzungsklassen 1 und 2 nach EN 1995-1-1:2008 (Eurocode 5) vorgesehen.

Die in dieser Europäischen Technischen Bewertung getroffenen Festlegungen basieren auf einer angenommenen vorgesehenen Lebensdauer der Gewindestangen von 50 Jahren.

Die Angaben zur Lebensdauer können nicht als Garantie des Herstellers oder der Bewertungsstelle ausgelegt werden, sondern sind nur als Mittel zur Auswahl der richtigen Produkte in Bezug auf die erwartete wirtschaftlich vernünftige Lebensdauer der Konstruktionen zu betrachten.

3 Leistung des Produkts und Angabe der Methoden ihrer Bewertung

Merkmale	Bewertung des Merkmals
3.1 Mechanische Beständigkeit und Stabilität* (BWR1)	
Zugtragfähigkeit Gewindestangen aus Kohlenstoffstahl	charakteristischer Wert $f_{\text{tens,k}}$: d = 16,0 mm: 100 kN d = 20,0 mm: 160 kN
Einschraubdrehmoment	Verhältnis der charakteristischen Torsionsfestigkeit zum mittleren Einschraubdrehmoment: $f_{\text{tor,k}} / R_{\text{tor,mean}} \geq 1,5$
Torsionsfestigkeit Gewindestangen aus Kohlenstoffstahl	charakteristischer Wert $f_{\text{tor,k}}$: d = 16,0 mm: 200 Nm d = 20,0 mm: 600 Nm
3.2 Sicherheit im Brandfall (BWR2)	
Brandverhalten	Die Gewindestangen bestehen aus Stahl der Leistungsklasse A1 des charakteristischen Brandverhaltens, gemäß den Bestimmungen der delegierten Verordnung 2016/364 und EU-Beschluss 96/603/EC, novelliert durch EU Beschluss 2000/605/EC.
3.4 Sicherheit bei der Nutzung (BWR4)	Siehe abgedeckte Aspekte von BWR1
3.7 Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen (BWR7)	Keine Leistung bewertet
3.8 Allgemeine Aspekte hinsichtlich der Leistung des Produkts	Die Gewindestangen wurden bei der Verwendung in Holzkonstruktionen mit den in Eurocode 5 beschriebenen Holzarten und unter den Bedingungen der Nutzungsklassen 1 und 2 als ausreichend langlebig und funktionsfähig bewertet.
Identifikation	Siehe Anhang A

*) Siehe weitere Informationen unter den Abschnitten 3.9 – 3.12.

3.9 Mechanische Festigkeit und Standsicherheit

Die Tragfähigkeiten der SFS WB-T Gewindestangen gelten für die in Absatz 1 genannten Holzwerkstoffe, wenn auch nachfolgend der Begriff Holz verwendet wird.

Die charakteristische Abschertragfähigkeit und die charakteristische axiale Ausziehtragfähigkeit der SFS WB-T Gewindestangen sollten bei Ausführungen gemäß Eurocode 5 oder einer geeigneten nationalen Norm angewendet werden.

Die Einschraubtiefe muss $\ell_{ef} \geq 4 \cdot d$ betragen, wobei d der Gewindeaußendurchmesser der Gewindestange ist.

Europäisch Technische Bewertungen für Holzbauteile oder Holzwerkstoffplatten müssen gegebenenfalls berücksichtigt werden.

Durch SFS WB-T Gewindestangen verursachte Reduzierungen der Querschnittsfläche sind beim Festigkeitsnachweis des Bauteils sowohl für die Zug- als auch für die Druckzone zu berücksichtigen. Hierbei sollte der Vorbohrdurchmesser beim Festigkeitsnachweis des Bauteils berücksichtigt werden.

Tragfähigkeit rechtwinklig zur Stangenachse

Die charakteristische Abschertragfähigkeit von SFS WB-T Gewindestangen ist nach EN 1995-1-1 (Eurocode 5) unter Verwendung des Gewindeaußendurchmessers d als Nenndurchmesser der Gewindestange zu berechnen. Der Beitrag des Seil-Effekts darf dabei berücksichtigt werden.

Das charakteristische Fließmoment der SFS WB-T Gewindestangen ist wie folgt zu berechnen:

$$\begin{aligned} d = 16 \text{ mm:} & \quad M_{y,k} = 220 \quad \text{Nm} \\ d = 20 \text{ mm:} & \quad M_{y,k} = 390 \quad \text{Nm} \end{aligned}$$

dabei ist

d Gewindeaußendurchmesser

Die Lochleibungsfestigkeit der Gewindestangen in vorgebohrten Löchern, welche in einem Winkel von $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ zwischen Schraubenachse und Faserrichtung angeordnet sind beträgt:

$$f_{h,k} = \frac{0,082 \cdot \rho_k \cdot (1 - 0,01 \cdot d)}{(2,5 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) \cdot (k_{90} \cdot \sin^2 \varepsilon + \cos^2 \varepsilon)} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Dabei ist

ρ_k charakteristische Rohdichte des Holzes [kg/m^3];
d Gewindeaußendurchmesser [mm];
 α Winkel zwischen Gewindestangenachse und Faserrichtung;
 ε Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung;
 k_{90} gemäß Gleichung (8.33) in EN 1995-1-1.

Die Lochleibungsfestigkeit für Gewindestangen, welche parallel zur Plattenebene von Brettspertholz angeordnet sind, unabhängig vom Winkel zwischen Gewindestangenachse und Faserrichtung, $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$, ist wie folgt zu berechnen:

$$f_{h,k} = 20 \cdot d^{-0,5} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Sofern in der technischen Spezifikation (ETA oder hEN) für das Brettspertholz nichts anderes angegeben ist.

Dabei ist

d Gewindeaußendurchmesser [mm]

Die Lochleibungsfestigkeit für Gewindestangen in der Deckfläche von Brettspertholz ist wie bei Vollholz auf der Grundlage der charakteristischen Rohdichte der äußeren Schicht zu berechnen. Der Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung der äußeren Schicht ist zu berücksichtigen.

Die Richtung der Querkraft muss rechtwinklig zur Stangenachse und parallel zur Deckfläche des Brettspertholzes verlaufen.

Für Gewindestangen unter Querbelastrung, sollten die Regeln für Mehrfachverbindungen in EN 1995-1-1, 8.5.1.1 (4) angewendet werden.

Axiale Ausziehtragfähigkeit

Die charakteristische axiale Ausziehtragfähigkeit von Gewindestangen bei einem Winkel von $30^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ zur Faserrichtung in Bauteilen aus Vollholz, Brettschichtholz, Brettspertholz oder Furnierschichtholz ist gemäß EN 1995-1-1:2008 wie folgt zu berechnen:

$$F_{ax,\alpha,Rk} = n_{ef} \cdot k_{ax} \cdot f_{ax,k} \cdot d \cdot \ell_{ef} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8} \quad [\text{N}]$$

Dabei ist

$F_{ax,\alpha,Rk}$ charakteristischer Ausziehparameter einer Gruppe von Gewindestangen unter einem Winkel α zur Faserrichtung [N]

n_{ef} effektive Anzahl der Gewindestangen gemäß EN 1995-1-1:2008

k_{ax} Faktor, der den Winkel zwischen Stangenachse und Faserrichtung berücksichtigt

$$k_{ax} = 1,0 \text{ bei } 45^\circ \leq \alpha < 90^\circ$$

$$k_{ax} = 0,3 + \frac{0,7 \cdot \alpha}{45^\circ} \text{ bei } 30^\circ \leq \alpha < 45^\circ$$

$f_{ax,k}$ charakteristischer Ausziehparameter
 $f_{ax,k} = 9,0 \text{ N/mm}^2$

d Gewindeaußendurchmesser [mm]

ℓ_{ef} Einschraubtiefe des Gewindeteils gemäß EN 1995-1-1 [mm];

α Winkel zwischen Faserrichtung und Stangenachse ($\alpha \geq 30^\circ$)

ρ_k charakteristische Rohdichte [kg/m^3]

Bei Gewindestangen, welche in mehr als eine Schicht von Brettspertholz einbinden, dürfen die verschiedenen Schichten proportional berücksichtigt werden.

Der axiale Auszieh Widerstand für Gewindestangen, welche parallel zur Plattenebene von Brettspertholz angeordnet sind, unabhängig vom Winkel zwischen Gewindestangenachse und Faserrichtung, $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$, darf wie folgt berechnet werden:

$$F_{ax,Rk} = 20 \cdot d^{0,8} \cdot \ell_{ef}^{0,9} \quad [N]$$

Der axiale Auszieh Widerstand wird durch die Zug- oder Drucktragfähigkeit der Gewindestange begrenzt.

Bei Gewindestangen unter Zugbeanspruchung, bei denen die externe Kraft parallel zur Stangenachse verläuft, sollten die Regeln in EN 1995-1-1, 8.7.2 (8) angewendet werden

Hinweis:

Für Gewindestangen als Querdruckverstärkung oder geneigte Gewindestangen als Verbindungsmittel in nachgiebig verbundenen Trägern oder für Schubverstärkungen ist $n_{ef} = n$.

Zugtragfähigkeit

Die charakteristische Zugtragfähigkeit $f_{tens,k}$ von SFS WB-T Gewindestangen aus Kohlenstoffstahl beträgt:

d = 16 mm:	100 kN
d = 20 mm:	160 kN

Drucktragfähigkeit

Der Bemessungswiderstand der Drucktragfähigkeit $F_{ax,Rd}$ von SFS WB-T Gewindestangen in Holz ist wie folgt zu berechnen:

$$F_{ax,Rd} = \min \left\{ k_{ax} \cdot f_{ax,d} \cdot d \cdot \ell_{ef} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}; \frac{\kappa_c \cdot N_{pl,k}}{\gamma_{M1}} \right\} \quad [N]$$

Dabei ist

$$\kappa_c = \begin{cases} 1 & \text{for } \bar{\lambda}_k \leq 0,2 \\ \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \bar{\lambda}_k^2}} & \text{for } \bar{\lambda}_k > 0,2 \end{cases}$$

$$k = 0,5 \cdot \left[1 + 0,49 \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + \bar{\lambda}_k^2 \right]$$

Der relative Schlankheitsgrad ist wie folgt zu berechnen:

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{N_{pl,k}}{N_{ki,k}}}$$

Dabei ist

$$N_{pl,k} = \pi \cdot \frac{d_1^2}{4} \cdot f_{y,k} \quad [N]$$

der charakteristische Wert der plastischen Normalkrafttragfähigkeit des Nettoquerschnitts.

charakteristische Streckgrenze

für SFS WB-T Gewindestangen:

$$f_{y,k} = 800 \text{ [N/mm}^2\text{] bei } d = 16 \text{ mm}$$

$$f_{y,k} = 700 \text{ [N/mm}^2\text{] bei } d = 20 \text{ mm}$$

charakteristische ideal-elastische Knicklast:

$$N_{ki,k} = \sqrt{c_h \cdot E_S \cdot I_S} \quad [N]$$

elastische Bettung der Gewindestange:

$$c_h = (0,19 + 0,012 \cdot d) \cdot \rho_k \cdot \left(\frac{\alpha}{180^\circ} + 0,5 \right) \quad [N/mm^2]$$

für Gewindestangen in Brettspertholz ist die ungünstigste Kombination von α und ρ_k maßgebend

Elastizitätsmodul:

$$E_S = 210000 \quad [N/mm^2]$$

$$\rho_k = \text{charakteristische Rohdichte} \quad [kg/m^3]$$

Flächenträgheitsmoment:

$$I_S = \frac{\pi}{64} \cdot d_1^4 \quad [mm^4]$$

$$d_1 = \text{Kerndurchmesser} \quad [mm]$$

$$\alpha = \text{Winkel zwischen Stangenachse und Faserrichtung} \quad [^\circ]$$

Hinweis: Bei der Bestimmung der Bemessungswerte der Drucktragfähigkeit muss berücksichtigt werden, dass $f_{ax,d}$ unter Verwendung von k_{mod} und γ_M für Holz gemäß EN 1995 zu berechnen ist, während $N_{pl,d}$ unter Verwendung von $\gamma_{M,1}$ für Stahlknicken gemäß EN 1993 berechnet wird.

Kombinierte Quer- und Axialbeanspruchung

Bei Verbindungen, die einer Kombination aus Axial- und Querbelastung ausgesetzt sind, muss der folgende Ausdruck erfüllt sein:

$$\left(\frac{F_{ax,Ed}}{F_{ax,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{la,Ed}}{F_{la,Rd}} \right)^2 \leq 1$$

Dabei ist

$F_{ax,Ed}$ Bemessungswert der axialen Belastung der Gewindestange

$F_{la,Ed}$ Bemessungswert der Querbelastung der Gewindestange

$F_{ax,Rd}$ Bemessungswert der axialen Tragfähigkeit der Gewindestange

$F_{la,Rd}$ Bemessungswert der Abschertragfähigkeit der Gewindestange

Verschiebungsmodul

Der axiale Verschiebungsmodul K_{ser} einer Gewindestange für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit beträgt unabhängig vom Winkel α zur Faser:

$$C = K_{ser} = 25 \cdot d \cdot \ell_{ef} \quad [\text{N/mm}]$$

Dabei ist

d Gewindeaußendurchmesser [mm]

ℓ_{ef} Einbindetiefe in das Bauteil [mm]

Druckverstärkung

Siehe Anhang B.

Zugverstärkung

Siehe Anhang C.

Schubverstärkung

Siehe Anhang D.

3.10 Weitere Aspekte der Gebrauchstauglichkeit

3.10.1 Korrosionsschutz in Nutzungsklasse 1 und 2.

Die SFS WB-T Gewindestangen werden aus Kohlenstoffstahldraht hergestellt. Sie sind verzinkt (mindestens 5 μm) und blau passiviert.

3.11 Allgemeine Aspekte hinsichtlich der beabsichtigten Nutzung des Produkts

Der Einbau hat gemäß Eurocode 5 oder einer entsprechenden nationalen Norm zu erfolgen, es sei denn, nachstehend wurden andere Festlegungen getroffen. Die Einbauanleitungen von SFS intec AG (Heerbrugg) müssen berücksichtigt werden.

Die Gewindestangen sind für die Verwendung in tragenden Holzkonstruktionen zur Verbindung von Teilen aus Vollholz (Nadelholz), Brettschichtholz (Nadelholz), Brettsperrholz und Furnierschichtholz oder von ähnlich verleimten Holzbauteilen.

Die Gewindestangen können in tragenden Holzkonstruktionen zur Verbindung von Bauteilen gemäß einer etwaigen Europäischen Technischen Bewertung des Bauteils verwendet werden, sofern gemäß der Europäischen Technischen Bewertung des betreffenden Bauteils der Anbau an tragende Holzkonstruktionen mit Schrauben zulässig ist.

SFS WB-T Gewindestangen werden auch als Zug- oder Druckbewehrung quer zur Faser oder als Schubbewehrung in Holzbauteile aus Nadelholz verwendet

Bei Verbindungen in tragenden Holzkonstruktionen müssen jeweils mindestens zwei Gewindestangen verwendet werden. Eine einzelne Gewindestange kann in tragenden Verbindungen verwendet werden, wenn die

Einbindetiefe der Gewindestange mindestens $20 \cdot d$ beträgt und die Gewindestange nur axial belastet wird. Wird die Gewindestange zur Verbindung von Holzbauteilen verwendet, so ist die Tragfähigkeit der einzelnen Gewindestange in diesem Fall um 50 % zu verringern. Wird die Gewindestange als Zug- oder Druckbewehrung von Holzkonstruktionen senkrecht zur Faserrichtung verwendet, ist keine Verringerung der Tragfähigkeit der Gewindestange erforderlich. Dies gilt auch für andere Situationen, die in den nationalen Anhängen der EN 1995-1-1 beschrieben sind.

Die Mindesteinschraubtiefe in Bauteile aus Vollholz, Brettschichtholz oder Brettsperrholz beträgt $4 \cdot d$.

Für Bauteile nach Europäischer Technischer Bewertung sind die Bedingungen der jeweils einschlägigen Europäischen Technischen Bewertung zu berücksichtigen.

Die Gewindestangen müssen mit Vorbohren in Nadelholz eingedreht werden. Die Bohrlochdurchmesser betragen:

Gewindeaußendurchmesser	Bohrlochdurchmesser in Nadelholz
16,0	13,0
20,0	16,0

Für das Eindrehen der Gewindestangen dürfen nur die von der SFS intec AG (Heerbrugg) vorgeschriebenen Geräte verwendet werden.

4 Beurteilung und Prüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP)

4.1 AVCP System

Gemäß der Entscheidung 97/176/EG der Europäischen Kommission¹ in der geänderten Fassung ist das System der Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (siehe Anhang V der Verordnung (EU) Nr. 305/2011) 3.

5 Technische Details, die notwendig für die Umsetzung des AVCP Systems sind, wie im geltenden EAD vorgesehen

Technische Details, die für die Umsetzung des AVCP-Systems erforderlich sind, sind im Kontrollplan vermerkt, der vor der CE-Zertifizierung bei ETA-Danmark hinterlegt wurde.

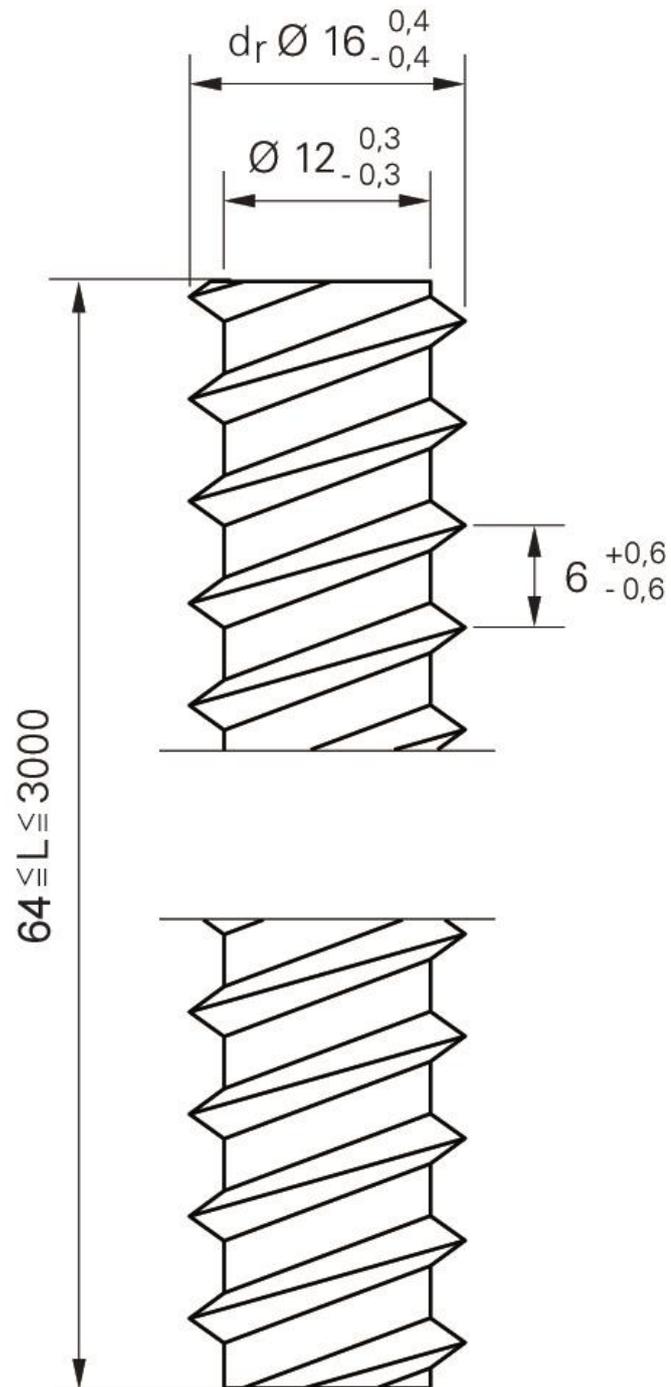
Ausgestellt in Kopenhagen am 2019-04-12 von



Thomas Bruun
Geschäftsführer, ETA-Danmark

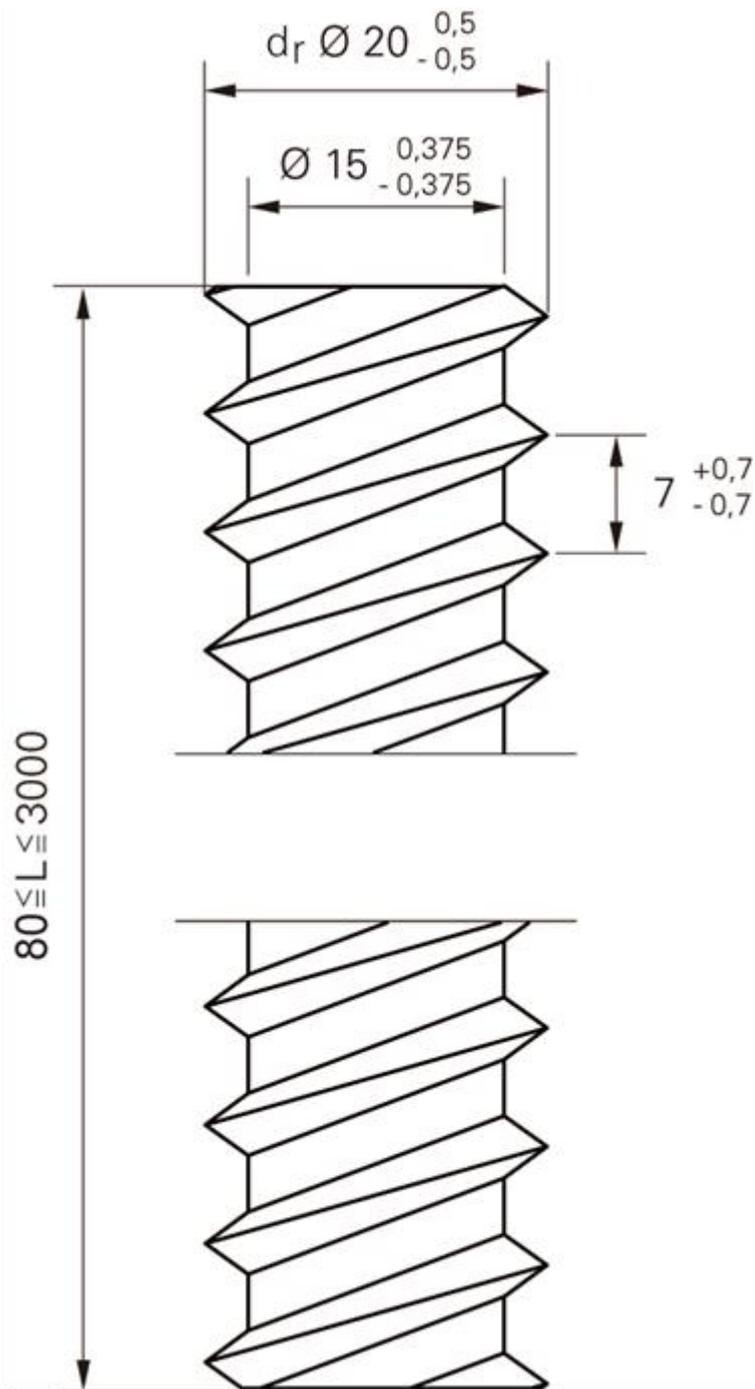
Anhang A

Zeichnungen, Bezeichnung und Materialspezifikation der Gewindestangen SFS WB-T



Die Länge darf durch Kürzen der Gewindestange verändert werden.

WB-T-16



Die Länge darf durch Kürzen der Gewindestange verändert werden

WB-T-20

Anhang B Druckverstärkung

SFS WB-T Gewindestangen mit Vollgewinde können für die Verstärkung von Holzbauteilen unter Druckbeanspruchung in einem Winkel α zur Faser von $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ verwendet werden. Die Druckkraft muss gleichmäßig auf alle Gewindestangen verteilt werden. Als Zwischenschicht zwischen Holzbauteil und Untergrund muss eine geeignete Stahlplatte montiert werden. Die Gewindestangen müssen bündig in das Holzbauteil geschraubt werden, um sowohl einen direkten Kontakt zur Stahlplatte als auch den direkten Kontakt zwischen Stahlplatte und Holzbauteil zu gewährleisten.

Die charakteristische Tragfähigkeit für eine Kontaktfläche mit Schrauben mit Vollgewinde unter einem Winkel α zur Faser von $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ ist wie folgt zu berechnen:

$$F_{90,Rd} = \min \begin{cases} k_{c,90} \cdot B \cdot l_{ef,1} \cdot f_{c,90,d} + n \cdot F_{ax,Rd} \\ B \cdot l_{ef,2} \cdot f_{c,90,d} \end{cases} \quad (B.1)$$

Dabei ist

$F_{90,Rd}$ Bemessungswiderstand der Tragfähigkeit der verstärkten Kontaktfläche [N]

$k_{c,90}$ Druckbeiwert senkrecht zur Faserrichtung gemäß EN 1995-1-1

B Auflagerbreite [mm]

$l_{ef,1}$ effektive Auflagerlänge gemäß EN 1995-1-1 [mm]

$f_{c,90,d}$ Bemessungswert der Druckfestigkeit senkrecht zur Faserrichtung [N/mm²]

n Anzahl der Verstärkungsgewindestangen, $n = n_0 \cdot n_{90}$

n_0 Anzahl der Verstärkungsgewindestangen in einer Reihe parallel zur Faserrichtung

n_{90} Anzahl der Verstärkungsgewindestangen in einer Reihe senkrecht zur Faserrichtung

$F_{ax,Rd}$ Bemessungswiderstand der Drucktragfähigkeit [N], siehe Seite 4

$l_{ef,2}$ effektive Auflagerlänge in der Ebene der Gewindestangenenden [mm]

$l_{ef,2} = l_{ef} + (n_0 - 1) \cdot a_1 + \min(l_{ef}; a_{3,c})$

bei Endauflagern [mm]

$l_{ef,2} = 2 \cdot l_{ef} + (n_0 - 1) \cdot a_1$ bei Mittelauflagern [mm]

l_{ef} Einschraubtiefe [mm]

a_1 Abstand parallel zur Faserrichtung [mm]

$a_{3,c}$ Abstand zur Hirnholzfläche [mm]

Wenn Gewindestangen von oben und unten in das Holzbauteil eingedreht werden und die Gewindestangen um mindestens $10 \cdot d$, i.e. $l_{ef,top} + l_{ef,bottom} \geq H + 10 \cdot d$ überlappen, darf die zweite Bedingung der Gleichung (B.1) vernachlässigt werden.

Sind die Gewindestangen durchgängig von oben bis unten im Holzbauteil eingebaut, so beträgt der Bemessungswiderstand einer verstärkten Kontaktfläche:

$$F_{90,Rd} = n \cdot \kappa_c \cdot N_{pl,d} \quad (B.2)$$

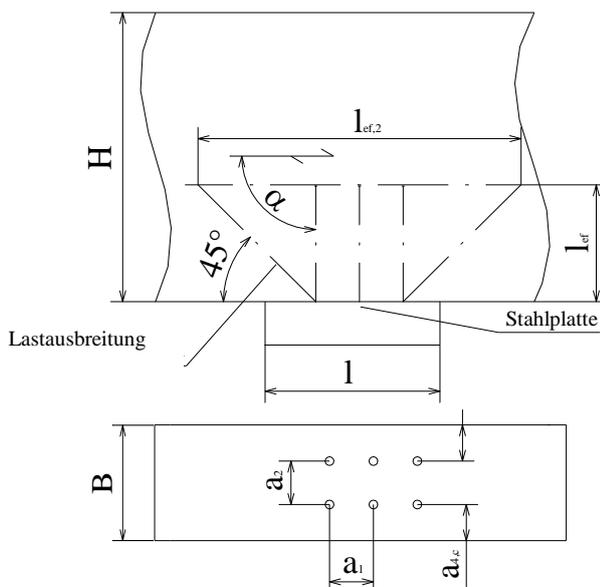
Bei durchgehenden Gewindestangen sollte die Differenz zwischen den von oben bzw. unten eingeleiteten Lasten die folgende Bedingung erfüllen:

$$\Delta F_{90,Ed} \leq n \cdot f_{ax,d} \cdot d \cdot l_{ef} \quad (B.3)$$

Verstärktes Mittelaufleger

- H Bauteilhöhe [mm]
- B Auflagerbreite [mm]
- l_{ef} Einschraubtiefe [mm]
- $l_{ef,2}$ effektive Auflagerlänge in der Ebene der Gewindestangenenden [mm]
 $= 2 \cdot l_{ef} + (n_0 - 1) \cdot a_1$ bei Mittelaufleger

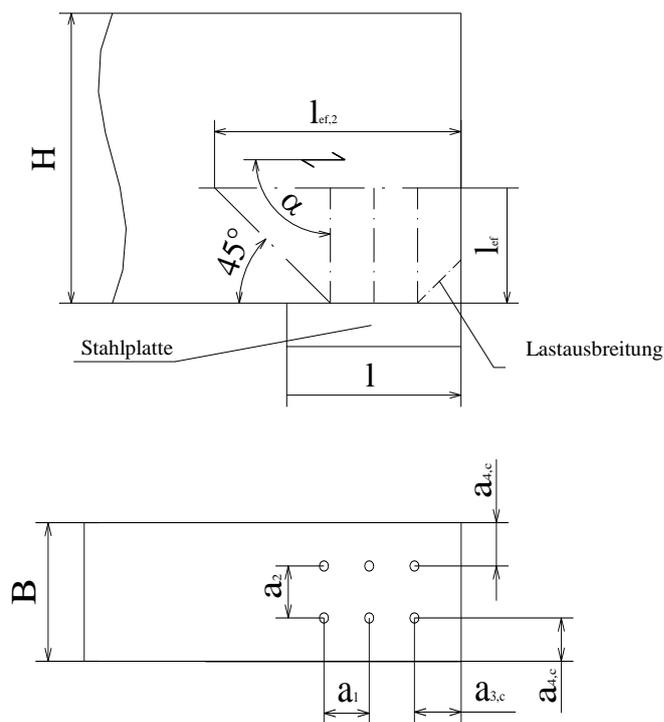
- Faserrichtung
- Gewindestangenachse
- $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$



Verstärktes Endauflager

- H Bauteilhöhe [mm]
- B Auflagerbreite [mm]
- l_{ef} Einschraubtiefe [mm]
- $l_{ef,2}$ effektive Auflagerlänge in der Ebene der Gewindestangenenden [mm]
 $= l_{ef} + (n_0 - 1) \cdot a_1 + \min(l_{ef}; a_{3,c})$ bei Endauflager

- Faserrichtung
- Gewindestangenachse
- $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$



- $a_1 \geq 5 \cdot d$
- $a_2 \geq 4 \cdot d$
- $a_{3,c} \geq 7 \cdot d$
- $a_{4,c} \geq 3 \cdot d$
- $a_1 \cdot a_2 \geq 25 \cdot d^2$

Die Gewindestangenenden müssen bündig mit der Oberfläche des Bauteils abschließen.

Anhang C Querzugverstärkung rechtwinklig zu Faserrichtung

Sofern in den am Einbauort geltenden nationalen Vorschriften nichts anderes bestimmt ist, muss die axiale Tragfähigkeit der Verstärkung eines Holzbauteils, das mit einer senkrecht zur Faser verlaufenden Verbindungskraft belastet ist, folgende Bedingung erfüllen

$$\frac{[1 - 3 \cdot \alpha^2 + 2 \cdot \alpha^3] \cdot F_{90,d}}{F_{ax,Rd}} \leq 1$$

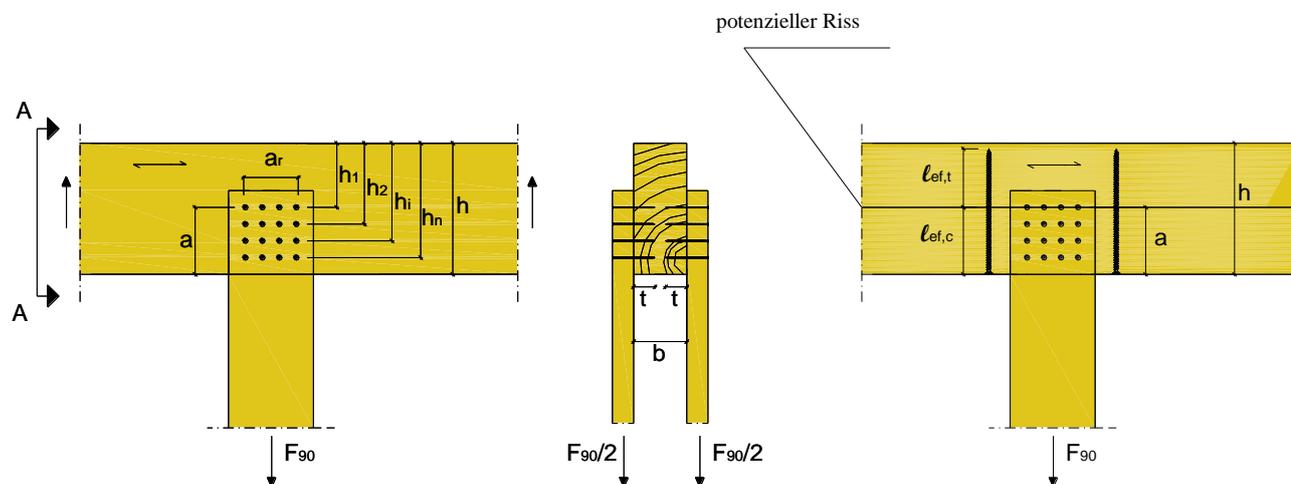
Dabei ist

$F_{90,d}$ Bemessungswert der Kraftkomponente quer zur Faserrichtung [N],

$\alpha = a/h$

h Bauteilhöhe [mm]

$F_{ax,Rd}$ Minimum der Bemessungswerte der Ausziehtragfähigkeit und der Zugtragfähigkeit der Verstärkungsgewindestangen, wobei ℓ_{ef} der kleinere Wert der Eindringtiefe unter oder über dem potenziellen Riss ist [N].



Sofern in den am Einbauort geltenden nationalen Vorschriften nichts anderes bestimmt ist, muss die axiale Tragfähigkeit der Verstärkung eines ausgeklinkten Trägers folgende Bedingung erfüllen:

$$\frac{1,3 \cdot V_d \cdot [3 \cdot (1 - \alpha)^2 - 2 \cdot (1 - \alpha)^3]}{F_{ax,Rd}} \leq 1$$

Dabei ist

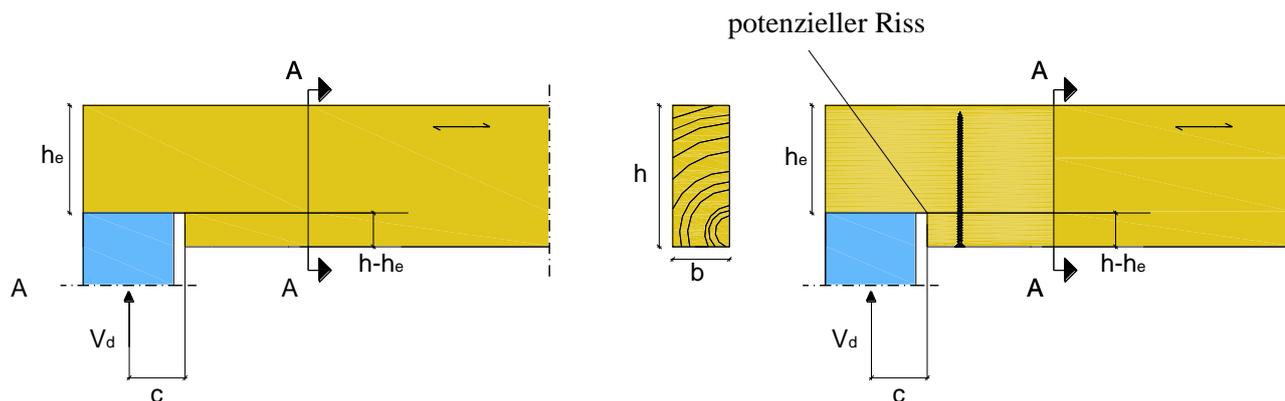
V_d Bemessungswert der Auflagerkraft [N],

$\alpha = h/h_e$

h Bauteilhöhe [mm]

$F_{ax,Rd}$ Minimum der Bemessungswerte der Ausziehtragfähigkeit und der Zugtragfähigkeit der Verstärkungsgewindestangen, wobei ℓ_{ef} der kleinere Wert der Eindringtiefe unter oder über dem potenziellen Riss ist. [N]

Der Mindestabstand a_2 von Gewindestangen als Verstärkung eines ausgeklinkten Trägers beträgt $a_2 = 3 \cdot d$, der Mindestabstand zur Hirnholzfläche oder zum Rand beträgt $a_{3,c} = 2,5 \cdot d$ oder $a_{4,c} = 3 \cdot d$.



Sofern in den am Einbauort geltenden nationalen Vorschriften nichts anderes bestimmt ist, muss die axiale Tragfähigkeit der Verstärkung einer Aussparung in einem Träger folgende Bedingung erfüllen:

$$\frac{F_{t,V,d} + F_{t,M,d}}{F_{ax,Rd}} \leq 1$$

Dabei ist

$F_{t,V,d}$ Bemessungswert der Zugkraft rechtwinklig zur Faserrichtung infolge Querkraft [N]:

$$F_{t,V,d} = \frac{V_d \cdot h_d}{4 \cdot h} \cdot \left[3 - \frac{h_d^2}{h^2} \right]$$

V_d Bemessungswert der Querkraft am Ende der Aussparung [N],

h Bauteilhöhe [mm]

h_d Höhe der Aussparung bei rechteckigen Aussparungen [mm]

$h_d = 70\%$ des Durchmessers bei kreisrunden Aussparungen [mm]

$F_{t,M,d}$ Bemessungswert der Zugkraft rechtwinklig zur Faserrichtung infolge Biegemoment [N]:

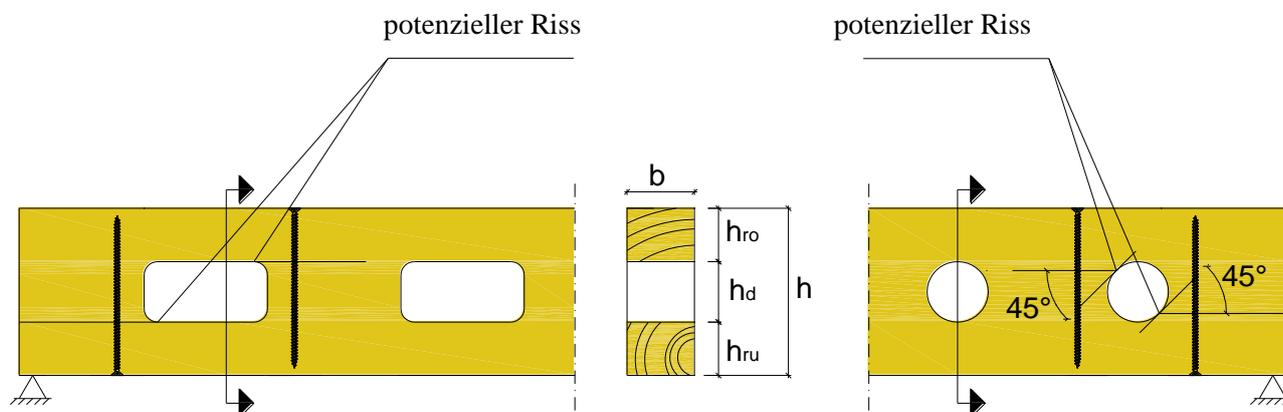
$$F_{t,M,d} = 0,008 \cdot \frac{M_d}{h_r}$$

M_d Bemessungswert des Biegemoments des Bauteils am Ende der Aussparung [Nmm],

$h_r = \min(h_{ro}; h_{ru})$ bei rechteckigen Aussparungen [mm]

$h_r = \min(h_{ro}; h_{ru}) + 0,15 \cdot h_d$ bei kreisrunden Aussparungen [mm]

$F_{ax,Rd}$ Minimum der Bemessungswerte der Ausziehtragfähigkeit und der Zugtragfähigkeit der Verstärkungsgewindestangen, wobei l_{ef} der kleinere Wert der Eindringtiefe unter oder über dem potenziellen Riss ist [N].



Neben der Verstärkung mit Gewindestangen ist ein Festigkeitsnachweis für die Schubfestigkeit des Holzbauteils in der Umgebung der Aussparung erforderlich.

Anhang D Schubverstärkung

Sofern in den am Einbauort geltenden nationalen Vorschriften nichts anderes bestimmt ist, muss die Schubspannung in den verstärkten Bereichen von Holzbauteilen mit einer SpannungsKomponente parallel zur Faserrichtung folgende Bedingung erfüllen:

$$\tau_d \leq \frac{f_{v,d} \cdot k_\tau}{\eta_H}$$

Dabei ist:

τ_d Bemessungswert der Schubspannung ohne Berücksichtigung der Verstärkung [N/mm²];

$f_{v,d}$ Bemessungswert der Schubfestigkeit [N/mm²];

$$k_\tau = 1 - 0,46 \cdot \sigma_{90,d} - 0,052 \cdot \sigma_{90,d}^2$$

$\sigma_{90,d}$ Bemessungswert der Spannung rechtwinklig zur Faser (negativer Wert bei Druck) [N/mm²];

$$\sigma_{90,d} = \frac{F_{ax,d}}{\sqrt{2} \cdot b \cdot a_1}$$

$$F_{ax,d} = \frac{\sqrt{2} \cdot (1 - \eta_H) \cdot V_d \cdot a_1}{h} \text{ [N]}$$

$$\eta_H = \frac{G \cdot b}{G \cdot b + \frac{1}{2 \cdot \sqrt{2} \left(\frac{6}{\pi \cdot d \cdot h \cdot k_{ax}} + \frac{a_1}{EA_S} \right)}}$$

V_d Bemessungswert der Schubkraft [N];

G Schubmodul des Holzbauteils, $G = 650$ [N/mm²],

b Breite des Holzbauteils [mm],

d Gewindeaußendurchmesser [mm],

h Höhe des Holzbauteils [mm],

k_{ax} Verbindungssteifigkeit zwischen Gewindestange und Holzbauteil pro Flächeneinheit der zylindrischen Fläche des Außengewindes [N/mm³],

$$k_{ax} = 5 \text{ N/mm}^3 \text{ bei Gewindestangen}$$

a_1 Abstand der Gewindestangen parallel zur Faserrichtung bei Anordnung in einer Reihe [mm],

EA_S Axiale Steifigkeit einer Gewindestange [N],

$$EA_S = \frac{E \cdot \pi \cdot d_1^2}{4} = 165.000 d_1^2,$$

d_1 Kerndurchmesser der Gewindestange [mm],

$$d_1 = 12 \text{ mm bei Gewindestangen } d = 16 \text{ mm, } d_1 = 15 \text{ mm bei Gewindestangen } d = 20 \text{ mm.}$$

Die axiale Tragfähigkeit einer Gewindestange muss die folgende Bedingung erfüllen:

$$\frac{F_{ax,d}}{F_{ax,Rd}} \leq 1$$

Dabei ist: $F_{ax,Rd}$ Minimum der Bemessungswerte der Ausziehtragfähigkeit und der Zutragfähigkeit der Verstärkungsgewindestangen [N]. Die effektive Einbindelänge beträgt 50 % der Gewindelänge.

Außerhalb der verstärkten Bereiche (schattierter Fläche in Abbildung D.1) muss die Schubbemessung die Bedingungen für unverstärkte Bauteile erfüllen.

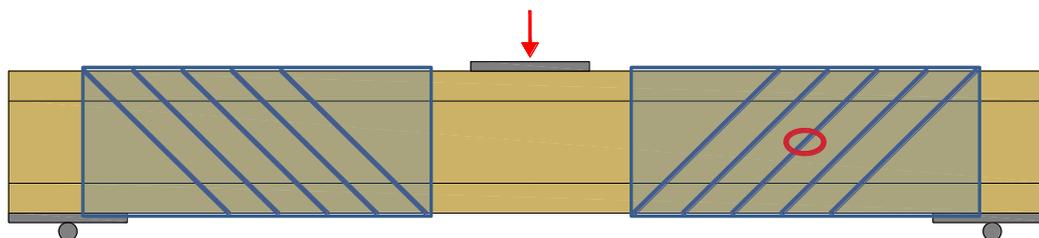


Abbildung D.1: Holzbauteil mit Schubverstärkung; schattierte Fläche: verstärkte Bereiche