



KIT
Karlsruher Institut für Technologie

Axial beanspruchte Gewindestangen in Brettsperrholz


18. Internationales Holzbau-Forum Garmisch 2012
Markus Enders-Comberg

Holzbau und Baukonstruktionen

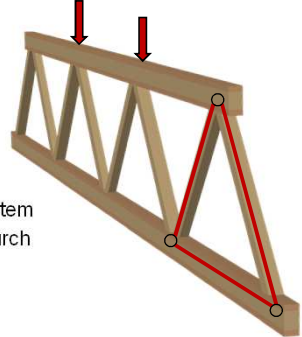


KIT – Universität des Landes Baden-Württemberg und
nationales Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft

www.kit.edu




Fachwerkträger für den industriellen Holzbau

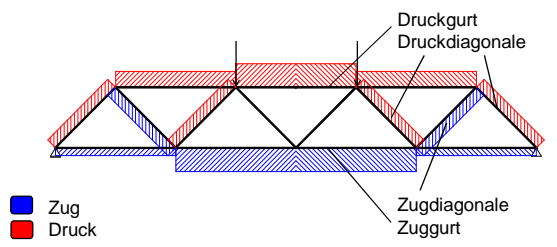


Ein Fachwerk ist ein Tragsystem aus mehreren Stäben, die durch Gelenke an den Stabenden miteinander verbunden sind.

2 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen



Fachwerkträger für den industriellen Holzbau



Druckgurt
Druckdiagonale

Zugdiagonale
Zuggurt

■ Zug
■ Druck

3 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen



Fachwerkträger für den industriellen Holzbau

Offene Fragestellungen:

- (Holz-) Werkstoffe
- Verbindungsmittel
- Dimensionierung
- Bemessung

4 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Fachwerkträger für den industriellen Holzbau

Verbindungsmittel in Fachwerkträgern

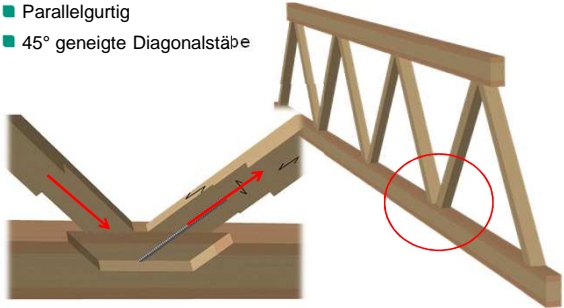
- Nagelplatten
- Stabdübel
- Greimbauweise
- Eingeklebte Gewindestangen
- Vollgewindeschrauben
- Dübel besonderer Bauart
- BVD-Ankerdübel
- Induo-Anker
- Nagelbrettbinder
- ...

5 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz

Beispielfachwerkträger:

- Parallelgurtig
- 45° geneigte Diagonalstäbe

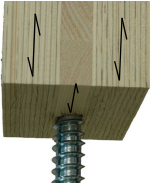


6 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz

Allgemeines

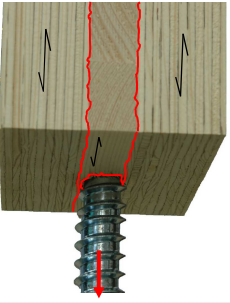
- Axial beanspruchte Holzschrauben können hohe Kräfte übertragen
- Steife Verbindung
- Unbekanntes Langzeitverhalten bei $\alpha = 0^\circ$
→ Schrauben werden unter 90° eingebracht
- Ausziehtragfähigkeit von rechtwinklig zur Faserrichtung eingedrehten Schrauben in BSP entspricht der Tragfähigkeit von VH bzw. BSH
- Längslagen von BSP stehen zur Übertragung der Normalkräfte zur Verfügung



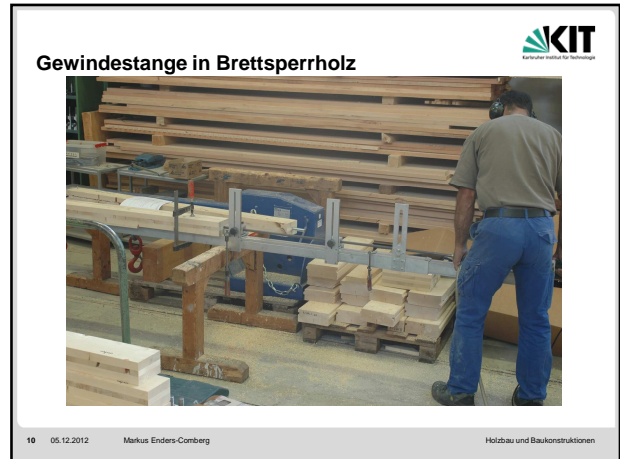
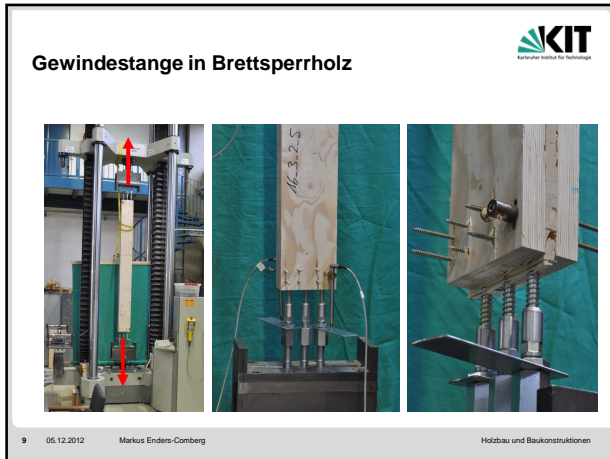
7 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz

- Versagen der Verbindung:
 - Stahlversagen
 - Scherversagen in der Mantelfläche des Schraubengewindes
 - Rollschubversagen



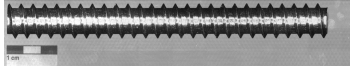
8 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen



Gewindestange in Brettsperrholz

- Experimentelle Untersuchungen
 - Verbindungsmittel: Gewindestange

$d_{\text{außen}}$	16 mm	20 mm
d_{innen}	12 mm	15 mm
Mittelwert der Stahlzugtragfähigkeit	100 kN	175 kN
Mittelwert des Auszieh Widerstands in BSH aus Fichte; Einschraublänge 400 mm und Kraft-Faser-Winkel 90°	94 kN	115 kN



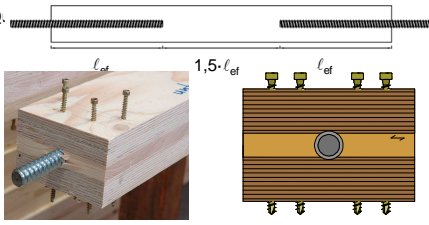
- Variation der Einschraublängen, Verbindungsmitteldurchmesser, Randabstände und Verbindungsmittelabstände untereinander

12 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz

Versuchsprogramm

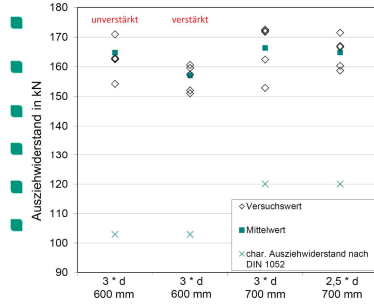
- Gesamprüfkörperlänge = $3,5 \cdot$ Einschraubtiefe
- Q.



13 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz

Versuchsprogramm: 20 mm – eine Gewindestange



14 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz

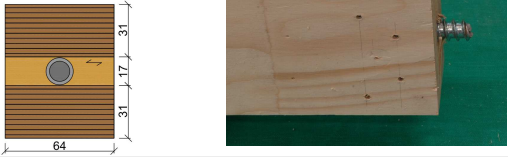


15 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz

Versuchsprogramm: 16 mm – eine Gewindestange

- Durchmesser: 16 mm
- Einschraublänge: 500 mm
- Randabstand: $3 \cdot d - 2,5 \cdot d - 2 \cdot d$
- Anzahl Holzversagen: 0
- Anzahl Stahlversagen: 15

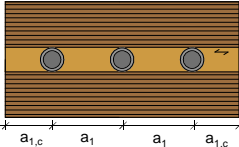
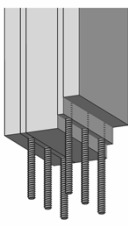


16 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz

Versuchsprogramm – drei Gewindestangen

- Untersuchung eines Gruppeneffekts
- 3 Gewindestangen nebeneinander
- Randabstand $a_{1,c}$: $2 \cdot d \div 2,5 \cdot d$
- Verbindungsmittelabstand a_1 : $3 \cdot d \div 4 \cdot d$

17 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz

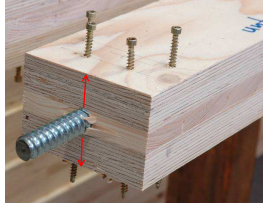
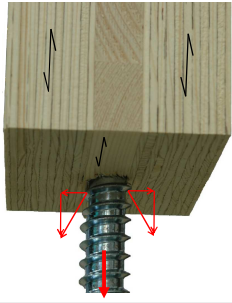
Anzahl VM	d in mm	l_{ef} in mm	a_1 in mm	$a_{1,c}$ in mm	$f_{t,k}^{1)}$ in N/mm ²	$f_{t,mean}$ in N/mm ²
1	16	500	-	48	11,3	12,6 ²⁾
			-	40	11,1	12,4 ²⁾
			-	32	11,0	12,3 ²⁾
1	20	600	-	60	12,4	13,7
			-	50	10,7	11,9
			-	40	8,7	11,3
			-	30	8,9	11,8
3	16	500	64	32	10,3	11,5
			48	32	9,8	10,9
			40	32	9,9	11,4
3	20	400	80	50	9,9	11,4
			60	50	9,5	10,6
			40	50	9,5	10,6

¹⁾ Auswertung nach DIN EN 14358 ²⁾ Stahlversagen

18 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz

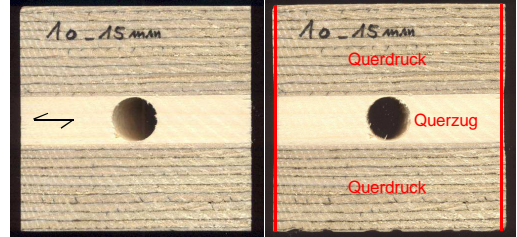
- Gefahr des Aufspaltens
- Querkugbewehrung mithilfe von VG-Schrauben

19 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz

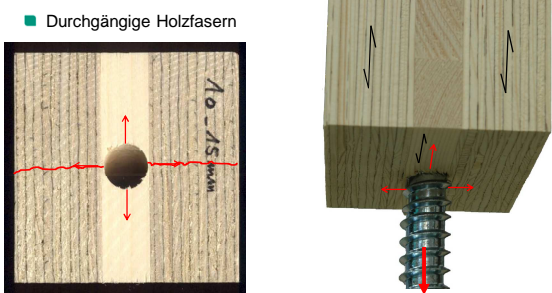
- Quellen – Schwinden



20 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz

- Gefahr des Aufsplittens
 - Durchgängige Holzfasern



21 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz

Zusammenfassung:

- Geeignet
- Stahlversagen
- Querlagendicke \geq Gewindeaußendurchmesser
- Querzugverstärkung
- Klebefuge

22 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz

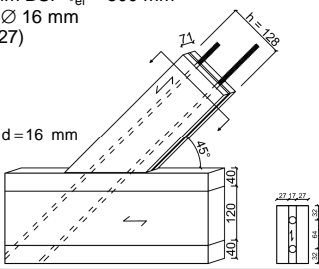
Bestimmung der charakteristischen Tragfähigkeit:

- Bemessung nach EC 5 und abZ Z-9.1-777
- Annahme: Einschraubtiefe im BSP $\ell_{ef} = 500$ mm
Gewindestange $\varnothing 16$ mm
BSP (27 – 17 – 27)
- Ausziehtragfähigkeit:

$$f_{t,k} = 70 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2 = 10,1 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{ax,k} = f_{t,k} \cdot d \cdot \ell_{ef} \text{ für } \alpha = 90^\circ \text{ und } d = 16 \text{ mm}$$

$$R_{ax,k} = 10,1 \cdot 16 \cdot 500 = 80,8 \text{ kN}$$
- wirksame Anzahl $n_{ef} = n^{0,9} = 1,87$
 $\rightarrow R_{ax,k,ges} = 1,87 \cdot 80,8 = 151 \text{ kN}$



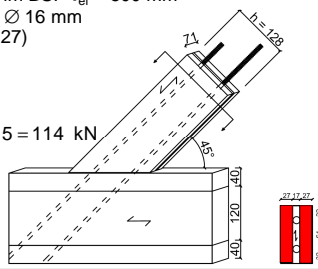
23 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz

Bestimmung der charakteristischen Tragfähigkeit:

- Bemessung nach EC 5 und abZ Z-9.1-777
- Annahme: Einschraubtiefe im BSP $\ell_{ef} = 500$ mm
Gewindestange $\varnothing 16$ mm
BSP (27 – 17 – 27)
- Zugtragfähigkeit Längslage:

$$R_{t,k} = A \cdot f_{t,k} = (128 \cdot 2 \cdot 27) \cdot 16,5 = 114 \text{ kN}$$



24 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

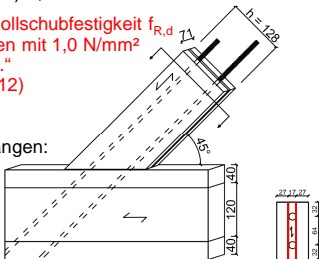
Gewindestange in Brettsperrholz

Bestimmung der charakteristischen Tragfähigkeit:

- Rollschubtragfähigkeit:


$$R_{R,k} = A \cdot f_{R,k} = (2 \cdot 128 \cdot 500) \cdot 1,0 = 128 \text{ kN}$$
- „Der Bemessungswert der Rollschubfestigkeit $f_{R,d}$ darf für alle Festigkeitsklassen mit $1,0 \text{ N/mm}^2$ in Rechnung gestellt werden.“
(DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12)
- Zugtragfähigkeit Gewindestangen:

$$R_{t,u,k} = 2 \cdot 91,5 = 183 \text{ kN}$$



25 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz



26 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz

- Weitere Informationen unter
<http://holz.vaka.kit.edu>
- Veröffentlichungen
- Band 22



27 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz



28 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz
 Prüfung eines Fachwerkträgers

- Gelenkige Auflager
- Zwei Kraftkolben zur Lasteinleitung
- Ausgesteifter Träger



29 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz
 Prüfung eines Fachwerkträgers

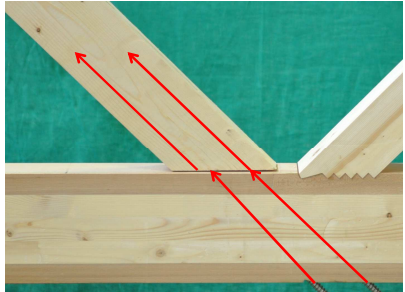
- Tragfähigkeit = 115 kN; char. Ausziehtragfähigkeit = 118 kN



30 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz

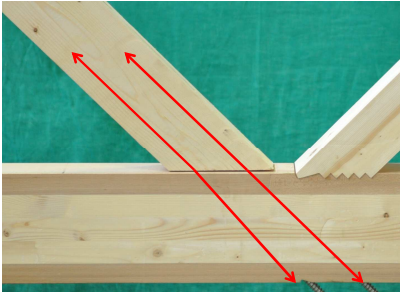
- Vorbohren



31 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen

Gewindestange in Brettsperrholz

- Vorbohren



32 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen




Gewindestange in Brettsperrholz

- Problematik der Tiefenbohrung



33 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen



Gattnar und Trysna (1961):

„Die zweckmäßigste und wirtschaftlichste Ausbildung von Knotenpunkten für Fachwerkbinder ist eine der wichtigsten und schwierigsten Aufgaben des Holzbaukonstruktors. Sie erfordert viel Erfahrung, Geschick und Sorgfalt, denn von einwandfrei ausgebildeten Knotenpunkten hängt das gute Gelingen eines Bauwerkes wesentlich ab.“

34 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen



35 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen



36 05.12.2012 Markus Enders-Comberg Holzbau und Baukonstruktionen