

H.J. Blaß · Pforzheimer Straße 15b · 76227 Karlsruhe

Firma

Adolf Würth GmbH & Co. KG

Herrn Marcel Strobel

74650 Künzelsau

17.07.2010

808_Schrauben_in_BSPH

Gutachtliche Stellungnahme

Selbstbohrende Würth Holzschrauben als Verbindungsmittel in Brettsperrholz

1 Allgemeines

Selbstbohrende Holzschrauben der Firma Adolf Würth & Co. KG aus Künzelsau sind unter Nr. Z-9.1-361 vom 19. Juli 2008, Nr. Z-9.1-426 vom 30. September 2014, Nr. Z-9.1-514 vom 31. Juli 2011 und Nr. Z-9.1-614 vom 27. Mai 2009 allgemein bauaufsichtlich zugelassen. Die Holzschrauben werden sowohl als Verbindungsmittel in Holz-Holz-, Holzwerkstoff-Holz- und Stahlblech-Holz-Verbindungen, die Vollgewindeschrauben auch als Querkzug- und Querkdruckverstärkungen für tragende Holzkonstruktionen eingesetzt. Die Firma Adolf Würth GmbH & Co. KG möchte die Anwendung ihrer Holzschrauben auf die Seiten und Schmalflächen von Brettsperrholz erweitern.

Im Folgenden werden aus den Ergebnissen eines Forschungsvorhabens (Blaß, Hans Joachim; Uibel, Thomas: Tragfähigkeit von stiftförmigen Verbindungsmitteln in Brettsperrholz, Band 8 der Karlsruher Berichte zum Ingenieurholzbau) Vorschläge für die Anwendung selbstbohrender Holzschrauben in Brettsperrholz abgeleitet. Der Mindestdurchmesser der Schrauben sollte für Verbindungen in den Seitenflächen $d = 6 \text{ mm}$ und für Verbindungen in den Schmalflächen $d = 8 \text{ mm}$ betragen. Einschraubtiefen $l_{ef} < 4 \cdot d$ dürfen nicht in Rechnung gestellt werden. Der Einhängeeffekt darf bei auf Abscheren beanspruchten Schrauben berücksichtigt werden.

2 Beanspruchung rechtwinklig zur Stiftachse

2.1 Verbindungen in den Schmalflächen

Unabhängig von der Anordnung der Schraube in der Schmalfläche, d.h. für Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ darf der charakteristische Wert der Lochleibungsfestigkeit für nicht vorgebohrte Brettsperrhölzer bei Schraubenverbindungen gemäß Gleichung (1) berechnet werden.

$$f_{h,k} = 20 \cdot d^{-0,5} \text{ in N/mm}^2 \quad (1)$$

mit

d Nenndurchmesser der Schraube in mm

Die Beanspruchung auf Abscheren muss rechtwinklig zur Schraube und parallel zur Schmalfläche des Brettsperrholzes gerichtet sein. Es wird empfohlen, n_{ef} wie für Vollholz zu berechnen, siehe Abschnitt 12.3 der DIN 1052:2008-12.

Greift eine Kraftkomponente rechtwinklig zur Seitenfläche an, besteht die Gefahr des Quersugsversagens ähnlich wie bei einem Queranschluss. Ist das Verhältnis a/h nicht größer als 0,7, sollte das Quersugsversagen durch eine Verstärkung mit Vollgewindeschrauben parallel zur Schmalfläche verhindert werden (siehe Beispiel in Bild 1).

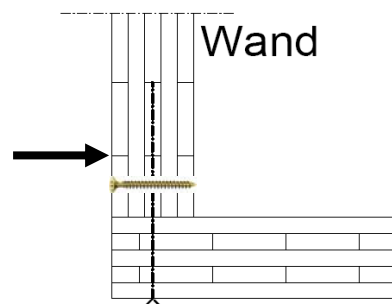


Bild 1: Quersugsicherung eines Wandbauteils mit Vollgewindeschrauben

2.2 Verbindungen in den Seitenflächen

Die Lochleibungsfestigkeit für Schrauben in den Seitenflächen von Brettsperrholz ist wie für Vollholz zu ermitteln (z. B. nach Abschnitt 12 der DIN 1052:2008-12). Für die Rohdichte ist hierbei der charakteristische Wert des Ausgangsmaterials der Deckflächen einzusetzen. Gegebenenfalls ist der Winkel zwischen Krafrichtung und Faserrichtung der Decklagen zu berücksichtigen. Die Beanspruchung auf Abscheren muss rechtwinklig zur Schraube und parallel zur Seitenfläche des Brettsperrholzes gerichtet sein.

Für Winkel $45^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ zwischen Schraubenachse und Faserrichtung der Decklage darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit der Schraube zu zwei Drittel des entsprechenden Wertes für $\alpha = 90^\circ$ angesetzt werden, wenn als Eindringtiefe nur das Maß rechtwinklig zur Seitenfläche in Rechnung gestellt wird.

3 Beanspruchung parallel zur Stiftachse

3.1 Allgemeines

Es dürfen nur solche Gewindebereiche der Schraube in Rechnung gestellt werden, für die der Winkel α zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung mindestens 30° beträgt.

3.2 Beanspruchung auf Herausziehen

Die charakteristische Tragfähigkeit einer Schraube auf Herausziehen beträgt:

$$R_{\alpha x, k} = \sum_{i=1}^n f_{1,i,k} \cdot l_{ef,i} \cdot d_1 \quad \text{in N} \quad (2)$$

Hierin bedeuten:

$f_{1,i,k}$ Ausziehparameter abhängig von der charakteristischen Rohdichte und dem Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung in der Brettlage i

$l_{ef,i}$ Länge des Gewindebereichs der Schraube in der Brettlage i

n Anzahl der anzurechnenden Brettlagen

Schrauben, die parallel zur Seitenfläche des Brettsperrholzes eingedreht werden, müssen vollständig in einer Brettlage angeordnet sein. Dabei darf die Dicke der Brettlage nicht kleiner als der Gewindeaußendurchmesser sein.

Die charakteristische Kopfdurchziehtragfähigkeit ist wie für Vollholzbauteile mit der charakteristischen Rohdichte der entsprechenden Lage im Kopfbereich zu bestimmen.

3.3 Beanspruchung auf Hineindrücken

Der charakteristische Wert der Tragfähigkeit einer Vollgewindeschraube auf Druck darf mit dem Wert $R_{ki,k}$ in Rechnung gestellt werden:

$$R_{ki,k} = \kappa_c \cdot N_{pl,k} \quad \text{in N} \quad (3)$$

Mit:

$$\kappa_c = \begin{cases} 1 & \text{für } \bar{\lambda}_k \leq 0,2 \\ \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \bar{\lambda}_k^2}} & \text{für } \bar{\lambda}_k > 0,2 \end{cases} \quad (4)$$

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

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{N_{pl,k}}{N_{ki,k}}} \quad (6)$$

$$N_{pl,k} = \pi \cdot \frac{d_k^2}{4} \cdot f_{y,k} \quad \text{in N} \quad (7)$$

- d_k = Kerndurchmesser der Schraube in mm
 $f_{y,k}$ = Streckgrenze in N/mm²
 $N_{ki,k}$ = $\sqrt{c_h \cdot E_s \cdot I_s}$ = elastische Verzweigungslast der Schraube in N
 c_h = $(0,19 + 0,012 \cdot d) \cdot \rho_k \cdot \left(\frac{90^\circ + \alpha}{180^\circ}\right)$ = Bettungsziffer in N/mm², die ungünstigste Kombination aus α und ρ_k ist maßgebend
 ρ_k = Charakteristische Rohdichte einer Brettlage
 α = Winkel zwischen Schraubenachse und Faserrichtung einer Brettlage
 $E_s \cdot I_s$ = Biegesteifigkeit des Kernquerschnitts der Schraube
 $E_s \cdot I_s$ = $\frac{210000 \cdot \pi \cdot d_k^4}{64}$ Nmm²

4 Ausbildung von Anschlüssen

Für Schrauben, die in die Seiten- oder Schmalflächen von Brettsperrholz eingebracht werden, sind die Mindestabstände in Tabelle 1 angegeben. Eine Definition der Abstände zeigt Bild 2 und Bild 3. Die Mindestabstände in den Schmalflächen sind unabhängig vom Winkel zwischen Stiftachse und Faserrichtung. Diese gelten unter folgenden Voraussetzungen:

- Mindestdicke des Brettsperrholzes: $10 \cdot d$
- Mindesteinbindetiefe der Schraube in der Schmalfläche: $10 \cdot d$

Bei Belastung rechtwinklig zur Plattenebene ist darüber hinaus ein Aufspalten der Schmalflächen bzw. die Querkzugbeanspruchung zu berücksichtigen (siehe Bild 1).

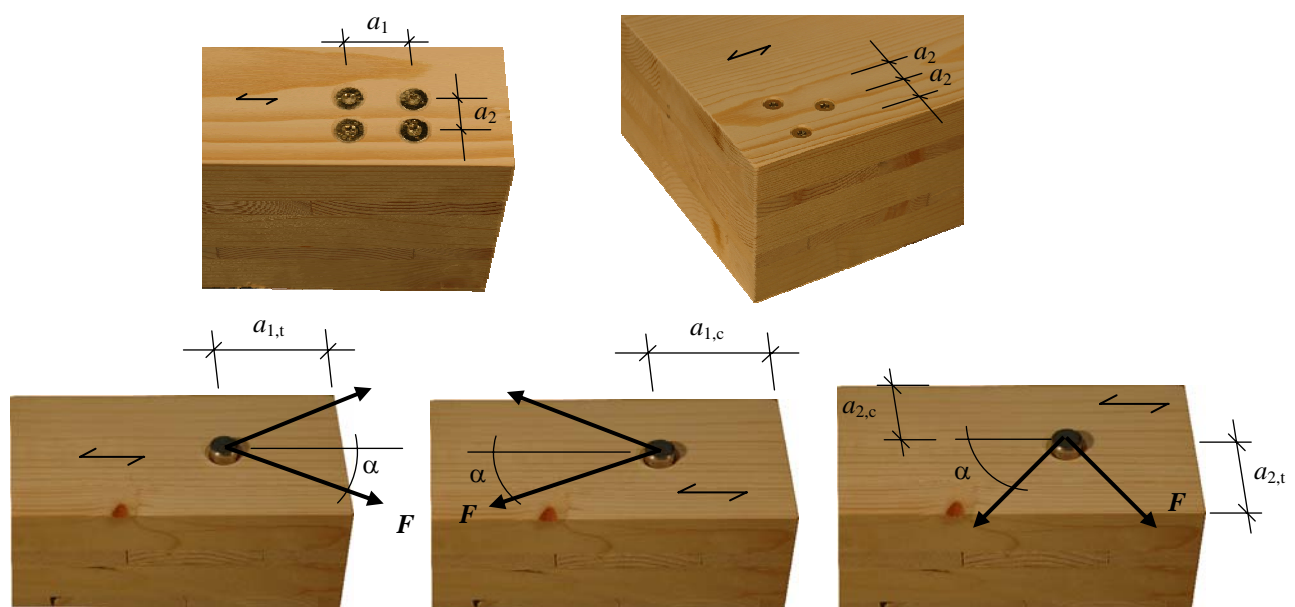


Bild 2: Definition der Abstände von Verbindungsmitteln in den Seitenflächen

Tabelle 1: Mindestabstände von Schrauben in den Seiten- und Schmalflächen von Brettsperrholz

	a_1	$a_{1,t}$	$a_{1,c}$	a_2	$a_{2,t}$	$a_{2,c}$
Seitenfläche (siehe Bild 2)	$4 \cdot d$	$6 \cdot d$	$6 \cdot d$	$2,5 \cdot d$	$6 \cdot d$	$2,5 \cdot d$
Schmalfläche (siehe Bild 3)	$10 \cdot d$	$12 \cdot d$	$7 \cdot d$	$4 \cdot d$	$6 \cdot d$	$3 \cdot d$

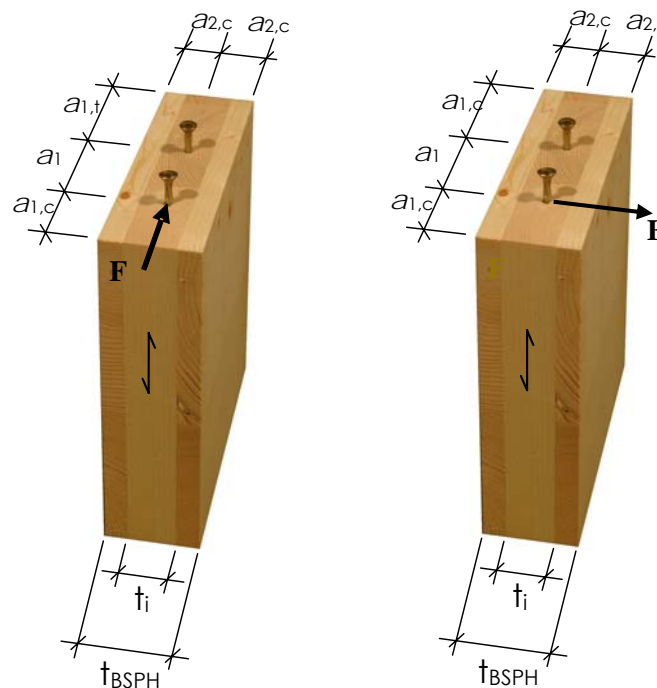


Bild 3: Definition der Abstände von Verbindungsmitteln in den Schmalflächen

5 Zusammenfassung

Würth Holzschrauben werden als Verbindungsmittel für Holz-Holz-, Holzwerkstoff-Holz- oder Stahlblech-Holz-Verbindungen sowie als Querkzug- und Querkdruckverstärkung eingesetzt. Sie werden in der Regel ohne Vorbohren in das Holz eingeschraubt.

In dieser gutachtlichen Stellungnahme wurden aus den Ergebnissen eines Forschungsberichts der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine der Universität Karlsruhe (Band 8 der Karlsruher Berichte zum Ingenieurholzbau) Vorschläge für die charakteristische Tragfähigkeit rechtwinklig oder parallel zur Achse beanspruchter Würth Holzschrauben abgeleitet. Darüber hinaus wurden Vorschläge für die Ausführung von Schraubenverbindungen in Brettsperrholz gemacht.

Bei einer Bemessung nach DIN 1052:2008-12 oder Eurocode 5 sind die Bemessungsgleichungen für Schrauben- bzw. Nagelverbindungen zu verwenden. Die Lochleibungsfestigkeit für Schrauben in den Schmalflächen ist dabei nach Glei-

chung (1), für Schrauben in den Seitenflächen wie für Vollholz mit der charakteristischen Rohdichte der Deckfläche zu berechnen. Mindestabstände untereinander und vom Rand sollten Tabelle 1 entsprechen.

Bei einer Beanspruchung auf Herausziehen von zwischen 90° und 30° zur Faserrichtung eingeschraubten Würth Holzschrauben wird ein charakteristischer Wert der Tragfähigkeit nach Gleichung (2) vorgeschlagen. Bereiche mit Winkeln zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung unter 30° dürfen nicht in Rechnung gestellt werden. Das Zugversagen der Schraube selbst ist durch das Einhalten von Bemessungswerten der Zugtragfähigkeit der Schraube, das Kopfdurchziehen wie bei Bauteilen aus Vollholz zu berücksichtigen.

Werden die Schrauben auf Druck beansprucht, wird eine Tragfähigkeit abhängig von der ungünstigsten Kombination des Winkels zwischen Faserrichtung und Schraubenachse und der charakteristischen Rohdichte einer Brettlage vorgeschlagen, bei der Querdruckverstärkung von Holzbauteilen sollten die verstärkten Bauteile sinngemäß wie in der Zulassung Nr. Z-9.1-614 bemessen werden.

Bei kombinierter Beanspruchung auf Abscheren und Herausziehen darf die Bemessung mit einer quadratischen Interaktionsgleichung erfolgen.

Nach meiner Überzeugung bestehen keine Bedenken, unter den genannten Voraussetzungen Würth Holzschrauben der Durchmesser 6 mm und größer in den Seitenflächen bzw. 8 mm und größer in den Schmalflächen von Brettsperrholz zu verwenden.

Karlsruhe, den 17.07.2010



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans Joachim Blaß