

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Werner, Am Vogelsang 1, 76706 Dettenheim

Adolf Würth
GmbH & Co.KG
Postfach

D-74650 Künzelsau

Datum: 25.09.2012

Gutachtliche Stellungnahme

Verwendung von Würth ASSY® 3.0 Kombi Holzschrauben nach ETA-11/0190 als Transportanker

1 Allgemeines

Die Firma Adolf Würth GmbH & Co. KG möchte die ASSY 3.0 Kombi Holzschrauben mit Sechskantkopf nach ETA-11/0190 in Verbindung mit der DEHA Universal-Kupplung oder dem BGW-Kugelkopfabheber als Transportanker einsetzen. Im Rahmen einer gutachtlichen Stellungnahme soll die Eignung dieser selbstbohrenden Holzschraube für diesen Anwendungsfall beurteilt werden. Diese gutachtliche Stellungnahme ersetzt die Stellungnahme vom 15.01.2011, da sich das Bemessungsverfahren geändert hat und die Anwendung der Schrauben auf Brettsperholz erweitert wurde.

Würth ASSY 3.0 Kombi Holzschrauben sind europäisch zugelassene Holzverbindungsmittel (ETA-11/0190), die für tragende Holzverbindungen verwendet werden dürfen. Mit diesen Schrauben sollen an Hölzer und Holzwerkstoffplatten DEHA Universal-Kupplungen bzw. BGW-Kugelkopfabheber angeschlossen werden, um damit Holzbauteile transportieren zu können. Dazu wird diese Kupplung einfach in die Schraube eingehängt. Bild 1 zeigt das Transportankersystem mit der ASSY Kombi-Holzschraube $d = 12$ mm und DEHA Universal-Kupplung Lastgruppe 1-1,3.

Bei einer Schrägzugbeanspruchung kann im Holz eine Ausfräsung vorzusehen werden, damit die Horizontalkomponente der Kraft direkt in das Holz eingeleitet werden kann.

- 1 -

76706 Dettenheim
Am Vogelsang 1

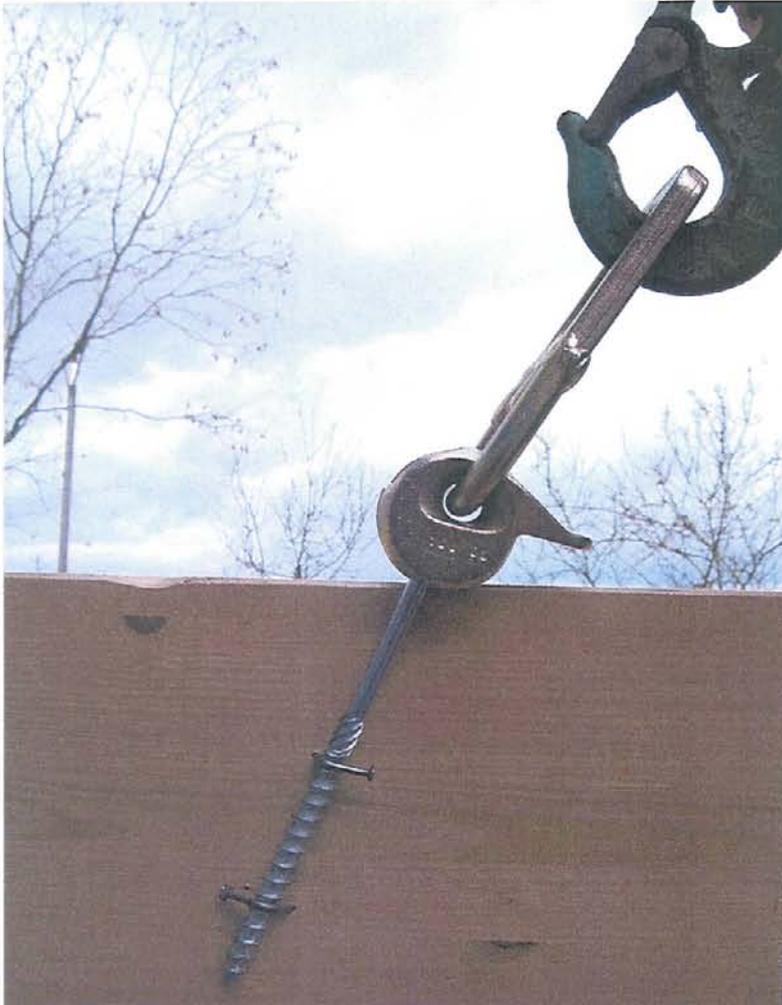


Bild 1: Transportankersystem mit der ASSY Kombi-Holzschraube $d = 12 \text{ mm}$ und DEHA Universal-Kupplung Lastgruppe 1-1,3

2 Vorschriften

EN 1991-1-1	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke; Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
EN 1991-1-6	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke; Einwirkungen während der Bauausführung
EN 1995-1-1	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
DIN EN 1995-1-1/NA	Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
ETA-11/0190	Europäische Technische Zulassung für Würth Schrauben (selbstbohrende Schrauben als Holzverbindungsmittel) vom 5. Sep. 2011
BGV D6	Unfallsverhütungsvorschrift „Krane“, 04/2001
BGR 500 (Kap. 2.8)	Lastaufnahmeeinrichtungen im Hebezeugbetrieb 04/2008
DEHA DKR 05	Technische Information „DEHA Konus-Rohranker DRK“
LGA Bayern	Zugversuche an Kugelkopfkankern mit Abhebern der Fa. BGW, Prüfungsbericht Nr. 2951056
Uibel, Th.; Blaß, H.	Bemessungsvorschläge für Verbindungen in Brettsperrholz. Bauen mit Holz 111 (2/2009) S. 46-53

3 Bemessungsgrundlagen

Das Transportankersystem für Holzbauteile setzt sich zusammen aus der ASSY 3.0 Kombi-Holzschraube nach ETA-11/0190 und der DEHA Universal-Kupplung bzw. dem BGW-Kugelkopfabheber Lastgruppe 1,0-1,3 t. Die Betriebsanleitungen der Hersteller sind zu beachten. Maßgebend für die Tragfähigkeit ist das schwächste Glied dieser beiden Teile.

Nach der Europäischen Technischen Zulassung dürfen die Holzschrauben nur für ruhende oder quasi-ruhende Belastungen verwendet werden. Transportanker werden in erster Linie durch Gewichtskräfte beansprucht. Die Gewichtskräfte kann man als quasi-ruhend bezeichnen, da es sich um nicht sehr häufig wiederholende Lasten handelt. Bei der Ermittlung der Gewichtskräfte ist EN 1991-1-1 zugrunde zu legen.

An einem Kran können diese Lasten jedoch schwingen. Die Größe der dynamischen Belastung wird durch die Wahl der Zugverbindung zwischen Kran und Transportankersystem bestimmt. Stahl- und Synthetikseile wirken dämpfend. Kurze Ketten dagegen wirken sich ungünstig aus. Es wird empfohlen, die auf das Transportankersystem wirkenden Kräfte mit den in Tabelle 1 angegebenen Schwingbeiwerten φ zu multiplizieren.

Tabelle 1: Empfohlene Schwingbeiwerte φ

Hubgerät	Hubgeschwindigkeit	Schwingbeiwert φ
Stationärer Kran Drehkran Schienenkran	< 90 m/min	1,0 - 1,10
Stationärer Kran Drehkran Schienenkran	\geq 90 m/min	\geq 1,30
Hub und Transport im ebenen Gelände		\geq 1,65
Hub und Transport im unebenen Gelände		\geq 2,00

Von den empfohlen Schwingbeiwerten kann je nach Situation und gegebenen Umständen abgewichen werden. Weiterhin sind die Angaben in EN 1991-1-6 zu berücksichtigen.

Die Anzahl der Anker bestimmt das zu verwendete Gehänge. Gehänge von mehr als 3 Strängen sind grundsätzlich statisch unbestimmt, wenn nicht durch geeignete Maßnahmen (z.B. Ausgleichstraverse) sichergestellt ist, dass die Last auf alle Stränge gleichmäßig verteilt wird.

Bei statisch unbestimmten Gehängen müssen die Anker entsprechend BGR 500 (Kap. 2.8) so bemessen werden, dass 2 Ankerpunkte die gesamte Last aufnehmen können. Entsprechend dem Kräftedreieck sind die Lasten auf die Ankerpunkte zu ermitteln.

Bei einer reinen Beanspruchung der Schraube auf Axialzug wird die Schraube aus dem Holz herausgezogen. Das gesamte Bauteil sollte mit mindestens zwei Holzschrauben angeschlossen werden. Jedoch ist darauf zu achten, dass die Schrauben nicht in Schwindrisse oder dergleichen eingeschraubt werden.

In Anlehnung an die Erläuterungen (NCI) im Nationalen Anhang (DIN EN 1995-1-1/NA) reicht für einen Ankerpunkt eine Schraube, wenn das Bauteil mit mindestens zwei Holzschrauben angeschlossen ist.

Bei Einhaltung einer Mindesteinbindetiefe der Schrauben von $20 \cdot d$ und einer planmäßigen Beanspruchung der Schraube auf Axialzug kann zur

Befestigung eines Bauteils auch nur eine Schraube verwendet werden. Dabei muss die Tragfähigkeit der Schraube um 50 % reduziert werden.

Für das Transportankersystem für Holzbauteile werden ASSY 3.0 Kombi Holzschraube $d = 12$ mm und DEHA Universal-Kupplung bzw. BGW-Kugelkopfabheber Lastgruppe 1-1,3 verwendet. Diese Schrauben dürfen in Holzbauteile aus Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz, Brettsperrholz oder Furnierschichtholz nur in die Holzarten Fichte, Kiefer oder Tanne eingeschraubt werden.

Die Schrauben können in Holzbauteile ohne Vorbohren oder in vorgebohrte Holzbauteile eingedreht werden, wobei der Durchmesser des vorgebohrten Loches den Kerndurchmesser d_1 der Schraube nicht überschreiten darf.

Aus Sicherheitsgründen sind die Schrauben nur **einmal** zu verwenden.

Die Dicke der Holzbauteile muss mindestens 80 mm betragen.

Als Mindestrandabstände der Schraube mit $d = 12$ mm in nicht vorgebohrte Holzbauteile müssen die Werte nach Tabelle 2 eingehalten werden:

Tabelle 2: Mindestabstände der Holzschrauben in **nicht** vorgebohrten Holzbauteilen aus Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz oder Furnierschichtholz der Holzarten Fichte, Kiefer oder Tanne mit Rohdichten $\rho_k \leq 420$ kg/m³

vom Rand in Faserrichtung	180 mm
vom beanspruchter Rand rechtwinklig zur Faserrichtung	60 mm
vom beanspruchten Rand rechtwinklig zur Faserrichtung	120 mm
untereinander in Faserrichtung	144 mm
untereinander rechtwinklig zur Faserrichtung	60 mm

Wenn der Abstand in Faserrichtung untereinander und zum Hirnholzende mindestens 300 mm beträgt, darf der Abstand zum beanspruchten Rand rechtwinklig zur Faserrichtung auf 36 mm verringert werden. Daraus folgt, dass das Holz mindestens 72 mm breit sein muss.

Ist die charakteristische Rohdichte der Hölzer größer 420 kg/m³ dürfen die Mindestwerte nach EN 1995-1-1, Abschnitt 8.3.1.2 und Tab. 8.2, wie bei Nägeln mit nicht vorgebohrten Nagellöchern, angesetzt werden.

Als Mindestrandabstände der Schraube mit $d = 12$ mm in vorgebohrte Holzbauteile müssen die Werte nach Tabelle 3 eingehalten werden:

Tabelle 3: Mindestabstände der Holzschrauben in **vorgebohrten** Holzbauteilen aus Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz oder Furnierschichtholz der Holzarten Fichte, Kiefer oder Tanne

vom beanspruchten Rand in Faserrichtung	144 mm
vom unbeanspruchter Rand in Faserrichtung	84 mm
vom unbeanspruchter Rand rechtwinklig zur Faserrichtung	36 mm
vom beanspruchten Rand rechtwinklig zur Faserrichtung	84 mm
untereinander in Faserrichtung	60 mm
untereinander rechtwinklig zur Faserrichtung	48 mm

Brettsperrholz

Die Anforderungen an die Mindestabstände der Schrauben in den Seiten- und Stirnflächen von Brettsperrholz können Tabelle 4 und 5 entnommen werden. Die Mindestabstände sind in den Bildern 2 und 3 definiert.

Tabelle 4: Mindestabstände der Holzschrauben in der Seitenfläche von Holzbauteilen aus Brettsperrholz der Holzarten Fichte, Kiefer oder Tanne (siehe Bild 2)

$a_{1,t}$ (vom Rand in Faserrichtung)	72 mm
$a_{1,c}$ (vom unbeanspruchter Rand in Faserrichtung)	72 mm
$a_{2,c}$ (vom unbeanspruchter Rand rechtw. zur Faserrichtung)	30 mm
$a_{2,t}$ (vom beanspruchten Rand rechtw. zur Faserrichtung)	72 mm
a_1 (untereinander in Faserrichtung)	48 mm
a_2 (untereinander rechtwinklig zur Faserrichtung)	30 mm

Tabelle 5: Mindestabstände der Holzschrauben in der Stirnfläche von Holzbauteilen aus Brettsperrholz der Holzarten Fichte, Kiefer oder Tanne (siehe Bild 3)

$a_{1,t}$ (vom Rand in Faserrichtung)	144 mm
$a_{1,c}$ (vom unbeanspruchter Rand in Faserrichtung)	84 mm
$a_{2,c}$ (vom unbeanspruchter Rand rechtw. zur Faserrichtung)	36 mm
$a_{2,t}$ (vom beanspruchten Rand rechtw. zur Faserrichtung)	72 mm
a_1 (untereinander in Faserrichtung)	120 mm
a_2 (untereinander rechtwinklig zur Faserrichtung)	48 mm

Die Mindestdicke des Brettsperrholzes beträgt 120 mm. Die Fugen in den Lagen des Brettsperrholzes dürfen nicht breiter sein als der Kerndurchmesser $d_1 = 7,2$ mm der Schraube. Die Einbindetiefe der Schrauben in der Stirnfläche des Brettsperrholzes muss 120 mm betragen.

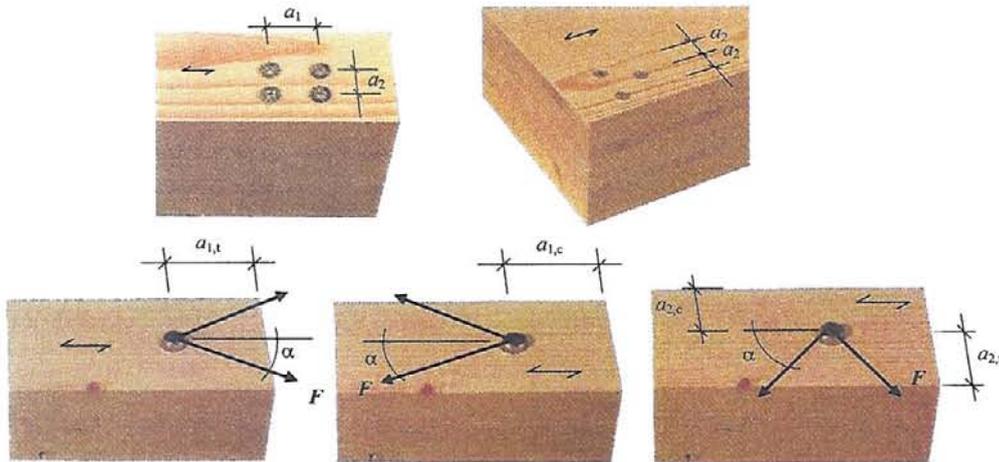


Bild 2: Definition der Mindestabstände in den Seitenflächen von Brettsperrholz

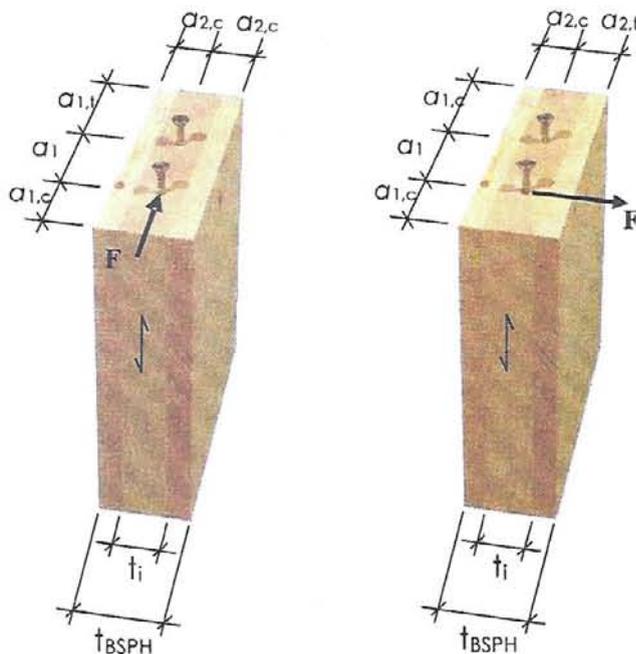


Bild 3: Definition der Mindestabstände in den Stirnflächen von Brettsperrholz

4 Beanspruchung der Schraube auf Axialzug

Die Tragfähigkeit auf Herausziehen wird in erster Linie durch den Außendurchmesser des Gewindes d und der Eindringtiefe des Gewindeteils l_{ef} bestimmt.

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $30^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehten Schraube darf mit

$$F_{ax,Rk} = \frac{f_{ax,k} d l_{ef}}{1,2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

mit $f_{ax,k} = 10,0 \text{ N/mm}^2$, $d = 12 \text{ mm}$ und der Eindringtiefe des Gewindeteils l_{ef} in mm sowie dem charakteristischen Wert der Rohdichte in kg/m^3 in Rechnung gestellt werden. Als Eindringtiefe darf höchstens die Gewindelänge l_g gemäß Europäischer Technischer Zulassung angesetzt werden. Eindringtiefen kleiner 48 mm dürfen nicht in Rechnung gestellt werden.

Dieser Wert gilt auch für Brettsperrholz aus Nadelholz in den Seitenflächen. Für Schrauben, die in mehr als eine Lage einbinden, können die verschiedenen Lagen über die charakteristischen Rohdichten der Brettlagen anteilmäßig berücksichtigt werden. In den Stirnflächen des Brettsperrholzes sollen die Schrauben so eingedreht werden, dass sie vollständig in einer Lage einbinden. Hier kann es jedoch sein, dass die Schrauben faserparallel in eine Brettlage eingebracht werden müssen. Nach Untersuchungen von Uibel u. Blaß 2009 kann für Schrauben, die in die Stirnfläche eingedreht werden, der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $0^\circ \leq \alpha < 30^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) angenommen werden zu

$$F_{ax,Rk} = \frac{31 d^{0,8} l_{ef}^{0,9}}{1,5 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \quad \text{in N} \quad (d \text{ in mm; } l_{ef} \text{ in mm})$$

Bei einer maximalen Gewindelänge $l_g = 145 \text{ mm}$ ergibt sich der maximale charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes pro Transportanker auf der Grundlage einer charakteristischen Rohdichte des Holzbauteils von 350 kg/m^3 und $\alpha = 90^\circ$ zu:

$$\max F_{ax,Rk} = 17,40 \text{ kN}$$

Versuche mit DEHA Universal-Kupplungen und mit BGW-Kugelkopfabhebern haben gezeigt, dass kein Versagen des Schraubenkopfes beobachtet wurde, sondern der Schraubenschaft auf Zug versagte. Der charakteristische Wert der Zugtragfähigkeit der Schraube aus Kohlenstoffstahl beträgt 41 kN.

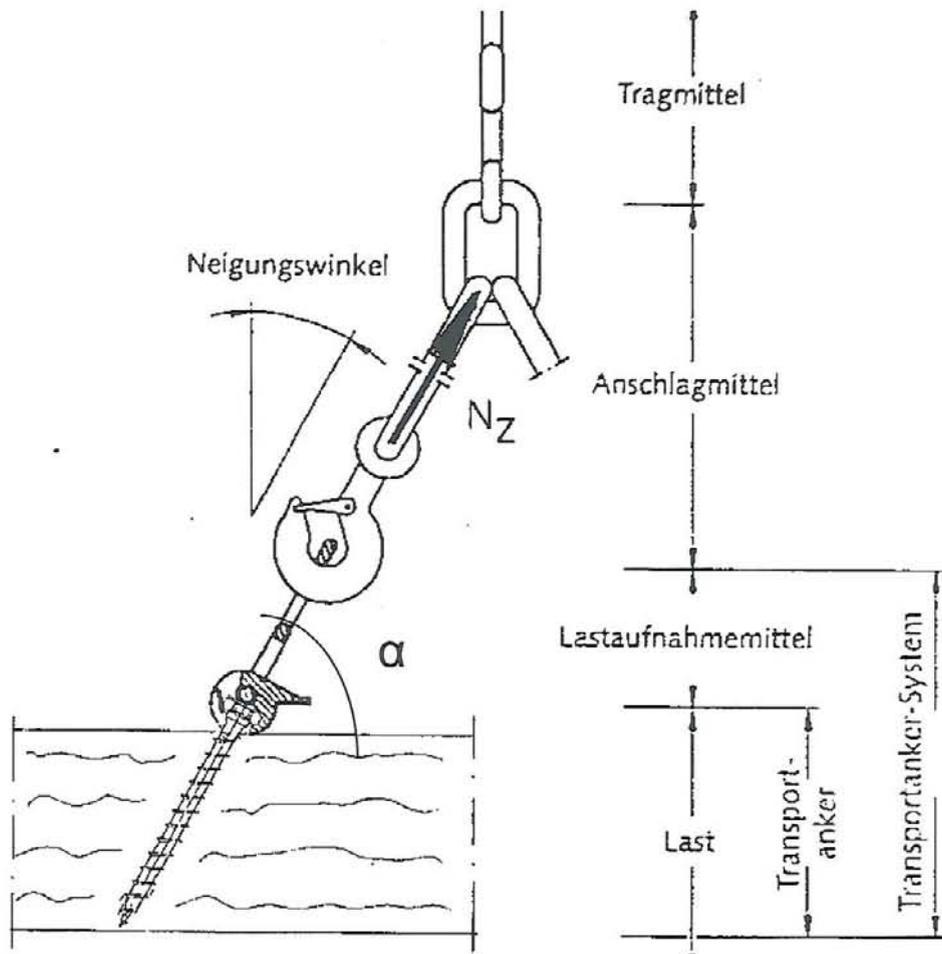


Bild 4: Transportanker unter Axialzugbeanspruchung

Der Bemessungswert des Auszieh Widerstandes ist aus dem charakteristischen Wert wie folgt zu berechnen:

$$F_{ax,Rd} = k_{mod} / \gamma_M \cdot F_{ax,Rk}$$

Der Modifikationsbeiwert k_{mod} ist für die Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) kurz aus EN 1995-1-1 Tab. 3.1 bzw. DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.4 zu ermitteln. Für Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz, Furnierschichtholz und Brettsperrholz in der Nutzungsklasse 1 und 2 ist

$$k_{mod} = 0,9$$

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_M ist nach DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.2 und NA.3 in Deutschland wie folgt anzunehmen:

$$\gamma_M = 1,3$$

Dieser Wert kann sich in anderen Ländern unterscheiden.

Daraus ergibt sich ein maximale Bemessungswert des Auszieh-
 widerstandes pro Transportanker zu:

$$\max F_{ax,Rd} = 12,05 \text{ kN}$$

Dieser Wert muss mit dem Bemessungswert $F_{ax,Ed}$ der Einwirkungen
 verglichen werden. D.h. die vorhandene Zugkraft N_z in der Schraube muss
 mit den Teilsicherheitsbeiwerten der Einwirkungen multipliziert werden. Bei
 Transportzuständen ist die Einwirkung in der Regel das Eigengewicht des
 Bauelements. In diesem Fall ist

$$F_{ax,Ed} = 1,35 \cdot N_z$$

Daraus kann die größte aufnehmbare Kraft $N_z = 8,92 \text{ kN}$ bei Ausnutzung
 der maximalen Gewindelänge von $l_g = 145 \text{ mm}$ ($\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$; $\alpha = 90^\circ$)
 abgeleitet werden.

Als Lastaufnahmemittel wird die DEHA Universal-Kupplung oder der BGW-
 Kugelkopfabheber Lastgruppe 1-1,3 verwendet. Diese Kupplung ist
 ausgelegt für eine zulässige Kraft von 13 kN. Dabei sind die Hinweise und
 die Handhabungsbedingungen der Halfen-Deha Vertriebsgesellschaft mbH,
 Liebigstr. 14, 40764 Langenfeld bzw. der BGW-Bohr GmbH, Kastanienstr.,
 97854 Steinfeld zu beachten. In Bild 4 ist die Lastaufnahmeeinrichtung mit
 einem schräg eingedrehten Transportanker dargestellt.

5 Beanspruchung der Schraube auf Schrägzug

Werden die Holzschrauben entsprechend Bild 5 gleichzeitig auf
 Herausziehen und auf Abscheren beansprucht, dann spricht man von einer
 Schrägzugbelastung. Bei dieser kombinierten Beanspruchung gilt:

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

mit

$F_{ax,Ed}$ Bemessungswert der Kraftkomponente in Richtung der
 Schraubenachse (Ausziehungskraft)

$F_{v,Ed}$ Bemessungswert der Kraftkomponente rechtwinklig zur
 Schraubenachse (Abscherkraft)

$F_{ax,Rd}$ Bemessungswert des Auszieh-
 widerstandes

$F_{v,Rd}$ Bemessungswert der Schraubenbelastung rechtwinklig zur
 Schraubenachse

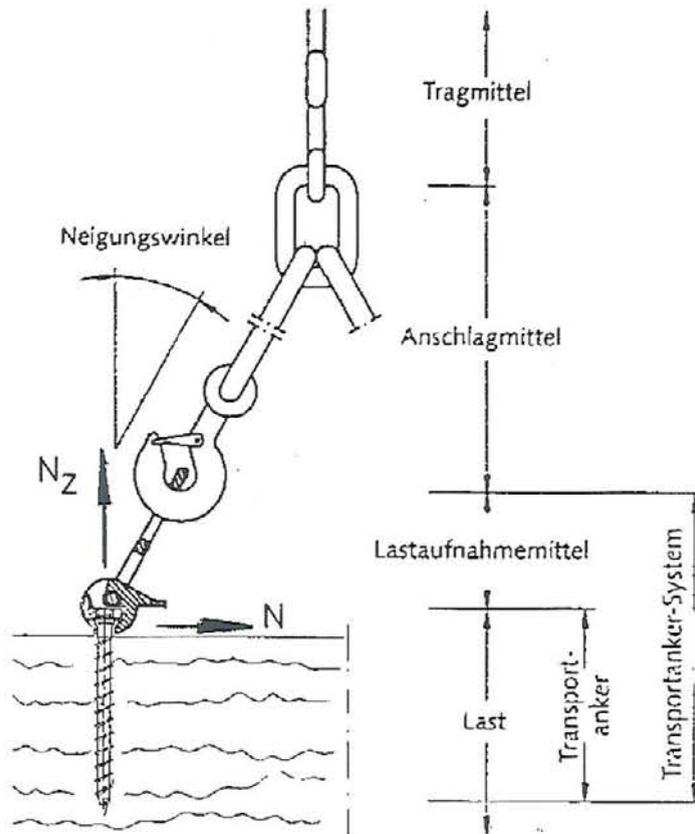


Bild 5: Transportanker unter Schrägzugbeanspruchung

Der Bemessungswert des Auszieh Widerstandes für unter einem Winkel $30^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehte Schrauben darf mit

$$F_{ax,Rk} = \frac{f_{ax,k} d l_{ef}}{1,2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

mit $f_{ax,k} = 10,0 \text{ N/mm}^2$, $d = 12 \text{ mm}$ und der Eindringtiefe des Gewindeteils l_{ef} in mm sowie dem charakteristischen Wert der Rohdichte in kg/m^3 in Rechnung gestellt werden. Als Eindringtiefe darf höchstens die Gewindelänge l_g gemäß Europäischer Technischer Zulassung angesetzt werden. Eindringtiefen kleiner 48 mm dürfen nicht in Rechnung gestellt werden.

Dieser Wert gilt auch für Brettsperrholz aus Nadelholz in den Seitenflächen. Für Schrauben, die in mehr als eine Lage einbinden, können die verschiedenen Lagen über die charakteristischen Rohdichten der Brettlagen anteilmäßig berücksichtigt werden. In den Stirnflächen des Brettsperrholzes sollen die Schrauben so eingedreht werden, dass sie vollständig in einer Lage einbinden. Hier kann es jedoch sein, dass die

Schrauben faserparallel in eine Brettlage eingebracht werden müssen. Nach Untersuchungen von Uibel u. Blaß 2009 kann für Schrauben, die in die Stirnfläche eingedreht werden, der charakteristische Wert des Auszieh Widerstandes für unter einem Winkel $0^\circ \leq \alpha < 30^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) angenommen werden zu

$$F_{ax,Rk} = \frac{31 d^{0,8} l_{ef}^{0,9}}{1,5 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \quad \text{in N} \quad (d \text{ in mm; } l_{ef} \text{ in mm})$$

Der Bemessungswert des Auszieh Widerstandes ist aus dem charakteristischen Wert wie folgt zu berechnen:

$$F_{ax,Rd} = k_{mod}/\gamma_M \cdot F_{ax,Rk}$$

Der Modifikationsbeiwert k_{mod} ist für die Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) kurz aus EN 1995-1-1 Tab. 3.1 bzw. DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.4 zu ermitteln. Für Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz, Furnierschichtholz und Brettspertholz in der Nutzungsklasse 1 und 2 ist

$$k_{mod} = 0,9$$

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_M ist nach DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.2 und NA.3 in Deutschland wie folgt anzunehmen:

$$\gamma_M = 1,3$$

Dieser Wert kann sich in anderen Ländern unterscheiden.

Der Schraubenkopf ist mit dem Lastaufnahmemittel gelenkig verbunden; d.h. der Schraubenkopf ist nicht eingespannt. Der Bemessungswert der Schraubenbelastung rechtwinklig zur Schraubenachse beim Anschrauben von Stahlteilen berechnet sich bei einer Eindringtiefe t_1 zu:

$$F_{v,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{k_{mod}}{\gamma_{M,h}} \cdot 0,4 \cdot t_1 \cdot d \cdot f_{h,k} \\ 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M,y}} \cdot d \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{M,h}} \cdot f_{h,k} + 0,25 \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{M,h}} \cdot F_{ax,Rk}} \end{array} \right\} \quad (\text{in N})$$

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$M_{y,Rk} = 58 \text{ Nm}$$

$$\gamma_{M,h} = 1,3 \text{ (Holz); } \gamma_{M,y} = 1,3 \text{ (Stahl in Verbindungen); } k_{mod} = 0,9 \text{ (Holz)}$$

$f_{h,k}$: charakteristische Lochleibungsfestigkeit des Holzes oder des Holzwerkstoffes in N/mm²

Die charakteristische Lochlochleibungsfestigkeit errechnet sich bei Nadelholz nach EN 1995-1-1 Abschnitt 8.3.1 mit $d = 12$ mm für Schrauben, die ohne Vorbohrung eingeschraubt werden, wie folgt:

$$f_{h,0,k} = 0,082 \rho_k d^{-0,3} = 0,039 \rho_k \quad \text{ohne vorgebohrte Löcher}$$

Bei Schrauben in vorgebohrten Löchern errechnet sich die charakteristische Lochleibungsfestigkeit bei Nadelholz nach EN 1995-1-1 Abschnitt 8.5.1 mit $d = 12$ mm zu:

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 (1 - 0,01 d) \rho_k = 0,072 \rho_k \quad \text{mit vorgebohrten Löchern}$$

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 d = 1,53 \quad \text{für Nadelholz}$$

Furnierschichtholz

Die charakteristische Lochlochleibungsfestigkeit errechnet sich bei Furnierschichtholz in den Seitenflächen nach EN 1995-1-1 Abschnitt 8.3.1 und 8.5.1 wie für Nadelholz mit folgender Ausnahme:

$$k_{90} = 1,30 + 0,015 d = 1,48 \quad \text{für Furnierschichtholz}$$

Bei Schrauben, die in die Stirnflächen von Furnierschichtholz eingedreht werden, sind die Lochleibungsfestigkeiten in den Stirnflächen mit einem Drittel der Lochleibungsfestigkeiten der Seitenflächen anzunehmen.

Brettspertholz

Die Lochleibungsfestigkeit bei in die Stirnflächen von Brettspertholz eingedrehten Schrauben, kann unabhängig vom Winkel der Schraubenachse zur Faserrichtung angenommen werden zu:

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

Mit dem Gewindeaußendurchmesser $d = 12$ mm ergibt sich eine Lochleibungsfestigkeit $f_{h,k} = 5,77$ N/mm² für Nadelholz. Die Festlegungen in den europäisch technischen oder nationalen Zulassungen des Brettspertholzes sind zu beachten.

Die Lochleibungsfestigkeit für Schrauben in den Seitenflächen von Brettspertholz ist wie für Vollholz nach EN 1995-1-1 Abschnitt 8.5.1 zu ermitteln. Für die Rohdichte ist hierbei die charakteristische Wert der äußeren Lage einzusetzen. Wenn relevant, ist der Winkel zwischen Kraft und Faserrichtung der äußeren Lage zu berücksichtigen.

Die Kraft muss rechtwinklig zur Schraubenachse und parallel zur Seitenfläche des Brettspertholz wirken. Für Winkel $45^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ zwischen Schraubenachse und Faserrichtung der äußeren Lage ist der charakteristische Wert der Tragfähigkeit zu 2/3 von dem Wert für $\alpha = 90^\circ$

anzunehmen, wenn als Eindringtiefe nur das Maß rechtwinklig zur Seitenfläche in Rechnung gestellt wird.

Greift eine Kraftkomponente rechtwinklig zur Seitenfläche an, besteht die Gefahr des Quersugsversagens. Das Quersugsversagen sollte durch eine Verstärkung mit Vollgewindeschrauben parallel zur Stirnfläche verhindert werden (siehe Bild 6).

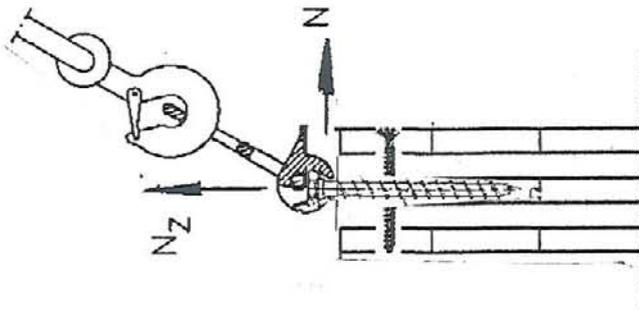


Bild 6: Quersugsicherung eines Brettsperrholzelements mit Vollgewindeschrauben

Die vorhandene Zugkraft N_z in der Schraube und Abscherkraft N muss mit den Teilsicherheitsbeiwerten der Einwirkungen multipliziert werden. Bei Transportzuständen ist die Einwirkung in der Regel das Eigengewicht des Bauelements. In diesem Fall ist

$$F_{ax,Ed} = 1,35 \cdot N_z ; \quad F_{v,Ed} = 1,35 \cdot N$$

In Richtung des Gehänges berechnet sich die resultierende Kraft zu

$$F_{Ed} = 1,35 \cdot N_{Sz}$$

6 Beanspruchung der Schraube auf Schrägzug bei passgenauer Einfräsung des Kupplungskopfes

Wird der Kupplungskopf des Lastaufnahmemittels passgenau in eine Einfräsung (Bild 7) eingelassen, dann wird die Horizontalkraft bei Schrägzug über den Kupplungskopf direkt in das Holz eingeleitet. Die Einfräsung kann z.B. mit einem Kettenstemmer eingebracht werden.

Der Bemessungswert des Auszieh Widerstandes für unter einem Winkel $30^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehte Schrauben darf mit

$$F_{ax,Rk} = \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1,2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

mit $f_{ax,k} = 10,0 \text{ N/mm}^2$, $d = 12 \text{ mm}$ und der Eindringtiefe des Gewindeteils l_{ef} in mm sowie dem charakteristischen Wert der Rohdichte in kg/m^3 in

Rechnung gestellt werden. Als Eindringtiefe darf höchstens die Gewindelänge l_g gemäß Europäischer Technischer Zulassung angesetzt werden. Eindringtiefen kleiner 48 mm dürfen nicht in Rechnung gestellt werden.

Dieser Wert gilt auch für Brettsperrholz aus Nadelholz in den Seitenflächen. Für Schrauben, die in mehr als eine Lage einbinden, können die verschiedenen Lagen über die charakteristischen Rohdichten der Brettlagen anteilmäßig berücksichtigt werden. In den Stirnflächen des Brettsperrholzes sollen die Schrauben so eingedreht werden, dass sie vollständig in einer Lage einbinden. Hier kann es jedoch sein, dass die Schrauben faserparallel in eine Brettlage eingebracht werden müssen. Nach Untersuchungen von Uibel u. Blaß 2009 kann für Schrauben, die in die Stirnfläche eingedreht werden, der charakteristische Wert des Auszieh Widerstandes für unter einem Winkel $0^\circ \leq \alpha < 30^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) angenommen werden zu

$$F_{ax,Rk} = \frac{31 d^{0,8} l_{ef}^{0,9}}{1,5 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \quad \text{in N} \quad (d \text{ in mm; } l_{ef} \text{ in mm})$$

Der Bemessungswert des Auszieh Widerstandes ist aus dem charakteristischen Wert wie folgt zu berechnen:

$$F_{ax,Rd} = k_{mod} / \gamma_M \cdot F_{ax,Rk}$$

Der Modifikationsbeiwert k_{mod} ist für die Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) kurz aus EN 1995-1-1 Tab. 3.1 bzw. DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.4 zu ermitteln. Für Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz, Furnierschichtholz und Brettsperrholz in der Nutzungsklasse 1 und 2 ist

$$k_{mod} = 0,9$$

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_M ist nach DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.2 und NA.3 in Deutschland wie folgt anzunehmen:

$$\gamma_M = 1,3$$

Dieser Wert kann sich in anderen Ländern unterscheiden.

Bei einer maximalen Gewindelänge $l_g = 145$ mm ergibt sich der maximale Bemessungswert des Auszieh Widerstandes pro Transportanker auf der Grundlage einer charakteristischen Rohdichte des Holzbauteils von 350 kg/m^3 und $\alpha = 90^\circ$ zu:

$$\max F_{ax,Rk} = 17,40 \text{ kN}$$

Daraus ergibt sich ein maximale des Auszieh Widerstandes pro Transportanker zu:

$$\max F_{ax,Rd} = 12,05 \text{ kN}$$

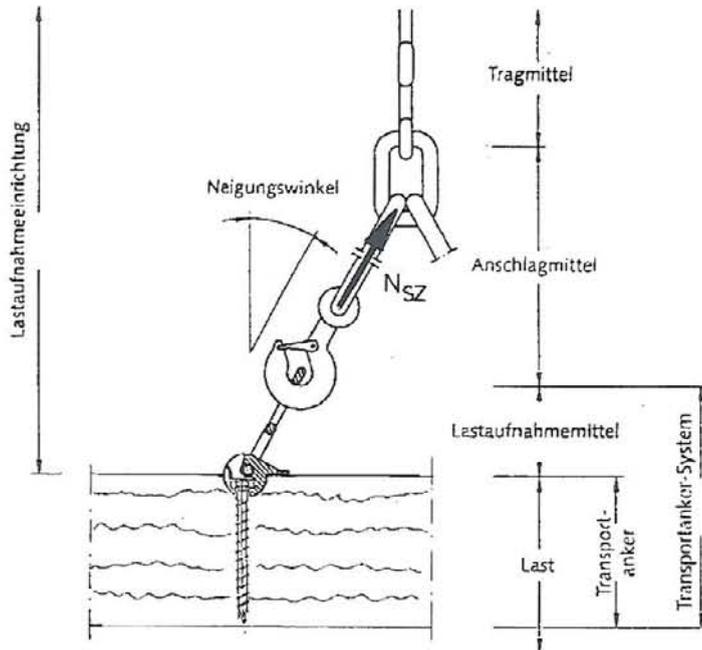


Bild 7: Transportanker unter Schrägzugbeanspruchung - Kupplungskopf des Lastaufnahmemittels passgenau in eine Einfräsung eingelassen

Dieser Wert muss mit dem Bemessungswert $F_{ax,Ed}$ der Einwirkungen verglichen werden. D.h. die vorhandene Zugkraftkomponente N_z in der Schraube muss mit den Teilsicherheitsbeiwerten der Einwirkungen multipliziert werden. Bei Transportzuständen ist die Einwirkung in der Regel das Eigengewicht des Bauelements. In diesem Fall ist

$$F_{ax,Ed} = 1,35 \cdot N_z$$

Daraus kann die größte aufnehmbare Kraft $N_z = 8,92$ kN bei Ausnutzung der maximalen Gewindelänge von $l_g = 145$ mm ($\rho_k = 350$ kg/m²; $\alpha = 90^\circ$) abgeleitet werden.

Die resultierende Kraft N_{sz} in Richtung des Gehänges kann mit Hilfe des Neigungswinkels berechnet werden.

Eine Abminderung ist nicht erforderlich, da die Horizontalkraft über Kontaktpressung aufgenommen wird. Das Holz wird weitgehend in Faserrichtung beansprucht.

7 Zusammenfassung

Diese gutachtliche Stellungnahme beurteilt die Verwendung der ASSY 3.0 Kombi Holzschrauben mit Sechskantkopf in Verbindung mit der DEHA Universal-Kupplung oder dem BGW-Kugelkopfabheber als Transportanker. Das System besteht aus einer ASSY 3.0 Kombi Holzschraube $d = 12$ mm und einer DEHA Universal-Kupplung oder einem BGW-Kugelkopfabheber Lastgruppe 1-1,3.

Es werden Bemessungsgrundlagen und Schraubenbelastungen für 3 Fälle angegeben.

1. Beanspruchung der Schraube auf Axialzug
2. Beanspruchung der Schraube auf Schrägzug
3. Beanspruchung der Schraube auf Schrägzug bei passgenauer Einfräsung des Kupplungskopfes

Die zulässige Beanspruchung wird in erster Linie durch die Einschraubtiefe bzw. der Gewindelänge beeinflusst. Die größte aufnehmbare Kraft berechnet sich aus den angegebenen Bemessungsgleichungen. Bei kleineren Eindringtiefen und wirksamen Einschraubtiefen bzw. Gewindelängen sind die aufnehmbaren Kräfte entsprechend den Angaben abzumindern.

Dabei sind die angegebenen Randbedingungen und die Mindestabstände einzuhalten.

Unter diesen Voraussetzungen besteht m. E. gegen die Verwendung von Würth ASSY 3.0 Kombi Holzschrauben als Transportanker keine Bedenken.

Dettenheim, den 25.09.12



Prof. Dr.-Ing. Hartmut Werner

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzbau und Holzbauschäden

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Werner, Am Vogelsang 1, 76706 Dettenheim

Adolf Würth
GmbH & Co.KG
Postfach

D-74650 Künzelsau

Datum: 29.03.2014

Gutachtliche Stellungnahme

Verwendung von Würth ASSY® 3.0 Kombi 10 mm Holzschrauben nach ETA-11/0190 als Transportanker

1 Allgemeines

Die Firma Adolf Würth GmbH & Co. KG möchte die ASSY 3.0 Kombi Holzschrauben mit Sechskantkopf SW17 nach ETA-11/0190 auch mit Durchmesser 10 mm in Verbindung mit der DEHA Universal-Kupplung oder dem BGW-Kugelkopfabheber als Transportanker einsetzen. Im Rahmen einer gutachtlichen Stellungnahme soll die Eignung dieser selbstbohrenden Holzschraube für diesen Anwendungsfall beurteilt werden. Dadurch können geringere Randabstände und Einschraubtiefen realisiert werden.

Würth ASSY 3.0 Kombi Holzschrauben sind europäisch zugelassene Holzverbindungsmittel (ETA-11/0190 vom 27.6.2013), die für tragende Holzverbindungen verwendet werden dürfen. Mit diesen Schrauben sollen an Hölzer und Holzwerkstoffplatten DEHA Universal-Kupplungen bzw. BGW-Kugelkopfabheber angeschlossen werden, um damit Holzbauteile transportieren zu können. Dazu wird diese Kupplung einfach in die Schraube eingehängt. Bild 1 zeigt das Transportankersystem mit der ASSY Kombi-Holzschraube und DEHA Universal-Kupplung Lastgruppe 1-1,3.

Bei einer Schrägzugbeanspruchung kann im Holz eine Ausfräsung vorzusehen werden, damit die Horizontalkomponente der Kraft direkt in das Holz eingeleitet werden kann.



Bild 1: Transportankersystem mit der ASSY Kombi-Holzschraube und DEHA Universal-Kupplung Lastgruppe 1-1,3

2 Vorschriften

EN 1991-1-1	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke; Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
EN 1991-1-6	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke; Einwirkungen während der Bauausführung
EN 1995-1-1	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
DIN EN 1995-1-1/NA	Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
ETA-11/0190	Europäische Technische Zulassung für Würth Schrauben (selbstbohrende Schrauben als Holzverbindungsmittel) vom 27. Juni 2013
BGV D6	Unfallsverhütungsvorschrift „Krane“, 04/2001
BGR 500 (Kap. 2.8)	Lastaufnahmeeinrichtungen im Hebezeugbetrieb 04/2008
DEHA DKR 05	Technische Information „DEHA Konus-Rohranker DRK“
LGA Bayern	Zugversuche an Kugelkopfkankern mit Abhebern der Fa. BGW, Prüfungsbericht Nr. 2951056
Uibel, Th.; Blaß, H.	Bemessungsvorschläge für Verbindungen in Brettspertholz. Bauen mit Holz 111 (2/2009) S. 46-53

3 Bemessungsgrundlagen

Das Transportankersystem für Holzbauteile setzt sich zusammen aus der ASSY 3.0 Kombi-Holzschraube nach ETA-11/0190 und der DEHA Universal-Kupplung bzw. dem BGW-Kugelkopfabheber Lastgruppe 1,0-1,3 t. Die Betriebsanleitungen der Hersteller sind zu beachten. Maßgebend für die Tragfähigkeit ist das schwächste Glied dieser beiden Teile.

Nach der Europäischen Technischen Zulassung dürfen die Holzschrauben nur für ruhende oder quasi-ruhende Belastungen verwendet werden. Transportanker werden in erster Linie durch Gewichtskräfte beansprucht. Die Gewichtskräfte kann man als quasi-ruhend bezeichnen, da es sich um nicht sehr häufig wiederholende Lasten handelt. Bei der Ermittlung der Gewichtskräfte ist EN 1991-1-1 zugrunde zu legen.

An einem Kran können diese Lasten jedoch schwingen. Die Größe der dynamischen Belastung wird durch die Wahl der Zugverbindung zwischen Kran und Transportankersystem bestimmt. Stahl- und Synthetikseile wirken dämpfend. Kurze Ketten dagegen wirken sich ungünstig aus. Es wird empfohlen, die auf das Transportankersystem wirkenden Kräfte mit den in Tabelle 1 angegebenen Schwingbeiwerten φ zu multiplizieren.

Tabelle 1: Empfohlene Schwingbeiwerte φ

Hubgerät	Hubgeschwindigkeit	Schwingbeiwert φ
Stationärer Kran Drehkran Schienenkran	< 90 m/min	1,0 - 1,10
Stationärer Kran Drehkran Schienenkran	\geq 90 m/min	\geq 1,30
Hub und Transport im ebenen Gelände		\geq 1,65
Hub und Transport im unebenen Gelände		\geq 2,00

Von den empfohlen Schwingbeiwerten kann je nach Situation und gegebenen Umständen abgewichen werden. Weiterhin sind die Angaben in EN 1991-1-6 zu berücksichtigen.

Die Anzahl der Anker bestimmt das zu verwendete Gehänge. Gehänge von mehr als 3 Strängen sind grundsätzlich statisch unbestimmt, wenn nicht durch geeignete Maßnahmen (z.B. Ausgleichstraverse) sichergestellt ist, dass die Last auf alle Stränge gleichmäßig verteilt wird.

Bei statisch unbestimmten Gehängen müssen die Anker entsprechend BGR 500 (Kap. 2.8) so bemessen werden, dass 2 Ankerpunkte die gesamte Last aufnehmen können. Entsprechend dem Kräftedreieck sind die Lasten auf die Ankerpunkte zu ermitteln.

Bei einer reinen Beanspruchung der Schraube auf Axialzug wird die Schraube aus dem Holz herausgezogen. Das gesamte Bauteil sollte mit mindestens zwei Holzschrauben angeschlossen werden. Jedoch ist darauf zu achten, dass die Schrauben nicht in Schwindrisse oder dergleichen eingeschraubt werden.

In Anlehnung an die Erläuterungen (NCI) im Nationalen Anhang (DIN EN 1995-1-1/NA) reicht für einen Ankerpunkt eine Schraube, wenn das Bauteil mit mindestens zwei Holzschrauben angeschlossen ist.

Bei Einhaltung einer Mindesteinbindetiefe der Schrauben von $20 \cdot d$ und einer planmäßigen Beanspruchung der Schraube auf Axialzug kann zur

Befestigung eines Bauteils auch nur eine Schraube verwendet werden. Dabei muss die Tragfähigkeit der Schraube um 50 % reduziert werden.

Für das Transportankersystem für Holzbauteile werden ASSY 3.0 Kombi Holzschraube $d = 10$ mm und DEHA Universal-Kupplung bzw. BGW-Kugelkopfabheber Lastgruppe 1-1,3 verwendet. Diese Schrauben dürfen in Holzbauteile aus Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz, Brettspertholz oder Furnierschichtholz nur in die Holzarten Fichte, Kiefer oder Tanne und inzwischen auch in Buche und Eiche eingeschraubt werden.

Die Schrauben können in Holzbauteile ohne Vorbohren oder in vorgebohrte Holzbauteile eingedreht werden, wobei der Durchmesser des vorgebohrten Loches den Angaben der ETA-Tabelle 1 der Europäischen Technischen Zulassung entsprechen müssen. Bei den Laubhölzern Buche und Eiche sowie bei den Nadelhölzern Lärche und Douglasie dürfen die Schrauben nur in vorgebohrte Löcher eingebracht werden.

Aus Sicherheitsgründen sind die Schrauben nur **einmal** zu verwenden.

Die Dicke der Holzbauteile muss mindestens 40 mm betragen.

Als Mindestrandabstände der Schraube mit $d = 10$ mm in nicht vorgebohrte Holzbauteile müssen die Werte nach Tabelle 2 eingehalten werden:

Tabelle 2: Mindestabstände der Holzschrauben in **nicht** vorgebohrten Holzbauteilen aus Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz oder Furnierschichtholz der Holzarten Fichte, Kiefer oder Tanne mit Rohdichten $\rho_k \leq 420$ kg/m³

vom Rand in Faserrichtung	150 mm
vom unbeanspruchter Rand rechtwinklig zur Faserrichtung	50 mm
vom beanspruchten Rand rechtwinklig zur Faserrichtung	100 mm
untereinander in Faserrichtung	120 mm
untereinander rechtwinklig zur Faserrichtung	50 mm

Wenn der Abstand in Faserrichtung untereinander und zum Hirnholzende mindestens 250 mm beträgt, darf der Abstand zum unbeanspruchten Rand rechtwinklig zur Faserrichtung auf 30 mm verringert werden. Daraus folgt, dass das Holz mindestens 60 mm breit sein muss.

Ist die charakteristische Rohdichte der Hölzer größer 420 kg/m³ dürfen die Mindestwerte nach EN 1995-1-1, Abschnitt 8.3.1.2 und Tab. 8.2, wie bei Nägeln mit nicht vorgebohrten Nagellöchern, angesetzt werden.

Als Mindestrandabstände der Schraube mit $d = 10$ mm in vorgebohrte Holzbauteile müssen die Werte nach Tabelle 3 eingehalten werden:

Tabelle 3: Mindestabstände der Holzschrauben in **vorgebohrten** Holzbauteilen aus Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz oder Furnierschichtholz der Holzarten Fichte, Kiefer oder Tanne

vom beanspruchten Rand in Faserrichtung	120 mm
vom unbeanspruchter Rand in Faserrichtung	70 mm
vom unbeanspruchter Rand rechtwinklig zur Faserrichtung	30 mm
vom beanspruchten Rand rechtwinklig zur Faserrichtung	70 mm
untereinander in Faserrichtung	50 mm
untereinander rechtwinklig zur Faserrichtung	40 mm

Brettsperrholz

Die Anforderungen an die Mindestabstände der Schrauben in den Seiten- und Stirnflächen von Brettsperrholz können Tabelle 4 und 5 entnommen werden. Die Mindestabstände sind in den Bildern 2 und 3 definiert.

Tabelle 4: Mindestabstände der Holzschrauben in der Seitenfläche von Holzbauteilen aus Brettsperrholz der Holzarten Fichte, Kiefer oder Tanne (siehe Bild 2)

$a_{1,t}$ (vom Rand in Faserrichtung)	60 mm
$a_{1,c}$ (vom unbeanspruchter Rand in Faserrichtung)	60 mm
$a_{2,c}$ (vom unbeanspruchter Rand rechtw. zur Faserrichtung)	25 mm
$a_{2,t}$ (vom beanspruchten Rand rechtw. zur Faserrichtung)	60 mm
a_1 (untereinander in Faserrichtung)	40 mm
a_2 (untereinander rechtwinklig zur Faserrichtung)	25 mm

Tabelle 5: Mindestabstände der Holzschrauben in der Stirnfläche von Holzbauteilen aus Brettsperrholz der Holzarten Fichte, Kiefer oder Tanne (siehe Bild 3)

$a_{1,t}$ (vom Rand in Faserrichtung)	120 mm
$a_{1,c}$ (vom unbeanspruchter Rand in Faserrichtung)	70 mm
$a_{2,c}$ (vom unbeanspruchter Rand rechtw. zur Faserrichtung)	30 mm
$a_{2,t}$ (vom beanspruchten Rand rechtw. zur Faserrichtung)	60 mm
a_1 (untereinander in Faserrichtung)	100 mm
a_2 (untereinander rechtwinklig zur Faserrichtung)	40 mm

Die minimale Dicke des Brettsperrholzes für den Ansatz der Mindestabstände beträgt 100 mm. Die Fugen in den Lagen des Brettsperrholzes dürfen nicht breiter sein als der Kerndurchmesser $d_1 = 6,5$ mm der Schraube. Die Einbindetiefe der Schrauben in der Stirnfläche des Brettsperrholzes muss 100 mm betragen.

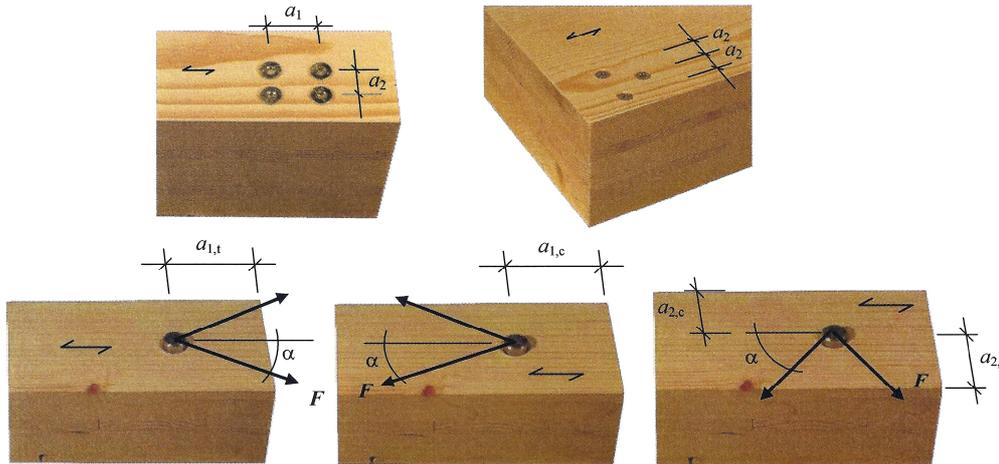


Bild 2: Definition der Mindestabstände in den Seitenflächen von Brettsperrholz

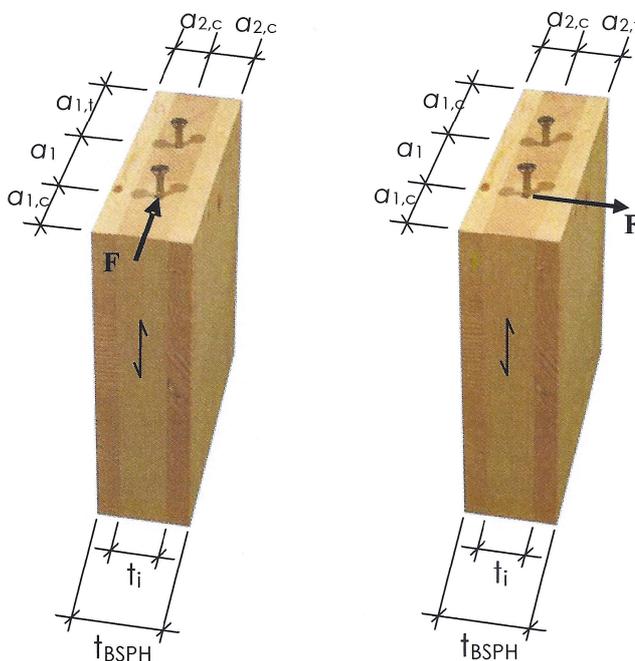


Bild 3: Definition der Mindestabstände in den Stirnflächen von Brettsperrholz

4 Beanspruchung der Schraube auf Axialzug

Die Tragfähigkeit auf Herausziehen wird in erster Linie durch den Außendurchmesser des Gewindes d und der Einbindetiefe des Gewindeteils l_{ef} bestimmt.

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehten Schraube berechnet sich mit:

$$F_{ax,Rk} = f_{ax,k} d l_{ef} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $0^\circ \leq \alpha < 45^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehten Schraube darf mit

$$F_{ax,Rk} = \left(0,3 + \frac{0,7 \cdot \alpha}{45^\circ} \right) f_{ax,k} d l_{ef} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

in Rechnung gestellt werden.

Dabei sind $f_{ax,k} = 10,0 \text{ N/mm}^2$, $d = 10 \text{ mm}$ und die Einbindetiefe des Gewindeteils l_{ef} in mm sowie der charakteristische Wert der Rohdichte in kg/m^3 einzusetzen. Als Einbindetiefe darf höchstens die Gewindelänge l_g gemäß Europäischer Technischer Zulassung angesetzt werden. Einbindetiefen kleiner 40 mm dürfen nicht in Rechnung gestellt werden.

Dieser Wert gilt auch für Brettsperrholz aus Nadelholz in den Seitenflächen. Für Schrauben, die in mehr als eine Lage einbinden, können die verschiedenen Lagen über die charakteristischen Rohdichten der Brettlagen anteilmäßig berücksichtigt werden. In den Stirnflächen des Brettsperrholzes sollen die Schrauben so eingedreht werden, dass sie vollständig in einer Lage einbinden.

Bei einer maximalen Gewindelänge $l_g = 145 \text{ mm}$ ergibt sich der maximale charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes pro Transportanker auf der Grundlage einer charakteristischen Rohdichte des Holzbauteils von 350 kg/m^3 und $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ zu:

$$\max F_{ax,Rk} = 14,50 \text{ kN}$$

Versuche mit DEHA Universal-Kupplungen und mit BGW-Kugelkopfabhebern haben gezeigt, dass kein Versagen des Schraubenkopfes beobachtet wurde, sondern der Schraubenschaft auf Zug versagte. Der charakteristische Wert der Zugtragfähigkeit der Schraube aus Kohlenstoffstahl beträgt 26 kN.

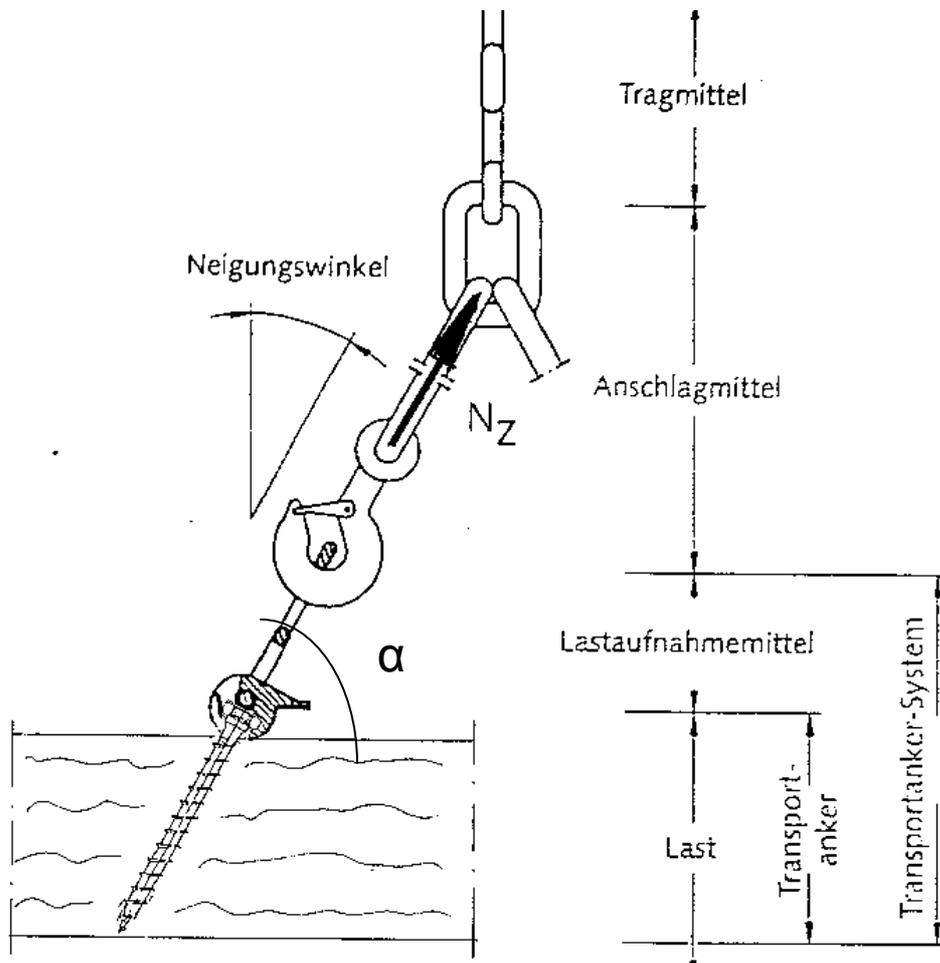


Bild 4: Transportanker unter Axialzugbeanspruchung

Der Bemessungswert des Ausziehwiderstandes ist aus dem charakteristischen Wert wie folgt zu berechnen:

$$F_{ax,Rd} = k_{mod}/\gamma_M \cdot F_{ax,Rk}$$

Der Modifikationsbeiwert k_{mod} ist für die Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) kurz aus EN 1995-1-1 Tab. 3.1 bzw. DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.4 zu ermitteln. Für Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz, Furnierschichtholz und Brettspertholz in der Nutzungsklasse 1 und 2 ist

$$k_{mod} = 0,9$$

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_M ist nach DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.2 und NA.3 in Deutschland wie folgt anzunehmen:

$$\gamma_M = 1,3$$

Dieser Wert kann sich in anderen Ländern unterscheiden.

Daraus ergibt sich ein maximale Bemessungswert des Auszieh-
widerstandes pro Transportanker zu:

$$\max F_{ax,Rd} = 10,04 \text{ kN}$$

Dieser Wert muss mit dem Bemessungswert $F_{ax,Ed}$ der Einwirkungen verglichen werden. D.h. die vorhandene Zugkraft N_Z in der Schraube muss mit den Teilsicherheitsbeiwerten der Einwirkungen multipliziert werden. Bei Transportzuständen ist die Einwirkung in der Regel das Eigengewicht des Bauelements. In diesem Fall ist

$$F_{ax,Ed} = 1,35 \cdot N_Z$$

Daraus kann die größte aufnehmbare Kraft $N_Z = 7,44 \text{ kN}$ bei Ausnutzung der maximalen Gewindelänge von $l_g = 145 \text{ mm}$ ($\rho_k = 350 \text{ kg/m}^2$; $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$) abgeleitet werden.

Als Lastaufnahmemittel wird die DEHA Universal-Kupplung oder der BGW-Kugelkopfabheber Lastgruppe 1-1,3 verwendet. Diese Kupplung ist ausgelegt für eine zulässige Kraft von 13 kN. Dabei sind die Hinweise und die Handhabungsbedingungen der Halfen-Deha Vertriebsgesellschaft mbH, Liebigstr. 14, 40764 Langenfeld bzw. der BGW-Bohr GmbH, Kastanienstr., 97854 Steinfeld zu beachten. In Bild 4 ist die Lastaufnahmeeinrichtung mit einem schräg eingedrehten Transportanker dargestellt.

5 Beanspruchung der Schraube auf Schrägzug

Werden die Holzschrauben entsprechend Bild 5 gleichzeitig auf Herausziehen und auf Abscheren beansprucht, dann spricht man von einer Schrägzugbelastung. Bei dieser kombinierten Beanspruchung gilt:

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

mit

$F_{ax,Ed}$	Bemessungswert der Kraftkomponente in Richtung der Schraubenachse (Ausziehung)
$F_{v,Ed}$	Bemessungswert der Kraftkomponente rechtwinklig zur Schraubenachse (Abscherkraft)
$F_{ax,Rd}$	Bemessungswert des Ausziehwerstandes
$F_{v,Rd}$	Bemessungswert der Schraubenbelastung rechtwinklig zur Schraubenachse

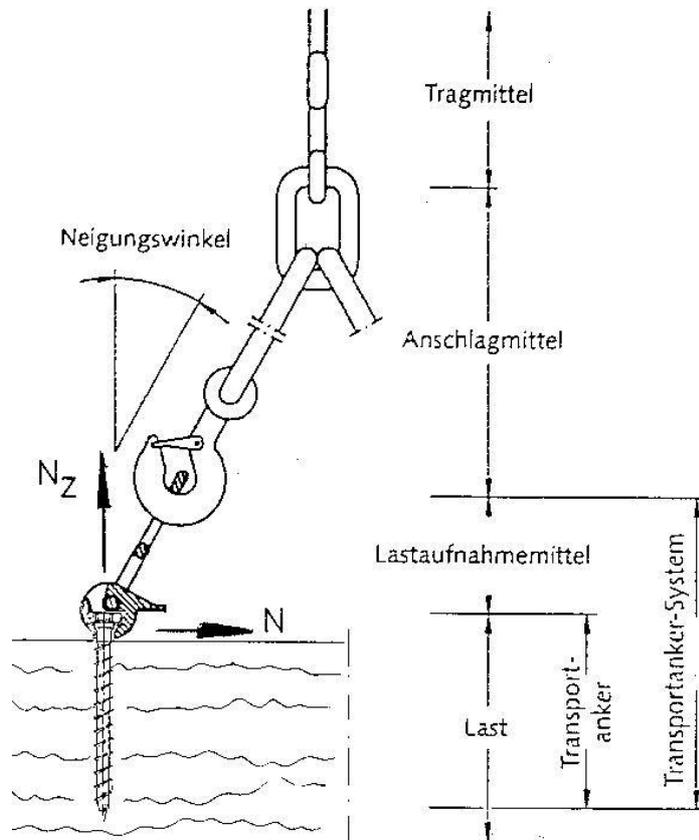


Bild 5: Transportanker unter Schrägzugbeanspruchung

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehten Schraube berechnet sich mit:

$$F_{ax,Rk} = f_{ax,k} d l_{ef} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $0^\circ \leq \alpha < 45^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehten Schraube darf mit

$$F_{ax,Rk} = \left(0,3 + \frac{0,7 \cdot \alpha}{45^\circ} \right) f_{ax,k} d l_{ef} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

in Rechnung gestellt werden.

Dabei sind $f_{ax,k} = 10,0 \text{ N/mm}^2$, $d = 10 \text{ mm}$ und die Einbindetiefe des Gewindeteils l_{ef} in mm sowie der charakteristischen Wert der Rohdichte in kg/m^3 einzusetzen. Als Einbindetiefe darf höchstens die Gewindelänge l_g

gemäß Europäischer Technischer Zulassung angesetzt werden. Einbindetiefen kleiner 40 mm dürfen nicht in Rechnung gestellt werden.

Dieser Wert gilt auch für Brettspertholz aus Nadelholz in den Seitenflächen. Für Schrauben, die in mehr als eine Lage einbinden, können die verschiedenen Lagen über die charakteristischen Rohdichten der Brettlagen anteilmäßig berücksichtigt werden. In den Stirnflächen des Brettspertholzes sollen die Schrauben so eingedreht werden, dass sie vollständig in einer Lage einbinden.

Der Bemessungswert des Auszieh Widerstandes ist aus dem charakteristischen Wert wie folgt zu berechnen:

$$F_{ax,Rd} = k_{mod}/\gamma_M \cdot F_{ax,Rk}$$

Der Modifikationsbeiwert k_{mod} ist für die Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) kurz aus EN 1995-1-1 Tab. 3.1 bzw. DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.4 zu ermitteln. Für Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz, Furnierschichtholz und Brettspertholz in der Nutzungsklasse 1 und 2 ist

$$k_{mod} = 0,9$$

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_M ist nach DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.2 und NA.3 in Deutschland wie folgt anzunehmen:

$$\gamma_M = 1,3$$

Dieser Wert kann sich in anderen Ländern unterscheiden.

Der Schraubenkopf ist mit dem Lastaufnahmemittel gelenkig verbunden; d.h. der Schraubenkopf ist nicht eingespannt. Der Bemessungswert der Schraubenbelastung rechtwinklig zur Schraubenachse beim Anschrauben von Stahlteilen berechnet sich bei einer Einbindetiefe t_1 zu:

$$F_{v,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{k_{mod}}{\gamma_{M,h}} \cdot 0,4 \cdot t_1 \cdot d \cdot f_{h,k} \\ \left(1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M,y}} \cdot d \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{M,h}} \cdot f_{h,k}} + 0,25 \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{M,h}} \cdot F_{ax,Rk} \right) \end{array} \right. \quad (\text{in N})$$

$$d = 10 \text{ mm}$$

$$M_{y,Rk} = 36 \text{ Nm}$$

$$\gamma_{M,h} = 1,3 \text{ (Holz)}; \gamma_{M,y} = 1,3 \text{ (Stahl in Verbindungen)}; k_{mod} = 0,9 \text{ (Holz)}$$

$f_{h,k}$: charakteristische Lochleibungsfestigkeit des Holzes oder des Holzwerkstoffes in N/mm²

Die charakteristische Lochleibungsfestigkeit errechnet sich bei Nadelholz mit $d = 10 \text{ mm}$ für Schrauben, die ohne Vorbohrung eingeschraubt werden, wie folgt:

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{2,5 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 \rho_k d^{-0,3} = 0,041 \rho_k \quad \text{ohne vorgebohrte Löcher}$$

Bei Schrauben in vorgebohrten Löchern errechnet sich die charakteristische Lochleibungsfestigkeit bei Nadelholz mit $d = 10 \text{ mm}$ zu:

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{2,5 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 (1 - 0,01 d) \rho_k = 0,074 \rho_k \quad \text{mit vorgebohrten Löchern}$$

Furnierschichtholz

Die charakteristische Lochleibungsfestigkeit errechnet sich bei Furnierschichtholz in den Seitenflächen nach EN 1995-1-1 Abschnitt 8.3.1 wie für Nadelholz.

Bei Schrauben, die in die Stirnflächen von Furnierschichtholz eingedreht werden, sind die Lochleibungsfestigkeiten in den Stirnflächen mit einem Drittel der Lochleibungsfestigkeiten der Seitenflächen anzunehmen.

Brettsperrholz

Die Lochleibungsfestigkeit bei in die Stirnflächen von Brettsperrholz eingedrehten Schrauben, kann für Lagen aus Nadelholz unabhängig vom Winkel der Schraubenachse zur Faserrichtung angenommen werden zu:

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

Mit dem Gewindeaußendurchmesser $d = 10 \text{ mm}$ ergibt sich eine Lochleibungsfestigkeit $f_{h,k} = 6,32 \text{ N/mm}^2$ für Nadelholz. Die Festlegungen in den europäisch technischen oder nationalen Zulassungen des Brettsperrholzes sind zu beachten.

Die Lochleibungsfestigkeit für Schrauben in den Seitenflächen von Brettsperrholz ist wie für Vollholz zu ermitteln. Für die Rohdichte ist hierbei die charakteristische Wert der äußeren Lage einzusetzen. Wenn relevant, ist der Winkel zwischen Kraft und Faserrichtung der äußeren Lage zu berücksichtigen.

Die Kraft muss rechtwinklig zur Schraubenachse und parallel zur Seitenfläche des Brettsperrholz wirken. Für Winkel $45^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ zwischen Schraubenachse und Faserrichtung der äußeren Lage ist der charakteristische Wert der Tragfähigkeit zu $2/3$ von dem Wert für $\alpha = 90^\circ$ anzunehmen, wenn als Einbindetiefe nur das Maß rechtwinklig zur Seitenfläche in Rechnung gestellt wird.

Greift eine Kraftkomponente rechtwinklig zur Seitenfläche an, besteht die Gefahr des Querkzugversagens. Das Querkzugversagen sollte durch eine

Verstärkung mit Vollgewindeschrauben parallel zur Stirnfläche verhindert werden (siehe Bild 6).

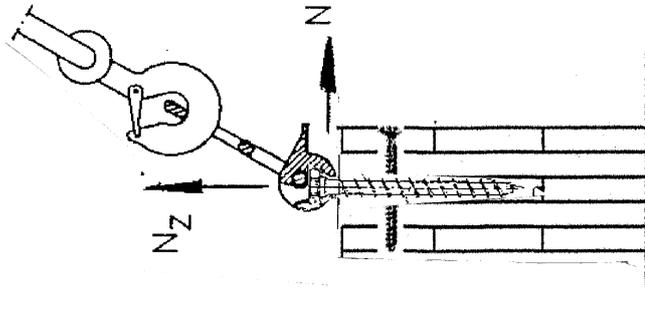


Bild 6: Quersugsicherung eines Brettsperrholzelements mit Vollgewindeschrauben

Die vorhandene Zugkraft N_z in der Schraube und Abscherkraft N muss mit den Teilsicherheitsbeiwerten der Einwirkungen multipliziert werden. Bei Transportzuständen ist die Einwirkung in der Regel das Eigengewicht des Bauelements. In diesem Fall ist

$$F_{ax,Ed} = 1,35 \cdot N_z ; \quad F_{v,Ed} = 1,35 \cdot N$$

In Richtung des Gehänges berechnet sich die resultierende Kraft zu

$$F_{Ed} = 1,35 \cdot N_{SZ}$$

6 Beanspruchung der Schraube auf Schrägzug bei passgenauer Einfräsung des Kupplungskopfes

Wird der Kupplungskopf des Lastaufnahmemittels passgenau in eine Einfräsung (Bild 7) eingelassen, dann wird die Horizontalkraft bei Schrägzug über den Kupplungskopf direkt in das Holz eingeleitet. Die Einfräsung kann z.B. mit einem Kettenstemmer eingebracht werden.

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehten Schraube berechnet sich mit:

$$F_{ax,Rk} = f_{ax,k} d l_{ef} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $0^\circ \leq \alpha < 45^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehten Schraube darf mit

$$F_{ax,Rk} = \left(0,3 + \frac{0,7 \cdot \alpha}{45^\circ} \right) f_{ax,k} d l_{ef} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

in Rechnung gestellt werden.

Dabei sind $f_{ax,k} = 10,0 \text{ N/mm}^2$, $d = 10 \text{ mm}$ und die Einbindetiefe des Gewindeteils l_{ef} in mm sowie der charakteristische Wert der Rohdichte in kg/m^3 einzusetzen. Als Einbindetiefe darf höchstens die Gewindelänge l_g gemäß Europäischer Technischer Zulassung angesetzt werden. Einbindetiefen kleiner 40 mm dürfen nicht in Rechnung gestellt werden.

Dieser Wert gilt auch für Brettsperrholz aus Nadelholz in den Seitenflächen. Für Schrauben, die in mehr als eine Lage einbinden, können die verschiedenen Lagen über die charakteristischen Rohdichten der Brettlagen anteilmäßig berücksichtigt werden. In den Stirnflächen des Brettsperrholzes sollen die Schrauben so eingedreht werden, dass sie vollständig in einer Lage einbinden.

Der Bemessungswert des Ausziehwiderstandes ist aus dem charakteristischen Wert wie folgt zu berechnen:

$$F_{ax,Rd} = k_{mod} / \gamma_M \cdot F_{ax,Rk}$$

Der Modifikationsbeiwert k_{mod} ist für die Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) kurz aus EN 1995-1-1 Tab. 3.1 bzw. DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.4 zu ermitteln. Für Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz, Furnierschichtholz und Brettsperrholz in der Nutzungsklasse 1 und 2 ist

$$k_{mod} = 0,9$$

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_M ist nach DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.2 und NA.3 in Deutschland wie folgt anzunehmen:

$$\gamma_M = 1,3$$

Dieser Wert kann sich in anderen Ländern unterscheiden.

Bei einer maximalen Gewindelänge $l_g = 145 \text{ mm}$ ergibt sich der maximale Bemessungswert des Ausziehwiderstandes pro Transportanker auf der Grundlage einer charakteristischen Rohdichte des Holzbauteils von 350 kg/m^3 und $\alpha = 90^\circ$ zu:

$$\max F_{ax,Rk} = 14,50 \text{ kN}$$

Daraus ergibt sich ein maximale des Ausziehwiderstandes pro Transportanker zu:

$$\max F_{ax,Rd} = 10,04 \text{ kN}$$

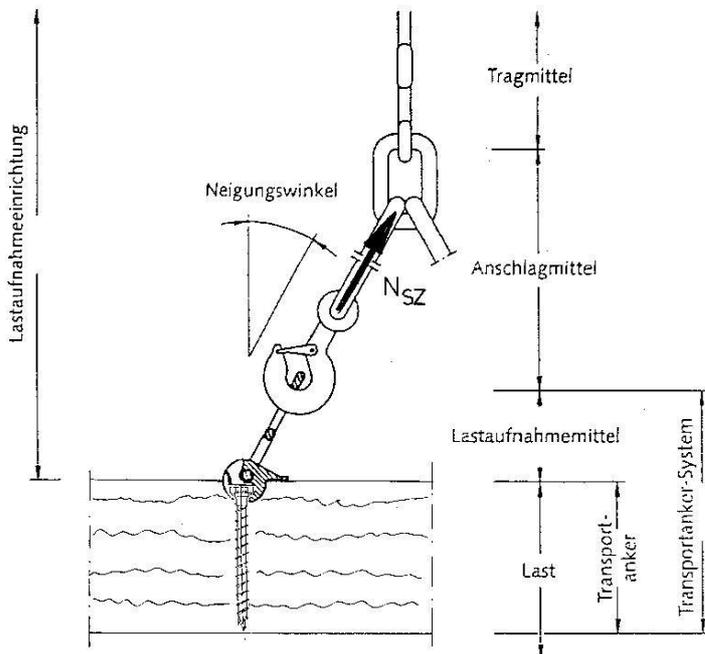


Bild 7: Transportanker unter Schrägzugbeanspruchung - Kupplungskopf des Lastaufnahmemittels passgenau in eine Einfräsung eingelassen

Dieser Wert muss mit dem Bemessungswert $F_{ax,Ed}$ der Einwirkungen verglichen werden. D.h. die vorhandene Zugkraftkomponente N_Z in der Schraube muss mit den Teilsicherheitsbeiwerten der Einwirkungen multipliziert werden. Bei Transportzuständen ist die Einwirkung in der Regel das Eigengewicht des Bauelements. In diesem Fall ist

$$F_{ax,Ed} = 1,35 \cdot N_Z$$

Daraus kann die größte aufnehmbare Kraft $N_Z = 7,44 \text{ kN}$ bei Ausnutzung der maximalen Gewindelänge von $l_g = 145 \text{ mm}$ ($\rho_k = 350 \text{ kg/m}^2$; $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$) abgeleitet werden.

Die resultierende Kraft N_{SZ} in Richtung des Gehänges kann mit Hilfe des Neigungswinkels berechnet werden.

Eine Abminderung ist nicht erforderlich, da die Horizontalkraft über Kontaktpressung aufgenommen wird. Das Holz wird weitgehend in Faserrichtung beansprucht.

7 Zusammenfassung

Diese gutachtliche Stellungnahme beurteilt die Verwendung der ASSY 3.0 Kombi Holzschrauben mit Sechskantkopf SW17 in Verbindung mit der DEHA Universal-Kupplung oder dem BGW-Kugelkopfabheber als Transportanker. Das System besteht aus einer ASSY 3.0 Kombi Holzschraube $d = 10 \text{ mm}$ und einer DEHA Universal-Kupplung oder einem BGW-Kugelkopfabheber Lastgruppe 1-1,3.

Es werden Bemessungsgrundlagen und Schraubenbelastungen für 3 Fälle angegeben.

1. Beanspruchung der Schraube auf Axialzug
2. Beanspruchung der Schraube auf Schrägzug
3. Beanspruchung der Schraube auf Schrägzug bei passgenauer Einfräsung des Kupplungskopfes

Die zulässige Beanspruchung wird in erster Linie durch die Einschraubtiefe bzw. der Gewindelänge beeinflusst. Die größte aufnehmbare Kraft berechnet sich aus den angegebenen Bemessungsgleichungen. Bei kleineren Einbindetiefen und wirksamen Einschraubtiefen bzw. Gewindelängen sind die aufnehmbaren Kräfte entsprechend den Angaben abzumindern.

Dabei sind die angegebenen Randbedingungen und die Mindestabstände einzuhalten.

Unter diesen Voraussetzungen besteht m. E. gegen die Verwendung von Würth ASSY 3.0 Kombi Holzschrauben als Transportanker keine Bedenken.

Dettenheim, den 29.03.14



Prof. Dr.-Ing. Hartmut Werner

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzbau und Holzbauschäden

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Werner, Am Vogelsang 1, 76706 Dettenheim

Adolf Würth
GmbH & Co.KG
Postfach

D-74650 Künzelsau

Datum: 16.07.2014

Gutachtliche Stellungnahme

Verwendung von Würth ASSY® 3.0 Kombi 12 mm Holzschrauben nach ETA-11/0190 (27.6.2013) als Transportanker

1 Allgemeines

Die Firma Adolf Würth GmbH & Co. KG möchte die ASSY 3.0 Kombi Holzschrauben mit Sechskantkopf SW17 nach ETA-11/0190 mit Durchmesser 12 mm in Verbindung mit der DEHA Universal-Kupplung oder dem BGW-Kugelkopfabheber als Transportanker einsetzen. Im Rahmen einer gutachtlichen Stellungnahme soll die Eignung dieser selbstbohrenden Holzschraube für diesen Anwendungsfall beurteilt werden. Diese gutachtliche Stellungnahme ersetzt die Stellungnahme vom 25.9.2012, da sich Änderungen in der europäisch technischen Zulassung ergeben haben.

Würth ASSY 3.0 Kombi Holzschrauben sind europäisch zugelassene Holzverbindungsmittel (ETA-11/0190 vom 27.6.2013), die für tragende Holzverbindungen verwendet werden dürfen. Mit diesen Schrauben sollen an Hölzer und Holzwerkstoffplatten DEHA Universal-Kupplungen bzw. BGW-Kugelkopfabheber angeschlossen werden, um damit Holzbauteile transportieren zu können. Dazu wird diese Kupplung einfach in die Schraube eingehängt. Bild 1 zeigt das Transportankersystem mit der ASSY Kombi-Holzschraube $d = 12$ mm und DEHA Universal-Kupplung Lastgruppe 1-1,3.

Bei einer Schrägzugbeanspruchung kann im Holz eine Ausfräsung vorzusehen werden, damit die Horizontalkomponente der Kraft direkt in das Holz eingeleitet werden kann.



Bild 1: Transportankersystem mit der ASSY Kombi-Holzschraube und DEHA Universal-Kupplung Lastgruppe 1-1,3

2 Vorschriften

EN 1991-1-1	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke; Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
EN 1991-1-6	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke; Einwirkungen während der Bauausführung
EN 1995-1-1	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
DIN EN 1995-1-1/NA	Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
ETA-11/0190	Europäische Technische Zulassung für Würth Schrauben (selbstbohrende Schrauben als Holzverbindungsmittel) vom 27. Juni 2013
BGV D6	Unfallsverhütungsvorschrift „Krane“, 04/2001
BGR 500 (Kap. 2.8)	Lastaufnahmeeinrichtungen im Hebezeugbetrieb 04/2008
DEHA DKR 05	Technische Information „DEHA Konus-Rohranker DRK“
LGA Bayern	Zugversuche an Kugelkopfkankern mit Abhebern der Fa. BGW, Prüfungsbericht Nr. 2951056
Uibel, Th.; Blaß, H.	Bemessungsvorschläge für Verbindungen in Brettspertholz. Bauen mit Holz 111 (2/2009) S. 46-53

3 Bemessungsgrundlagen

Das Transportankersystem für Holzbauteile setzt sich zusammen aus der ASSY 3.0 Kombi-Holzschraube nach ETA-11/0190 und der DEHA Universal-Kupplung bzw. dem BGW-Kugelkopfabheber Lastgruppe 1,0-1,3 t. Die Betriebsanleitungen der Hersteller sind zu beachten. Maßgebend für die Tragfähigkeit ist das schwächste Glied dieser beiden Teile.

Nach der Europäischen Technischen Zulassung dürfen die Holzschrauben nur für ruhende oder quasi-ruhende Belastungen verwendet werden. Transportanker werden in erster Linie durch Gewichtskräfte beansprucht. Die Gewichtskräfte kann man als quasi-ruhend bezeichnen, da es sich um nicht sehr häufig wiederholende Lasten handelt. Bei der Ermittlung der Gewichtskräfte ist EN 1991-1-1 zugrunde zu legen.

An einem Kran können diese Lasten jedoch schwingen. Die Größe der dynamischen Belastung wird durch die Wahl der Zugverbindung zwischen Kran und Transportankersystem bestimmt. Stahl- und Synthetikseile wirken dämpfend. Kurze Ketten dagegen wirken sich ungünstig aus. Es wird empfohlen, die auf das Transportankersystem wirkenden Kräfte mit den in Tabelle 1 angegebenen Schwingbeiwerten φ zu multiplizieren.

Tabelle 1: Empfohlene Schwingbeiwerte φ

Hubgerät	Hubgeschwindigkeit	Schwingbeiwert φ
Stationärer Kran Drehkran Schienenkran	< 90 m/min	1,0 - 1,10
Stationärer Kran Drehkran Schienenkran	\geq 90 m/min	\geq 1,30
Hub und Transport im ebenen Gelände		\geq 1,65
Hub und Transport im unebenen Gelände		\geq 2,00

Von den empfohlen Schwingbeiwerten kann je nach Situation und gegebenen Umständen abgewichen werden. Weiterhin sind die Angaben in EN 1991-1-6 zu berücksichtigen.

Die Anzahl der Anker bestimmt das zu verwendete Gehänge. Gehänge von mehr als 3 Strängen sind grundsätzlich statisch unbestimmt, wenn nicht durch geeignete Maßnahmen (z.B. Ausgleichstraverse) sichergestellt ist, dass die Last auf alle Stränge gleichmäßig verteilt wird.

Bei statisch unbestimmten Gehängen müssen die Anker entsprechend BGR 500 (Kap. 2.8) so bemessen werden, dass 2 Ankerpunkte die gesamte Last aufnehmen können. Entsprechend dem Kräftedreieck sind die Lasten auf die Ankerpunkte zu ermitteln.

Bei einer reinen Beanspruchung der Schraube auf Axialzug wird die Schraube aus dem Holz herausgezogen. Das gesamte Bauteil sollte mit mindestens zwei Holzschrauben angeschlossen werden. Jedoch ist darauf zu achten, dass die Schrauben nicht in Schwindrisse oder dergleichen eingeschraubt werden.

In Anlehnung an die Erläuterungen (NCI) im Nationalen Anhang (DIN EN 1995-1-1/NA) reicht für einen Ankerpunkt eine Schraube, wenn das Bauteil mit mindestens zwei Holzschrauben angeschlossen ist.

Bei Einhaltung einer Mindesteinbindetiefe der Schrauben von $20 \cdot d$ und einer planmäßigen Beanspruchung der Schraube auf Axialzug kann zur

Befestigung eines Bauteils auch nur eine Schraube verwendet werden. Dabei muss die Tragfähigkeit der Schraube um 50 % reduziert werden.

Für das Transportankersystem für Holzbauteile werden ASSY 3.0 Kombi Holzschraube $d = 12$ mm und DEHA Universal-Kupplung bzw. BGW-Kugelkopfabheber Lastgruppe 1-1,3 verwendet. Diese Schrauben dürfen in Holzbauteile aus Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz, Brettspertholz oder Furnierschichtholz nur in die Holzarten Fichte, Kiefer oder Tanne und inzwischen auch in Buche und Eiche eingeschraubt werden.

Die Schrauben können in Holzbauteile ohne Vorbohren oder in vorgebohrte Holzbauteile eingedreht werden, wobei der Durchmesser des vorgebohrten Loches den Angaben der ETA-Tabelle 1 der Europäischen Technischen Zulassung entsprechen müssen. Bei den Laubhölzern Buche und Eiche sowie bei den Nadelhölzern Lärche und Douglasie dürfen die Schrauben nur in vorgebohrte Löcher eingebracht werden.

Aus Sicherheitsgründen sind die Schrauben nur **einmal** zu verwenden.

Die Dicke der Holzbauteile muss mindestens 80 mm betragen.

Als Mindestrandabstände der Schraube mit $d = 12$ mm in nicht vorgebohrte Holzbauteile müssen die Werte nach Tabelle 2 eingehalten werden:

Tabelle 2: Mindestabstände der Holzschrauben in **nicht** vorgebohrten Holzbauteilen aus Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz oder Furnierschichtholz der Holzarten Fichte, Kiefer oder Tanne mit Rohdichten $\rho_k \leq 420$ kg/m³

vom Rand in Faserrichtung	180 mm
vom unbeanspruchter Rand rechtwinklig zur Faserrichtung	60 mm
vom beanspruchten Rand rechtwinklig zur Faserrichtung	120 mm
untereinander in Faserrichtung	144 mm
untereinander rechtwinklig zur Faserrichtung	60 mm

Wenn der Abstand in Faserrichtung untereinander und zum Hirnholzende mindestens 300 mm beträgt, darf der Abstand zum unbeanspruchten Rand rechtwinklig zur Faserrichtung auf 36 mm verringert werden. Daraus folgt, dass das Holz mindestens 72 mm breit sein muss.

Ist die charakteristische Rohdichte der Hölzer größer 420 kg/m³ dürfen die Mindestwerte nach EN 1995-1-1, Abschnitt 8.3.1.2 und Tab. 8.2, wie bei Nägeln mit nicht vorgebohrten Nagellöchern, angesetzt werden.

Als Mindestrandabstände der Schraube mit $d = 12$ mm in vorgebohrte Holzbauteile müssen die Werte nach Tabelle 3 eingehalten werden:

Tabelle 3: Mindestabstände der Holzschrauben in **vorgebohrten** Holzbauteilen aus Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz oder Furnierschichtholz der Holzarten Fichte, Kiefer oder Tanne

vom beanspruchten Rand in Faserrichtung	144 mm
vom unbeanspruchter Rand in Faserrichtung	84 mm
vom unbeanspruchter Rand rechtwinklig zur Faserrichtung	36 mm
vom beanspruchten Rand rechtwinklig zur Faserrichtung	84 mm
untereinander in Faserrichtung	60 mm
untereinander rechtwinklig zur Faserrichtung	48 mm

Brettsperrholz

Die Anforderungen an die Mindestabstände der Schrauben in den Seiten- und Stirnflächen von Brettsperrholz können Tabelle 4 und 5 entnommen werden. Die Mindestabstände sind in den Bildern 2 und 3 definiert.

Tabelle 4: Mindestabstände der Holzschrauben in der Seitenfläche von Holzbauteilen aus Brettsperrholz der Holzarten Fichte, Kiefer oder Tanne (siehe Bild 2)

$a_{1,t}$ (vom Rand in Faserrichtung)	72 mm
$a_{1,c}$ (vom unbeanspruchter Rand in Faserrichtung)	72 mm
$a_{2,c}$ (vom unbeanspruchter Rand rechtw. zur Faserrichtung)	30 mm
$a_{2,t}$ (vom beanspruchten Rand rechtw. zur Faserrichtung)	72 mm
a_1 (untereinander in Faserrichtung)	48 mm
a_2 (untereinander rechtwinklig zur Faserrichtung)	30 mm

Tabelle 5: Mindestabstände der Holzschrauben in der Stirnfläche von Holzbauteilen aus Brettsperrholz der Holzarten Fichte, Kiefer oder Tanne (siehe Bild 3)

$a_{1,t}$ (vom Rand in Faserrichtung)	144 mm
$a_{1,c}$ (vom unbeanspruchter Rand in Faserrichtung)	84 mm
$a_{2,c}$ (vom unbeanspruchter Rand rechtw. zur Faserrichtung)	36 mm
$a_{2,t}$ (vom beanspruchten Rand rechtw. zur Faserrichtung)	72 mm
a_1 (untereinander in Faserrichtung)	120 mm
a_2 (untereinander rechtwinklig zur Faserrichtung)	48 mm

Die minimale Dicke des Brettsperrholzes für den Ansatz der Mindestabstände beträgt 120 mm. Die Fugen in den Lagen des Brettsperrholzes dürfen nicht breiter sein als der Kerndurchmesser $d_1 = 7,2$ mm der Schraube. Die Einbindetiefe der Schrauben in der Stirnfläche des Brettsperrholzes muss 120 mm betragen.

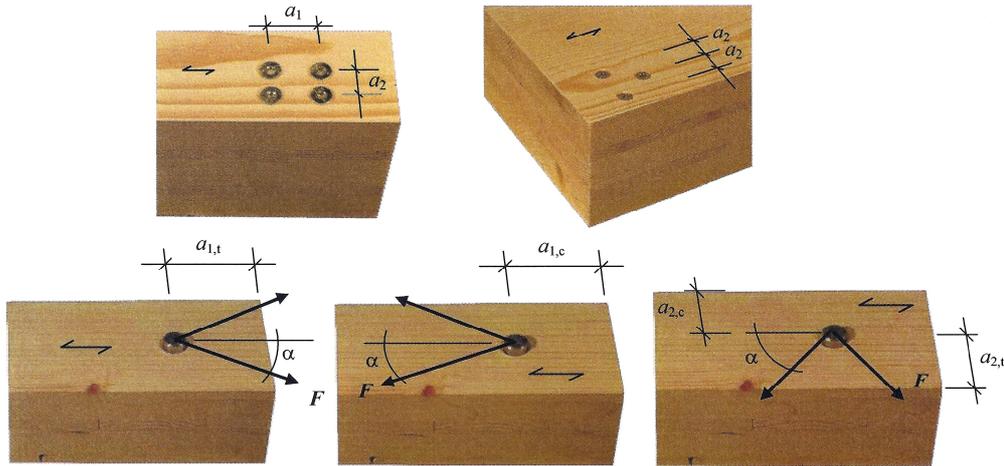


Bild 2: Definition der Mindestabstände in den Seitenflächen von Brettsperrholz

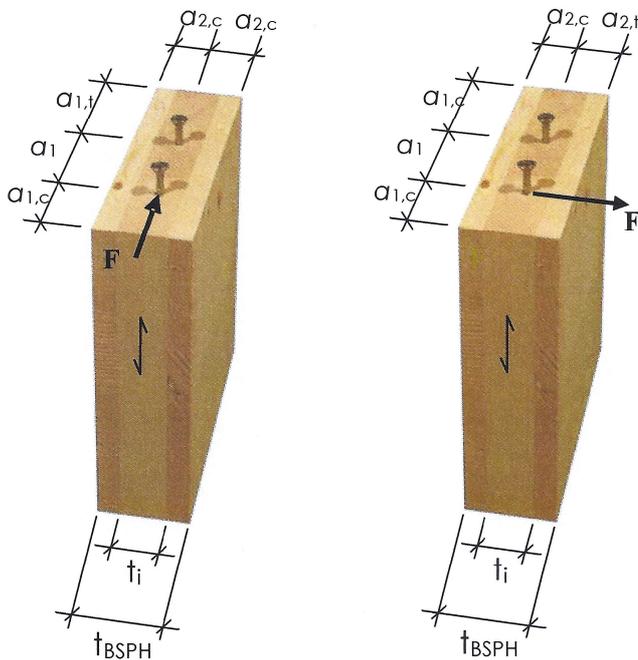


Bild 3: Definition der Mindestabstände in den Stirnflächen von Brettsperrholz

4 Beanspruchung der Schraube auf Axialzug

Die Tragfähigkeit auf Herausziehen wird in erster Linie durch den Außendurchmesser des Gewindes d und der Einbindetiefe des Gewindeteils l_{ef} bestimmt.

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehten Schraube berechnet sich mit:

$$F_{ax,Rk} = f_{ax,k} d l_{ef} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $0^\circ \leq \alpha < 45^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehten Schraube darf mit

$$F_{ax,Rk} = \left(0,3 + \frac{0,7 \cdot \alpha}{45^\circ} \right) f_{ax,k} d l_{ef} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

in Rechnung gestellt werden.

Dabei sind $f_{ax,k} = 10,0 \text{ N/mm}^2$, $d = 12 \text{ mm}$ und die Einbindetiefe des Gewindeteils l_{ef} in mm sowie der charakteristische Wert der Rohdichte in kg/m^3 einzusetzen. Als Einbindetiefe darf höchstens die Gewindelänge l_g gemäß Europäischer Technischer Zulassung angesetzt werden. Einbindetiefen kleiner 48 mm dürfen nicht in Rechnung gestellt werden.

Dieser Wert gilt auch für Brettsperrholz aus Nadelholz in den Seitenflächen. Für Schrauben, die in mehr als eine Lage einbinden, können die verschiedenen Lagen über die charakteristischen Rohdichten der Brettlagen anteilmäßig berücksichtigt werden. In den Stirnflächen des Brettsperrholzes sollen die Schrauben so eingedreht werden, dass sie vollständig in einer Lage einbinden.

Bei einer maximalen Gewindelänge $l_g = 145 \text{ mm}$ ergibt sich der maximale charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes pro Transportanker auf der Grundlage einer charakteristischen Rohdichte des Holzbauteils von 350 kg/m^3 und $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ zu:

$$\max F_{ax,Rk} = 17,4 \text{ kN}$$

Versuche mit DEHA Universal-Kupplungen und mit BGW-Kugelkopfabhebern haben gezeigt, dass kein Versagen des Schraubenkopfes beobachtet wurde, sondern der Schraubenschaft auf Zug versagte. Der charakteristische Wert der Zugtragfähigkeit der Schraube aus Kohlenstoffstahl beträgt 41 kN.

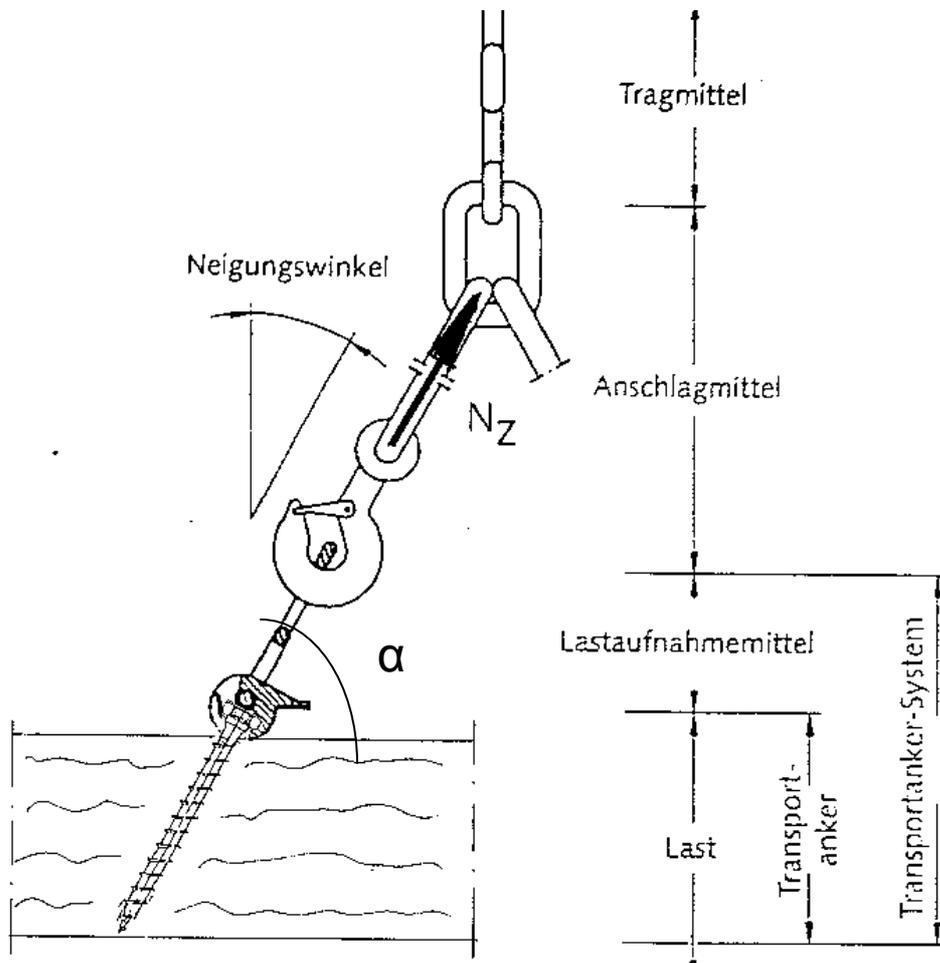


Bild 4: Transportanker unter Axialzugbeanspruchung

Der Bemessungswert des Auszieh Widerstandes ist aus dem charakteristischen Wert wie folgt zu berechnen:

$$F_{ax,Rd} = k_{mod} / \gamma_M \cdot F_{ax,Rk}$$

Der Modifikationsbeiwert k_{mod} ist für die Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) kurz aus EN 1995-1-1 Tab. 3.1 bzw. DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.4 zu ermitteln. Für Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz, Furnierschichtholz und Brettspertholz in der Nutzungsklasse 1 und 2 ist

$$k_{mod} = 0,9$$

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_M ist nach DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.2 und NA.3 in Deutschland wie folgt anzunehmen:

$$\gamma_M = 1,3$$

Dieser Wert kann sich in anderen Ländern unterscheiden.

Daraus ergibt sich ein maximale Bemessungswert des Auszieh-
 widerstandes pro Transportanker zu:

$$\max F_{ax,Rd} = 12,05 \text{ kN}$$

Dieser Wert muss mit dem Bemessungswert $F_{ax,Ed}$ der Einwirkungen verglichen werden. D.h. die vorhandene Zugkraft N_z in der Schraube muss mit den Teilsicherheitsbeiwerten der Einwirkungen multipliziert werden. Bei Transportzuständen ist die Einwirkung in der Regel das Eigengewicht des Bauelements. In diesem Fall ist

$$F_{ax,Ed} = 1,35 \cdot N_z$$

Daraus kann die größte aufnehmbare Kraft $N_z = 8,92 \text{ kN}$ bei Ausnutzung der maximalen Gewindelänge von $l_g = 145 \text{ mm}$ ($\rho_k = 350 \text{ kg/m}^2$; $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$) abgeleitet werden.

Als Lastaufnahmemittel wird die DEHA Universal-Kupplung oder der BGW-Kugelkopfabheber Lastgruppe 1-1,3 verwendet. Diese Kupplung ist ausgelegt für eine zulässige Kraft von 13 kN. Dabei sind die Hinweise und die Handhabungsbedingungen der Halfen-Deha Vertriebsgesellschaft mbH, Liebigstr. 14, 40764 Langenfeld bzw. der BGW-Bohr GmbH, Kastanienstr., 97854 Steinfeld zu beachten. In Bild 4 ist die Lastaufnahmeeinrichtung mit einem schräg eingedrehten Transportanker dargestellt.

5 Beanspruchung der Schraube auf Schrägzug

Werden die Holzschrauben entsprechend Bild 5 gleichzeitig auf Herausziehen und auf Abscheren beansprucht, dann spricht man von einer Schrägzugbelastung. Bei dieser kombinierten Beanspruchung gilt:

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

mit

$F_{ax,Ed}$	Bemessungswert der Kraftkomponente in Richtung der Schraubenachse (Ausziehung)
$F_{v,Ed}$	Bemessungswert der Kraftkomponente rechtwinklig zur Schraubenachse (Abscherkraft)
$F_{ax,Rd}$	Bemessungswert des Ausziehwerstandes
$F_{v,Rd}$	Bemessungswert der Schraubenbelastung rechtwinklig zur Schraubenachse

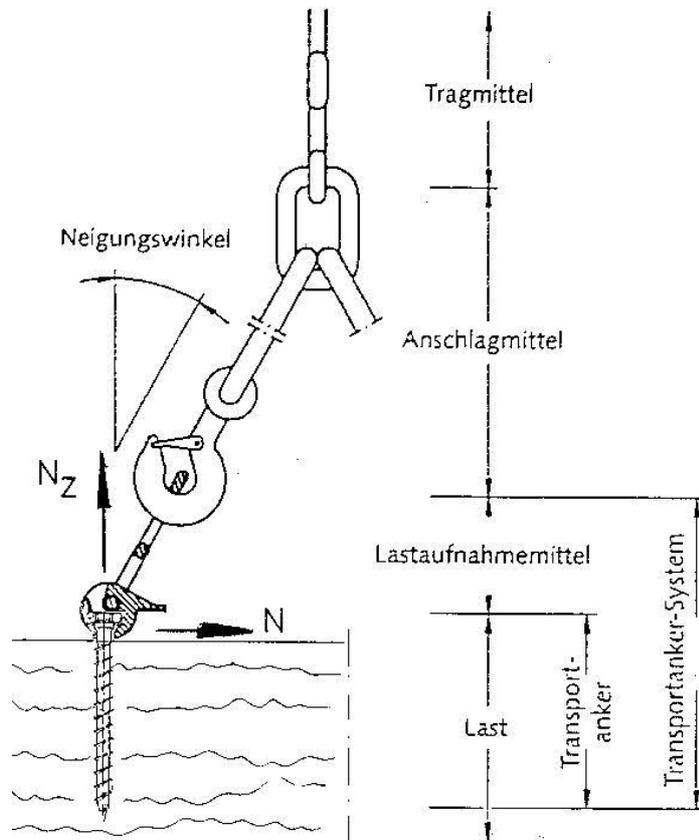


Bild 5: Transportanker unter Schrägzugbeanspruchung

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehten Schraube berechnet sich mit:

$$F_{ax,Rk} = f_{ax,k} d l_{ef} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $0^\circ \leq \alpha < 45^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehten Schraube darf mit

$$F_{ax,Rk} = \left(0,3 + \frac{0,7 \cdot \alpha}{45^\circ} \right) f_{ax,k} d l_{ef} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

in Rechnung gestellt werden.

Dabei sind $f_{ax,k} = 10,0 \text{ N/mm}^2$, $d = 12 \text{ mm}$ und die Einbindetiefe des Gewindeteils l_{ef} in mm sowie der charakteristischen Wert der Rohdichte in kg/m^3 einzusetzen. Als Einbindetiefe darf höchstens die Gewindelänge l_g

gemäß Europäischer Technischer Zulassung angesetzt werden. Einbindetiefen kleiner 48 mm dürfen nicht in Rechnung gestellt werden.

Dieser Wert gilt auch für Brettsperrholz aus Nadelholz in den Seitenflächen. Für Schrauben, die in mehr als eine Lage einbinden, können die verschiedenen Lagen über die charakteristischen Rohdichten der Brettlagen anteilmäßig berücksichtigt werden. In den Stirnflächen des Brettsperrholzes sollen die Schrauben so eingedreht werden, dass sie vollständig in einer Lage einbinden.

Der Bemessungswert des Ausziehwiderstandes ist aus dem charakteristischen Wert wie folgt zu berechnen:

$$F_{ax,Rd} = k_{mod}/\gamma_M \cdot F_{ax,Rk}$$

Der Modifikationsbeiwert k_{mod} ist für die Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) kurz aus EN 1995-1-1 Tab. 3.1 bzw. DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.4 zu ermitteln. Für Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz, Furnierschichtholz und Brettsperrholz in der Nutzungsklasse 1 und 2 ist

$$k_{mod} = 0,9$$

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_M ist nach DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.2 und NA.3 in Deutschland wie folgt anzunehmen:

$$\gamma_M = 1,3$$

Dieser Wert kann sich in anderen Ländern unterscheiden.

Der Schraubenkopf ist mit dem Lastaufnahmemittel gelenkig verbunden; d.h. der Schraubenkopf ist nicht eingespannt. Der Bemessungswert der Schraubenbelastung rechtwinklig zur Schraubenachse beim Anschrauben von Stahlteilen berechnet sich bei einer Einbindetiefe t_1 zu:

$$F_{v,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{k_{mod}}{\gamma_{M,h}} \cdot 0,4 \cdot t_1 \cdot d \cdot f_{h,k} \\ \left(1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M,y}} \cdot d \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{M,h}} \cdot f_{h,k}} + 0,25 \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{M,h}} \cdot F_{ax,Rk} \right) \end{array} \right. \quad (\text{in N})$$

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$M_{y,Rk} = 58 \text{ Nm}$$

$$\gamma_{M,h} = 1,3 \text{ (Holz)}; \gamma_{M,y} = 1,3 \text{ (Stahl in Verbindungen)}; k_{mod} = 0,9 \text{ (Holz)}$$

$f_{h,k}$: charakteristische Lochleibungsfestigkeit des Holzes oder des Holzwerkstoffes in N/mm²

Die charakteristische Lochleibungsfestigkeit errechnet sich bei Nadelholz mit $d = 12 \text{ mm}$ für Schrauben, die ohne Vorbohrung eingeschraubt werden, wie folgt:

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{2,5 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 \rho_k d^{-0,3} = 0,039 \rho_k \quad \text{ohne vorgebohrte Löcher}$$

Bei Schrauben in vorgebohrten Löchern errechnet sich die charakteristische Lochleibungsfestigkeit bei Nadelholz mit $d = 12 \text{ mm}$ zu:

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{2,5 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 (1 - 0,01 d) \rho_k = 0,072 \rho_k \quad \text{mit vorgebohrten Löchern}$$

Furnierschichtholz

Die charakteristische Lochleibungsfestigkeit errechnet sich bei Furnierschichtholz in den Seitenflächen nach EN 1995-1-1 Abschnitt 8.3.1 wie für Nadelholz.

Bei Schrauben, die in die Stirnflächen von Furnierschichtholz eingedreht werden, sind die Lochleibungsfestigkeiten in den Stirnflächen mit einem Drittel der Lochleibungsfestigkeiten der Seitenflächen anzunehmen.

Brettsperrholz

Die Lochleibungsfestigkeit bei in die Stirnflächen von Brettsperrholz eingedrehten Schrauben, kann für Lagen aus Nadelholz unabhängig vom Winkel der Schraubenachse zur Faserrichtung angenommen werden zu:

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

Mit dem Gewindeaußendurchmesser $d = 12 \text{ mm}$ ergibt sich eine Lochleibungsfestigkeit $f_{h,k} = 5,77 \text{ N/mm}^2$ für Nadelholz. Die Festlegungen in den europäisch technischen oder nationalen Zulassungen des Brettsperrholzes sind zu beachten.

Die Lochleibungsfestigkeit für Schrauben in den Seitenflächen von Brettsperrholz ist wie für Vollholz zu ermitteln. Für die Rohdichte ist hierbei die charakteristische Wert der äußeren Lage einzusetzen. Wenn relevant, ist der Winkel zwischen Kraft und Faserrichtung der äußeren Lage zu berücksichtigen.

Die Kraft muss rechtwinklig zur Schraubenachse und parallel zur Seitenfläche des Brettsperrholz wirken. Für Winkel $45^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ zwischen Schraubenachse und Faserrichtung der äußeren Lage ist der charakteristische Wert der Tragfähigkeit zu $2/3$ von dem Wert für $\alpha = 90^\circ$ anzunehmen, wenn als Einbindetiefe nur das Maß rechtwinklig zur Seitenfläche in Rechnung gestellt wird.

Greift eine Kraftkomponente rechtwinklig zur Seitenfläche an, besteht die Gefahr des Quersugversagens. Das Quersugversagen sollte durch eine

Verstärkung mit Vollgewindeschrauben parallel zur Stirnfläche verhindert werden (siehe Bild 6).

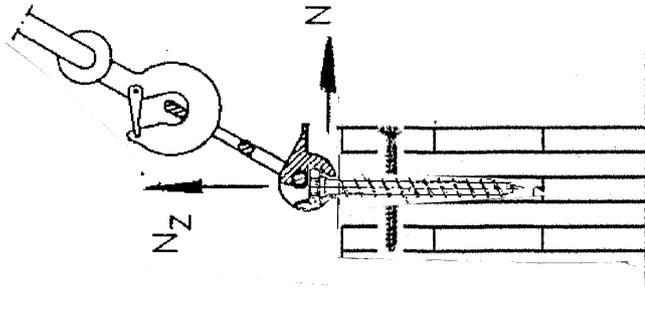


Bild 6: Quersugsicherung eines Brettsperrholzelements mit Vollgewindeschrauben

Die vorhandene Zugkraft N_z in der Schraube und Abscherkraft N muss mit den Teilsicherheitsbeiwerten der Einwirkungen multipliziert werden. Bei Transportzuständen ist die Einwirkung in der Regel das Eigengewicht des Bauelements. In diesem Fall ist

$$F_{ax,Ed} = 1,35 \cdot N_z ; \quad F_{v,Ed} = 1,35 \cdot N$$

In Richtung des Gehänges berechnet sich die resultierende Kraft zu

$$F_{Ed} = 1,35 \cdot N_{SZ}$$

6 Beanspruchung der Schraube auf Schrägzug bei passgenauer Einfräsung des Kupplungskopfes

Wird der Kupplungskopf des Lastaufnahmemittels passgenau in eine Einfräsung (Bild 7) eingelassen, dann wird die Horizontalkraft bei Schrägzug über den Kupplungskopf direkt in das Holz eingeleitet. Die Einfräsung kann z.B. mit einem Kettenstemmer eingebracht werden.

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehten Schraube berechnet sich mit:

$$F_{ax,Rk} = f_{ax,k} d l_{ef} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $0^\circ \leq \alpha < 45^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehten Schraube darf mit

$$F_{ax,Rk} = \left(0,3 + \frac{0,7 \cdot \alpha}{45^\circ} \right) f_{ax,k} d l_{ef} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

in Rechnung gestellt werden.

Dabei sind $f_{ax,k} = 10,0 \text{ N/mm}^2$, $d = 12 \text{ mm}$ und die Einbindetiefe des Gewindeteils l_{ef} in mm sowie der charakteristische Wert der Rohdichte in kg/m^3 einzusetzen. Als Einbindetiefe darf höchstens die Gewindelänge l_g gemäß Europäischer Technischer Zulassung angesetzt werden. Einbindetiefen kleiner 48 mm dürfen nicht in Rechnung gestellt werden.

Dieser Wert gilt auch für Brettsperrholz aus Nadelholz in den Seitenflächen. Für Schrauben, die in mehr als eine Lage einbinden, können die verschiedenen Lagen über die charakteristischen Rohdichten der Brettlagen anteilmäßig berücksichtigt werden. In den Stirnflächen des Brettsperrholzes sollen die Schrauben so eingedreht werden, dass sie vollständig in einer Lage einbinden.

Der Bemessungswert des Ausziehwiderstandes ist aus dem charakteristischen Wert wie folgt zu berechnen:

$$F_{ax,Rd} = k_{mod} / \gamma_M \cdot F_{ax,Rk}$$

Der Modifikationsbeiwert k_{mod} ist für die Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) kurz aus EN 1995-1-1 Tab. 3.1 bzw. DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.4 zu ermitteln. Für Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz, Furnierschichtholz und Brettsperrholz in der Nutzungsklasse 1 und 2 ist

$$k_{mod} = 0,9$$

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_M ist nach DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.2 und NA.3 in Deutschland wie folgt anzunehmen:

$$\gamma_M = 1,3$$

Dieser Wert kann sich in anderen Ländern unterscheiden.

Bei einer maximalen Gewindelänge $l_g = 145 \text{ mm}$ ergibt sich der maximale Bemessungswert des Ausziehwiderstandes pro Transportanker auf der Grundlage einer charakteristischen Rohdichte des Holzbauteils von 350 kg/m^3 und $\alpha = 90^\circ$ zu:

$$\max F_{ax,Rk} = 17,40 \text{ kN}$$

Daraus ergibt sich ein maximale des Ausziehwiderstandes pro Transportanker zu:

$$\max F_{ax,Rd} = 12,05 \text{ kN}$$

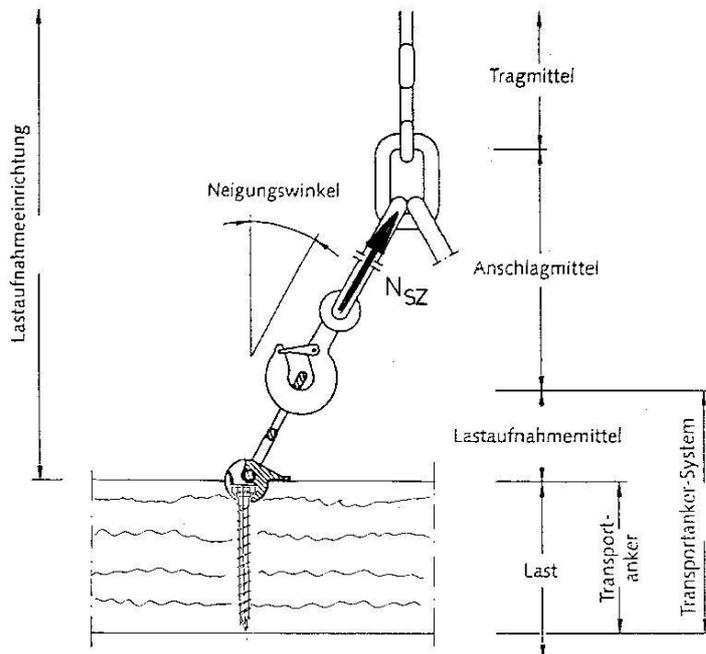


Bild 7: Transportanker unter Schrägzugbeanspruchung - Kupplungskopf des Lastaufnahmemittels passgenau in eine Einfräsung eingelassen

Dieser Wert muss mit dem Bemessungswert $F_{ax,Ed}$ der Einwirkungen verglichen werden. D.h. die vorhandene Zugkraftkomponente N_z in der Schraube muss mit den Teilsicherheitsbeiwerten der Einwirkungen multipliziert werden. Bei Transportzuständen ist die Einwirkung in der Regel das Eigengewicht des Bauelements. In diesem Fall ist

$$F_{ax,Ed} = 1,35 \cdot N_z$$

Daraus kann die größte aufnehmbare Kraft $N_z = 8,92 \text{ kN}$ bei Ausnutzung der maximalen Gewindelänge von $l_g = 145 \text{ mm}$ ($\rho_k = 350 \text{ kg/m}^2$; $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$) abgeleitet werden.

Die resultierende Kraft N_{sz} in Richtung des Gehänges kann mit Hilfe des Neigungswinkels berechnet werden.

Eine Abminderung ist nicht erforderlich, da die Horizontalkraft über Kontaktpressung aufgenommen wird. Das Holz wird weitgehend in Faserrichtung beansprucht.

7 Zusammenfassung

Diese gutachtliche Stellungnahme beurteilt die Verwendung der ASSY 3.0 Kombi Holzschrauben mit Sechskantkopf SW17 in Verbindung mit der DEHA Universal-Kupplung oder dem BGW-Kugelkopfabheber als Transportanker. Das System besteht aus einer ASSY 3.0 Kombi Holzschraube $d = 12 \text{ mm}$ und einer DEHA Universal-Kupplung oder einem BGW-Kugelkopfabheber Lastgruppe 1-1,3.

Es werden Bemessungsgrundlagen und Schraubenbelastungen für 3 Fälle angegeben.

1. Beanspruchung der Schraube auf Axialzug
2. Beanspruchung der Schraube auf Schrägzug
3. Beanspruchung der Schraube auf Schrägzug bei passgenauer Einfräsung des Kupplungskopfes

Die zulässige Beanspruchung wird in erster Linie durch die Einschraubtiefe bzw. der Gewindelänge beeinflusst. Die größte aufnehmbare Kraft berechnet sich aus den angegebenen Bemessungsgleichungen. Bei kleineren Einbindetiefen und wirksamen Einschraubtiefen bzw. Gewindelängen sind die aufnehmbaren Kräfte entsprechend den Angaben abzumindern.

Dabei sind die angegebenen Randbedingungen und die Mindestabstände einzuhalten.

Unter diesen Voraussetzungen besteht m. E. gegen die Verwendung von Würth ASSY 3.0 Kombi Holzschrauben als Transportanker keine Bedenken.

Dettenheim, den 16.07.14



A handwritten signature in blue ink, appearing to read "H. Werner".

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Werner

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzbau und Holzbauschäden

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Werner, Am Vogelsang 1, 76706 Dettenheim

Adolf Würth
GmbH & Co.KG
Postfach

D-74650 Künzelsau

Datum: 08.03.2017

Gutachtliche Stellungnahme

Verwendung von Würth ASSY[®] plus VG Kombi 12 mm Holzschrauben nach ETA-11/0190 als Transportanker

1 Allgemeines

Die Firma Adolf Würth GmbH & Co. KG möchte die ASSY plus VG Kombi Holzschrauben mit Sechskantkopf SW17 nach ETA-11/0190 mit Durchmesser 12 mm in Verbindung mit der DEHA Universal-Kupplung oder dem BGW-Kugelkopfabheber als Transportanker einsetzen. Im Rahmen einer gutachtlichen Stellungnahme soll die Eignung dieser selbstbohrenden Holzschraube für diesen Anwendungsfall beurteilt werden. Diese gutachtliche Stellungnahme ergänzt die Stellungnahme vom 16.7.2014, da die Vollgewindeschrauben mit Bohrspitze verfügbar und dadurch geringere Verbindungsmittelanstände möglich sind.

Würth ASSY plus VG Kombi Holzschrauben sind europäisch zugelassene Holzverbindungsmittel (ETA-11/0190 vom 27.6.2013), die für tragende Holzverbindungen verwendet werden dürfen. Mit diesen Schrauben sollen an Hölzer und Holzwerkstoffplatten DEHA Universal-Kupplungen bzw. BGW-Kugelkopfabheber angeschlossen werden, um damit Holzbauteile transportieren zu können. Dazu wird diese Kupplung einfach in die Schraube eingehängt (Bild 1).

Bei einer Schrägzugbeanspruchung kann im Holz eine Ausfräsung vorzusehen werden, damit die Horizontalkomponente der Kraft direkt in das Holz eingeleitet werden kann.



Bild 1: Transportankersystem mit DEHA Universal-Kupplung

2 Vorschriften

EN 1991-1-1	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke; Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
EN 1991-1-6	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke; Einwirkungen während der Bauausführung
EN 1995-1-1	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
DIN EN 1995-1-1/NA	Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
ETA-11/0190	Europäische Technische Zulassung für Würth Schrauben (selbstbohrende Schrauben als Holzverbindungsmittel) vom 27. Juni 2013
BGV D6	Unfallsverhütungsvorschrift „Krane“, 04/2001
BGR 500 (Kap. 2.8)	Lastaufnahmeeinrichtungen im Hebezeugbetrieb 04/2008
DEHA DKR 05	Technische Information „DEHA Konus-Rohranker DRK“

LGA Bayern Zugversuche an Kugelkopfkankern mit Abhebern der
Fa. BGW, Prüfungsbericht Nr. 2951056

Uibel, Th.; Blaß, H. Bemessungsvorschläge für Verbindungen in
Brettsperrholz. Bauen mit Holz 111 (2/2009) S. 46-53

3 Bemessungsgrundlagen

Das Transportankersystem für Holzbauteile setzt sich zusammen aus der ASSY Plus VG Kombi 12 mm Holzschraube nach ETA-11/0190 und der DEHA Universal-Kupplung bzw. dem BGW-Kugelkopfabheber Lastgruppe 1,0-1,3 t. Die Betriebsanleitungen der Hersteller sind zu beachten. Maßgebend für die Tragfähigkeit ist das schwächste Glied dieser beiden Teile.

Nach der Europäisch Technischen Zulassung dürfen die Holzschrauben nur für ruhende oder quasi-ruhende Belastungen verwendet werden. Transportanker werden in erster Linie durch Gewichtskräfte beansprucht. Die Gewichtskräfte kann man als quasi-ruhend bezeichnen, da es sich um nicht sehr häufig wiederholende Lasten handelt. Bei der Ermittlung der Gewichtskräfte ist EN 1991-1-1 zugrunde zu legen.

An einem Kran können diese Lasten jedoch schwingen. Die Größe der dynamischen Belastung wird durch die Wahl der Zugverbindung zwischen Kran und Transportankersystem bestimmt. Stahl- und Synthetikseile wirken dämpfend. Kurze Ketten dagegen wirken sich ungünstig aus. Es wird empfohlen, die auf das Transportankersystem wirkenden Kräfte mit den in Tabelle 1 angegebenen Schwingbeiwerten φ zu multiplizieren.

Tabelle 1: Empfohlene Schwingbeiwerte φ

Hubgerät	Hubgeschwindigkeit	Schwingbeiwert φ
Stationärer Kran Drehkran Schienenkran	< 90 m/min	1,0 - 1,10
Stationärer Kran Drehkran Schienenkran	≥ 90 m/min	≥ 1,30
Hub und Transport im ebenen Gelände		≥ 1,65
Hub und Transport im unebenen Gelände		≥ 2,00

Von den empfohlen Schwingbeiwerten kann je nach Situation und gegebenen Umständen abgewichen werden. Weiterhin sind die Angaben in EN 1991-1-6 zu berücksichtigen.

Die Anzahl der Anker bestimmt das zu verwendete Gehänge. Gehänge von mehr als 3 Strängen sind grundsätzlich statisch unbestimmt, wenn nicht durch geeignete Maßnahmen (z.B. Ausgleichstraverse) sichergestellt ist, dass die Last auf alle Stränge gleichmäßig verteilt wird.

Bei statisch unbestimmten Gehängen müssen die Anker entsprechend BGR 500 (Kap. 2.8) so bemessen werden, dass 2 Ankerpunkte die gesamte Last aufnehmen können. Entsprechend dem Kräftedreieck sind die Lasten auf die Ankerpunkte zu ermitteln.

Bei einer reinen Beanspruchung der Schraube auf Axialzug wird die Schraube aus dem Holz herausgezogen. Das gesamte Bauteil sollte mit mindestens zwei Holzschrauben angeschlossen werden. Jedoch ist darauf zu achten, dass die Schrauben nicht in Schwindrisse oder dergleichen eingeschraubt werden.

In Anlehnung an die Erläuterungen (NCI) im Nationalen Anhang (DIN EN 1995-1-1/NA) reicht für einen Ankerpunkt eine Schraube, wenn das Bauteil mit mindestens zwei Holzschrauben angeschlossen ist.

Bei Einhaltung einer Mindesteinbindetiefe der Schrauben von $20 \cdot d$ und einer planmäßigen Beanspruchung der Schraube auf Axialzug kann zur Befestigung eines Bauteils auch nur eine Schraube verwendet werden. Dabei muss die Tragfähigkeit der Schraube um 50 % reduziert werden.

Für das Transportankersystem für Holzbauteile werden ASSY plus VG Kombi Holzschraube $d = 12$ mm und DEHA Universal-Kupplung bzw. BGW-Kugelkopfabheber Lastgruppe 1-1,3 verwendet. Diese Schrauben dürfen in Holzbauteile aus Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz, Brettsperrholz oder Furnierschichtholz nur in die Holzarten Fichte, Kiefer oder Tanne und inzwischen auch in Buche und Eiche eingeschraubt werden.

Die Schrauben können in Holzbauteile ohne Vorbohren oder in vorgebohrte Holzbauteile eingedreht werden, wobei der Durchmesser des vorgebohrten Loches den Angaben der ETA-Tabelle 1 der Europäischen Technischen Zulassung entsprechen müssen. Bei den Laubhölzern Buche und Eiche sowie bei den Nadelhölzern Lärche und Douglasie dürfen die Schrauben nur in vorgebohrte Löcher eingebracht werden.

Aus Sicherheitsgründen sind die Schrauben nur **einmal** zu verwenden.

Die Dicke der Holzbauteile muss mindestens 80 mm betragen.

Wegen der Bohrspitze dürfen beim Eindrehen der Würth ASSY plus VG Schrauben in nicht vorgebohrte Holzbauteile aus Nadelholz die Mindestabstände nach EN 1995-1-1, Abschnitt 8.3.1.2 und Tabelle 8.2, wie bei Nägeln mit **vorgebohrten** Nagellöchern angesetzt werden.

Als Mindestrandabstände der ASSY plus VG Schraube mit $d = 12$ mm in nicht vorgebohrte Holzbauteile müssen die Werte nach Tabelle 2 eingehalten werden:

Tabelle 2: Mindestabstände der ASSY plus VG Holzschrauben in **nicht** vorgebohrten Holzbauteilen aus Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz oder Furnierschichtholz der Holzarten Fichte, Kiefer oder Tanne

vom beanspruchten Rand in Faserrichtung	144 mm
vom unbeanspruchter Rand in Faserrichtung	84 mm
vom unbeanspruchter Rand rechtwinklig zur Faserrichtung	36 mm
vom beanspruchten Rand rechtwinklig zur Faserrichtung	84 mm
untereinander in Faserrichtung	60 mm
untereinander rechtwinklig zur Faserrichtung	48 mm

Der Mindestabstand zum unbeanspruchten Rand rechtwinklig zur Faserrichtung beträgt 36 mm. Daraus folgt, dass das Holz mindestens 72 mm breit sein muss.

Ist die charakteristische Rohdichte der Hölzer größer 420 kg/m^3 dürfen die Mindestwerte nach EN 1995-1-1, Abschnitt 8.3.1.2 und Tab. 8.2, wie bei Nägeln mit nicht vorgebohrten Nagellöchern, angesetzt werden.

Als Mindestrandabstände der Schraube mit $d = 12 \text{ mm}$ in vorgebohrte Holzbauteile müssen die Werte nach Tabelle 3 eingehalten werden:

Tabelle 3: Mindestabstände der Holzschrauben in **vorgebohrten** Holzbauteilen aus Vollholz (Nadelholz oder Buchen- oder Eichenholz), Balkenschichtholz, Brettschichtholz (Nadelholz oder Buchen- oder Eichenholz) oder Furnierschichtholz

vom beanspruchten Rand in Faserrichtung	144 mm
vom unbeanspruchter Rand in Faserrichtung	84 mm
vom unbeanspruchter Rand rechtwinklig zur Faserrichtung	36 mm
vom beanspruchten Rand rechtwinklig zur Faserrichtung	84 mm
untereinander in Faserrichtung	60 mm
untereinander rechtwinklig zur Faserrichtung	48 mm

Brettsperrholz

Die Anforderungen an die Mindestabstände der Schrauben in den Seiten- und Stirnflächen von Brettsperrholz können Tabelle 4 und 5 entnommen werden. Die Mindestabstände sind in den Bildern 2 und 3 definiert.

Tabelle 4: Mindestabstände der Holzschrauben in der Seitenfläche von Holzbauteilen aus Brettsperrholz der Holzarten Fichte, Kiefer oder Tanne (siehe Bild 2)

$a_{1,t}$ (vom Rand in Faserrichtung)	72 mm
$a_{1,c}$ (vom unbeanspruchter Rand in Faserrichtung)	72 mm
$a_{2,c}$ (vom unbeanspruchter Rand rechtw. zur Faserrichtung)	30 mm
$a_{2,t}$ (vom beanspruchten Rand rechtw. zur Faserrichtung)	72 mm
a_1 (untereinander in Faserrichtung)	48 mm
a_2 (untereinander rechtwinklig zur Faserrichtung)	30 mm

Tabelle 5: Mindestabstände der Holzschrauben in der Stirnfläche von Holzbauteilen aus Brettsperrholz der Holzarten Fichte, Kiefer oder Tanne (siehe Bild 3)

$a_{1,t}$ (vom Rand in Faserrichtung)	144 mm
$a_{1,c}$ (vom unbeanspruchter Rand in Faserrichtung)	84 mm
$a_{2,c}$ (vom unbeanspruchter Rand rechtw. zur Faserrichtung)	36 mm
$a_{2,t}$ (vom beanspruchten Rand rechtw. zur Faserrichtung)	72 mm
a_1 (untereinander in Faserrichtung)	120 mm
a_2 (untereinander rechtwinklig zur Faserrichtung)	48 mm

Die minimale Dicke des Brettsperrholzes für den Ansatz der Mindestabstände beträgt 120 mm. Die Fugen in den Lagen des Brettsperrholzes dürfen nicht breiter sein als der Kerndurchmesser $d_1 = 7,1$ mm der Schraube. Die Einbindetiefe der Schrauben in der Stirnfläche des Brettsperrholzes muss 120 mm betragen.

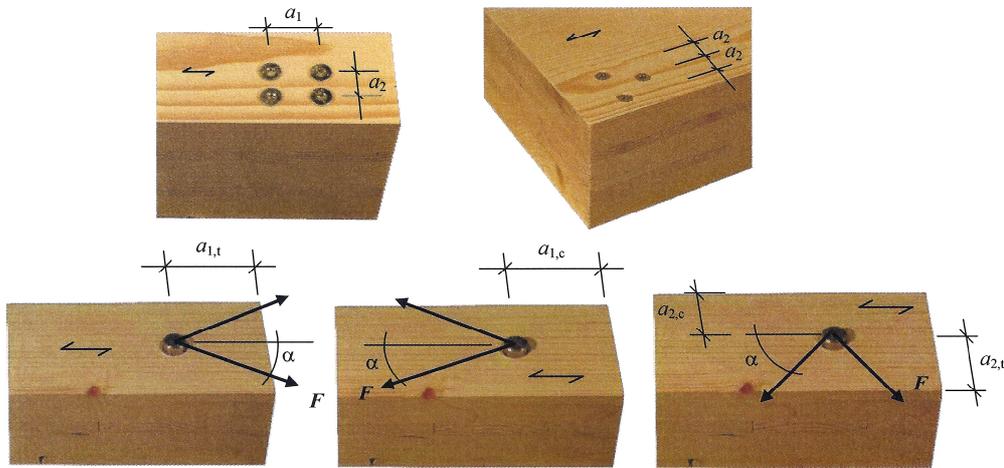


Bild 2: Definition der Mindestabstände in den Seitenflächen von Brettsperrholz

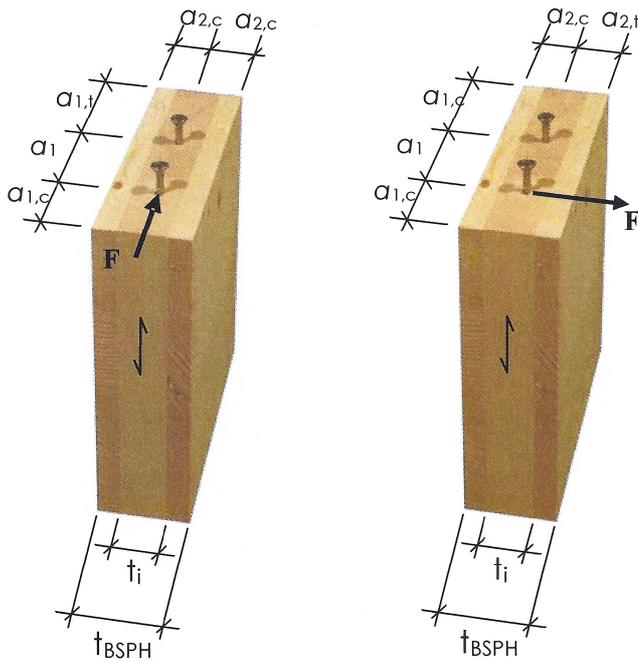


Bild 3: Definition der Mindestabstände in den Stirnflächen von Brettsperrholz

4 Beanspruchung der Schraube auf Axialzug

Die Tragfähigkeit auf Herausziehen wird in erster Linie durch den Außendurchmesser des Gewindes d und der Einbindetiefe des Gewindeteils l_{ef} bestimmt.

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehten Schraube berechnet sich mit:

$$F_{ax,Rk} = f_{ax,k} d l_{ef} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $0^\circ \leq \alpha < 45^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehten Schraube darf mit

$$F_{ax,Rk} = \left(0,3 + \frac{0,7 \cdot \alpha}{45^\circ} \right) f_{ax,k} d l_{ef} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

in Rechnung gestellt werden.

Dabei sind $f_{ax,k} = 10,0 \text{ N/mm}^2$, $d = 12 \text{ mm}$ und die Einbindetiefe des Gewindeteils l_{ef} in mm sowie der charakteristische Wert der Rohdichte in kg/m^3 einzusetzen. Als Einbindetiefe darf höchstens die Gewindelänge l_g gemäß Europäischer Technischer Zulassung angesetzt werden. Einbindetiefen kleiner 48 mm dürfen nicht in Rechnung gestellt werden.

Dieser Wert gilt auch für Brettsperrholz aus Nadelholz in den Seitenflächen. Für Schrauben, die in mehr als eine Lage einbinden, können die verschiedenen Lagen über die charakteristischen Rohdichten der Brettlagen anteilmäßig berücksichtigt werden. In den Stirnflächen des Brettsperrholzes sollen die Schrauben so eingedreht werden, dass sie vollständig in einer Lage einbinden.

Bei einer maximalen Gewindelänge $l_g = 138 \text{ mm}$ ergibt sich der maximale charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes pro Transportanker auf der Grundlage einer charakteristischen Rohdichte des Holzbauteils von 350 kg/m^3 und $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ zu:

$$\max F_{ax,Rk} = 16,56 \text{ kN}$$

Versuche mit DEHA Universal-Kupplungen und mit BGW-Kugelkopfabhebern haben gezeigt, dass kein Versagen des Schraubenkopfes beobachtet wurde, sondern der Schraubenschaft auf Zug versagte. Der charakteristische Wert der Zugtragfähigkeit der Schraube aus Kohlenstoffstahl beträgt 45 kN.

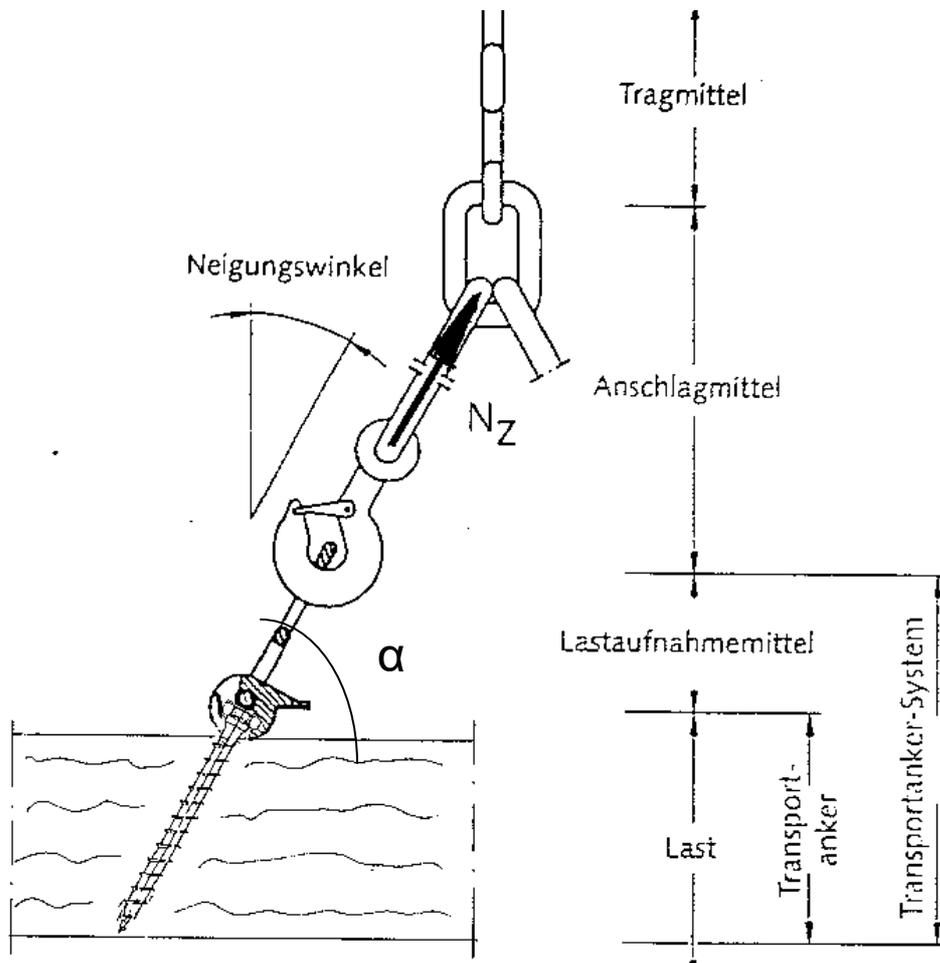


Bild 4: Transportanker unter Axialzugbeanspruchung

Der Bemessungswert des Ausziehwiderstandes ist aus dem charakteristischen Wert wie folgt zu berechnen:

$$F_{ax,Rd} = k_{mod}/\gamma_M \cdot F_{ax,Rk}$$

Der Modifikationsbeiwert k_{mod} ist für die Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) kurz aus EN 1995-1-1 Tab. 3.1 bzw. DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.4 zu ermitteln. Für Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz, Furnierschichtholz und Brettsperrholz in der Nutzungsklasse 1 und 2 ist

$$k_{mod} = 0,9$$

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_M ist nach DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.2 und NA.3 in Deutschland wie folgt anzunehmen:

$$\gamma_M = 1,3$$

Dieser Wert kann sich in anderen Ländern unterscheiden.

Daraus ergibt sich ein maximale Bemessungswert des Auszieh-
widerstandes pro Transportanker zu:

$$\max F_{ax,Rd} = 11,46 \text{ kN}$$

Dieser Wert muss mit dem Bemessungswert $F_{ax,Ed}$ der Einwirkungen verglichen werden. D.h. die vorhandene Zugkraft N_z in der Schraube muss mit den Teilsicherheitsbeiwerten der Einwirkungen multipliziert werden. Bei Transportzuständen ist die Einwirkung in der Regel das Eigengewicht des Bauelements. In diesem Fall ist

$$F_{ax,Ed} = 1,35 \cdot N_z$$

Daraus kann die größte aufnehmbare Kraft $N_z = 8,49 \text{ kN}$ bei Ausnutzung der maximalen Gewindelänge von $l_g = 138 \text{ mm}$ ($\rho_k = 350 \text{ kg/m}^2$; $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$) abgeleitet werden.

Als Lastaufnahmemittel wird die DEHA Universal-Kupplung oder der BGW-Kugelkopfabheber Lastgruppe 1-1,3 verwendet. Diese Kupplung ist ausgelegt für eine zulässige Kraft von 13 kN. Dabei sind die Hinweise und die Handhabungsbedingungen der Halfen-Deha Vertriebsgesellschaft mbH, Liebigstr. 14, 40764 Langenfeld bzw. der BGW-Bohr GmbH, Kastanienstr., 97854 Steinfeld zu beachten. In Bild 4 ist die Lastaufnahmeeinrichtung mit einem schräg eingedrehten Transportanker dargestellt.

5 Beanspruchung der Schraube auf Schrägzug

Werden die Holzschrauben entsprechend Bild 5 gleichzeitig auf Herausziehen und auf Abscheren beansprucht, dann spricht man von einer Schrägzugbelastung. Bei dieser kombinierten Beanspruchung gilt:

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

mit

$F_{ax,Ed}$ Bemessungswert der Kraftkomponente in Richtung der Schraubenachse (Ausziehung)

$F_{v,Ed}$ Bemessungswert der Kraftkomponente rechtwinklig zur Schraubenachse (Abscherkraft)

$F_{ax,Rd}$ Bemessungswert des Ausziehwerstandes

$F_{v,Rd}$ Bemessungswert der Schraubenbelastung rechtwinklig zur Schraubenachse

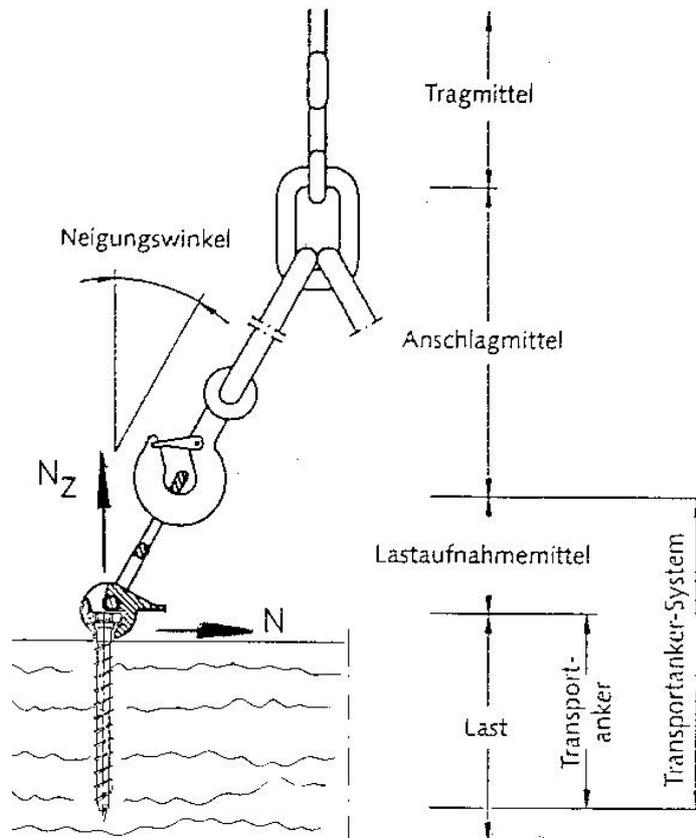


Bild 5: Transportanker unter Schrägzugbeanspruchung

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehten Schraube berechnet sich mit:

$$F_{ax,Rk} = f_{ax,k} d l_{ef} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $0^\circ \leq \alpha < 45^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehten Schraube darf mit

$$F_{ax,Rk} = \left(0,3 + \frac{0,7 \cdot \alpha}{45^\circ} \right) f_{ax,k} d l_{ef} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

in Rechnung gestellt werden.

Dabei sind $f_{ax,k} = 10,0 \text{ N/mm}^2$, $d = 12 \text{ mm}$ und die Einbindetiefe des Gewindeteils l_{ef} in mm sowie der charakteristischen Wert der Rohdichte in kg/m^3 einzusetzen. Als Einbindetiefe darf höchstens die Gewindelänge l_g

gemäß Europäischer Technischer Zulassung angesetzt werden. Einbindetiefen kleiner 48 mm dürfen nicht in Rechnung gestellt werden.

Dieser Wert gilt auch für Brettspertholz aus Nadelholz in den Seitenflächen. Für Schrauben, die in mehr als eine Lage einbinden, können die verschiedenen Lagen über die charakteristischen Rohdichten der Brettlagen anteilmäßig berücksichtigt werden. In den Stirnflächen des Brettspertholzes sollen die Schrauben so eingedreht werden, dass sie vollständig in einer Lage einbinden.

Der Bemessungswert des Auszieh Widerstandes ist aus dem charakteristischen Wert wie folgt zu berechnen:

$$F_{ax,Rd} = k_{mod}/\gamma_M \cdot F_{ax,Rk}$$

Der Modifikationsbeiwert k_{mod} ist für die Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) kurz aus EN 1995-1-1 Tab. 3.1 bzw. DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.4 zu ermitteln. Für Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz, Furnierschichtholz und Brettspertholz in der Nutzungsklasse 1 und 2 ist

$$k_{mod} = 0,9$$

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_M ist nach DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.2 und NA.3 in Deutschland wie folgt anzunehmen:

$$\gamma_M = 1,3$$

Dieser Wert kann sich in anderen Ländern unterscheiden.

Der Schraubenkopf ist mit dem Lastaufnahmemittel gelenkig verbunden; d.h. der Schraubenkopf ist nicht eingespannt. Der Bemessungswert der Schraubenbelastung rechtwinklig zur Schraubenachse beim Anschrauben von Stahlteilen berechnet sich bei einer Einbindetiefe t_1 zu:

$$F_{v,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{k_{mod} \cdot 0,4 \cdot t_1 \cdot d \cdot f_{h,k}}{\gamma_{M,h}} \\ \left(1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M,y}} \cdot d \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{M,h}} \cdot f_{h,k}} + 0,25 \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{M,h}} \cdot F_{ax,Rk} \right) \end{array} \right. \quad (\text{in N})$$

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$M_{y,Rk} = 58 \text{ Nm}$$

$$\gamma_{M,h} = 1,3 \text{ (Holz); } \gamma_{M,y} = 1,3 \text{ (Stahl in Verbindungen); } k_{mod} = 0,9 \text{ (Holz)}$$

$f_{h,k}$: charakteristische Lochleibungsfestigkeit des Holzes oder des Holzwerkstoffes in N/mm²

Die charakteristische Lochleibungsfestigkeit errechnet sich bei Nadelholz mit $d = 12 \text{ mm}$ für Schrauben, die ohne Vorbohrung eingeschraubt werden, wie folgt:

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{2,5 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 \rho_k d^{-0,3} = 0,039 \rho_k \quad \text{ohne vorgebohrte Löcher}$$

Bei Schrauben in vorgebohrten Löchern errechnet sich die charakteristische Lochleibungsfestigkeit bei Nadelholz mit $d = 12 \text{ mm}$ zu:

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{2,5 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 (1 - 0,01 d) \rho_k = 0,072 \rho_k \quad \text{mit vorgebohrten Löchern}$$

Furnierschichtholz

Die charakteristische Lochleibungsfestigkeit errechnet sich bei Furnierschichtholz in den Seitenflächen nach EN 1995-1-1 Abschnitt 8.3.1 wie für Nadelholz.

Bei Schrauben, die in die Stirnflächen von Furnierschichtholz eingedreht werden, sind die Lochleibungsfestigkeiten in den Stirnflächen mit einem Drittel der Lochleibungsfestigkeiten der Seitenflächen anzunehmen.

Brettsperrholz

Die Lochleibungsfestigkeit bei in die Stirnflächen von Brettsperrholz eingedrehten Schrauben, kann für Lagen aus Nadelholz unabhängig vom Winkel der Schraubenachse zur Faserrichtung angenommen werden zu:

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

Mit dem Gewindeaußendurchmesser $d = 12 \text{ mm}$ ergibt sich eine Lochleibungsfestigkeit $f_{h,k} = 5,77 \text{ N/mm}^2$ für Nadelholz. Die Festlegungen in den europäisch technischen oder nationalen Zulassungen des Brettsperrholzes sind zu beachten.

Die Lochleibungsfestigkeit für Schrauben in den Seitenflächen von Brettsperrholz ist wie für Vollholz zu ermitteln. Für die Rohdichte ist hierbei die charakteristische Wert der äußeren Lage einzusetzen. Wenn relevant, ist der Winkel zwischen Kraft und Faserrichtung der äußeren Lage zu berücksichtigen.

Die Kraft muss rechtwinklig zur Schraubenachse und parallel zur Seitenfläche des Brettsperrholz wirken. Für Winkel $45^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ zwischen Schraubenachse und Faserrichtung der äußeren Lage ist der charakteristische Wert der Tragfähigkeit zu $2/3$ von dem Wert für $\alpha = 90^\circ$ anzunehmen, wenn als Einbindetiefe nur das Maß rechtwinklig zur Seitenfläche in Rechnung gestellt wird.

Greift eine Kraftkomponente rechtwinklig zur Seitenfläche an, besteht die Gefahr des Querkzugversagens. Das Querkzugversagen sollte durch eine

Verstärkung mit Vollgewindeschrauben parallel zur Stirnfläche verhindert werden (siehe Bild 6).

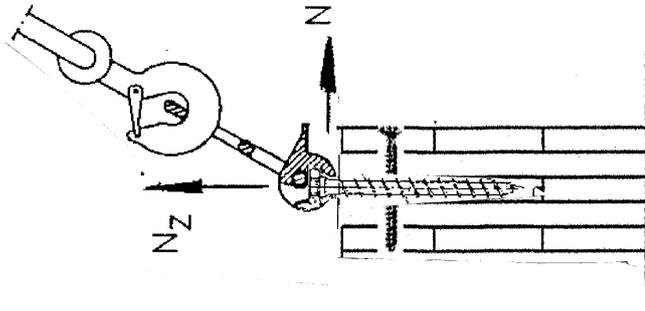


Bild 6: Quersicherung eines Brettsperrholzelements mit Vollgewindeschrauben

Die vorhandene Zugkraft N_z in der Schraube und Abscherkraft N muss mit den Teilsicherheitsbeiwerten der Einwirkungen multipliziert werden. Bei Transportzuständen ist die Einwirkung in der Regel das Eigengewicht des Bauelements. In diesem Fall ist

$$F_{ax,Ed} = 1,35 \cdot N_z ; \quad F_{v,Ed} = 1,35 \cdot N$$

In Richtung des Gehänges berechnet sich die resultierende Kraft zu

$$F_{Ed} = 1,35 \cdot N_{SZ}$$

6 Beanspruchung der Schraube auf Schrägzug bei passgenauer Einfräsung des Kupplungskopfes

Wird der Kupplungskopf des Lastaufnahmemittels passgenau in eine Einfräsung (Bild 7) eingelassen, dann wird die Horizontalkraft bei Schrägzug über den Kupplungskopf direkt in das Holz eingeleitet. Die Einfräsung kann z.B. mit einem Kettenstemmer eingebracht werden.

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehten Schraube berechnet sich mit:

$$F_{ax,Rk} = f_{ax,k} d l_{ef} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $0^\circ \leq \alpha < 45^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehten Schraube darf mit

$$F_{ax,Rk} = \left(0,3 + \frac{0,7 \cdot \alpha}{45^\circ} \right) f_{ax,k} d l_{ef} \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

in Rechnung gestellt werden.

Dabei sind $f_{ax,k} = 10,0 \text{ N/mm}^2$, $d = 12 \text{ mm}$ und die Einbindetiefe des Gewindeteils l_{ef} in mm sowie der charakteristische Wert der Rohdichte in kg/m^3 einzusetzen. Als Einbindetiefe darf höchstens die Gewindelänge l_g gemäß Europäischer Technischer Zulassung angesetzt werden. Einbindetiefen kleiner 48 mm dürfen nicht in Rechnung gestellt werden.

Dieser Wert gilt auch für Brettsperrholz aus Nadelholz in den Seitenflächen. Für Schrauben, die in mehr als eine Lage einbinden, können die verschiedenen Lagen über die charakteristischen Rohdichten der Brettlagen anteilmäßig berücksichtigt werden. In den Stirnflächen des Brettsperrholzes sollen die Schrauben so eingedreht werden, dass sie vollständig in einer Lage einbinden.

Der Bemessungswert des Auszieh Widerstandes ist aus dem charakteristischen Wert wie folgt zu berechnen:

$$F_{ax,Rd} = k_{mod} / \gamma_M \cdot F_{ax,Rk}$$

Der Modifikationsbeiwert k_{mod} ist für die Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) kurz aus EN 1995-1-1 Tab. 3.1 bzw. DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.4 zu ermitteln. Für Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz, Furnierschichtholz und Brettsperrholz in der Nutzungsklasse 1 und 2 ist

$$k_{mod} = 0,9$$

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_M ist nach DIN EN 1995-1-1/NA Tab. NA.2 und NA.3 in Deutschland wie folgt anzunehmen:

$$\gamma_M = 1,3$$

Dieser Wert kann sich in anderen Ländern unterscheiden.

Bei einer maximalen Gewindelänge $l_g = 138 \text{ mm}$ ergibt sich der maximale Bemessungswert des Auszieh Widerstandes pro Transportanker auf der Grundlage einer charakteristischen Rohdichte des Holzbauteils von 350 kg/m^3 und $\alpha = 90^\circ$ zu:

$$\max F_{ax,Rk} = 16,56 \text{ kN}$$

Daraus ergibt sich ein maximale des Auszieh Widerstandes pro Transportanker zu:

$$\max F_{ax,Rd} = 11,46 \text{ kN}$$

7 Zusammenfassung

Diese gutachtliche Stellungnahme beurteilt die Verwendung der ASSY plus VG Kombi Holzschrauben mit Sechskantkopf SW17 in Verbindung mit der DEHA Universal-Kupplung oder dem BGW-Kugelkopfabheber als Transportanker. Das System besteht aus einer ASSY plus VG Kombi Holzschraube $d = 12 \text{ mm}$ und einer DEHA Universal-Kupplung oder einem BGW-Kugelkopfabheber Lastgruppe 1-1,3.

Es werden Bemessungsgrundlagen und Schraubenbelastungen für 3 Fälle angegeben.

1. Beanspruchung der Schraube auf Axialzug
2. Beanspruchung der Schraube auf Schrägzug
3. Beanspruchung der Schraube auf Schrägzug bei passgenauer Einfräsung des Kupplungskopfes

Die zulässige Beanspruchung wird in erster Linie durch die Einschraubtiefe bzw. der Gewindelänge beeinflusst. Die größte aufnehmbare Kraft berechnet sich aus den angegebenen Bemessungsgleichungen. Bei kleineren Einbindetiefen und wirksamen Einschraubtiefen bzw. Gewindelängen sind die aufnehmbaren Kräfte entsprechend den Angaben abzumindern.

Dabei sind die angegebenen Randbedingungen und die Mindestabstände einzuhalten.

Unter diesen Voraussetzungen besteht m. E. gegen die Verwendung von Würth ASSY plus VG Kombi Holzschrauben als Transportanker keine Bedenken.

Dettenheim, den 08.03.17



Prof. Dr.-Ing. Hartmut Werner

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzbau und Holzbauschäden