

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

Adolf Würth
GmbH & Co.KG
Postfach

D-74650 Künzelsau

Datum: 15.01.2011

Gutachtliche Stellungnahme

Verwendung von Würth ASSY® 3.0 Kombi Holzschrauben als Transportanker

1 Allgemeines

Die Firma Adolf Würth GmbH & Co. KG möchte die ASSY 3.0 Kombi Holzschrauben mit Sechskantkopf in Verbindung mit der DEHA Universal-Kupplung oder dem BGW-Kugelkopfabheber als Transportanker einsetzen. Im Rahmen einer gutachtlichen Stellungnahme soll die Eignung dieser selbstbohrenden Holzschrauben für diesen Anwendungsfall beurteilt werden. Diese gutachtliche Stellungnahme ersetzt die Stellungnahme vom 19.01.2005, da sich sowohl die Schraubengeometrie als auch das Bemessungsverfahren geändert hat.

Würth ASSY 3.0 Kombi Holzschrauben sind in Verbindung mit der gutachtlichen Stellungnahmen vom 30.11.2009 von Prof. Dr.-Ing. H.J. Blaß allgemein bauaufsichtlich zugelassene Holzverbindungsmittel (Zulassung Nr. Z-9.1-514), die für tragende Holzverbindungen verwendet werden dürfen. Mit diesen Schrauben sollen an Hölzer 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 $d_1 = 12$ 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 $d_1 = 12$ mm und DEHA Universal-Kupplung Lastgruppe 1-1,3

2 Vorschriften

DIN 1052: 2008 -12	Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken
DIN 1055 - 1	Lastannahmen für Bauten - Lagerstoffe, Baustoffe und Bauteile; Eigenlasten und Reibungswinkel
DIN 1055 - 3	Lastannahmen für Bauten - Verkehrslasten
DIN 15018	Krane
Z-9.1-514	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für Würth ASSY II-Holzschrauben und Würth ECOFAST-ASSY II-Holzschrauben als Holzverbindungsmittel
Blaß, H.J.	Gutachliche Stellungnahme Tragfähigkeit von ASSY Schrauben vom 30.09.2009
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

3 Bemessungsgrundlagen

Das Transportankersystem für Holzbauteile setzt sich zusammen aus der ASSY 3.0 Kombi-Holzschraube und der DEHA Universal-Kupplung bzw. dem BGW-Kugelkopfabheber Lastgruppe 1,0-1,3 t. Maßgebend für die Tragfähigkeit ist das schwächste Glied dieser beiden Teile.

Nach der Zulassung dürfen die Holzschrauben nur für vorwiegend ruhende Belastungen (siehe DIN 1055-3) verwendet werden. Transportanker werden in erster Linie durch Gewichtskräfte beansprucht. Die Gewichtskräfte kann man als vorwiegend ruhend bezeichnen, da es sich um nicht sehr häufig wiederholende Lasten handelt. Bei der Ermittlung der Gewichtskräfte ist DIN 1055-1 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

76706 Dettenheim
Am Vogelsang 1

Telefon (07255) 72027
Telefax (07255) 72028
hartmut@werner-bauing.de
<http://www.werner-bauing.de>

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. Gegebenenfalls sind die Werte nach DIN 15018 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. In Anlehnung an DIN 1052 müssen keine zwei Holzschrauben bei solchen tragenden Verbindungen vorhanden sein. Es genügen also für einen Ankerpunkt eine Schraube. Das gesamte Bauteil ist mit mindestens zwei Holzschrauben anzuschließen. Jedoch ist darauf zu achten, dass die Schrauben nicht in Schwindrisse oder dergleichen eingeschraubt werden.

Für das Transportankersystem für Holzbauteile werden ASSY 3.0 Kombi Holzschraube $d_1 = 12$ mm und DEHA Universal-Kupplung bzw. BGW-Kugelkopfabheber Lastgruppe 1-1,3 verwendet.

Die Dicke der Holzbauteile muss mindestens 80 mm; die Dicke der Holzwerkstoffplatten muss mindestens 15 mm betragen.

76706 Dettenheim
Am Vogelsang 1

Telefon (07255) 72027
Telefax (07255) 72028
hartmut@werner-bauing.de
<http://www.werner-bauing.de>

Als Mindestrandabstände der Schraube mit $d_1 = 12$ mm müssen die Werte nach Tabelle 2 eingehalten werden:

Tabelle 2: Mindestabstände der Holzschrauben

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.

Bei Douglasienholz sind die Mindestabstände in Faserrichtung um 50 % zu erhöhen.

4 Beanspruchung der Schraube auf Axialzug

Die Tragfähigkeit auf Herausziehen wird in erster Linie durch den Nenndurchmesser d_1 und die Einschraubtiefe bzw. Gewindelänge l_{ef} bestimmt.

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehte Schrauben darf mit

$$R_{ax,k} = 10 \cdot d_1 \cdot l_{ef} = 120 \cdot l_{ef} \quad \text{in [N]}$$

mit $d_1 = 12$ mm und der Einschraubtiefe l_{ef} in mm in Rechnung gestellt werden. Als Einschraubtiefe darf höchstens die Gewindelänge b gemäß Zulassung Nr. Z-9.1-514 angesetzt werden. Einschraubtiefen kleiner 48 mm dürfen nicht in Rechnung gestellt werden.

Bei einer maximalen Gewindelänge $b = 145$ mm nach Zulassung ergibt sich der maximale charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes pro Transportanker zu:

$$\max R_{ax,k} = 17,40 \text{ kN}$$

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 beträgt 34 kN.

76706 Dettenheim
Am Vogelsang 1

Telefon (07255) 72027
Telefax (07255) 72028

hartmut@werner-bauing.de
<http://www.werner-bauing.de>

Sparkasse Karlsruhe
Kto-Nr. 109007039
BLZ 660 501 01

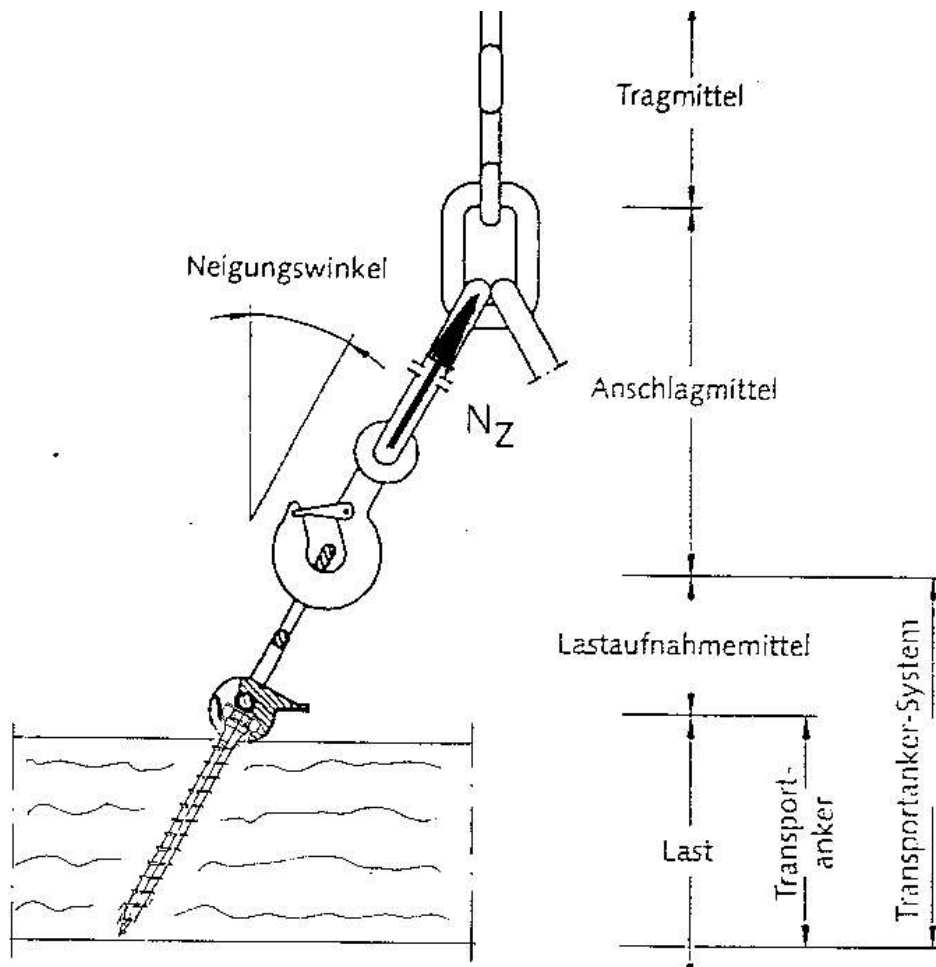


Bild 2: Transportanker unter Axialzugbeanspruchung

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

$$R_{ax,d} = k_{mod}/\gamma_M \cdot R_{ax,k}$$

Der Modifikationsbeiwert k_{mod} ist für die Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) kurz aus DIN 1052 Anhang F zu ermitteln. Für Vollholz, Brettschichtholz, Furnierschichtholz, Brettsperrholz und Sperrholz in der Nutzungsklasse 1 und 2 ist

$$k_{mod} = 0,9 \quad \text{und} \quad \gamma_{M,Holz} = 1,3$$

Daraus ergibt sich ein maximale Bemessungswert des Ausziehwiderstandes pro Transportanker zu:

$$\max R_{ax,d} = 12,05 \text{ kN}$$

Dieser Wert muss mit dem Bemessungswert $F_{ax,d}$ 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

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

Daraus kann die größte aufnehmbare Kraft $N_z = 8,92$ kN bei Ausnutzung der maximalen Gewindelänge von $b = 145$ mm 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 2 ist die Lastaufnahmeeinrichtung mit einem schräg eingedrehten Transportanker dargestellt.

Der Neigungswinkel, wie auf dem Bild 2 dargestellt, darf nicht mehr als 30° betragen.

5 Beanspruchung der Schraube auf Schrägzug

Werden die Holzschrauben entsprechend Bild 3 gleichzeitig auf Herausziehen und auf Abscheren beansprucht, dann spricht man von einer Schrägzugbelastung. Bei dieser kombinierten Beanspruchung gilt:

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

mit

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

$F_{la,d}$ Bemessungswert der Kraftkomponente rechtwinklig zur Schraubenachse (Abscherkraft)

$R_{ax,d}$ Bemessungswert des Ausziehungswiderstandes

$R_{la,d}$ Bemessungswert der Schraubenbelastung rechtwinklig zur Schraubenachse

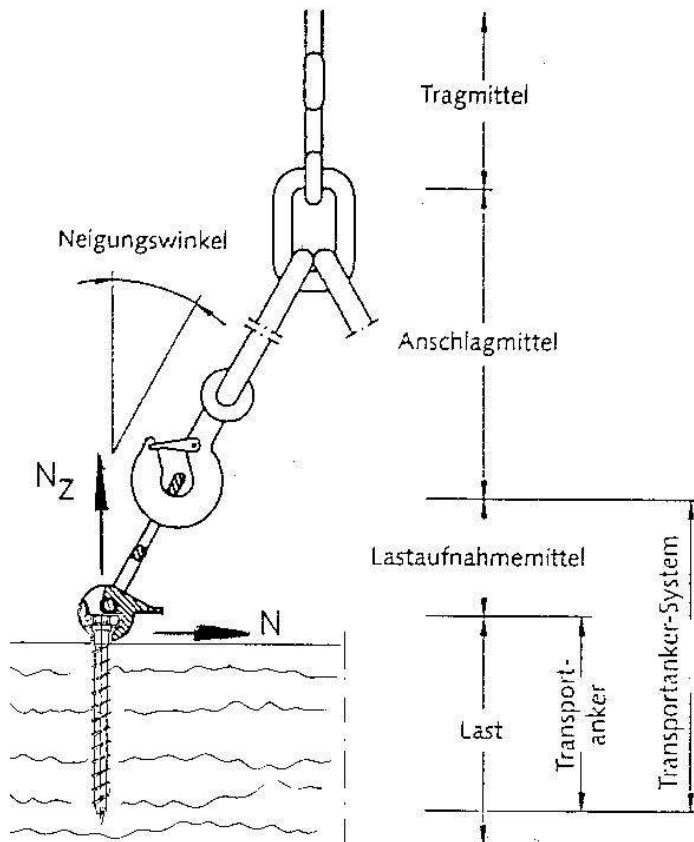


Bild 3: Transportanker unter Schrägzugbeanspruchung

Der Bemessungswert des Ausziehwiderstandes für unter einem Winkel $60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehte Schrauben darf mit

$$R_{ax,d} = k_{mod}/\gamma_{M,Holz} \cdot 10 \cdot d_1 \cdot l_{ef} = k_{mod}/\gamma_{M,Holz} \cdot 120 \cdot l_{ef} \quad \text{in [N]}$$

mit $d_1 = 12$ mm und der Einschraubtiefe l_{ef} in mm in Rechnung gestellt werden. Als Einschraubtiefe darf höchstens die Gewindelänge b gemäß Zulassung Nr. Z-9.1-514 angesetzt werden.

Der Modifikationsbeiwert k_{mod} ist für die Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) kurz aus DIN 1052 Anhang F zu ermitteln. Für Vollholz, Brettschichtholz, Furnierschichtholz, Brettsperrholz und Sperrholz in der Nutzungsklasse 1 und 2 ist

$$k_{mod} = 0,9 \quad \text{und} \quad \gamma_{M,Holz} = 1,3$$

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 somit bei einer Eindringtiefe t_1 von mindestens 108 mm ($t_{\text{req}} = 9d_1$) für $d_1 = 12$ mm zu:

$$R_{la,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_{M,Stift}} \cdot 2 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot d_1 \cdot f_{h,k}} \\ \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_{M,Stift}} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot d_1 \cdot f_{h,k}} + 0,25 \cdot 10 \cdot l_{ef} \cdot d_1 \right) \end{array} \right. \quad (\text{in N})$$

$$d_1 = 12 \text{ mm}$$

$$M_{y,k} = 57600 \text{ Nmm}$$

$$\gamma_{M,Stift} = 1,1$$

$f_{h,k}$: charakteristische Lochleibungsfestigkeit des Holzes oder des Holzwerkstoffes in N/mm^2

l_{ef} : wirksame Einschraubtiefe in mm

Als wirksame Einschraubtiefe darf höchstens die Gewindelänge b gemäß Zulassung Nr. Z-9.1-514 angesetzt werden.

Die charakteristische Lochleibungsfestigkeit errechnet sich bei Vollholz und Brettschichtholz zu

$$f_{h,k} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot d_1^{-0,3} \quad \text{in N/mm}^2$$

ρ_k : charakteristische Rohdichte des Holzes in kg/m^3

Für Holzwerkstoffe ist die Lochleibungsfestigkeit aus DIN 1052 oder aus den entsprechenden Zulassungen zu entnehmen.

Der Modifikationsbeiwert k_{mod} ist für die Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) kurz aus DIN 1052 Anhang F zu ermitteln. Für Vollholz, Brettschichtholz, Furnierschichtholz, Brettsperrholz und Sperrholz in der Nutzungsklasse 1 und 2 ist

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

Ist die Eindringtiefe t_1 der Schraube kleiner als die erforderliche Eindringtiefe $t_{\text{req}} = 9 \cdot d_1$ ist der Bemessungswert der Schraubenbelastung rechtwinklig zur Schraubenachse mit dem Verhältniswert t_1 / t_{req} zu multiplizieren.

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

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

$$F_{la,d} = 1,35 \cdot N$$

6 Beanspruchung der Schraube auf Schrägzug bei passgenauer Einfräsung des Kupplungskopfes

Wird der Kupplungskopf des Lastaufnahmemittels passgenau in eine Einfräsung 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 $60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ (α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung) eingedrehte Schrauben darf mit

$$R_{ax,k} = 10 \cdot d_1 \cdot l_{ef} = 120 \cdot l_{ef} \quad \text{in [N]}$$

mit $d_1 = 12$ mm und der Einschraubtiefe l_{ef} in mm in Rechnung gestellt werden. Als Einschraubtiefe darf höchstens die Gewindelänge b gemäß Zulassung Nr. Z-9.1-514 angesetzt werden. Einschraubtiefen kleiner 48 mm dürfen nicht in Rechnung gestellt werden.

Bei einer maximalen Gewindelänge $b = 145$ mm nach Zulassung ergibt sich der maximale charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes pro Transportanker zu:

$$\max R_{ax,k} = 17,40 \text{ kN}$$

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

$$R_{ax,d} = k_{mod}/\gamma_M \cdot R_{ax,k}$$

Der Modifikationsbeiwert k_{mod} ist für die Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) kurz aus DIN 1052 Anhang F zu ermitteln. Für Vollholz, Brettschichtholz, Furnierschichtholz, Brettsperrholz und Sperrholz in der Nutzungsklasse 1 und 2 ist

$$k_{mod} = 0,9 \quad \text{und} \quad \gamma_{M,Holz} = 1,3$$

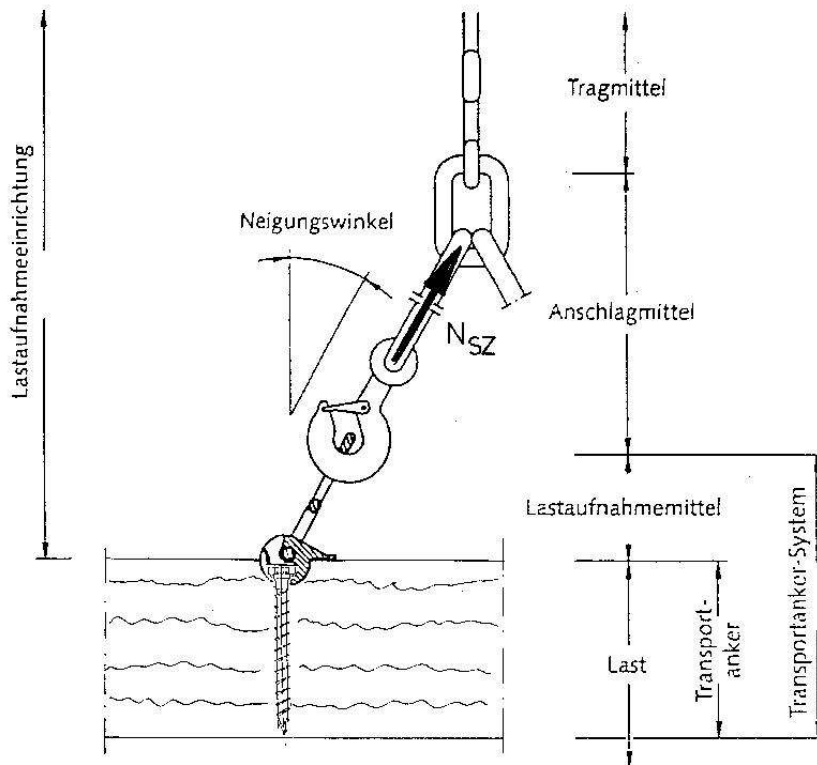


Bild 4: Transportanker unter Schrägzugbeanspruchung - Kupplungskopf des Lastaufnahmemittels passgenau in eine Einfräsung eingelassen

Dieser Wert muss mit dem Bemessungswert $F_{ax,d}$ der Einwirkungen verglichen werden. D.h. die vorhandene Zugkraft N_z in der Schraube, die man mit dem Neigungswinkel des Anschlagmittels aus N_{sz} (siehe Bild 4) berechnen kann, muss mit den Teilsicherheitsbeiwerten der Einwirkungen multipliziert werden. Bei Transportzuständen ist die Einwirkung in der Regel das Eigengewicht des Bauelements. In diesem Fall ist

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

Daraus kann die größte aufnehmbare Kraft $N_z = 8,92 \text{ kN}$ bei Ausnutzung der maximalen Gewindelänge von $b = 145 \text{ mm}$ abgeleitet 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 $d_1 = 12$ 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 15.01.11

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Werner

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

76706 Dettenheim
Am Vogelsang 1

Telefon (07255) 72027
Telefax (07255) 72028
hartmut@werner-bauing.de
<http://www.werner-bauing.de>