

GUTACHTLICHE STELLUNGNAHME

BERECHNUNG DER TRAGFÄHIGKEIT DER ROTHOBLAAS SCHRAUBEN MIT DEM TRANSPORTANKER (Kodex ATRE0315)

Kurtatsch, am 29/11/2012

Dipl. Ing. Albino Angeli

-VORSCHRIFTEN-

EN 1995 1-1:2009. Eurocode 5

ETA-11/0030

Italien: NTC 2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG.....	2
1.1	VORWORT	2
1.2	BEZUGSNORMEN.....	2
1.3	BESCHREIBUNG DER HEBEVORRICHTUNG.....	2
1.4	BEFESTIGUNGSSYSTEM UND GEBRAUCHSVORSCHRIFTEN	3
1.4	BERECHNUNGSMETHODE	7
1.5	MATERIALIEN	10
2	BERECHNUNG DER TRAGFÄHIGKEIT.....	11
2.1	SCHRÄGZUGINSTALLIERUNG	11
2.2	SENKRECHTINSTALLIERUNG.....	19
2.3	INSTALLIERUNG MIT SENKRECHTER FRÄSUNG	28

1 EINLEITUNG

1.1 VORWORT

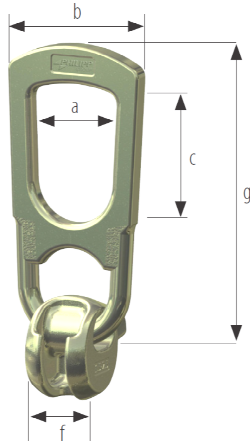
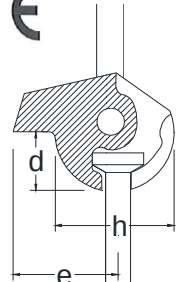
Der folgende Bericht dient zur Berechnung der Tragfähigkeit des Transportankers für Holzelementen (Kodex ATRE0315), der von *Rotho Blaas srl* vertrieben wird.

Die Tragfähigkeit wird in Funktion der verschiedenen Installierungs – und Befestigungsmöglichkeiten des Ankers berechnet.

1.2 BEZUGSNORMEN

EN 1995-1-1:2009 Eurocode 5. “ Bemessung und Konstruktion von Holzbauten”

1.3 BESCHREIBUNG DER HEBEVORRICHTUNG

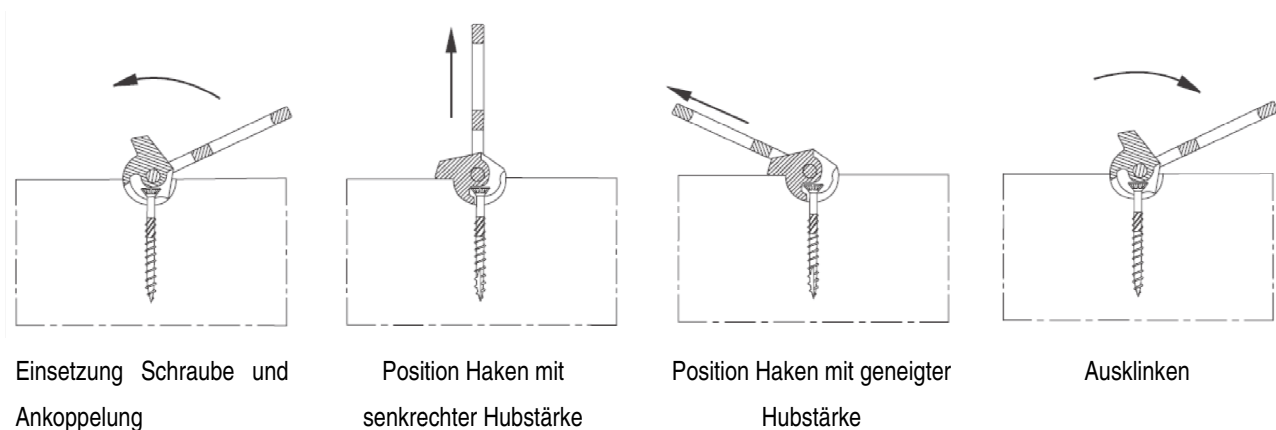
	Kodex	Lastgruppe [kg]	a [mm]	b [mm]	c [mm]	d [mm]	e [mm]	f [mm]	g [mm]	h [mm]
	ATRE0315	1000 - 1300	47,5	75,0	71,0	30,0	45,0	33,0	164,5	55,0
    										

Der Anker ist geeignet für die Hebung und den Transport von Holzelementen (Balken, Platten, vorgefertigte Elemente). Der Haken mit seinem Kopf in runder Form ist mit einem Sperrsystem ausgestattet, das die Stabilität während des Transports gewährleistet. Der Anker ist aus verzinktem Stahlausguss hergestellt und gehört zur Lastgruppe 1000 – 1300 kg, er garantiert **zulässige Maximaltragfähigkeit von 13 kN**. In den folgenden Abschnitten werden die Befestigungssysteme, die Gebrauchsvorschriften und die Berechnungsmethoden, mit denen die Tragfähigkeitswerte im 2. Kapitel berechnet wurden, behandelt. Die Tragfähigkeit von diesem Transportsystem hängt nämlich vom Verbindungssystem ab, sowie von der Installierungsweise und den Charaktereigenschaften des transportierten Elements.

1.4 BEFESTIGUNGSSYSTEM UND GEBRAUCHSVORSCHRIFTEN

Der Transportanker muss am zu transportierenden hölzernen Element mittels einer Schraube befestigt werden; nach der Versenkung der Schraube wird der Haken mit der Hand angekuppelt, indem man den Kopf des Hakens rotiert, bis sich die Ganaschen am Schraubenkopf verankern. Es ist sehr wichtig, dass der Stützpunkt des Ankers während des Hebeprozesses in Richtung der Hebevorrichtung liegt; um den Anker auszuklinken, genügt es den Haken in die entgegengesetzte Richtung zu drehen (wie in der Abbildung gezeigt).

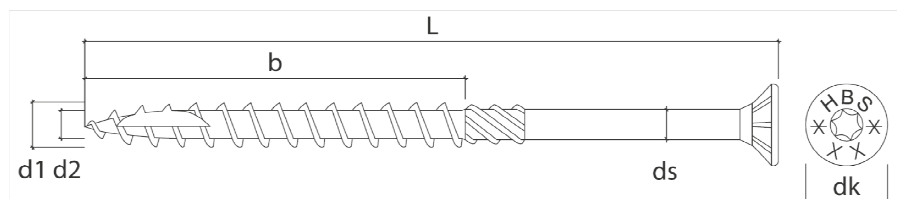
Die deutsche Regelung für die Sicherheit am Arbeitsplatz BGR 500 "Betreiben von Arbeitsmitteln" behandelt im Kapitel 2.8 die Hebesysteme und – Vorgänge; der Punkt 3.5.2 schreibt vor, dass während des Hebeprozesses mittels Seilen, Ketten und Gurten der Winkel α zwischen der Richtung der Hebeseile und der Ebene des aufzuhebenden Elements nicht unter 30° liegen darf. In den Berechnungen wurde ein Neigungswinkel der Hubkraft zwischen 30° e 90° im Verhältnis zur Oberfläche des Elements berücksichtigt.



Bezüglich der verwendbaren Befestigungssysteme ist eine Holzbauschraube HBS Ø10 oder VGS Ø11 in Übereinstimmung mit der CE Zertifizierung gemäß ETA-11/0030, produziert und vertrieben von *Rotho Blaas srl*:

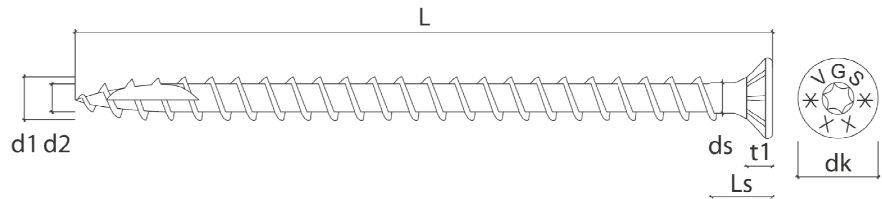
- Holzbauschraube mit Teilgewinde HBS Ø 10

d ₁ (mm)	10,00
TX	40
d ₂ (mm)	6,40
d _k (mm)	18,25
d _s (mm)	7,00

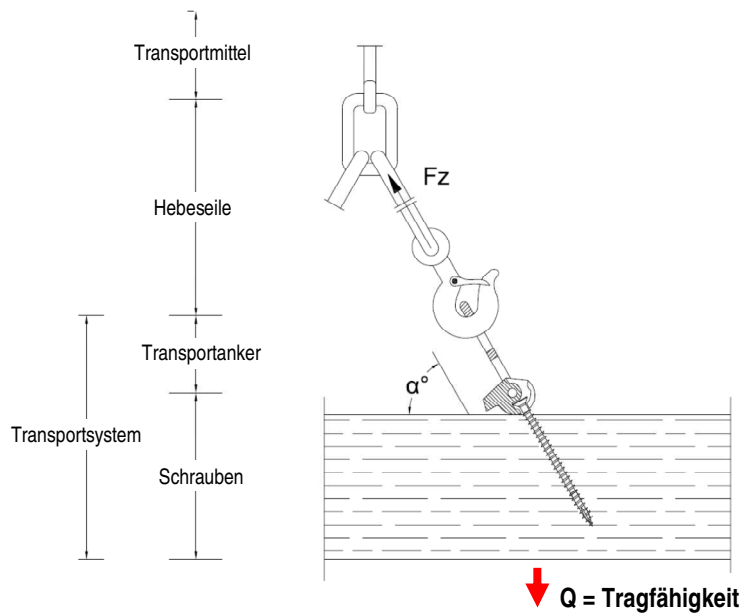


- Holzbauschraube mit Vollgewinde VGS Ø 11

d ₁ (mm)	11,00
TX	50
d ₂ (mm)	6,60
d _k (mm)	19,30
d _s (mm)	7,7
L-Ls	L-35
t1	8,20

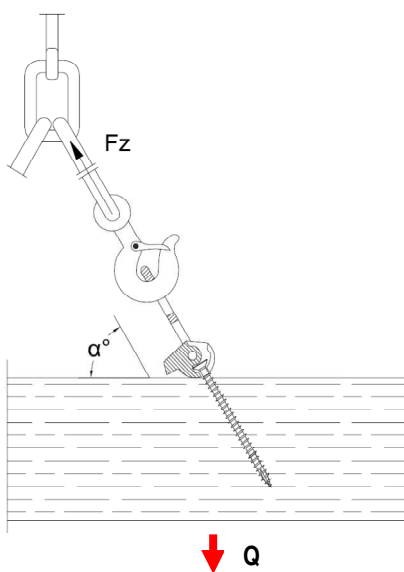


Die folgende Illustration stellt einen Anwendungstyp dar und fügt die Komponenten der Hubvorrichtung bei.



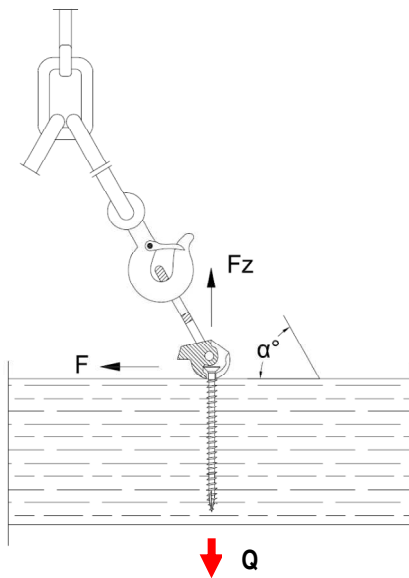
Was die Installierungsmöglichkeiten betrifft, sind drei Lösungen vorgesehen:

- *Schrägzuginstallierung*



Diese Installierungstechnik sieht eine Versenkung der Schrauben mit derselben Neigung vor, die der Neigung der Kraft F_z im Verhältnis zur Ebene des zu transportierenden Elements entspricht. Der Abstand zwischen der Schraubkopfunterseite und der Oberfläche des Elements muss in jedem Fall so gering wie möglich gehalten werden, gerade genug um die Verkoppelung vornehmen zu können, und ohne unnützen Spielraum zwischen Element und Haken zu schaffen. In dieser Installierungsform ist die Schraube auf Axialzug beansprucht und der Widerstandsmechanismus beruht auf Auszieh Widerstand des Schraubengewindes. Die ETA Zertifizierung erlaubt eine Neigung α zwischen Holzfaserrichtung und Schraubenachse zwischen 30° e 90° .

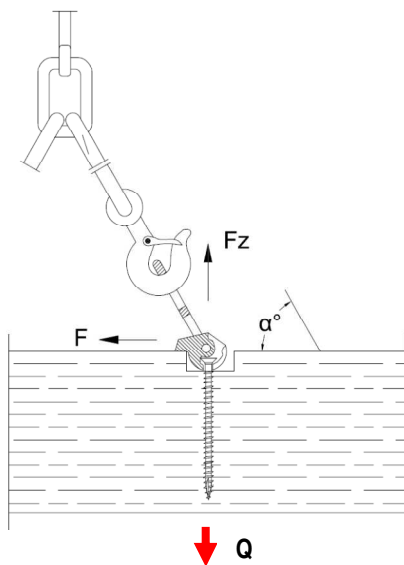
- *Senkrechte Installierung*



Diese Installierungstechnik sieht eine Versenkung der Schraube vor, die senkrecht zur Holzfaserrichtung verläuft. Der Neigungswinkel α zwischen der Richtung der Hebeseile und der Elementebene kann nicht geringer als 30° sein. Der Abstand zwischen der Schraubkopfunterseite und der Elementoberfläche muss in jedem Fall so gering wie möglich gehalten werden, gerade genug um die Verkopplung vornehmen zu können, und ohne unnützen Spielraum zwischen Element und Haken zu schaffen. Diese Konfiguration verursacht an den Schrauben eine kombinierte Beanspruchung (Axial- und Scherkraft).

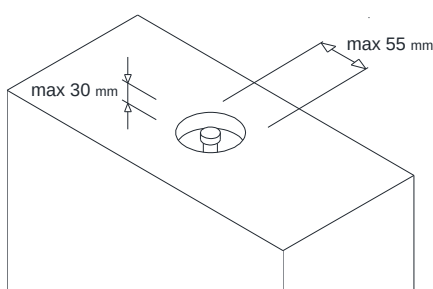
Der Widerstandsmechanismus hängt demzufolge von einer Kombination zwischen Scher- und Auszugswiderstand ab.

- *Installierung mit Senkrechtfräsung*



Diese Installierungstechnik sieht eine Versenkung der Schraube senkrecht zur Holzfaserrichtung vor; außerdem ist eine Oberflächenfräsung vorgesehen, die eine Positionierung des Hakens erlaubt, wobei dessen Auflagefläche mit der Holzoberfläche des zu transportierenden Elements in Verbindung ist. Der Neigungswinkel α zwischen der Richtung der Hebeseile und der Elementebene darf nicht unter 30° liegen. Der Abstand zwischen der Schraubkopfunterseite und der Elementoberfläche muss in jedem Fall so gering wie möglich gehalten werden, gerade genug um die Verkopplung vornehmen zu können, und ohne unnützen Spielraum zwischen Element und Haken zu schaffen. Diese Konfiguration verursacht an den Schrauben eine kombinierte Beanspruchung (Axial- und Scherkraft).

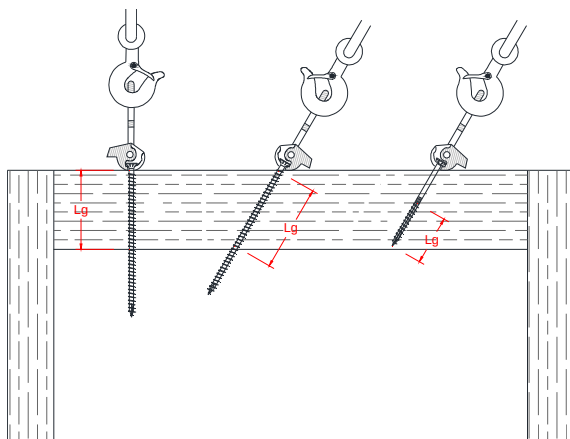
Die Schrägzugkomponente kann durch den Kontakt zwischen dem Haken und dem Holz als absorbiert betrachtet werden, deshalb beruht der endgültige Widerstands-



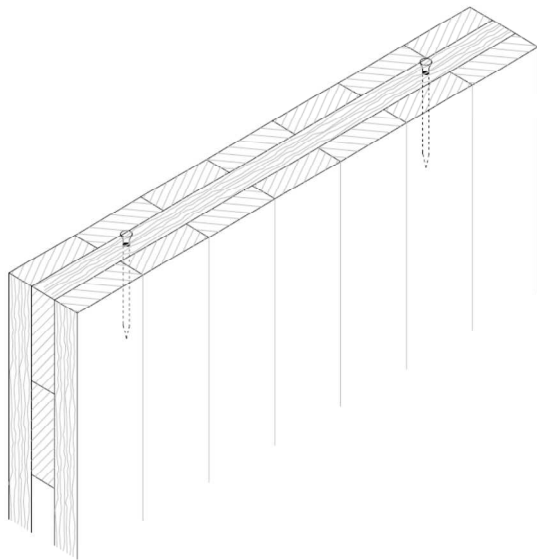
mechanismus auf dem Auszugswiderstand des Gewindes der durch Axialkomponente F_z beanspruchten Schraube. Am Kontaktpunkt zwischen Transportanker und Holzelement werden die Druckwiderstandsprüfungen des Holzteils durchgeführt. Um diese Konfiguration zu gewährleisten, wird eine Oberflächenfräsung mit den Massen wie in der Abbildung nebenan vorgesehen: 30 mm maximal Tiefe und 55 mm maximal Durchmesser; diese Geometrie erlaubt es, eine kleinstmögliche seitliche Kontaktoberfläche zwischen Haken und Holz zu erhalten, lediglich 480 mm².

Gebrauchsvorschriften

- Um die Tragwerte, die im Kapitel 2 ermittelt wurden, verwenden zu können, ist es sehr wichtig *die Einschraubtiefe des Gewindes* in das Holz zu garantieren, die in der Berechnung (L_g) angewandt wurde, sowie einen Neigungswinkel zwischen Schraube und Holzfaserrichtung zwischen 30° e 90°. Sollten die Schrauben in Holzelemente eingeschraubt werden, deren Dicke geringer ist, als die Schraubenlänge selbst, muss man die effektive Länge des Gewindes berücksichtigen, die im Holz verschraubt ist (L_g), um die Berechnung der Tragkraft durchzuführen.
- Besondere Aufmerksamkeit muss dem Transport von *BSPH Platten* gewidmet werden; in diesem Fall muss die Schraube in der Schicht mit den horizontal gerichteten Tafeln verschraubt werden (wie in der Abbildung unten gezeigt), um somit den richtigen Winkel zwischen Holzfaserrichtung und Schraube zu garantieren.
- Die Schrauben, die bereits zu einer Hebung verwendet wurden, dürfen nicht zu einer weiteren wiedervernommen werden; diese Schrauben müssen mit neuen ersetzt werden, um die errechneten Tragwerte zu garantieren.
- Der Transportanker muss jährlich einer Augenscheinnahme unterzogen werden, und zwar durch einen Techniker der für die Sicherheit auf der Baustelle verantwortlich ist.
- Der Transportanker ist an der Oberfläche markiert und vermittelt Angaben zu: Typ, Lastgruppe, Produzent, Herstellungsjahr, CE – Zertifizierung.



L_g = Länge des im zu transportierenden Holzelement effektiv verschraubten Gewindes



Verschraubung in der horizontal gerichteten Tafelschicht im Fall von *BSPH Platten* (Schrauben rechtwinklig zur Holzfaserrichtung)

1.4 BERECHNUNGSMETHODE

Die Tragkraft wird in Bezug auf die Belastbarkeit des Transportankers, des Holzelements und der Schrauben ermittelt. Die angewandte Last (Gewichtskraft), die die Bemessungsaktion darstellt, wird als eine vorwiegend ruhende Belastung eingestuft.

Die Tabelle führt die Werte der Koeffizienten der dynamischen Last an, die die statische Last aufgrund der dynamischen Kräfte, die durch die Hebung entstehen, vergrößern:

Hubklasse	Koeffizient der dynamischen Hublast f (V_H = Hebegeschwindigkeit)	
	$V_H < 90$ m/min	$V_H > 90$ m/min
H1	$1,1 + 0,0022 V_H$	1,3
H2	$1,2 + 0,0044 V_H$	1,6
H3	$1,3 + 0,0066 V_H$	1,9
H4	$1,4 + 0,0088 V_H$	2,2

Nimmt man eine Hebegeschwindigkeit unter 90 m/min und größte Vorsicht während des Hebevorgangs an, ist es möglich einen Faktor $f=1$ vorauszusetzen.

Die Berechnung der Tragfähigkeit wird so durchgeführt, dass sie sei es charakteristische Werte liefert, als auch zulässige Werte; im Fall der zulässigen Werte, wird der Wert der zulässigen Belastbarkeit mit der nach DIN 1052:1988 berechneten zulässigen Widerstandsfähigkeit verglichen; im Fall der charakteristischen Werte werden der Bemessungswert der Belastung und der Bemessungswert des Widerstands nach EN 1995:2009 Norm berechnet.

Bemessungswert der Belastung

Während des Transportvorgangs wird das transportierte Objekt als Eigenlast angesehen; der Teilsicherheitsbeiwert γ_G , der an den Bemessungsvorgang in Funktion der Belastungskombination anzuwenden ist, hängt von der Bezugsnorm ab; wenn der Bemessungswert des Widerstands berechnet ist (R_d), wird der charakteristische Wert der Belastung (F_k) aus der Formel $R_d = F_d = \gamma_G \times F_k$ enthalten, wobei $F_k = R_d / \gamma_G$ ist.

Für Europa, in Übereinstimmung mit Punkt 9.4.3 der EN 1991-1-1 wird eine Lastwirkung als ständige eingestuft; der Teilsicherheitsbeiwert wird als $\gamma_G = 1,35$ vorausgesetzt. Der charakteristische Wert der Belastung ist demzufolge gegeben aus $F_k = R_d / 1,35$.

Für Italien, in Übereinstimmung mit Punkt 2.5.1.3 der NTC 2008 wird eine Lastwirkung als ständige eingestuft; der Teilsicherheitsbeiwert wird als $\gamma_G = 1,35$ vorausgesetzt. Der charakteristische Wert der Belastung ist demzufolge gegeben aus $F_k = R_d / 1,35$.

Bemessungswert des Widerstands

Die Berechnung des Bemessungswert des Widerstands des Verbindungssystems wird in Übereinstimmung mit dem Punkt 2.4.1 des Eurocodes EN 1995-1-1:2009 vorgenommen:

$$X_d = \frac{k_{mod} X_k}{\gamma_M}$$

- K_{mod}

Der Wert K_{mod} ist der Modifikationsbeiwert für Lasteinwirkungsdauer und Feuchtegehalt.

Die Hebeoperation und der Transport von Elementen kann in die Klasse der Lasteinwirkungsdauer „sehr kurze Einwirkung“ und in die Nutzungsklasse „3“ eingereiht werden.

Baustoff	Norm	Nutzungs- klasse	Klasse der Lasteinwirkungsdauer				
			ständige Einwir- kung	lange Einwir- kung	mittlere Einwir- kung	kurze Einwir- kung	sehr kurze Einwir- kung
Vollholz	EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Brettschicht- holz	EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90

In Übereinstimmung mit der europäischen Gesetzgebung wird demzufolge der Wert k_{mod} als gleich 0,9 vorausgesetzt.

- γ_M

Der Koeffizient γ_M ist der Teilsicherheitsbeiwert für eine Baustoffeigenschaft.

Die Norm EN 1995-1-1:2009 schlägt folgende Werte für γ_M vor:

Tabelle 2.3 — Empfohlene Teilsicherheitsbeiwerte γ_M für Baustoffeigenschaften und Beanspruchbarkeiten

Grundkombinationen:	
Vollholz	1,3
Brettschichtholz	1,25
LVL, Sperrholz, OSB,	1,2
Spanplatten	1,3
Harte Faserplatten	1,3
Mittelharte Faserplatten	1,3
MDF-Faserplatten	1,3
Weiche Faserplatten	1,3
Verbindungen	1,3
Nagelplatten (Stahleigenschaften)	1,25
Außergewöhnliche Kombinationen	1,0

In Übereinstimmung mit der europäischen Gesetzgebung wird demzufolge der Wert γ_M als gleich **1.30** vorausgesetzt (Grundkombinationen = Verbindungen).

Für Italien wird ein Koeffizient von **1,5** angenommen, indem man die Verankerung zwischen Holzelement und Transportanker al *Verbindung* bezeichnet, in Übereinstimmung mit Tabelle 4.4.III der NTC 2008.

1.5 MATERIALIEN

- HBS Schraube :

selbstbohrende Holzbauschraube in Übereinstimmung mit der CE Zertifizierung gemäß ETA-11/0030;

		HBS Ø10,0
$f_{head,k}$	[Mpa]	10,50
$\rho_{a,head}$	[kg/mc]	350
$f_{ax,k}$	[Mpa]	11,70
$\rho_{a,ax}$	[kg/mc]	350
$M_{y,k}$	[Nm]	35829,6
$f_{tens,k} = R_{t,u,k}$	[kN]	31,40
$Param_{filetto}$	[ZUL]	5

- VGS Schraube :

selbstbohrende Holzbauschraube in Übereinstimmung mit der CE Zertifizierung gemäß ETA-11/0030;

		VGS Ø11,0
$f_{head,k}$	[Mpa]	10,50
$\rho_{a,head}$	[kg/mc]	350
$f_{ax,k}$	[Mpa]	11,70
$\rho_{a,ax}$	[kg/mc]	350
$M_{y,k}$	[Nm]	45905,4
$f_{tens,k} = R_{t,u,k}$	[kN]	38,00
$Param_{filetto}$	[ZUL]	5

- Holz :

in der Berechnung wird einer Widerstandsfähigkeitsklasse des Holzes C20 und C 24 (nach EN338:2004) ausgegangen:

Steifigkeitskennwerte			C20	C24
Elastizitätsmodul parallel	$E_{0,mean}$	MPa	9500	11000
Elastizitätsmodul parallel charakt.	$E_{0,05}$	MPa	6400	7400
Elastizitätsmodul rechtwinklig	$E_{90,mean}$	MPa	320	370
Schubmodul	G_{mean}	MPa	590	690

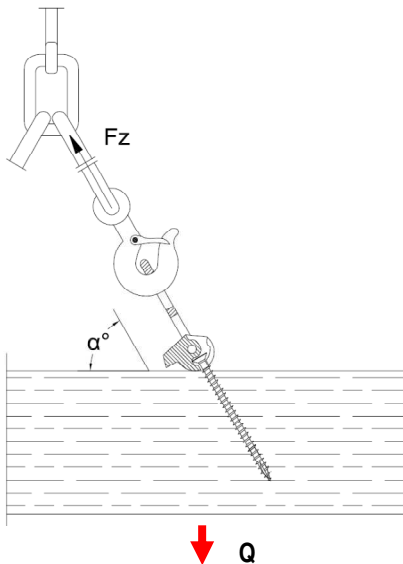
Festigkeitskennwerte			C20	C24
Biegung	$f_{m,k}$	MPa	20.00	24.00
Zug parallel	$f_{t,0,k}$	MPa	12.00	14.00
Zug rechtwinklig	$f_{t,90,k}$	MPa	0.50	0.50
Druck parallel	$f_{c,0,k}$	MPa	19.00	21.00
Druck rechtwinklig	$f_{c,90,k}$	MPa	2.30	2.50
Schub	$f_{v,k}$	MPa	2.20	2.50

Rohdichte	ρ_k	kg/m ³	320	350
-----------	----------	-------------------	-----	-----

2 BERECHNUNG DER TRAGFÄHIGKEIT

Nachfolgend werden die Tragfähigkeitswerte der Transportsystems in Funktion des Installierungstyps, der Schraubenart, der Einschraubtiefe des Gewindes und des Neigungswinkels der Hubkraft gegenüber dem Horizontal berechnet.

2.1 SCHRÄGZUGINSTALLIERUNG



Im Fall einer Schrägzuginstallierung wird die maximale Belastbarkeit in Richtung der Hebegurte (Axialwiderstandsfähigkeit der Schraube F_z) anhand des Minimalwerts zwischen Auszugswiderstand der Schraube (von der Neigung abhängig) und der maximalen Belastbarkeit des Transportankers berechnet. Die Tragfähigkeit Q ist demnach durch die vertikale Kraftkomponente der Belastbarkeit:

$$Q = F_z \cdot \sin \alpha$$

α = Neigungswinkel zwischen Ebene und Hubkrafttrichtung

- **Zulässige Belastungswerte** (nach Norm DIN 1052:1988)

Der Wert der zulässigen Belastbarkeit auf **Gewindeauszug** wird anhand folgender Formel berechnet:

$$N_{ax,zul} = d_1 \cdot L_g \cdot param_{filetto} [N]$$

wobei:

d_1 = Aussendurchmesser des Gewindes

L_g = Gewindelänge

$param_{filetto}$ = Gewindeparameter

Der zulässige Wert berücksichtigt nicht die Neigungsänderung zwischen Schraube und Holzfaserrichtung

$$F_z = \min \left\{ \begin{matrix} N_{ax,zul} \\ 13000 \end{matrix} \right\} [N]$$

Maximale zulässige Belastbarkeit in Richtung der Tragegurte

woraus:

$$Q_{zul} = F_z \cdot \sin \alpha [N]$$

Maximale zulässige Belastbarkeitsberechnung

- **Charakteristische Belastungswerte** (nach ETA-11/0030)

Der Wert der charakteristischen Belastbarkeit auf **Gewindeauszug** bei einem Neigungswinkel zwischen Schraube und Holzfaserrichtung zwischen 30° e 90° wird anhand der Formel von ETA-11/0030 in Übereinstimmung mit der EN 1995:2009 Norm berechnet:

$$R_{ax,k} = \frac{n_{ef} \cdot f_{ax,k} \cdot d_1 \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8} [N]$$

wobei:

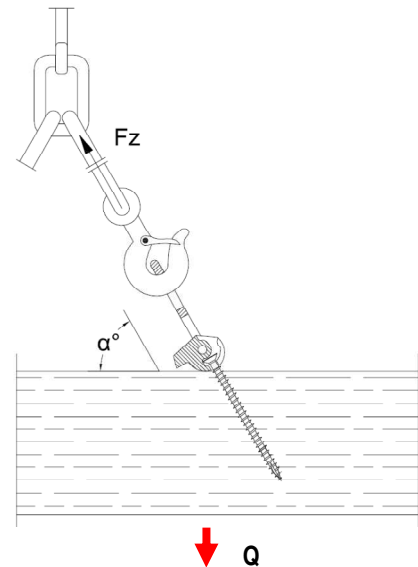
d_1 = Gewindeaußendurchmesser von Schrauben

n_{ef} = wirksame Anzahl von Verbindungsmitteln

$f_{ax,k}$ = charakteristischer Wert der Ausziehfestigkeit

l_{ef} = wirksame Einschraubtiefe des Gewindes

ρ_k = charakteristischer Wert der Rohdichte



Der Wert der Tragfähigkeit wird somit ermittelt durch:

$$F_{z,k} = \min \left\{ \begin{array}{l} R_{ax,k} \\ f_{tens,k} \end{array} \right. \quad \text{Max. charakteristische Tragfähigkeit in Richtung der Tragegurte (Schrauben)}$$

wobei: $f_{tens,k} = 31,4 \text{ kN (HBS } \varnothing 10)$

$= 38,0 \text{ kN (VGS } \varnothing 11)$

$$F_{z,k,Q} = F_{z,k} \cdot \sin \alpha \quad \text{Max. charakteristische Tragfähigkeit der Schrauben in Richtung der Schwerkraft}$$

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \cdot \sin \alpha \\ 13000 \cdot \sin \alpha \end{array} \right. \quad \text{Max. charakteristischer Wert der Belastbarkeit (in Richtung der Schwerkraft)}$$

Wo für die EN 1995 und EN 1991:

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

$$\gamma_M = 1,30$$

$$\gamma_G = 1,35$$

HBS Schrauben – C20

SCHRÄGZUGINSTALLIERUNG

α	HBS SCHRAUBE Ø 10		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k,Q}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]			
30°	80-100	52	1,30	2,46	1,26
	120-140	60	1,50	2,84	1,46
	160-280	80	2,00	3,79	1,94
	300-400	100	2,50	4,74	2,43
45°	80-100	52	1,84	3,64	1,87
	120-140	60	2,12	4,20	2,15
	160-280	80	2,83	5,60	2,87
	300-400	100	3,54	7,00	3,59
60°	80-100	52	2,25	4,67	2,40
	120-140	60	2,60	5,39	2,76
	160-280	80	3,46	7,19	3,69
	300-400	100	4,33	8,98	4,61
75°	80-100	52	2,51	5,40	2,77
	120-140	60	2,90	6,23	3,19
	160-280	80	3,86	8,30	4,26
	300-400	100	4,83	10,38	5,32
90°	80-100	52	2,60	5,66	2,90
	120-140	60	3,00	6,53	3,35
	160-280	80	4,00	8,71	4,47
	300-400	100	5,00	10,89	5,58

α = Neigungswinkel zwischen Tragegurtrichtung und Elementebene

⁽¹⁾ Die zulässigen Tragfähigkeitswerte sind nach DIN 1052:1998 Norm berechnet.

⁽²⁾ Max. charakteristische Tragfähigkeit der Schrauben in Richtung der Schwerkraft ($F_{z,k,Q} = F_{z,k} \cdot \sin \alpha$).

⁽³⁾ Der charakt. Wert Q_k ergibt sich aus dem kleineren Wert der Schrauben- oder Transportankerseite:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \cdot \sin \alpha \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{array} \right.$$

Die Modifikations- und Teilsicherheitsbeiwerte K_{mod} , γ_M und γ_G werden aus den entsprechenden Normen übernommen.

HBS Schrauben – C24

SCHRÄGZUGINSTALLIERUNG

α	HBS SCHRAUBE Ø 10		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$R_{ax,k}$ [kN]	$f_{tens,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]	$F_{z,k,Q}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]							
30°	80-100	52	1,30	5,29	31,40	5,29	3,66	2,65	1,36
	120-140	60	1,50	6,10	31,40	6,10	4,23	3,05	1,57
	160-280	80	2,00	8,14	31,40	8,14	5,63	4,07	2,09
	300-400	100	2,50	10,17	31,40	10,17	7,04	5,09	2,61
45°	80-100	52	1,84	5,53	31,40	5,53	3,83	3,91	2,01
	120-140	60	2,12	6,38	31,40	6,38	4,42	4,51	2,31
	160-280	80	2,83	8,51	31,40	8,51	5,89	6,02	3,09
	300-400	100	3,54	10,64	31,40	10,64	7,36	7,52	3,86
60°	80-100	52	2,25	5,79	31,40	5,79	4,01	5,02	2,57
	120-140	60	2,60	6,69	31,40	6,69	4,63	5,79	2,97
	160-280	80	3,46	8,91	31,40	8,91	6,17	7,72	3,96
	300-400	100	4,33	11,14	31,40	11,14	7,71	9,65	4,95
75°	80-100	52	2,51	6,00	31,40	6,00	4,16	5,80	2,97
	120-140	60	2,90	6,93	31,40	6,93	4,80	6,69	3,43
	160-280	80	3,86	9,24	31,40	9,24	6,39	8,92	4,58
	300-400	100	4,83	11,55	31,40	11,55	7,99	11,15	5,72
90°	80-100	52	2,60	6,08	31,40	6,08	4,21	6,08	3,12
	120-140	60	3,00	7,02	31,40	7,02	4,86	7,02	3,60
	160-280	80	4,00	9,36	31,40	9,36	6,48	9,36	4,80
	300-400	100	5,00	11,70	31,40	11,70	8,10	11,70	6,00

α = Neigungswinkel zwischen Trageurtrichtung und Elementebene

⁽¹⁾ Die zulässigen Tragfähigkeitswerte sind nach DIN 1052:1998 Norm berechnet.

⁽²⁾ Max. charakteristische Tragfähigkeit der Schrauben in Richtung der Schwerkraft ($F_{z,k,Q} = F_{z,k} \cdot \sin \alpha$).

⁽³⁾ Der charakt. Wert Q_k ergibt sich aus dem kleineren Wert der Schrauben- oder Transportankerseite:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \cdot \sin \alpha \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{array} \right.$$

Die Modifikations- und Teilsicherheitsbeiwerte K_{mod} , γ_m und γ_G werden aus den entsprechenden Normen übernommen.

VGS Schrauben – C20

($\alpha = 30^\circ - 45^\circ$)

SCHRÄGZUGINSTALLIERUNG

α	VGS SCHRAUBE Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k,Q}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]			
30°	100	75	2,06	3,91	2,00
	150	125	3,44	6,50	3,34
	200	175	4,81	6,50	4,67
	250	225	6,19	6,50	6,01
	300	275	6,50	6,50	6,50
	350	325	6,50	6,50	6,50
	400	375	6,50	6,50	6,50
	450	425	6,50	6,50	6,50
	500	475	6,50	6,50	6,50
	550	525	6,50	6,50	6,50
	600	575	6,50	6,50	6,50
45°	100	75	2,92	5,78	2,96
	150	125	4,86	9,63	4,94
	200	175	6,81	13,48	6,91
	250	225	8,75	17,33	8,89
	300	275	9,19	21,18	9,19
	350	325	9,19	25,03	9,19
	400	375	9,19	26,87	9,19
	450	425	9,19	26,87	9,19
	500	475	9,19	26,87	9,19
	550	525	9,19	26,87	9,19
	600	575	9,19	26,87	9,19

α = Neigungswinkel zwischen Tragegurtrichtung und Elementebene

⁽¹⁾ Die zulässigen Tragfähigkeitswerte sind nach DIN 1052:1998 Norm berechnet.

⁽²⁾ Max. charakteristische Tragfähigkeit der Schrauben in Richtung der Schwerkraft ($F_{z,k,Q} = F_{z,k} \cdot \sin \alpha$).

⁽³⁾ Der charakt. Wert Q_k ergibt sich aus dem kleineren Wert der Schrauben- oder Transportankerseite:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \cdot \sin \alpha \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{array} \right.$$

Die Modifikations- und Teilsicherheitsbeiwerte K_{mod} , γ_M und γ_G werden aus den entsprechenden Normen übernommen.

VGS Schrauben – C20

($\alpha = 60^\circ - 75^\circ - 90^\circ$)

SCHRÄGZUGINSTALLIERUNG

α	VGS SCHRAUBE Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k,Q}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]			
60°	100	75	3,57	7,41	3,80
	150	125	5,95	12,35	6,33
	200	175	8,34	17,29	8,87
	250	225	10,72	22,23	11,26
	300	275	11,26	27,17	11,26
	350	325	11,26	32,11	11,26
	400	375	11,26	32,91	11,26
	450	425	11,26	32,91	11,26
	500	475	11,26	32,91	11,26
	550	525	11,26	32,91	11,26
	600	575	11,26	32,91	11,26
75°	100	75	3,98	8,56	4,39
	150	125	6,64	14,27	7,32
	200	175	9,30	19,98	10,25
	250	225	11,95	25,69	12,56
	300	275	12,56	31,40	12,56
	350	325	12,56	36,71	12,56
	400	375	12,56	36,71	12,56
	450	425	12,56	36,71	12,56
	500	475	12,56	36,71	12,56
	550	525	12,56	36,71	12,56
	600	575	12,56	36,71	12,56
90°	100	75	4,13	8,98	4,61
	150	125	6,88	14,97	7,68
	200	175	9,63	20,96	10,75
	250	225	12,38	26,95	13,00
	300	275	13,00	32,94	13,00
	350	325	13,00	38,00	13,00
	400	375	13,00	38,00	13,00
	450	425	13,00	38,00	13,00
	500	475	13,00	38,00	13,00
	550	525	13,00	38,00	13,00
	600	575	13,00	38,00	13,00

α = Neigungswinkel zwischen Tragegurtrichtung und Elementebene

⁽¹⁾ Die zulässigen Tragfähigkeitswerte sind nach DIN 1052:1998 Norm berechnet.

⁽²⁾ Max. charakteristische Tragfähigkeit der Schrauben in Richtung der Schwerkraft ($F_{z,k,Q} = F_{z,k} \cdot \sin \alpha$).

⁽³⁾ Der charakt. Wert Q_k ergibt sich aus dem kleineren Wert der Schrauben- oder Transportankerseite:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \cdot \sin \alpha \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{array} \right.$$

Die Modifikations- und Teilsicherheitsbeiwerte K_{mod} , γ_M und γ_G werden aus den entsprechenden Normen übernommen.

VGS Schrauben – C24

($\alpha = 30^\circ - 45^\circ$)

SCHRÄGZUGINSTALLIERUNG

α	VGS SCHRAUBE Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$R_{ax,k}$ [kN]	$f_{tens,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]	$F_{z,k,Q}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]							
30°	100	75	2,06	8,39	38,00	8,39	5,81	4,20	2,15
	150	125	3,44	13,99	38,00	13,99	9,68	6,99	3,59
	200	175	4,81	19,58	38,00	19,58	13,56	9,79	5,02
	250	225	6,19	25,18	38,00	25,18	17,43	12,59	6,46
	300	275	6,50	30,78	38,00	30,78	21,31	15,39	6,50
	350	325	6,50	36,37	38,00	36,37	25,18	18,19	6,50
	400	375	6,50	41,97	38,00	38,00	26,31	19,00	6,50
	450	425	6,50	47,56	38,00	38,00	26,31	19,00	6,50
	500	475	6,50	53,16	38,00	38,00	26,31	19,00	6,50
	550	525	6,50	58,75	38,00	38,00	26,31	19,00	6,50
	600	575	6,50	64,35	38,00	38,00	26,31	19,00	6,50
45°	100	75	2,92	8,78	38,00	8,78	6,08	6,20	3,18
	150	125	4,86	14,63	38,00	14,63	10,13	10,34	5,30
	200	175	6,81	20,48	38,00	20,48	14,18	14,48	7,42
	250	225	8,75	26,33	38,00	26,33	18,23	18,61	9,19
	300	275	9,19	32,18	38,00	32,18	22,28	22,75	9,19
	350	325	9,19	38,03	38,00	38,00	26,31	26,87	9,19
	400	375	9,19	43,88	38,00	38,00	26,31	26,87	9,19
	450	425	9,19	49,73	38,00	38,00	26,31	26,87	9,19
	500	475	9,19	55,58	38,00	38,00	26,31	26,87	9,19
	550	525	9,19	61,43	38,00	38,00	26,31	26,87	9,19
	600	575	9,19	67,28	38,00	38,00	26,31	26,87	9,19

α = Neigungswinkel zwischen Tragegurtrichtung und Elementebene

⁽¹⁾ Die zulässigen Tragfähigkeitswerte sind nach DIN 1052:1998 Norm berechnet.

⁽²⁾ Max. charakteristische Tragfähigkeit der Schrauben in Richtung der Schwerkraft ($F_{z,k,Q} = F_{z,k} \cdot \sin \alpha$).

⁽³⁾ Der charakt. Wert Q_k ergibt sich aus dem kleineren Wert der Schrauben- oder Transportankerseite:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \cdot \sin \alpha \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{array} \right.$$

Die Modifikations- und Teilsicherheitsbeiwerte K_{mod} , γ_M und γ_G werden aus den entsprechenden Normen übernommen.

VGS Schrauben – C24

($\alpha = 60^\circ - 75^\circ - 90^\circ$)

SCHRÄGZUGINSTALLIERUNG

α	VGS SCHRAUBE Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$R_{ax,k}$ [kN]	$f_{tens,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]	$F_{z,k,Q}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]							
60°	100	75	3,57	9,19	38,00	9,19	6,36	7,96	4,08
	150	125	5,95	15,32	38,00	15,32	10,61	13,27	6,80
	200	175	8,34	21,45	38,00	21,45	14,85	18,58	9,53
	250	225	10,72	27,58	38,00	27,58	19,09	23,88	11,26
	300	275	11,26	33,71	38,00	33,71	23,34	29,19	11,26
	350	325	11,26	39,84	38,00	38,00	26,31	32,91	11,26
	400	375	11,26	45,96	38,00	38,00	26,31	32,91	11,26
	450	425	11,26	52,09	38,00	38,00	26,31	32,91	11,26
	500	475	11,26	58,22	38,00	38,00	26,31	32,91	11,26
	550	525	11,26	64,35	38,00	38,00	26,31	32,91	11,26
	600	575	11,26	70,48	38,00	38,00	26,31	32,91	11,26
75°	100	75	3,98	9,52	38,00	9,52	6,59	9,20	4,72
	150	125	6,64	15,87	38,00	15,87	10,99	15,33	7,86
	200	175	9,30	22,22	38,00	22,22	15,39	21,47	11,01
	250	225	11,95	28,57	38,00	28,57	19,78	27,60	12,56
	300	275	12,56	34,92	38,00	34,92	24,18	33,73	12,56
	350	325	12,56	41,27	38,00	38,00	26,31	36,71	12,56
	400	375	12,56	47,62	38,00	38,00	26,31	36,71	12,56
	450	425	12,56	53,97	38,00	38,00	26,31	36,71	12,56
	500	475	12,56	60,32	38,00	38,00	26,31	36,71	12,56
	550	525	12,56	66,67	38,00	38,00	26,31	36,71	12,56
	600	575	12,56	73,02	38,00	38,00	26,31	36,71	12,56
90°	100	75	4,13	9,65	38,00	9,65	6,68	9,65	4,95
	150	125	6,88	16,09	38,00	16,09	11,14	16,09	8,25
	200	175	9,63	22,52	38,00	22,52	15,59	22,52	11,55
	250	225	12,38	28,96	38,00	28,96	20,05	28,96	13,00
	300	275	13,00	35,39	38,00	35,39	24,50	35,39	13,00
	350	325	13,00	41,83	38,00	38,00	26,31	38,00	13,00
	400	375	13,00	48,26	38,00	38,00	26,31	38,00	13,00
	450	425	13,00	54,70	38,00	38,00	26,31	38,00	13,00
	500	475	13,00	61,13	38,00	38,00	26,31	38,00	13,00
	550	525	13,00	67,57	38,00	38,00	26,31	38,00	13,00
	600	575	13,00	74,00	38,00	38,00	26,31	38,00	13,00

α = Neigungswinkel zwischen Trageurtrichtung und Elementebene

⁽¹⁾ Die zulässigen Tragfähigkeitswerte sind nach DIN 1052:1998 Norm berechnet.

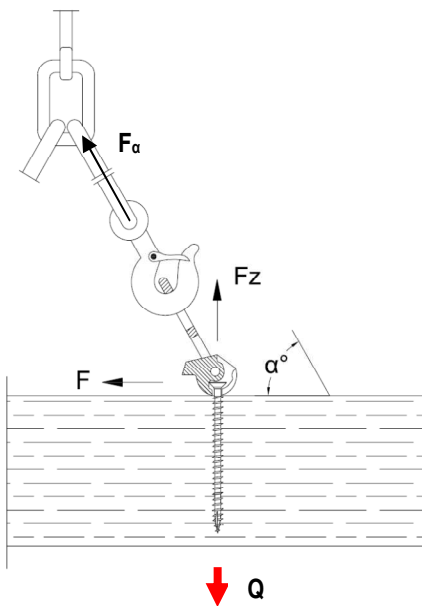
⁽²⁾ Max. charakteristische Tragfähigkeit der Schrauben in Richtung der Schwerkraft ($F_{z,k,Q} = F_{z,k} \cdot \sin \alpha$).

⁽³⁾ Der charakt. Wert Q_k ergibt sich aus dem kleineren Wert der Schrauben- oder Transportankerseite:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \cdot \sin \alpha \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{array} \right.$$

Die Modifikations- und Teilsicherheitsbeiwerte K_{mod} , γ_m und γ_G werden aus den entsprechenden Normen übernommen.

2.2 SENKRECHTINSTALLIERUNG



Im Fall einer senkrecht zur Holzfaserrichtung verlaufende Einsetzung der Schraube und einer Schrägzugkraft ist die Schraube einer kombinierten Belastung ausgesetzt. Die maximale Tragfähigkeit in Richtung der Hebegurte wird nachfolgend auf die Optimierung der biaxialen Belastbarkeitsüberprüfung der Schraube berechnet (Auszug und Scherung). Die Tragfähigkeit Q ist demnach durch die Teilbruchzerlegung dieser Tragfähigkeit auf der Vertikale gegeben:

$$Q = F_z$$

α = Neigungswinkel zwischen Elementebene und Richtung der Hubkraft

Nachweis von Schrauben unter Scher- und Axialbelastung (Absch. 8.3.3 von EN 1995-1-1:2009)

Für diesen Installierungstyp ist folgende Überprüfung der Schraube nötig:

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

wobei:

$F_{ax,Ed}$ = Axialbelastung (F_z)

$F_{v,Ed}$ = Scherbelastung (F)

$F_{ax,Rd}$ = Axialtragfähigkeit

$F_{v,Rd}$ = Schertragfähigkeit

- **Zulässige Belastungswerte** (nach Norm DIN 1052:1988)

Der zulässige Wert für den **Auszieh Widerstand des Gewindes** wird anhand der folgenden Formel berechnet:

$$N_{ax,zul} = d_1 \cdot L_g \cdot param_{filetto} [N]$$

wobei:

d_1 = Aussendurchmesser des Gewindes

L_g = Gewindelänge

$param_{filetto}$ = Gewindeparameter

Der zulässige Wert berücksichtigt nicht die Neigungsänderungen zwischen Holzfaserrichtung und Schraube.

Der zulässige Wert für den **Scherkraftwiderstand** der Schraube wird dadurch berechnet, indem man eine Verbindung Holz-Stahl mit einer Scherfuge nach folgender Formel annimmt:

$$N_{v,zul} = 1,25 \cdot 17 \cdot d_1^2 [N]$$

Um die maximale Tragfähigkeit in Richtung der Hebegurte zu erhalten, wird durch Versuche die Prüfung der biaxialen Belastung $\left(\frac{F_{ax,Ed}}{F_{ax,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}\right)^2 \leq 1$ optimiert, indem man die zwei Komponenten **F_{ax,Rd}** (**F_z**) ed **F_{v,Rd}** (**F**) berechnet, die den größeren Wert von **F_α** bestimmen, wovon:

$$Q_{zul} = \min \left\{ \frac{F_z}{13000 \cdot \sin \alpha} [N] \right. \quad \text{Maximale zulässige Tragfähigkeit}$$

- **Charakteristische Belastungswerte** (nach ETA-11/0030)

Der charakteristische **Gewindeauszugswert** für eine Neigung zwischen Schraube und Holzfaserrichtung zwischen 30° und 90° wird laut der Formel von ETA-11/0030 in Übereinstimmung mit der EN 1995:2009 Norm berechnet:

$$R_{ax,k} = \frac{n_{ef} \cdot f_{ax,k} \cdot d_1 \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0,8} [N]$$

wobei:

d_1 = Gewindeaußendurchmesser von Schrauben

n_{ef} = wirksame Anzahl von Verbindungsmitteln

$f_{ax,k}$ = charakteristischer Wert der Ausziehfestigkeit

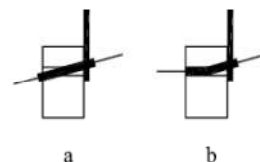
l_{ef} = wirksame Einschraubtiefe des Gewindes

ρ_k = charakteristischer Wert der Rohdichte

Für die Berechnung des charakteristischen **Scherkraftwiderstands** der Schraube wird ein Versagensmechanismus für die einschnittige Stahl-Holz Verbindung angenommen. Die Dicke des Ankerhakens, der als Stahlblech fungiert, beträgt ungefähr 5,5 mm; auf der Sicherheitsseite wird es vorausgesetzt, dass diese Stärke nicht ausreichend ist, um einen plastischen Verhalten der Schraube in Übereinstimmung mit der Scherfuge Haken-Holz zu garantieren, darum wird theoretisch der Versagensmechanismus für dünne Stahlbleche vorausgesetzt, wie von der EN 1995-1-1:2009 Norm vorgeschrieben:

For a thin steel plate in single shear:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,4 f_{h,k} t_1 d \\ 1,15 \sqrt{2 M_{y,Rk} f_{h,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} (a) \\ (b) \end{array}$$



wobei:

$M_{y,k}$ = charakteristischer Wert des Fließmomentes der Schraube

$F_{ax,Rk}$ = charakteristische Wert der Tragfähigkeit auf Herausziehen der Schraube

$f_{h,k}$ = charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit im Holzteil

Im Fall von HBS Ø 10 oder VGS Ø 11 Schrauben, wird der charakteristische Wert für Lochleibungsfestigkeit folgendermaßen berechnet:

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

wobei:

$f_{h,0,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot \phi_c) \cdot \rho_k$ = charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit, parallel zur Faserrichtung

$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot \phi_c$ = Winkelparameter

ϕ_c = Berechnungsdurchmesser (7 mm für HBS Ø 10, 7.26 mm für VGS Ø 11)

α = Winkel zwischen Belastung und Holzfaserrichtung; auf der Sicherheitsseite wird $\alpha = 90^\circ$ vorausgesetzt

Auch in diesem Fall, um die maximale Tragfähigkeit in Richtung der Tragegurte zu bestimmen, optimiert man in Versuchen die Prüfung der biaxialen Belastung $\left(\frac{F_{ax,Ed}}{F_{ax,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}\right)^2 \leq 1$ indem man die zwei Komponenten $F_{ax,Ed}$ (F_z) und $F_{v,Ed}$ (F) berechnet, die den größeren Wert von F_α bestimmen. In diesem Fall werden die charakteristischen Widerstandswerte hergenommen und nicht die Bemessungswerte; auf diese Weise erhält man den charakteristischen Wert der Tragfähigkeit.

davon:

$$F_{z,k} = \min \left\{ \begin{array}{l} R_{ax,k} \\ f_{tens,k} \end{array} \right. \quad \text{Maximale charakteristische Tragfähigkeit der Schrauben}$$

wobei: $f_{tens,k} = 31,4 \text{ kN}$ (HBS Ø 10)

$= 38,0 \text{ kN}$ (VGS Ø 11)

wovon:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_Q} \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{array} \right. \quad \text{Max. charakteristischer Wert der Belastbarkeit (in Richtung der Schwerkraft)}$$

Wo für die EN 1995 und EN 1991:

$K_{mod} = 0,9$

$\gamma_M = 1,30$

$\gamma_G = 1,35$

HBS Schrauben – C20

SENKRECHTINSTALLIERUNG

α	HBS SCHRAUBE Ø 10		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]			
30°	80	52	1,03	1,90	0,97
	100	52	1,10	2,33	1,19
	120-140	60	1,13	2,63	1,35
	160-280	80	1,15	2,98	1,53
	300-400	100	1,18	3,33	1,71
45°	80	52	1,56	2,97	1,52
	100	52	1,63	3,46	1,78
	120-140	60	1,73	3,92	2,01
	160-280	80	1,87	4,63	2,38
	300-400	100	1,94	5,27	2,70
60°	80	52	2,04	4,11	2,11
	100	52	2,12	4,55	2,33
	120-140	60	2,29	5,20	2,66
	160-280	80	2,68	6,41	3,29
	300-400	100	2,94	7,53	3,86
75°	80	52	2,41	5,17	2,65
	100	52	2,46	5,17	2,65
	120-140	60	2,80	6,13	3,15
	160-280	80	3,53	8,02	4,11
	300-400	100	4,20	9,80	5,03
90°	80	52	2,60	5,66	2,90
	100	52	2,60	5,66	2,90
	120-140	60	3,00	6,53	3,35
	160-280	80	4,00	8,71	4,47
	300-400	100	5,00	10,89	5,58

α = Neigungswinkel zwischen Trageurtrichtung und Elementebene

⁽¹⁾ Die zulässigen Tragfähigkeitswerte sind nach DIN 1052:1998 Norm berechnet.

⁽²⁾ Max. charakteristische Beanspruchung auf der Schrauben in Richtung der Schwerkraft.

⁽³⁾ Der charakt. Wert Q_k ergibt sich aus dem kleineren Wert der Schrauben- oder Transportankerseite:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{array} \right.$$

Die Modifikations- und Teilsicherheitsbeiwerte K_{mod} , γ_M und γ_G werden aus den entsprechenden Normen übernommen.

HBS Schrauben – C24

SENKRECHTINSTALLIERUNG

α	HBS SCHRAUBE Ø 10		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]			
30°	80	52	1,03	2,08	1,06
	100	52	1,10	2,53	1,29
	120-140	60	1,13	2,78	1,42
	160-280	80	1,15	3,15	1,62
	300-400	100	1,18	3,53	1,81
45°	80	52	1,56	3,22	1,65
	100	52	1,63	3,78	1,94
	120-140	60	1,73	4,17	2,14
	160-280	80	1,87	4,91	2,52
	300-400	100	1,94	5,62	2,88
60°	80	52	2,04	4,46	2,29
	100	52	2,12	4,89	2,51
	120-140	60	2,29	5,54	2,84
	160-280	80	2,68	6,84	3,51
	300-400	100	2,94	8,05	4,13
75°	80	52	2,41	5,55	2,85
	100	52	2,46	5,75	2,95
	120-140	60	2,80	6,57	3,37
	160-280	80	3,53	8,60	4,41
	300-400	100	4,20	10,48	5,37
90°	80	52	2,60	6,08	3,12
	100	52	2,60	6,08	3,12
	120-140	60	3,00	7,02	3,60
	160-280	80	4,00	9,36	4,80
	300-400	100	5,00	11,70	6,00

α = Neigungswinkel zwischen Trageurtrichtung und Elementebene

⁽¹⁾ Die zulässigen Tragfähigkeitswerte sind nach DIN 1052:1998 Norm berechnet.

⁽²⁾ Max. charakteristische Beanspruchung auf der Schrauben in Richtung der Schwerkraft.

⁽³⁾ Der charakt. Wert Q_k ergibt sich aus dem kleineren Wert der Schrauben- oder Transportankerseite:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{array} \right.$$

Die Modifikations- und Teilsicherheitsbeiwerte K_{mod} , γ_M und γ_G werden aus den entsprechenden Normen übernommen.

VGS Schrauben – C20

($\alpha = 30^\circ - 45^\circ$)

SENKRECHTINSTALLIERUNG

α	VGS SCHRAUBE Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]			
30°	100	75	1,38	2,53	1,29
	150	125	1,44	3,90	2,00
	200	175	1,46	4,33	2,22
	250	225	1,47	4,35	2,23
	300	275	1,48	4,38	2,24
	350	325	1,48	4,38	2,24
	400	375	1,48	4,40	2,26
	450	425	1,48	4,40	2,26
	500	475	1,48	4,40	2,26
	550	525	1,48	4,40	2,26
	600	575	1,48	4,40	2,26
45°	100	75	2,09	4,07	2,09
	150	125	2,37	6,33	3,25
	200	175	2,44	7,18	3,68
	250	225	2,47	7,35	3,77
	300	275	2,51	7,46	3,83
	350	325	2,51	7,50	3,84
	400	375	2,55	7,53	3,86
	450	425	2,55	7,57	3,88
	500	475	2,55	7,57	3,88
	550	525	2,55	7,60	3,90
	600	575	2,56	7,60	3,90

α = Neigungswinkel zwischen Tragegurtrichtung und Elementebene

⁽¹⁾ Die zulässigen Tragfähigkeitswerte sind nach DIN 1052:1998 Norm berechnet.

⁽²⁾ Max. charakteristische Beanspruchung auf der Schrauben in Richtung der Schwerkraft.

⁽³⁾ Der charakt. Wert Q_k ergibt sich aus dem kleineren Wert der Schrauben- oder Transportankerseite:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{array} \right.$$

Die Modifikations- und Teilsicherheitsbeiwerte K_{mod} , γ_m und γ_G werden aus den entsprechenden Normen übernommen.

VGS Schrauben – C20

($\alpha = 60^\circ - 75^\circ - 90^\circ$)

SENKRECHTINSTALLIERUNG

α	VGS SCHRAUBE Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]			
60°	100	75	2,81	5,93	3,04
	150	125	3,59	9,40	4,82
	200	175	3,94	11,22	5,75
	250	225	4,11	11,86	6,08
	300	275	4,20	12,30	6,31
	350	325	4,29	12,56	6,44
	400	375	4,33	12,73	6,53
	450	425	4,33	12,82	6,57
	500	475	4,37	12,90	6,62
	550	525	4,38	12,99	6,66
	600	575	4,40	13,03	6,68
75°	100	75	3,77	8,16	4,19
	150	125	5,55	13,67	7,01
	200	175	6,76	19,13	9,81
	250	225	7,58	24,58	12,56
	300	275	8,07	30,04	12,56
	350	325	8,45	35,40	12,56
	400	375	8,69	35,40	12,56
	450	425	8,84	35,40	12,56
	500	475	8,98	35,40	12,56
	550	525	9,08	35,40	12,56
	600	575	9,18	35,40	12,56
90°	100	75	4,13	8,98	4,61
	150	125	6,88	14,97	7,68
	200	175	9,63	20,96	10,75
	250	225	12,38	26,95	13,00
	300	275	13,00	32,94	13,00
	350	325	13,00	38,00	13,00
	400	375	13,00	38,00	13,00
	450	425	13,00	38,00	13,00
	500	475	13,00	38,00	13,00
	550	525	13,00	38,00	13,00
	600	575	13,00	38,00	13,00

α = Neigungswinkel zwischen Trageurtrichtung und Elementebene

(1) Die zulässigen Tragfähigkeitswerte sind nach DIN 1052:1998 Norm berechnet.

(2) Max. charakteristische Beanspruchung auf der Schrauben in Richtung der Schwerkraft.

(3) Der charakt. Wert Q_k ergibt sich aus dem kleineren Wert der Schrauben- oder Transportankerseite:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{array} \right.$$

Die Modifikations- und Teilsicherheitsbeiwerte K_{mod} , γ_M und γ_G werden aus den entsprechenden Normen übernommen.

VGS Schrauben – C24

($\alpha = 30^\circ - 45^\circ$)

SENKRECHTINSTALLIERUNG

α	VGS SCHRAUBE Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]			
30°	100	75	1,38	2,75	1,41
	150	125	1,44	4,25	2,18
	200	175	1,46	4,53	2,32
	250	225	1,47	4,55	2,33
	300	275	1,48	4,58	2,35
	350	325	1,48	4,58	2,35
	400	375	1,48	4,58	2,35
	450	425	1,48	4,58	2,35
	500	475	1,48	4,58	2,35
	550	525	1,48	4,58	2,35
	600	575	1,48	4,58	2,35
45°	100	75	2,09	4,81	2,47
	150	125	2,37	7,46	3,83
	200	175	2,44	7,88	4,04
	250	225	2,47	8,06	4,13
	300	275	2,51	8,13	4,17
	350	325	2,51	8,13	4,17
	400	375	2,55	8,13	4,17
	450	425	2,55	8,13	4,17
	500	475	2,55	8,13	4,17
	550	525	2,55	8,13	4,17
	600	575	2,56	8,13	4,17

α = Neigungswinkel zwischen Tragegurtrichtung und Elementebene

⁽¹⁾ Die zulässigen Tragfähigkeitswerte sind nach DIN 1052:1998 Norm berechnet.

⁽²⁾ Max. charakteristische Beanspruchung auf der Schrauben in Richtung der Schwerkraft.

⁽³⁾ Der charakt. Wert Q_k ergibt sich aus dem kleineren Wert der Schrauben- oder Transportankerseite:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{array} \right.$$

Die Modifikations- und Teilsicherheitsbeiwerte K_{mod} , γ_m und γ_G werden aus den entsprechenden Normen übernommen.

VGS Schrauben – C24

($\alpha = 60^\circ - 75^\circ - 90^\circ$)

SENKRECHTINSTALLIERUNG

α	VGS SCHRAUBE Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]			
60°	100	75	2,81	6,41	3,29
	150	125	3,59	10,22	5,24
	200	175	3,94	11,82	6,06
	250	225	4,11	12,51	6,42
	300	275	4,20	12,90	6,62
	350	325	4,29	13,03	6,68
	400	375	4,33	13,03	6,68
	450	425	4,33	13,03	6,68
	500	475	4,37	13,03	6,68
	550	525	4,38	13,03	6,68
	600	575	4,40	13,03	6,68
75°	100	75	3,77	8,98	4,61
	150	125	5,55	14,97	7,68
	200	175	6,76	20,96	10,75
	250	225	7,58	27,00	12,56
	300	275	8,07	32,99	12,56
	350	325	8,45	35,40	12,56
	400	375	8,69	35,40	12,56
	450	425	8,84	35,40	12,56
	500	475	8,98	35,40	12,56
	550	525	9,08	35,40	12,56
	600	575	9,18	35,40	12,56
90°	100	75	4,13	9,65	4,95
	150	125	6,88	16,09	8,25
	200	175	9,63	22,52	11,55
	250	225	12,38	28,96	13,00
	300	275	13,00	35,39	13,00
	350	325	13,00	38,00	13,00
	400	375	13,00	38,00	13,00
	450	425	13,00	38,00	13,00
	500	475	13,00	38,00	13,00
	550	525	13,00	38,00	13,00
	600	575	13,00	38,00	13,00

α = Neigungswinkel zwischen Trageurtrichtung und Elementebene

⁽¹⁾ Die zulässigen Tragfähigkeitswerte sind nach DIN 1052:1998 Norm berechnet.

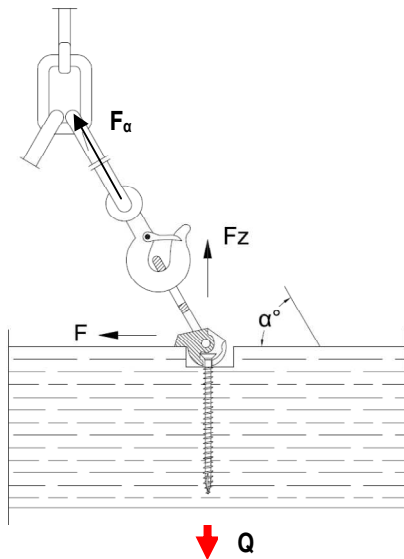
⁽²⁾ Max. charakteristische Beanspruchung auf der Schrauben in Richtung der Schwerkraft.

⁽³⁾ Der charakt. Wert Q_k ergibt sich aus dem kleineren Wert der Schrauben- oder Transportankerseite:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{array} \right.$$

Die Modifikations- und Teilsicherheitsbeiwerte K_{mod} , γ_M und γ_G werden aus den entsprechenden Normen übernommen.

2.3 INSTALLIERUNG MIT SENKRECHTER FRÄSUNG

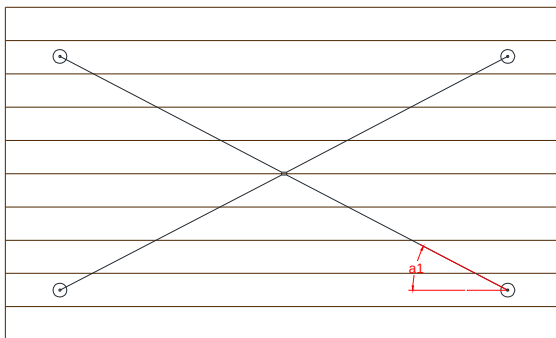


Im Fall einer senkrecht zur Holzfaserrichtung verlaufenden Installation der Schraube mit Schrägzugeinwirkung, ist die Schraube einer zweiachsigen Belastung ausgesetzt. Die Fräsung erlaubt es den Transportanker so einzusetzen, dass er seitlich mit dem zu transportierenden Holz in Verbindung ist. Nachdem man an mehreren Orten die Druckwiderstandsfähigkeit überprüft hat, nimmt man an, dass für gewisse Neigungswinkel zwischen Belastung und Holzfaserrichtung die waagrechte Kraft vom Kontakt Transportanker – Holz aufgenommen wird, ohne dass die Schraube dabei auf Scherung belastet wird. In dem Augenblick, in dem die Druckbelastung geringer ausfällt als die Belastung der Schraube auf

Scherung, wendet man sich zu den Tragfähigkeitswerten im Fall der Senkrechteininstallation ohne Fräsung. Die Tragfähigkeit Q ist demnach gegeben durch die Teilbruchzerlegung der maximalen Tragfähigkeit in Richtung der Hebegurte auf der Senkrechte:

$$Q = F_z$$

α = Neigungswinkel zwischen Ebene und Hubkrafteinwirkung



Es. Transport-Schema des Panels

In der Berechnung der Tragfähigkeit hat man dementsprechend auch den Winkel α_1 mit einbezogen, den horizontalen Neigungswinkel zwischen Druckbelastung und Holzfaserrichtung in den ersten 2 cm der Dicke des zu transportierenden Elements. Die Werte sind mit einem Neigungswinkel $\alpha_1 = 0^\circ$ berechnet, also wie bei einer parallel zur Holzfaserrichtung Druck. Für Neigungswinkel $\alpha_1 > 0^\circ$ hat man eine schrittweise Verringerung des statischen Nutzens, bis man zu einem Grenzneigungswinkel gelangt, ab dem die statische Konfiguration wieder identisch ist mit der, die wir in der Senkrechteininstallation ohne Fräsung vorfinden.

- **Zulässige Belastungswerte** (nach Norm DIN 1052:1988)

Der zulässige **Ausziehwert de Gewindes** wird anhand folgender Formel berechnet:

$$N_{ax,zul} = d_1 \cdot L_g \cdot param_{filetto} [N]$$

wobei:

d_1 = Gewindeaussendurchmesser

L_g = Gewindelänge

$param_{filetto}$ = Gewindeparameter

Der zulässige Wert zieht die Variation des Neigungswinkels zwischen Holzfaserrichtung und Schraube nicht in Betracht.

Der zulässige **Druckwiderstandswert des Holzes** an der Kontaktstelle Transportanker – Holz wird anhand folgender Formel berechnet:

$$f_{c,\alpha 1,amm} = f_{c,///,amm} - (f_{c,///,amm} - f_{c,\perp,amm}) \cdot \sin \alpha_1$$

wobei:

α_1 = Neigungswinkel zwischen Belastung und Holzfaserrichtung

$f_{c,///, amm} = 6 \text{ MPa (C20 – S7)}$

$f_{c,\perp, amm} = 2 \text{ MPa (C20 – S7)}$

$f_{c,///, amm} = 8.5 \text{ MPa (C24 – S10)}$

$f_{c,\perp, amm} = 2 \text{ MPa (C24 – S10)}$

Der zulässige Druckwiderstandswert für Holz C20 und C24 entspricht in der DIN 1052:1988 Norm der Widerstandsfähigkeit von Vollholz von Güteklasse III.

In Funktion der Kontaktoberfläche zwischen Transportanker und Holz von 480 mm² ist es möglich, die zulässige horizontale Beanspruchungskapazität (F) zu ermitteln:

$$F_{amm} = f_{c,\alpha 1,amm} \cdot \text{Kontaktfläche}$$

wovon:

$$Q_{zul} = \min \left\{ \begin{array}{l} N_{ax,zul} \\ F_{amm} \cdot \tan \alpha \\ 13000 \cdot \sin \alpha [N] \end{array} \right. \quad \text{Maximale zulässige Tragfähigkeit}$$

– **Charakteristische Belastungswerte** (nach ETA-11/0030)

Der charakteristische **Auszieh Widerstand des Gewindes** bei einem Neigungswinkel zwischen Schraube und Holzfaserrichtung zwischen 30° e 90° wird nach der Formel in ETA-11/0030 in Übereinstimmung mit EN 1995:2009 Norm berechnet:

$$R_{ax,k} = \frac{n_{ef} \cdot f_{ax,k} \cdot d_1 \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8} [N]$$

wobei:

d_1 = Gewindeaußendurchmesser von Schrauben

n_{ef} = wirksame Anzahl von Verbindungsmitteln

$f_{ax,k}$ = charakteristischer Wert der Ausziehfestigkeit

l_{ef} = wirksame Einschraubtiefe des Gewindes

ρ_k = charakteristischer Wert der Rohdichte

Der charakteristische Wert für die **Druckbelastbarkeit des Holzes** an der Kontaktstelle Transportanker – Holz wird in Übereinstimmung mit EN 1995-1-1:2009 Norm anhand folgender Formel berechnet:

$$f_{c,\alpha_1,k} = \frac{f_{c,0,k}}{\frac{f_{c,0,k}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,k}} \cdot \sin^2 \alpha_1 + \cos^2 \alpha_1}$$

wobei:

$f_{c,0,k}$ = charakteristische Druckwiderstandsfähigkeit parallel zur Holzfaserrichtung = 19 MPa (C20)

$f_{c,90,k}$ = charakteristische Druckwiderstandsfähigkeit senkrecht z. Holzfaserrichtung = 2,3 MPa (C20)

$f_{c,0,k}$ = charakteristische Druckwiderstandsfähigkeit parallel zur Holzfaserrichtung = 21 MPa (C24)

$f_{c,90,k}$ = charakteristische Druckwiderstandsfähigkeit senkrecht z. Holzfaserrichtung = 2,5 MPa (C24)

$k_{c,90}$ man nimmt an = 1

α_1 = Neigungswinkel zwischen Belastung und Holzfaserrichtung

$$F_k = f_{c,\alpha,k} \cdot \text{Kontaktfläche}$$

wovon:

$$F_{z,k} = \min \begin{cases} R_{ax,k} \\ F_k \cdot \tan \alpha \\ f_{tens,k} \end{cases} \quad \text{Maximale charakteristische Tragfähigkeit der Schrauben}$$

$$\begin{aligned} \text{wobei: } f_{tens,k} &= 31,4 \text{ kN (HBS } \varnothing 10) \\ &= 38,0 \text{ kN (VGS } \varnothing 11) \end{aligned}$$

wovon:

$$Q_k = \min \begin{cases} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_Q} \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{cases} \quad \text{Max. charakteristischer Wert der Belastbarkeit (in Richtung der Schwerkraft)}$$

Wo für die EN 1995 und EN 1991:

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

$$\gamma_M = 1,30$$

$$\gamma_G = 1,35$$

HBS Schrauben – C20

MIT SENKRECHTER FRÄSUNG

α	HBS SCHRAUBE Ø 10		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k,Q}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]			
30°	80-100	52	1,66	5,27	2,70
	120-140	60	1,66	5,27	2,70
	160-280	80	1,66	5,27	2,70
	300-400	100	1,66	5,27	2,70
45°	80-100	52	2,60	5,66	2,90
	120-140	60	2,88	6,53	3,35
	160-280	80	2,88	8,71	4,47
	300-400	100	2,88	9,12	4,68
60°	80-100	52	2,60	5,66	2,90
	120-140	60	3,00	6,53	3,35
	160-280	80	4,00	8,71	4,47
	300-400	100	4,99	10,89	5,58
75°	80-100	52	2,60	5,66	2,90
	120-140	60	3,00	6,53	3,35
	160-280	80	4,00	8,71	4,47
	300-400	100	5,00	10,89	5,58
90°	80-100	52	2,60	5,66	2,90
	120-140	60	3,00	6,53	3,35
	160-280	80	4,00	8,71	4,47
	300-400	100	5,00	10,89	5,58

α = Neigungswinkel zwischen Tragegurtrichtung und Elementebene

α_1 = Neigungswinkel zwischen Belastung und Holzfaserrichtung (mit $\alpha_1 = 0^\circ$)

⁽¹⁾ Die zulässigen Tragfähigkeitswerte sind nach DIN 1052:1998 Norm berechnet.

⁽²⁾ Max. charakteristische Tragfähigkeit der Schrauben in Richtung der Schwerkraft ($F_{z,k}$).

⁽³⁾ Der charakt. Wert Q_k ergibt sich aus dem kleineren Wert der Schrauben- oder Transportankerseite:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \\ 13000 \cdot \sin \alpha [N] \end{array} \right.$$

Die Modifikations- und Teilsicherheitsbeiwerte K_{mod} , γ_M und γ_G werden aus den entsprechenden Normen übernommen.

HBS Schrauben – C24

MIT SENKRECHTER FRÄSUNG

α	HBS SCHRAUBE Ø 10		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k,Q}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]			
30°	80-100	52	2,36	5,82	2,98
	120-140	60	2,36	5,82	2,98
	160-280	80	2,36	5,82	2,98
	300-400	100	2,36	5,82	2,98
45°	80-100	52	2,60	6,08	3,12
	120-140	60	3,00	7,02	3,60
	160-280	80	4,00	9,36	4,80
	300-400	100	4,08	10,08	5,17
60°	80-100	52	2,60	6,08	3,12
	120-140	60	3,00	7,02	3,60
	160-280	80	4,00	9,36	4,80
	300-400	100	5,00	11,70	6,00
75°	80-100	52	2,60	6,08	3,12
	120-140	60	3,00	7,02	3,60
	160-280	80	4,00	9,36	4,80
	300-400	100	5,00	11,70	6,00
90°	80-100	52	2,60	6,08	3,12
	120-140	60	3,00	7,02	3,60
	160-280	80	4,00	9,36	4,80
	300-400	100	5,00	11,70	6,00

α = Neigungswinkel zwischen Tragegurtrichtung und Elementebene

α_1 = Neigungswinkel zwischen Belastung und Holzfaserrichtung (mit $\alpha_1 = 0^\circ$)

⁽¹⁾ Die zulässigen Tragfähigkeitswerte sind nach DIN 1052:1998 Norm berechnet.

⁽²⁾ Max. charakteristische Tragfähigkeit der Schrauben in Richtung der Schwerkraft ($F_{z,k}$).

⁽³⁾ Der charakt. Wert Q_k ergibt sich aus dem kleineren Wert der Schrauben- oder Transportankerseite:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{array} \right.$$

Die Modifikations- und Teilsicherheitsbeiwerte K_{mod} , γ_M und γ_G werden aus den entsprechenden Normen übernommen.

VGS Schrauben – C20

($\alpha = 30^\circ - 45^\circ - 60^\circ$)

MIT SENKRECHTER FRÄSUNG

α	VGS SCHRAUBE Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]			
30°	100	75	1,66	5,27	2,70
	150	125	1,66	5,27	2,70
	200	175	1,66	5,27	2,70
	250	225	1,66	5,27	2,70
	300	275	1,66	5,27	2,70
	350	325	1,66	5,27	2,70
	400	375	1,66	5,27	2,70
	450	425	1,66	5,27	2,70
	500	475	1,66	5,27	2,70
	550	525	1,66	5,27	2,70
	600	575	1,66	5,27	2,70
45°	100	75	2,88	8,98	4,61
	150	125	2,88	9,12	4,68
	200	175	2,88	9,12	4,68
	250	225	2,88	9,12	4,68
	300	275	2,88	9,12	4,68
	350	325	2,88	9,12	4,68
	400	375	2,88	9,12	4,68
	450	425	2,88	9,12	4,68
	500	475	2,88	9,12	4,68
	550	525	2,88	9,12	4,68
	600	575	2,88	9,12	4,68
60°	100	75	4,13	8,98	4,61
	150	125	4,99	14,97	7,68
	200	175	4,99	15,80	8,10
	250	225	4,99	15,80	8,10
	300	275	4,99	15,80	8,10
	350	325	4,99	15,80	8,10
	400	375	4,99	15,80	8,10
	450	425	4,99	15,80	8,10
	500	475	4,99	15,80	8,10
	550	525	4,99	15,80	8,10
	600	575	4,99	15,80	8,10

α = Neigungswinkel zwischen Tragegurtrichtung und Elementebene

α_1 = Neigungswinkel zwischen Belastung und Holzfaserichtung (mit $\alpha_1 = 0^\circ$)

⁽¹⁾ Die zulässigen Tragfähigkeitswerte sind nach DIN 1052:1998 Norm berechnet.

⁽²⁾ Max. charakteristische Tragfähigkeit der Schrauben in Richtung der Schwerkraft ($F_{z,k}$).

⁽³⁾ Der charakt. Wert Q_k ergibt sich aus dem kleineren Wert der Schrauben- oder Transportankerseite:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{array} \right.$$

Die Modifikations- und Teilsicherheitsbeiwerte K_{mod} , γ_M und γ_G werden aus den entsprechenden Normen übernommen.

VGS Schrauben – C20

($\alpha = 75^\circ - 90^\circ$)

MIT SENKRECHTER FRÄSUNG

α	VGS SCHRAUBE Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]			
75°	100	75	4,13	8,98	4,61
	150	125	6,88	14,97	7,68
	200	175	9,63	20,96	10,75
	250	225	10,75	26,95	12,56
	300	275	10,75	32,94	12,56
	350	325	10,75	34,04	12,56
	400	375	10,75	34,04	12,56
	450	425	10,75	34,04	12,56
	500	475	10,75	34,04	12,56
	550	525	10,75	34,04	12,56
	600	575	10,75	34,04	12,56
90°	100	75	4,13	8,98	4,61
	150	125	6,88	14,97	7,68
	200	175	9,63	20,96	10,75
	250	225	12,38	26,95	13,00
	300	275	13,00	32,94	13,00
	350	325	13,00	38,00	13,00
	400	375	13,00	38,00	13,00
	450	425	13,00	38,00	13,00
	500	475	13,00	38,00	13,00
	550	525	13,00	38,00	13,00
	600	575	13,00	38,00	13,00

α = Neigungswinkel zwischen Tragegurtrichtung und Elementebene

α_1 = Neigungswinkel zwischen Belastung und Holzfaserrichtung (mit $\alpha_1 = 0^\circ$)

⁽¹⁾ Die zulässigen Tragfähigkeitswerte sind nach DIN 1052:1998 Norm berechnet.

⁽²⁾ Max. charakteristische Tragfähigkeit der Schrauben in Richtung der Schwerkraft ($F_{z,k}$).

⁽³⁾ Der charakt. Wert Q_k ergibt sich aus dem kleineren Wert der Schrauben- oder Transportankerseite:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{array} \right.$$

Die Modifikations- und Teilsicherheitsbeiwerte K_{mod} , γ_m und γ_G werden aus den entsprechenden Normen übernommen.

VGS Schrauben – C24

($\alpha = 30^\circ - 45^\circ - 60^\circ$)

MIT SENKRECHTER FRÄSUNG

α	VGS SCHRAUBE Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]			
30°	100	75	2,36	5,82	2,98
	150	125	2,36	5,82	2,98
	200	175	2,36	5,82	2,98
	250	225	2,36	5,82	2,98
	300	275	2,36	5,82	2,98
	350	325	2,36	5,82	2,98
	400	375	2,36	5,82	2,98
	450	425	2,36	5,82	2,98
	500	475	2,36	5,82	2,98
	550	525	2,36	5,82	2,98
	600	575	2,36	5,82	2,98
45°	100	75	4,08	9,65	4,95
	150	125	4,08	10,08	5,17
	200	175	4,08	10,08	5,17
	250	225	4,08	10,08	5,17
	300	275	4,08	10,08	5,17
	350	325	4,08	10,08	5,17
	400	375	4,08	10,08	5,17
	450	425	4,08	10,08	5,17
	500	475	4,08	10,08	5,17
	550	525	4,08	10,08	5,17
	600	575	4,08	10,08	5,17
60°	100	75	4,13	9,65	4,95
	150	125	6,88	16,09	8,25
	200	175	7,07	17,46	8,95
	250	225	7,07	17,46	8,95
	300	275	7,07	17,46	8,95
	350	325	7,07	17,46	8,95
	400	375	7,07	17,46	8,95
	450	425	7,07	17,46	8,95
	500	475	7,07	17,46	8,95
	550	525	7,07	17,46	8,95
	600	575	7,07	17,46	8,95

α = Neigungswinkel zwischen Tragegurtrichtung und Elementebene

α_1 = Neigungswinkel zwischen Belastung und Holzfaserichtung (mit $\alpha_1 = 0^\circ$)

⁽¹⁾ Die zulässigen Tragfähigkeitswerte sind nach DIN 1052:1998 Norm berechnet.

⁽²⁾ Max. charakteristische Tragfähigkeit der Schrauben in Richtung der Schwerkraft ($F_{z,k}$).

⁽³⁾ Der charakt. Wert Q_k ergibt sich aus dem kleineren Wert der Schrauben- oder Transportankerseite:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{array} \right.$$

Die Modifikations- und Teilsicherheitsbeiwerte K_{mod} , γ_M und γ_G werden aus den entsprechenden Normen übernommen.

VGS Schrauben – C24

($\alpha = 75^\circ - 90^\circ$)

MIT SENKRECHTER FRÄSUNG

α	VGS SCHRAUBE Ø 11		$Q_{zul}^{(1)}$ [kN]	$F_{z,k}^{(2)}$ [kN]	$Q_k^{(3)}$ [kN]
	L [mm]	Lg [mm]			
75°	100	75	4,13	9,65	4,95
	150	125	6,88	16,09	8,25
	200	175	9,63	22,52	11,55
	250	225	12,38	28,96	12,56
	300	275	12,56	35,39	12,56
	350	325	12,56	37,62	12,56
	400	375	12,56	37,62	12,56
	450	425	12,56	37,62	12,56
	500	475	12,56	37,62	12,56
	550	525	12,56	37,62	12,56
	600	575	12,56	37,62	12,56
90°	100	75	4,13	9,65	4,95
	150	125	6,88	16,09	8,25
	200	175	9,63	22,52	11,55
	250	225	12,38	28,96	13,00
	300	275	13,00	35,39	13,00
	350	325	13,00	38,00	13,00
	400	375	13,00	38,00	13,00
	450	425	13,00	38,00	13,00
	500	475	13,00	38,00	13,00
	550	525	13,00	38,00	13,00
	600	575	13,00	38,00	13,00

α = Neigungswinkel zwischen Tragegurtrichtung und Elementebene

α_1 = Neigungswinkel zwischen Belastung und Holzfaserrichtung (mit $\alpha_1 = 0^\circ$)

⁽¹⁾ Die zulässigen Tragfähigkeitswerte sind nach DIN 1052:1998 Norm berechnet.

⁽²⁾ Max. charakteristische Tragfähigkeit der Schrauben in Richtung der Schwerkraft ($F_{z,k}$).

⁽³⁾ Der charakt. Wert Q_k ergibt sich aus dem kleineren Wert der Schrauben- oder Transportankerseite:

$$Q_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{z,k} \cdot K_{mod}}{\gamma_M \cdot \gamma_G} \\ 13000 \cdot \sin \alpha \text{ [N]} \end{array} \right.$$

Die Modifikations- und Teilsicherheitsbeiwerte K_{mod} , γ_m und γ_G werden aus den entsprechenden Normen übernommen.

Dipl. Ing. Albino Angeli