

Rahmenecke H06+

Inhaltsverzeichnis

Anwendungsmöglichkeiten	2
Berechnungsgrundlagen	3
Stabdübel und Dübel besonderer Bauart	3
Dübelbelastung	3
Querzugspannung	4
Schubspannungsnachweise	5
Drehfedersteifigkeit	5
Nachweis mit Keilzinkfugen	6
Grundparameter	8
System	8
Belastung	9
Bemessung	9
Ausgabe	11
Literatur	12

Grundlegende Dokumentationen - Übersicht

Neben den einzelnen Programmhandbüchern (Manuals) finden Sie grundlegende Erläuterungen zur Bedienung der Programme auf unserer Homepage www.frilo.eu im Downloadbereich ▶ Campus ▶ Handbücher.

Tipp: Zurück - z.B. nach einem Link auf ein anderes Kapitel/Dokument – geht es im PDF mit der Tastenkombination „ALT“ + „Richtungstaste links“

FAQ - Frequently asked questions

Häufig auftretende Fragen zu unseren Programmen haben wir auf unserer Homepage im Bereich

▶ Service ▶ Support ▶ [FAQ](#) beantwortet.

Anwendungsmöglichkeiten

Mit dem Programm "Rahmenecke" können Verbindungen biegesteifer Rahmenecken von Hallenbindern aus Brettschichtholz bemessen werden, die mit Dübelkreisen (ein oder zwei Kreise) aus Stabdübeln, Dübeln besonderer Bauart oder mit Keilzinkfugen (ein oder zwei Fugen) ausgeführt werden.

Stiel und Riegel können mit Vouten definiert werden.

Für den Nachweis der Eckverbindung sind aus einer am Gesamtsystem durchzuführenden Untersuchung die Schnittgrößen N, M, Q in der Rahmenecke vorzugeben.

Maximal 5 verschiedene Lastfälle können berücksichtigt werden. Die Nachweise werden in ausgewählten kritischen Punkten bzw. kritischen Schnitten geführt.

Normen

- DIN EN 1995-1-1:2010/2013
- ÖNORM EN 1995-1-1:2010/2015/2019
- UNI EN 1995-1-1:2007
- NTC EN 1995-1-1:2008/2018
- BS EN 1995-1-1:2012/2019
- PN EN 1995-1-1:2010
- EN 1995-1-1:2008/2014

Verfügbare ältere Normen:

- DIN 1052:2008

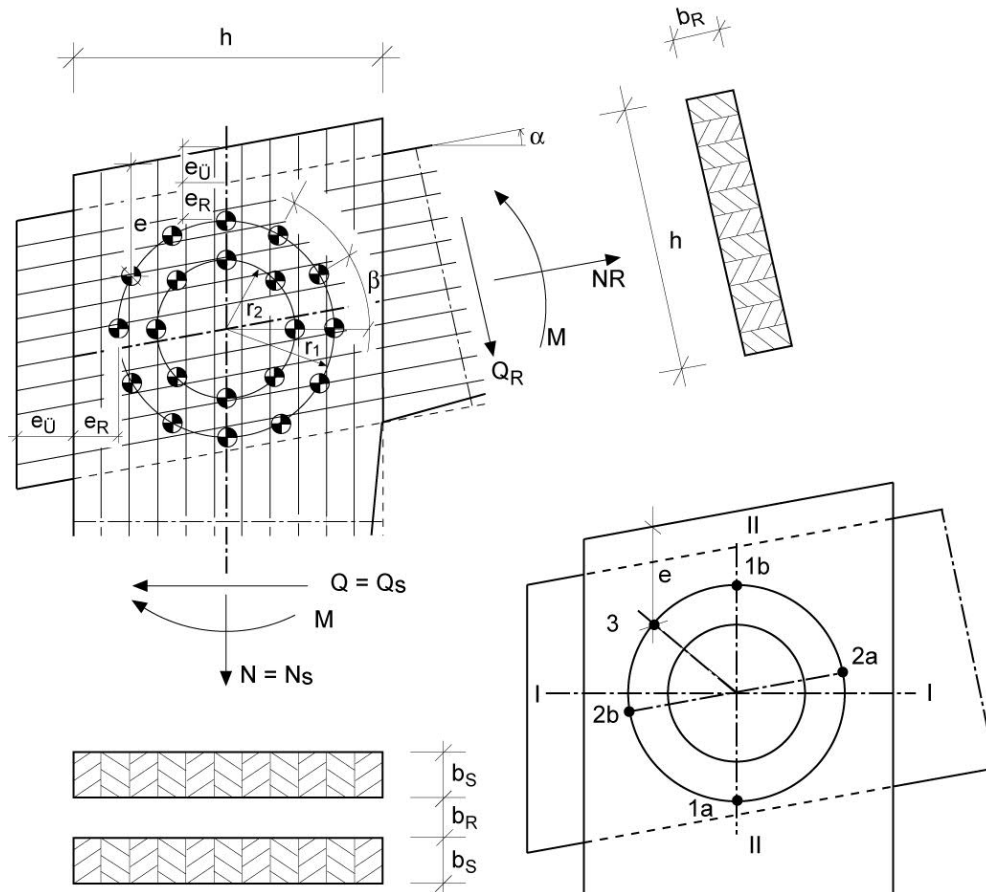
	DIN 1052:2008
	EN 1995:2008
	EN 1995:2014
	DIN EN 1995:2010
	DIN EN 1995:2013
	ÖNORM EN 1995:2010
	ÖNORM EN 1995:2015
	ÖNORM EN 1995:2019
	UNI EN 1995:2007
	NTC EN 1995:2008
	NTC EN 1995:2018
	BS EN 1995:2012
	BS EN 1995:2019
	PN EN 1995:2010

Berechnungsgrundlagen

Stabdübel und Dübel besonderer Bauart

Die Berechnung erfolgt gemäß den Ausführungen in [1/1](#). Die Beanspruchung der Dübel infolge Querkraft und Normalkraft wird als auf alle Dübel gleichmäßig verteilt angenommen. Die Dübelkräfte infolge der Momentenbeanspruchung sind proportional zum Dübelabstand vom Schwerpunkt der Eckverbindung. Bei zwei Dübelkreisen wird nach [3/1](#) die zulässige Dübelbelastung, für alle Dübel geltend, um 15% abgemindert.

Die Winkel werden immer im Gegenuhrzeigersinn bestimmt.



Es werden folgende Nachweise geführt:

Dübelbelastung

bei einem Dübelkreis:

$$\text{vorh}F = \sqrt{\left(\frac{Q}{n} - \frac{M \cdot \sin(\beta_i)}{r \cdot n}\right)^2 + \left(\frac{N}{n} + \frac{M \cdot \cos(\beta_i)}{r \cdot n}\right)^2}$$

bei zwei Dübelkreisen:

$$\text{vorh}F = \sqrt{\left(\frac{Q}{n} - \frac{M \cdot r_i \cdot \sin(\beta_i)}{I_p}\right)^2 + \left(\frac{N}{n} + \frac{M \cdot r_i \cdot \cos(\beta_i)}{I_p}\right)^2}$$

mit:

$n = n_1 + n_2 =$ Dübelanzahl

$r_i =$ der den Dübel i betreffende Radius (für $i = 1, 2$)

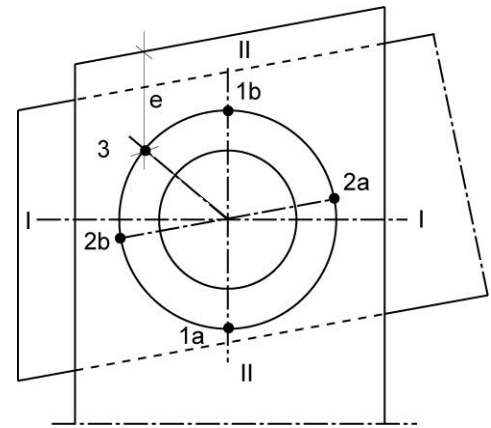
$\beta_i =$ Winkelkoordinate Dübel i

$I_p = n_1 \cdot r_1^2 + n_2 \cdot r_2^2$

Die Dübelbelastung auf den Stiel quer zur Faserrichtung ist am größten im Punkt 1a oder 1b - je nach Vorzeichen von M und Q. Beim Riegel tritt im Punkt 2a oder 2b die maximale Beanspruchung quer zur Faser auf. Maßgebend für die zulässige Dübelbeanspruchung ist der Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung, der im Programm auf 90° festgelegt ist. Der Abstand der Stabdübel vom Hirnholzende sollte das 6-fache des Stabdübeldurchmessers betragen, wenn keine Ecksicherung vorgesehen ist (im Programm ist als Mindestabstand $4 \cdot d_d$ festgelegt). Alle übrigen Mindestabstände sind in der Norm geregelt.

Bei der Berechnung wird jeder einzelne Dübel mit seinem eigenen Kraft-Faser-Winkel nachgewiesen.

Hierbei muss sichergestellt sein, dass der Dübelkreis nicht verdreht eingebaut wird!



Querzugspannung

Die Querzugspannungen im oberen Eckpunkt (Punkt 3) können auf Wunsch nachgewiesen werden - dies ist nach /3/ oft nur dann erforderlich, wenn die zulässige Dübelbelastung und die Mindestabstände nicht eingehalten sind, oder die Schubspannung größer $0,9 \text{ MN/m}^2$ ist. Die Kraftkomponente eines Dübels senkrecht zur Faserrichtung kann im Eckbereich zum Aufreißen des Querschnittes führen; falls nötig muss dieser Bereich durch Schraubnägel oder Schrauben gesichert werden. Bei 2 Dübelkreisen ist eine Ecksicherung zur Erhöhung der Tragfähigkeit immer empfehlenswert.

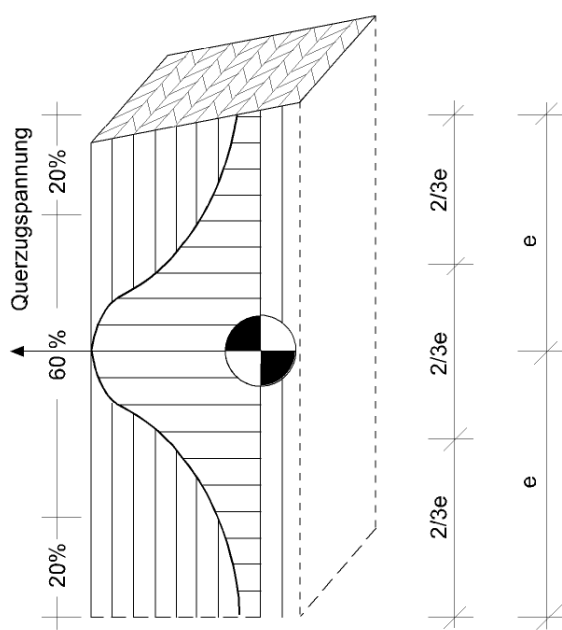


Abb.: Maximale Querzugspannung nach /1/:

$$\text{vorh } \sigma_z = 0,6 \cdot \frac{Q_H}{d \cdot \frac{2}{3} \cdot e}$$

Q_H = horizontale Dübelkraft

d = Holzbreite

e = Abstand Dübel vom Hirnholzende

Da eine in Richtung des Randes wirkende Kraftkomponente Q_H eher ein Aufreißen quer zur Faser bewirkt als die entgegengesetzte, ist diese Kraft als positiv angenommen. Bei einer Kraftwirkung in entgegengesetzter Richtung wird negatives Vorzeichen angenommen. Es gilt für den Nachweis daher je nach Vorzeichen von Q_H :

$$-1 \leq \text{vorh} \frac{\sigma_z}{\text{zul} \sigma_z} \leq +1$$

Für den Riegel gilt das entsprechende; eine positive Kraft wirkt nach oben.

Das Programm geht von der ungünstigsten Annahme aus, dass die horizontale Belastung eines Dübels aus der Querkraftkomponente in die gleiche Richtung wirkt, wie die horizontale Belastung eines Dübels aus der Momentenbeanspruchung. Ebenso wird die minimale Vergrößerung des Randabstandes e durch einen Neigungswinkel des Riegels nicht berücksichtigt.

Durch den Neigungswinkel, eine Verdrehung des Kreises oder entgegengesetzte Vorzeichen des Belastungsanteile kann es dazu kommen, dass nicht der Dübel mit dem kleinsten Randabstand maßgebend wird.

Da alle Dübel einzeln nachgewiesen werden, sind deren jeweilige Kraftkomponenten bekannt und es kann auch der genauere, wirtschaftlichere Nachweis geführt werden.

Da Versuche gezeigt haben, dass das Versagen von Rahmenecken meist durch Erreichen der Scher- oder Querkzugfestigkeit im Eckbereich eintritt, wird von Heimeshoff in /3/ empfohlen, bei 2 Dübelkreisen eine Ecksicherung für eine Kraft $N_D = n_1/12 \cdot D_M$ (D_M = Dübelkraft infolge Moment) zu bemessen.

Schubspannungsnachweise

In den Schnitten I-I bzw. II-II treten die maximalen Querkräfte in Stiel bzw. Riegel auf.

$$\text{Stiel im Schnitt I-I:} \quad Q_{I-I} = Q/2 - M/r/\pi,$$

$$\text{Riegel im Schnitt II-II:} \quad Q_{II-II} = N/2 - M/r/\pi,$$

bei 2 Dübelkreisen ist der 2. Term zu ersetzen durch:

$$\frac{M}{\pi} \cdot \frac{n_1 \cdot r_1 + n_2 \cdot r_2}{n_1 \cdot r_1^2 + n_2 \cdot r_2^2}$$

Schubspannung:

$$\text{Tau}_{Q \text{ I-I}} = 3/2 \cdot Q_{I-I} / A_{I-I} \text{ bzw.}$$

$$\text{Tau}_{Q \text{ II-II}} = 3/2 \cdot Q_{II-II} / A_{II-II}.$$

Da die Schubspannung innerhalb des Dübelkreises maßgebend ist, wird mit den ungeschwächten Querschnittswerten gerechnet.

$$\frac{\text{vorh} \tau_Q}{\text{zul} \tau_Q} \leq 1$$

Im Programm wird abweichend von der Empfehlung von Heimeshoff in /3/ mit $\text{zul} \tau_Q = 1,2 \text{ MN/m}^2$ gerechnet – bei DIN 1052:2008 und EN 1995 mit $f_{v,d}$. Die Spannungen und Beanspruchungen werden für jeden Lastfall nachgewiesen.

Drehfedersteifigkeit

Die Drehfedersteifigkeit wird bestimmt:

$$K_{m,\text{mean}} = \frac{2}{3} K_{\text{ser}} \cdot l_p$$

mit dem Verschiebemodul K_{ser} .

Nachweis mit Keilzinkfugen

Die Berechnung erfolgt nach /2/. Keilzinkverbindungen mit einer bzw. mit zwei Keilzinkfugen haben bei negativem Eckmoment folgende Spannungsverteilungen:

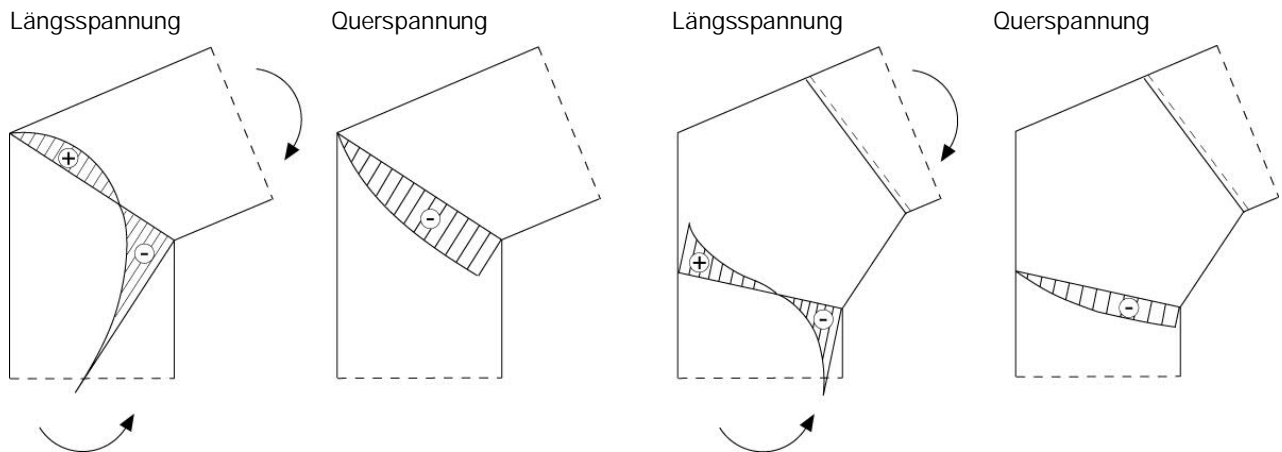


Abb.: Spannungsverteilung

Bei üblichen Rahmen mit negativem Eckmoment müssen die auftretenden hohen Druckspannungen an der Innenkante der Ecke nachgewiesen werden.

Da bei positivem Eckmoment Quersugspannungen entstehen und da dieses Tragverhalten noch weitgehend ungeklärt ist, sollte bei größeren positiven Eckmomenten ein Keilzinkenstoß dieser Art nicht angewendet werden. Bis zur Klärung dieses Tragverhaltens, wird auf Empfehlung in /2/ für den Nachweis die zulässige Längszugspannung auf 20% von σ_D abgemindert.

Für die Spannungsnachweise in Stiel und Riegel gilt:

$$\text{vorh } \sigma_D(\gamma) = \omega \cdot \frac{N}{A_n} + \frac{\text{zul } \sigma_{DII}}{\text{zul } \sigma_B} \cdot \frac{M}{W_n}$$

Da die Vorzeichen bei Druck negativ und bei Zug positiv definiert sind, müssen bei den Nachweisen folgende Bedingungen eingehalten werden:

bei Druck: $\text{vorh } \sigma_D(\gamma) = \text{zul } \sigma_D(\gamma) \quad \text{MN/m}^2$

bei Zug: $\text{vorh } \sigma_Z(\gamma) = 0,2 \cdot \text{zul } \sigma_D(\gamma) \quad \text{MN/m}^2$

Für die zulässigen Druckspannungen sind die für Nadelholz S10 geltenden eingesetzt.

γ ist der Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung. N, M sind die vom Programm umgerechneten Schnittgrößen, die auf den Mittelpunkt der Keilzinkfuge bezogen sind. A_n und W_n sind die maßgebenden Nettoquerschnittswerte an der Rahmenecke senkrecht zur Stabachse, die mit Rücksicht auf die Schwächung durch die Keilzinkverbindung auf die 0,8-fachen Werte der Bruttoquerschnittswerte abgemindert sind.

Berechnung der Bemessungs-Schnittgrößen bei 2 Keilzinkfugen:

Fuge Stiel: $Q_s = Q, N_s = N, M_s = M - Q \cdot l'$

Fuge Riegel: $Q_r = N \cdot \sin(\gamma) + Q \cdot \cos(\gamma)$

$$N_r = N \cdot \cos(\gamma) - Q \cdot \sin(\gamma)$$

$$M_r = M - N \cdot l \cdot \cos(\alpha) + Q \cdot l \cdot \sin(\alpha)$$

$$\text{mit } l' = 0,5 \cdot \left(h + \frac{a}{\tan(\gamma)} \right) \cdot \tan(2 \cdot \gamma) - \tan(\gamma)$$

Bei der Bemessung wird der Nachweis nach DIN EN 1995 in folgender Form geführt:

$$\frac{f_{c,0,d}}{f_{c,\gamma,d}} \cdot \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \right) \leq 1 \quad \text{mit} \quad f_{c,\alpha,d} = \frac{f_{c,0,d}}{\sqrt{\left(\frac{f_{c,0,d}}{2 \cdot f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha \right)^2 + \left(\frac{f_{c,0,d}}{2 \cdot f_{v,d}} \sin \alpha \cdot \cos \alpha \right)^2 + \cos^4 \alpha}}$$

Die Festigkeiten $f_{m,k} / f_{c,k}$ werden für Nadel- oder Brettschichthölzer mit der Festigkeitsklasse GL 24 oder höher um 15 % abgemindert.

Die Knickbeiwerte k_c für Riegel und Stiel sind vom Anwender entsprechend den lokalen Gegebenheiten abzuschätzen und vorzugeben.

Entsprechend [/2/](#) wird bei positiven Eckmomenten mit einer zulässigen Spannung von 20% gerechnet.

Grundparameter

Hier wählen Sie Land, Norm, Schadensfolgeklasse und die Materialparameter.

Im Eingabefeld der Festigkeitsklasse können Sie über die F5-Taste einen Dialog zur Eingabe benutzerdefinierter Werte aufrufen.

*Hinweis: Brettschichtholz nach EN 14080:2013 für Deutschland und Italien ist implementiert.
Die "alten" Brettschichthölzer (DIN 1052) werden mit einem * gekennzeichnet (z.B. GL24c*).*

Eigenschaften	
Grundparameter	
System	
Belastung	
Bemessung	
Ausgabe	
Grundparameter	
Bemessungsnorm	 DIN EN 1995:2013
Schadensfolgeklasse	2
Material	
Materialnom	EN 14080:2013
Festigkeitsklasse	GL24c
Nutzungsstufe	2
Charakt. Rohdichte	pk [kg/m ³] 365
Spezifisches Gewicht	γ [kN/m ³] 5,00

System

Nach Auswahl des Rahmentyps Dübelkreis/Keilzinkfuge geben Sie die Abmessungen und Winkel an – diese können Sie auch direkt in der interaktiven [Grafik](#) eingeben und optisch kontrollieren.

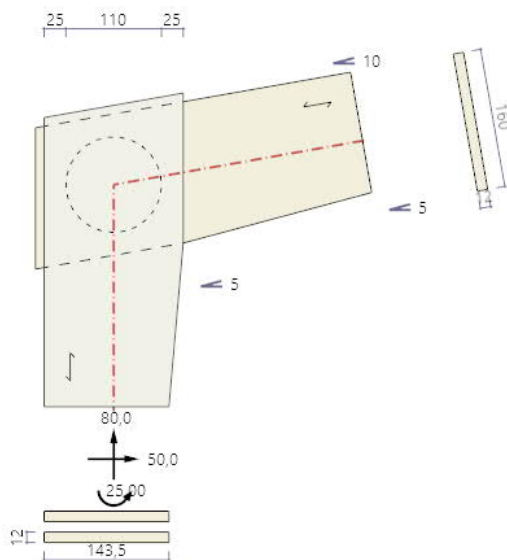


Abb: System mit Winkel, Vouten und Überstand.

Eigenschaften	
Grundparameter	
System	
Belastung	
Bemessung	
Ausgabe	
System	
Rahmentyp	Dübelkreis
Winkel	α Dübelkreis
Stützenhöhe	hs [cm] 160,0
Riegelhöhe	hr [cm] 160,0
Stützenbreite	bs [cm] 12,0
Riegelbreite	br [cm] 18,0
Überstand	ü [cm] 0,0
Winkel Voute Stütze	ys [°] 0,0
Winkel Voute Riegel	yr [°] 0,0

Winkel Neigung des Riegels gegen die Horizontale - siehe Systemgrafik.

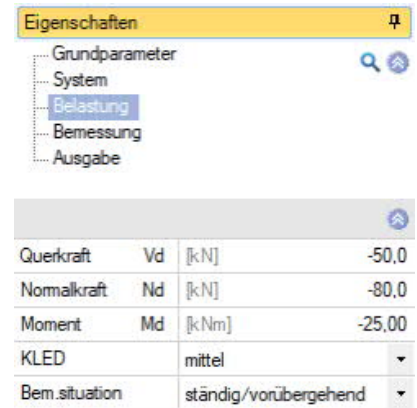
Überstand Durch einen Überstand kann der [Radius](#) des Dübelkreises erhöht werden.

Winkel Voute... Stütze und Riegel können als Voute ausgebildet werden - siehe Systemgrafik.

Belastung

Vd	Querkraft
Nd	Normalkraft
Md	Moment
KLED	Klasse der Lasteinwirkungsdauer „KLED“ im Grenzzustand der Tragfähigkeit.
Bem.situation	Bemessungssituation. Optional kann die außergewöhnliche Bemessungssituation gewählt werden. In diesem Fall wird mit einem Materialbeiwert $\gamma_M = 1,0$ gerechnet.

$$R_d = R_k \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$$

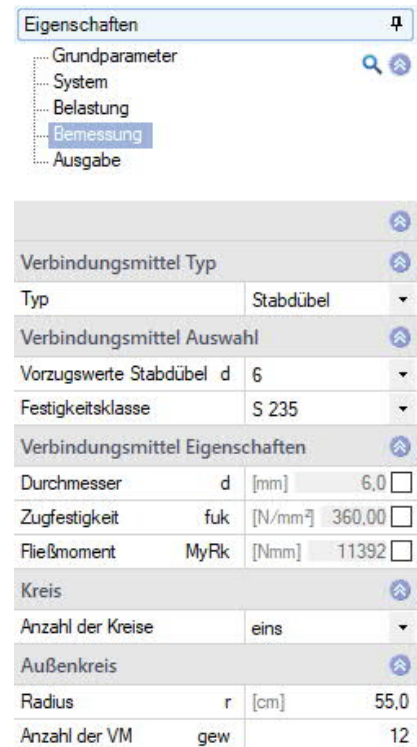


Eigenschaften			
Grundparameter			
System			
Belastung			
Bemessung			
Ausgabe			
Querkraft	Vd	[kN]	-50,0
Normalkraft	Nd	[kN]	-80,0
Moment	Md	[kNm]	-25,00
KLED		mittel	
Bem.situation		ständig/vorübergehend	

Bemessung

Verbindungsmittel Typ

Typ	Auswahl zwischen Stabdübel und Dübel besonderer Bauart . Die nachfolgenden Eingabeparameter werden entsprechend angepasst. Stabdübel sind wegen ihrer einfacheren Verarbeitung und auch wegen ihrer höheren Belastbarkeit den Dübeln besonderer Bauart vorzuziehen. Verdübelte Rahmenecken müssen bei Anwendung im Freien oder in Räumen mit großen Klimaschwankungen gegen Schwindrissbildung geschützt werden. Dies ist besonders bei großen Dübelkreisen zu beachten, die große Querschnittsabmessungen erfordern.
-----	--



Eigenschaften			
Grundparameter			
System			
Belastung			
Bemessung			
Ausgabe			
Verbindungsmittel Typ			
Typ		Stabdübel	
Verbindungsmittel Auswahl			
Vorzugsweite Stabdübel	d	6	
Festigkeitsklasse		S 235	
Verbindungsmittel Eigenschaften			
Durchmesser	d	[mm]	6,0
Zugfestigkeit	fuk	[N/mm²]	360,00
Fließmoment	MyRk	[Nmm]	11392
Kreis			
Anzahl der Kreise		eins	
Außenkreis			
Radius	r	[cm]	55,0
Anzahl der VM	gew		12

Verbindungsmittel Auswahl

Auswahl des Dübeldurchmessers und der Festigkeitsklasse oder benutzerdefinierte Eingabe. Benutzerdefinierte Werte werden im Abschnitt "Verbindungsmittel Eigenschaften" eingegeben.

Verbindungsmittel Eigenschaften

Info zu den Verbindungsmitteln. Ist eine benutzerdefinierte Eingabe gewählt (Häkchen gesetzt), können die Werte editiert werden.

Kreis

Anzahl der Kreise	Zwei Kreise sollten nur dann gewählt werden, wenn statisch und geometrisch eine Lösung mit einem Kreis nicht möglich ist. Die zulässige Dübellast ist bei zwei Kreisen reduziert.
-------------------	---

Außenkreis / Innenkreis

Außen- bzw. Innenkreis sind definiert durch den Radius und die Anzahl der Verbindungsmittel. Beim Dübelkreis kann der Radius durch die Wahl eines Überstandes "[eu](#)" vergrößert werden.

Dübelbesonderer Bauart

Dübelteilung	einseitig = zwei einseitig wirkende Dübel, Rücken an Rücken zweiseitig = nur ein einzelner zweiseitig wirkender Dübel
Dübelart	A = Ringdübel, B = Scheibendübel, C 1...9 = Scheibendübel mit Zähnen, C 10/11 = Scheibendübel mit Dornen
Vorzugswerte	Auswahl der zur Verfügung stehenden Vorzugsmaße.
Klemmmittel	Auswahl des Klemmmittels – Bolzen oder Gewindestange – zur Aufnahme der Kippmomentwirkung der Dübel besonderer Bauart – Standard ist ein Bolzen. Anschließend können Durchmesser und Festigkeitsklasse gewählt werden.
Unterlegscheibe	Normenauswahl der Unterlegscheibe (Typ).

Bei Auswahl von "benutzerdefiniert" können die Werte im folgenden Abschnitt "Verbindungsmitel Eigenschaften" eingegeben werden.

Verbindungsmitel Eigenschaften

Bei gesetztem Häkchen können die Werte selbst vorgegeben werden.

- Charakteristische Zugfestigkeit des Bolzens
- Charakteristisches Fließmoment, bei Eingabe von MyRk = 0 wird dieses automatisch vom Programm bestimmt
- Außendurchmesser der Unterlegscheibe
- Innendurchmesser der Unterlegscheibe (Mindestwert ist $d + 1$ mm)

Eigenschaften			
Grundparameter			
System			
Belastung			
Bemessung			
Ausgabe			
Verbindungsmitel Typ			
Typ	Dübel besonderer Bauart		
Verbindungsmitel Auswahl			
Dübelteilung	zweiseitig		
Dübelart	C 1		
Vorzugswerte	dc	50	
Klemmmittel	Bolzen		
Bolzen	M	12	
Festigkeitsklasse Bolzen	3.6		
Unterlegscheibe	nach	EN ISO 7094:2000-12	
Verbindungsmitel Eigenschaften			
Zugfestigkeit Bolzen	fuk	[N/mm ²]	300,00 <input type="checkbox"/>
Fließmoment Bolzen	MyRk	[Nmm]	57559 <input type="checkbox"/>
Scheibendurchmesser	dsa	[mm]	44,0 <input type="checkbox"/>
Scheibendurchmesser	dsi	[mm]	13,5 <input type="checkbox"/>
Kreis			
Anzahl der Kreise	eins		
Außenkreis			
Radius	r	[cm]	55,0
Anzahl der VM	gew	12	

Ausgabe

Über das Register „Dokument“ wechseln Sie in die Darstellung der Ausgabe.

Siehe hierzu auch: [Ausgabe und Drucken](#)

Ergebnisse

Die Ausnutzung wird rechts unten im Grafikenfenster angezeigt oder über das Icon "Nachweise" in der oberen Menüleiste.

FRILO Rechenbeispiel
 Projekt: Holz Position: HO6+001

Materialwerte Holz
 Brettschichtholz GL24c $E_{0,mean} = 11000 \text{ N/mm}^2$ $\rho_k = 365 \text{ kg/m}^3$
 $G_{mean} = 650 \text{ N/mm}^2$

Materialkennwerte

f_{mk} f_{yk} N/mm ²	$f_{0,k}$ $f_{c,0,k}$ N/mm ²	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ N/mm ²	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ N/mm ²	$E_{90,mean}$ $E_{90,05}$ N/mm ²	G_{mean} G_{05} N/mm ²	ρ_k ρ_m kg/m ³	γ kN/m ³
24.00 3.50	17.00 21.50	0.50 2.50	11000 9100	300 250	650 540	365 400	5.00

Rahmenecke mit 1 Dübelkreis
 Winkel = 10.0 °
 Riegelhöhe = 160.0 cm
 Riegelbreite = 18.0 cm
 Stützenbreite = 12.0 cm

Verbindungsmittel
 C 1 ø 50,0
 Außenkreis Radius $r_a = 55.0 \text{ cm}$ VM-Anzahl gew = 12 Stk max = 24 Stk

Lasten

Bauteil	KLED	V_d [kN]	N_d [kN]	M_d [kNm]
Stiel	mittel	-50.0	-80.0	-25.00

Ergebnisse

Dübelgeometrie außen

@Nr	Polstrahl arc [°]	Stiel					Riegel				
		d_x [cm]	d_y [cm]	$a_{0,sp}$ [cm]	$a_{90,le}$ [cm]	$a_{90,e}$ [cm]	d'_x [cm]	d'_y [cm]	$a_{0,le}$ [cm]	$a_{90,sp}$ [cm]	$a_{90,btm}$ [cm]
1	0.0	55.0	0.0	90.8	135.0	25.0	54.2	-9.6	137.0	89.4	70.6
2	30.0	47.6	27.5	62.0	127.6	32.4	51.7	18.8	129.5	61.1	99.0
3	60.0	27.5	47.6	38.4	107.5	52.5	35.4	42.1	109.1	37.8	122.3
4	90.0	0.0	55.0	26.2	80.0	80.0	9.6	54.2	81.2	25.8	134.2
5	120.0	-27.5	47.6	28.8	52.5	107.5	-18.8	51.7	53.3	28.4	131.7
6	150.0	-47.6	27.5	45.5	32.4	127.6	-42.1	35.4	32.9	44.8	115.3
7	180.0	-55.0	0.0	71.7	25.0	135.0	-54.2	9.6	25.4	70.6	89.4
8	210.0	-47.6	-27.5	100.5	32.4	127.6	-51.7	-18.8	32.9	99.0	61.1
9	240.0	-27.5	-47.6	124.1	52.5	107.5	-35.4	-42.1	53.3	122.3	37.8
10	270.0	0.0	-55.0	136.2	80.0	80.0	-9.6	-54.2	81.2	134.2	25.8
11	300.0	27.5	-47.6	133.6	107.5	52.5	18.8	-51.7	109.1	131.7	28.4
12	330.0	47.6	-27.5	117.0	127.6	32.4	42.1	-35.4	129.5	115.3	44.8

d_x, d_y = horizontaler bzw. vertikaler Abstand vom Mittelpunkt im Stiel
 d'_x, d'_y = horizontaler bzw. vertikaler Abstand vom Mittelpunkt im Riegel unter Berücksichtigung der Neigung
 a_0 = Abstand vom Hirnholzende
 a_{90} = Abstand vom seitlichen Rand

Literatur

- /1/ Holzbau - Statische Berechnungen Teil 1, Holzwirtschaftlicher Verlag der Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Düsseldorf 1988.
- /2/ Andresen, K., Scheer, C.: Beispiele INGENIEUR-HOLZBAU, Berechnung und Konstruktion. Holzwirtschaftlicher Verlag Düsseldorf 1985.
- /3/ Blass, H.J., Ehlbeck, J., Kreuzinger, H., Steck, G.: Erläuterungen zu DIN 1052:2004-08.: Bruderverlag Karlsruhe, 2004
- /4/ Holzbau-Taschenbuch: Bemessungsbeispiele nach DIN 1052 Ausgabe 2004. Ernst & Sohn, Berlin 2004
- /5/ EN 1995-1-1:2010, EN 1995-1-1:2010
- /6/ Holzbau-Taschenbuch: Bemessungsbeispiele nach Eurocode 5, 11. Auflage, Ernst & Sohn, Berlin 2014