

# 4H-HKPU Knotenpunkt EC 5

## Detailinformationen

Seite erweitert August 2025

[Kontakt](#) 
[Programmübersicht](#) 
[Bestelltext](#) 
[Handbuch](#) 
[... als pdf](#) 

### Infos auf dieser Seite

#### Eingabeoberfläche

- Haupteingabefenster ..... 
- Registerblatt System ..... 
- Verbindungsmittel ..... 
- Verb. Lochblech ..... 
- Registerblatt Schnittgrößen .... 
- Registerblatt Nachweise ..... 
- Registerblatt FEM-Blech ..... 
- Programmeinstellungen ..... 
- Import Schnittgrößen etc. .... 

#### Nachweise

- Berechnung Anschluss ..... 
- Stahlbleche ..... 
- Holzträger ..... 
- Ringdübel ..... 
- Scheibendübel ..... 
- Stabdübel ..... 
- Schrauben ..... 
- stiftförmige Verbindungsmittel 
- Bemessungsverf. st. Verb. .... 
- Ausziehwiderstand ..... 
- Blockscherversagen ..... 

#### Beispiele [Knotenpunkte](#)

### Haupteingabefenster

Alle Eingaben, Funktionen und Ergebnisdarstellungen erfolgen im Haupteingabefenster, das vier Register enthält, in denen allgemeine Systemangaben, die Bemessungsschnittgrößen und die Nachweisooptionen eingegeben werden.

Das vierte Registerblatt enthält die Ergebnisse der FEM-Berechnung für das Knotenblech.

Die rechte Fensterhälfte enthält eine maßstäbliche Darstellung des Fachwerkknotens im 2D- oder 3D-Modus.

Die Ausnutzungen der aktivierten Nachweise werden nach erfolgter Berechnung im dritten Registerblatt angezeigt.

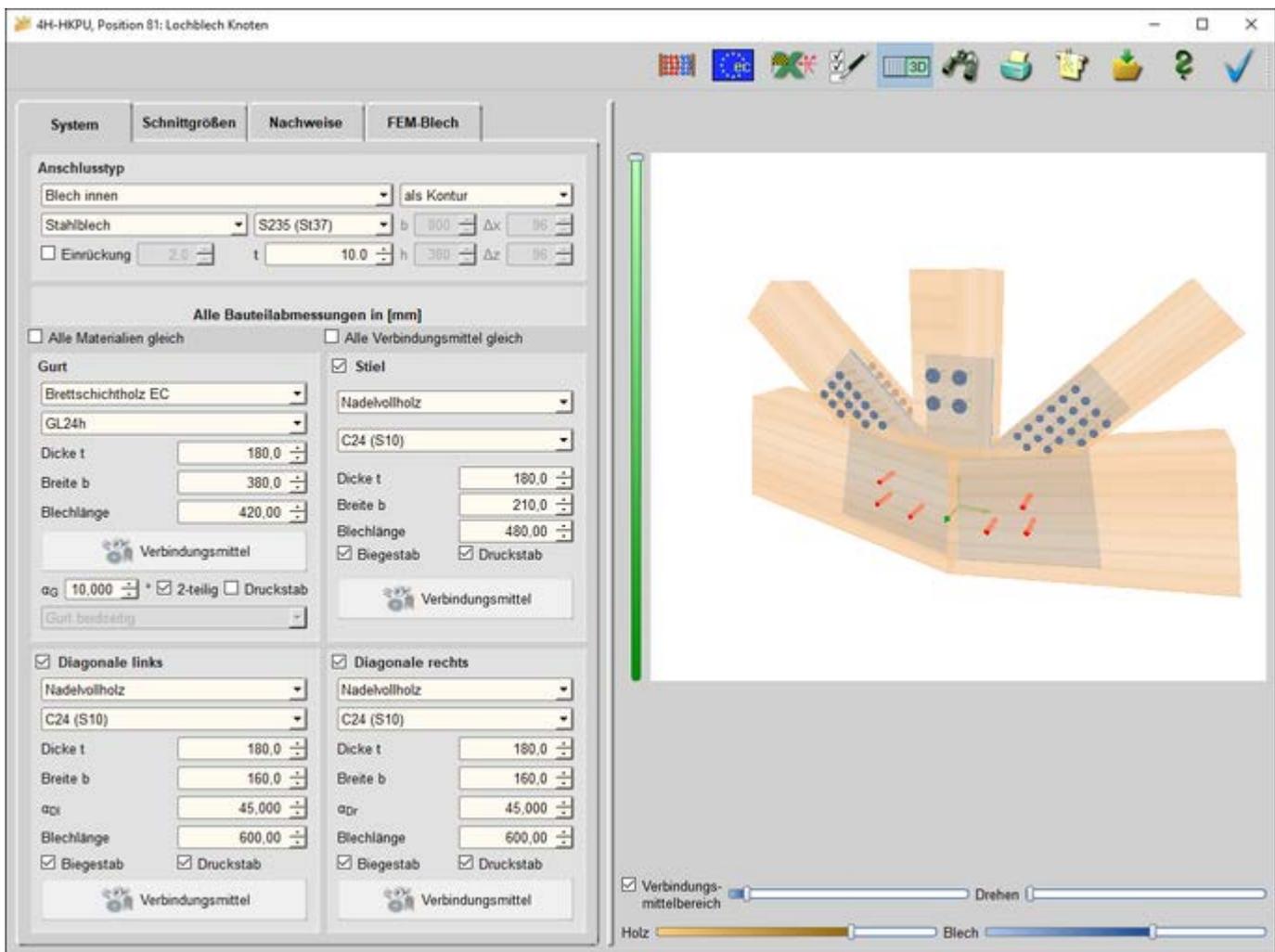


Bild vergrößern

## Buttonleiste

Standardmäßig befindet sich am oberen Bildschirmrand die Buttonleiste für die Hauptfunktionen des Programms. Mit der geriffelten Grifffläche am rechten Rand kann die Buttonleiste mit der linken Maustaste "gegriffen" und an anderer Stelle im Eingabefenster platziert werden.



Hinter den Buttons liegen folgende Funktionen

- über den Abacus wird die Berechnung durchgeführt. Die Resultate erscheinen unten im Ergebnisfenster.
- ruft den Dialog zur Wahl des nationalen Anhangs auf
- startet den Dialog zum Import der Schnittgrößen aus den Stabwerksprogrammen. Erläuterungen zum Import sind im DTE<sup>®</sup>-Handbuch zu finden.
- in der Schalterstellung **2D** wird der Fachwerkknoten in der Ansicht 2-dimensional dargestellt
- in der Schalterstellung **3D** wird der Fachwerkknoten in der Ansicht 3-dimensional dargestellt
- ruft den Dialog für die Bildschirm- und Druckeinstellungen auf
- ruft die Druckvorschau auf
- ruft die Planerstellung mit DXF-Export der



Konstruktionszeichnungen auf



ruft den Druckdialog auf



ruft die Hilfefunktion auf



sichert alle Eingaben



Ende der Bearbeitung

### Registerblatt System

Im Systemregister werden folgende Einstellungen vorgenommen. Die

- Typen der angeschlossenen Stäbe
- Geometrien der Stäbe
- verwendeten Materialien
- Abmessungen der Stäbe und Bleche
- verwendeten Verbindungsmittel
- Anordnung der Verbindungsmittel

System	Schnittgrößen	Nachweise	FEM-Blech
Anschlussstyp			
Blech innen		als Kontur	
Stahlblech	S235 (St37)	b	800 $\Delta x$ 96
<input type="checkbox"/> Einrückung	2.0 t	5.0 h	380 $\Delta z$ 96
<b>Alle Bauteilabmessungen in [mm]</b>			
<input type="checkbox"/> Alle Materialien gleich		<input type="checkbox"/> Alle Verbindungsmittel gleich	
Gurt		<input checked="" type="checkbox"/> Stiel	
Nadelvollholz		Nadelvollholz	
C24 (S10)		C16 (S7)	
Dicke t	180.0	Dicke t	180.0
Breite b	260.0	Breite b	180.0
$\alpha_G$	0.000	$\alpha_{St}$	90.00
Blechlänge	280.00	Blechlänge	480.00
<input checked="" type="checkbox"/> 2-teilig	<input type="checkbox"/> Druckstab	<input checked="" type="checkbox"/> Biegestab	<input type="checkbox"/> Druckstab
Gurt beidseitig			
Verbindungsmittel		Verbindungsmittel	
<input checked="" type="checkbox"/> Diagonale links		<input checked="" type="checkbox"/> Diagonale rechts	
Nadelvollholz		Nadelvollholz	
C24 (S10)		C24 (S10)	
Dicke t	180.0	Dicke t	180.0
Breite b	200.0	Breite b	200.0
$\alpha_{DL}$	45.000	$\alpha_{Dr}$	45.000
Blechlänge	640.00	Blechlänge	600.00
<input checked="" type="checkbox"/> Biegestab	<input type="checkbox"/> Druckstab	<input checked="" type="checkbox"/> Biegestab	<input type="checkbox"/> Druckstab
Verbindungsmittel		Verbindungsmittel	

Hierbei gelten folgende Festlegungen

- die Systemachsen der angeschlossenen Stäbe haben einen gemeinsamen Schnittpunkt
- d.h. exzentrische Anschlüsse sind nicht erlaubt
- der Koordinatenursprung ist identisch mit diesem Punkt
- die positive z-Achse zeigt nach unten, die x-Achse nach rechts



Im Ansichtsfenster erscheint zur grafischen Kontrolle eine Darstellung des gewählten Systems.

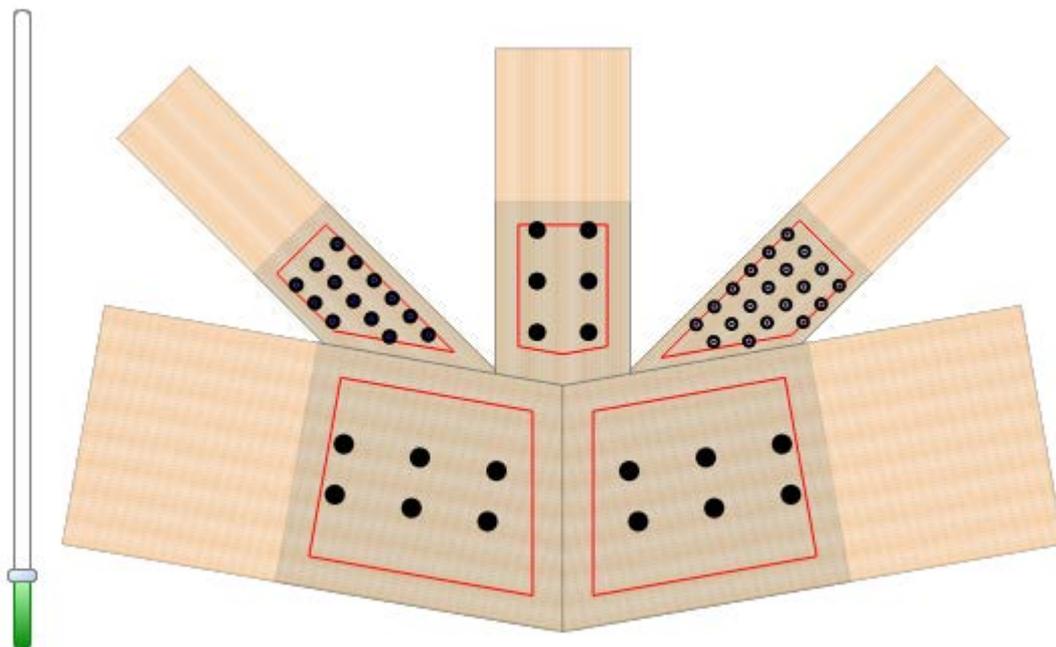


Die Darstellung kann je nach Schalterstellung in der **Buttonleiste** im 2D- oder im 3D-Modus erfolgen.

## 2D-Modus

In der maßstäblichen Ansicht des Knotens werden die Verbindungsmittel als Symbole dargestellt. Die rote Umrandung an den Stäben zeigt den Bereich an, in dem Verbindungsmittel unter Einhaltung der geforderten Mindeststrandabstände angeordnet werden dürfen.

Mit dem senkrechten Schieberegler am linken Rand oder dem Scrollrad der Maus kann das Bild vergrößert und verkleinert werden.



Die Darstellung des Verbindungsmittelbereichs kann ein- und ausgeblendet werden.

Mit den drei Buttons kann die Darstellung in die Bildfläche eingepasst, vergrößert oder verkleinert werden.

Über die Regler lassen sich die Sichtbarkeit der Hölzer und des Knotenblechs steuern.

Verbindungsmittelbereich



Holz   
Blech 

### 3D-Modus

Es wird eine maßstäbliche und perspektivische Ansicht des Knotens gezeigt.

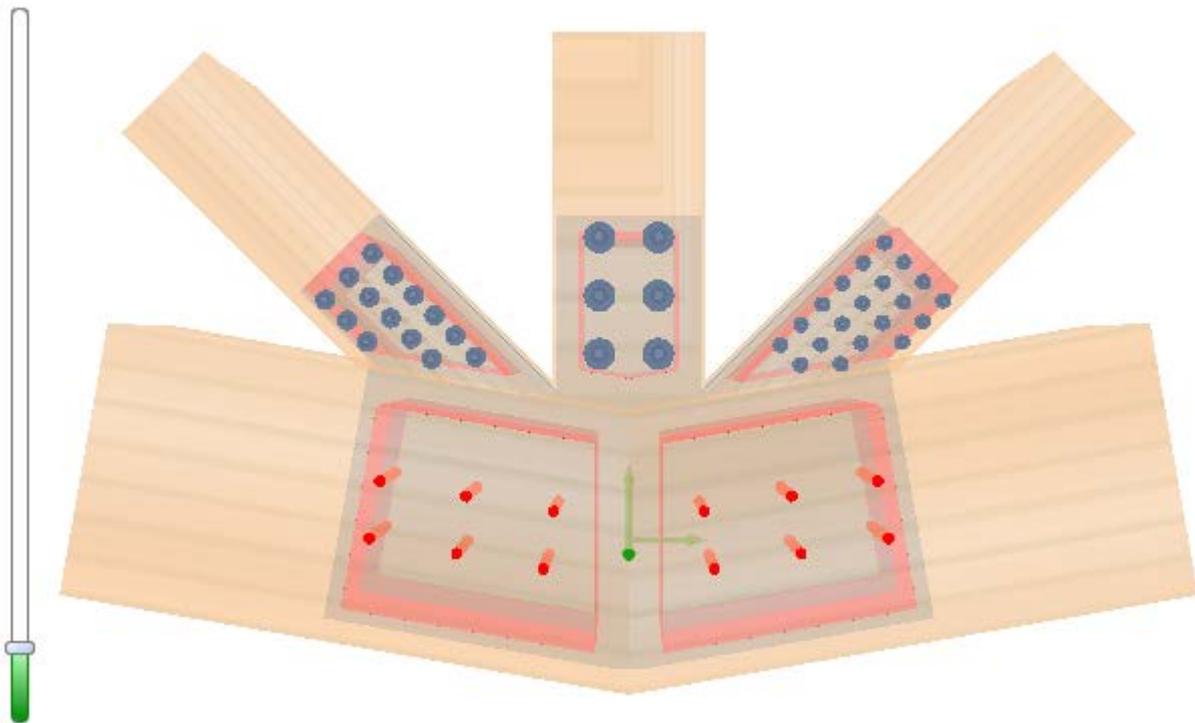
Die rote Umrandung an den Stäben zeigt den Bereich an, in dem Verbindungsmittel unter Einhaltung der geforderten Mindeststrandabstände angeordnet werden dürfen.

Mit dem senkrechten Schieberegler am linken Rand oder dem Scrollrad der Maus kann das Bild vergrößert und verkleinert werden.

Durch Halten der linken Maustaste und Verschieben der Maus oder über die Schieberegler unter dem Bild kann der Knoten gedreht werden.

Mit dem Scrollrad der Maus oder dem senkrechten Schieberegler neben dem Bild kann in das Bild herein oder heraus gezoomt werden.

Die Sichtbarkeitsregler für Holz und Blech haben die gleiche Funktion wie in der 2D-Darstellung.



## Anschlussstyp

Einstellungen der Parameter des Knotenblechs

### Anschlussstyp

Blech innen	als Kontur
Stahlblech	S235 (St37)
<input type="checkbox"/> Einrückung	2,0
t	10,0
b	800
h	380

Das Knotenblech kann als innen liegendes geschlitztes Blech oder es können zwei außen liegende Bleche gewählt werden.

Bei der außen liegenden Variante besteht zudem die Möglichkeit, die Bleche flächenbündig auszuführen.

Die geometrische Form des Blechs kann gewählt werden als **Rechteck**, **Kontur** oder als **Lochblech**.

**Lochbleche** können nur als außen liegende Bleche gewählt werden.

Die Option **Kontur** erzeugt ein Blech, das an die Kontur der Stäbe angepasst ist.

Die Länge der Laschen in den einzelnen Stäben wird bei den Stabeinstellungen festgelegt.

Bei Wahl eines rechteckigen Blechs müssen Blechhöhe und -breite eingegeben werden.

Die Rechteckform ist auch bei einem geknickten Gurt möglich.

Der Blechmittelpunkt liegt im Koordinatenursprung (gemeinsamer Schnittpunkt der Stabachsen).

Die Form **Rechteck optimal** unterscheidet sich vom normalen Rechteck dadurch, dass die Kanten an den Diagonalen und am Gurt rechtwinklig zum Stab abgeschnitten werden

Über die Eingabefelder  $\Delta x$  und  $\Delta y$  kann das Blech verschoben werden.

Eine Drehung um beliebige Winkel ist ebenfalls möglich.

Bei Wahl der Blechform **Kontur** kann optional ein Einrückmaß angege-

Bleche/Laschen außen
Blech innen
<b>Bleche/Laschen außen</b>
Bleche/Laschen außen bündig
Bleche/Laschen außen einseitig
Bleche/Laschen außen einseitig bündig

Lochblech
<b>als Rechteck</b>
als Rechteck optimal
als Kontur
Lochblech

als Rechteck			
b	800	$\Delta x$	0
h	380	$\Delta y$	96

Drehung	5,0
---------	-----

<input checked="" type="checkbox"/> Einrückung	2,0
--	-----

ben werden, um das die Laschenbreiten des Blechs verringert werden.

Bei Wahl von **Lochblechen** erscheinen zwei Listboxen zur Wahl der Hersteller und des Blechtyps.

Als Material stehen **Stahl**, **Aluminium** sowie verschiedene **Holzwerkstoffe** zur Auswahl.

Die Blechdicke  $t$  wird in der Listbox unter der Materialgüte angegeben.

Bei Holzwerkstoffen muss der Faserwinkel angegeben werden.

### Eingabedaten der angeschlossenen Stäbe

Bei aktivierter Option übernehmen alle Stäbe automatisch die Materialdaten des Gurts.

Bei aktivierter Option übernehmen alle Stäbe automatisch die Verbindungsmitteldaten des Gurts.

Die Anordnung und die Anzahl der Verbindungsmittel müssen trotzdem für jeden Stab individuell angegeben werden.

### Gurt

Über die Listboxen werden Holzart und -güte gewählt.

Stabbreite  $b$  und -dicke  $t$  werden in die Eingabefelder eingetragen.

Das Feld **Blechlänge** wird aktiviert, wenn als Blechform **Kontur** gewählt wurde. Die Blechlänge wird gemessen vom Schnittpunkt der Stabsystemachsen (**Koordinatenursprung**).

Der Button **Verbindungsmittel** öffnet das Eingabefenster zur Wahl des Verbindungsmitteltyps und zur Anordnung der Verbindungsmittel.

Bei aktivierter Option **2-teilig** ist der Gurt in der Mitte unterbrochen. In diesem Falle wird auch das Eingabefeld für den Winkel  $\alpha_G$  aktiv und ein Knickwinkel kann eingegeben werden.

Über die Listbox kann eingestellt werden, ob der Gurt durchgängig ist (beidseitig) oder nur auf der linken oder rechten Seite verläuft.

Bei aktivierter Option **2-teilig** wird die Option **Druckstab** aktiv, die bewirkt, dass die einzuhaltenden Randabstände der Verbindungsmittel reduziert werden.

Zugkräfte in der Schnittgrößeneingabe werden dann logischerweise nicht akzeptiert.

### Stiel

Simpson NP15/40/120

Stahlblech  
Aluminiumblech  
Sperrholz  
Kerto-Q  
Kerto-S  
Baubuche  
OSB  
Steico LVL  
Pollm. Fichte LVL S

Faserwinkel 90

Alle Materialien gleich

Alle Verbindungsmittel gleich

Gurt

Nadelvollholz

C24 (S10)

Dicke  $t$  180,0

Breite  $b$  380,0

Blechlänge 420,00



Verbindungsmittel

$\alpha_G$  0,000 °  2-teilig  Druckstab

Gurt beidseitig

$\alpha_G$  15,000 °  2-teilig

Gurt beidseitig

Gurt beidseitig

Gurt einseitig links

Gurt einseitig rechts

2-teilig  Druckstab

Über den Optionsbutton wird der Stiel aktiviert.

Über die Listboxen werden Holzart und -güte gewählt.

Stabbreite  $b$  und -dicke  $t$  sowie die mögliche Neigung  $\alpha_{St}$  werden in die Eingabefelder eingetragen.

Das Feld **Blechlänge** wird aktiviert, wenn als Blechform **Kontur** gewählt wurde. Die Blechlänge wird gemessen vom Schnittpunkt der Stabsystemachsen (**Koordinatenursprung**).

Die Option **Druckstab** bewirkt, dass die einzuhaltenden Randabstände der Verbindungsmittel reduziert werden.

Zugkräfte werden in der Schnittgrößeneingabe dann logischerweise nicht akzeptiert.

Die Option **Biegestab** bewirkt, dass die einzuhaltenden Randabstände der Verbindungsmittel erhöht werden.

Momente werden in der Schnittgrößeneingabe nur bei aktivierter Option akzeptiert.

Der Button **Verbindungsmittel** öffnet das Eingabefenster zur Wahl des Verbindungsmitteltyps und zur Anordnung der Verbindungsmittel.

Stiel

Nadelvollholz

C24 (S10)

Dicke  $t$  180,0

Breite  $b$  210,0

$\alpha_{St}$  90,00

Blechlänge 480,00

Biegestab  Druckstab

 Verbindungsmittel

### Diagonale links / rechts

Über den Optionsbutton wird linke bzw. rechte Diagonale aktiviert.

Über die Listboxen werden Holzart und -güte gewählt.

Stabbreite  $b$  und -dicke  $t$  werden in die Eingabefelder eingetragen.

Im Feld  $\alpha_D$  wird der Winkel der Diagonale eingegeben. Der Winkel wird gemessen von der Horizontalen zur Diagonalen. Erlaubt sind Winkel von  $10^\circ$  bis  $80^\circ$ .

Das Feld **Blechlänge** wird aktiviert, wenn als Blechform **Kontur** gewählt wurde. Die Blechlänge wird gemessen vom Schnittpunkt der Stabsystemachsen (**Koordinatenursprung**).

Die Option **Druckstab** bewirkt, dass die einzuhaltenden Randabstände der Verbindungsmittel reduziert werden.

Zugkräfte werden in der Schnittgrößeneingabe dann logischerweise nicht akzeptiert.

Die Option **Biegestab** bewirkt, dass die einzuhaltenden Randabstände der Verbindungsmittel erhöht werden.

Momente werden in der Schnittgrößeneingabe nur bei aktivierter Option akzeptiert.

Der Button **Verbindungsmittel** öffnet das Eingabefenster zur Wahl des Verbindungsmitteltyps und zur Anordnung der Verbindungsmittel.

Diagonale links

Nadelvollholz

C24 (S10)

Dicke  $t$  180,0

Breite  $b$  160,0

$\alpha_D$  45,000

Blechlänge 600,00

Biegestab  Druckstab

 Verbindungsmittel

### Verbindungsmittel



das Eingabefenster für die Verbindungsmittel wird über das Registerblatt **System** aufgerufen

**Verbindungsmittel**

Bolzen ▼

Durchmesser d Güte FK 3.6 ▼

6.00 mm f<sub>u,k</sub> 300,0 ▼

Unterlegscheibe

d<sub>U</sub> 44,0  automatisch

**Anordnung**

Zeilen 5 ≤ Abstand a<sub>2</sub> 25  min

Spalten 6 ≤ Abstand a<sub>1</sub> 50  min

Abstand der 1. Spalte vom Knoten 70  min

Abstand der der Gruppen 400  gruppieren

orthogonal  versetzt

Kräfte [N] je Scherfuge	charakteristisch	Bemessung
F <sub>v</sub>	3883	1792
F <sub>ax,Zug</sub>	3104	1433
F <sub>ax,Druck</sub>	---	---

Abstände [mm]	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3,i</sub>	a <sub>4,i</sub>	a <sub>3,c</sub>	a <sub>4,c</sub>
Holz	17	17	8	8	8	8
Blech	30	24	80	18	24	18

**Optionen**

F<sub>v</sub>,R<sub>k</sub> gemäß 8.2.2(2) erhöhen  
Bei einschnittigen Holzwerkstoff- Holz- Nagelverbindungen mit Sondernägeln der Tragfähigkeitsklasse 3, nicht jedoch bei Gipskarton- Holz- Verbindungen, darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit F<sub>v</sub>,R<sub>k</sub> nach NAD 8.3.1.3 (NA.9) um einen Anteil ΔF<sub>v</sub>,R<sub>k</sub> erhöht werden

als Passbolzen

als Gewindestange

Das Fenster gliedert sich in die Bereiche *Verbindungsmittel*, *Anordnung* und *Optionen*.

Im unteren Fensterbereich erscheinen sofort die wichtigsten Ergebnisse der Tragfähigkeit sowie die einzuhaltenden Mindestabstände.

Im Falle unzulässiger Eingaben erscheint anstelle des Ergebnisses eine Fehlermeldung.

### Anordnung der Verbindungsmittel

Die Verbindungsmittel werden auf die Stabachse bezogen rasterförmig angelegt. Das Raster besteht aus Zeilen (horizontal) und Spalten (vertikal).

Hier werden die Anzahlen der Zeilen und Spalten und die Abstände der Spalten (a<sub>1</sub>) und Zeilen (a<sub>2</sub>) eingegeben.

Die Bezeichnungen a<sub>1</sub> und a<sub>2</sub> entsprechen denen des Eurocode.

Durch Aktivierung der Optionsbox hinter a<sub>1</sub> bzw. a<sub>2</sub> wird automatisch der zulässige Mindestwert vom Programm eingesetzt.

Werden mehr Spalten oder Zeilen eingegeben als zulässig, werden automatisch die außerhalb des zulässigen Bereichs liegenden Verbindungsmittel entfernt.

Um die Position der Verbindungsmittelgruppe auszurichten, wird der Abstand vom Knotenpunkt

(gemeinsamer Schnittpunkt aller Stabachsen) zur ersten Spalte der Verbindungsmittelgruppe eingegeben.

Durch Aktivierung der Option *min* wird der Wert automatisch auf den minimal möglichen gesetzt.

Wird ein zu großer oder zu kleiner Wert eingegeben, werden alle im nicht zulässigen Bereich liegenden Verbindungsmittel automatisch entfernt.

**Anordnung**

Zeilen 5  min

Abstand a<sub>2</sub> 25  min

Spalten 6  min

Abstand a<sub>1</sub> 32  min

Abstand der 1. Spalte vom Knoten 70  min

Wird die Option **gruppieren** aktiviert, werden zwei Verbindungsmittelgruppen erzeugt.

Abstand der der Gruppen   gruppieren

Der Abstand der zwischen den beiden Gruppen (die Spreizung) muss im Eingabefeld direkt vorgegeben werden; dabei wird die mittlere Spalte auseinander gezogen.

Bei Nägeln, Schrauben oder Klammern in Verbindung mit außen liegenden Blechen kann gewählt werden, ob die

wechselseitig  2-seitig

Verbindungsmittel nur von einer Seite (**wechselseitig**) oder von beiden Seiten (**2-seitig**) eingebracht werden.

## Verbindungsmittel

Die oberste Listbox enthält alle zur Auswahl stehenden Verbindungsmittel.

Ist die Wahl eines Typs aus bestimmten Gründen nicht möglich, wird der betreffende Typ als nicht auswählbar blass dargestellt.

Unter dem Verbindungsmittel stehen zwei Listboxen mit dem Verbindungsmitteldurchmesser und der -länge sowie ggf. zusätzlichen Parametern.

Durchmesser d  Länge l

Bei Nagel-, Schrauben- und Klammerverbindungen können die Größenangaben auch frei eingegeben werden.

Bei Bolzen oder Schrauben können Unterlegscheiben gewählt werden.

Durch Aktivierung des Optionsknopfs **automatisch** wird der passende Unterlegscheibendurchmesser vom Programm gewählt.

Bei Bolzen und Stabdübeln muss eine Materialgüte gewählt werden.

Güte

Das Feld  $f_{u,k}$  wird aktiv, wenn als Güte **frei** gewählt wird.

$f_{u,k}$

## Optionen

In der dritten Spalte des Registerblatts erscheinen zusätzliche Parameter oder Berechnungsoptionen in Abhängigkeit vom gewählten Verbindungsmittel.

- F<sub>v</sub>,R<sub>k</sub> gemäß 8.2.2(2) erhöhen**  
Bei einschnittigen Holzwerkstoff- Holz-Nagelverbindungen mit Sondernägeln der Tragfähigkeitsklasse 3, nicht jedoch bei Gipskarton- Holz- Verbindungen, darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit F<sub>v</sub>,R<sub>k</sub> nach NAD 8.3.1.3 (NA.9) um einen Anteil  $\Delta F_{v,Rk}$  erhöht werden
- als Passbolzen
- als Gewindestange

Im Folgenden werden die Besonderheiten der unterschiedlichen Verbindungsmittel erläutert.

### • Nagelverbindungen

Die notwendigen Bemessungsparameter einer Nagelverbindung sind Durchmesser und Länge des Nagels.

Soll der Herauszieh Widerstand  $F_{ax,Rk}$  berechnet werden, sind zusätzlich die Eingaben des Kopfdurchmessers  $d_k$  und der effektiven Länge  $l_{ef}$  erforderlich.

Wegen der Spaltgefahr des Holzes muss bei Nagelverbindungen ohne Vorbohrung die Dicke  $t$  von Bauteilen aus Vollholz eine Mindestholzdicke entspr. /16/, 8.3.1.2(6), bzw. /1/, Gl. (218), eingehalten werden.

Der Herauszieh Widerstand  $F_{ax,Rk}$  ist bei vorgebohrten Verbindungen = 0.

#### • Klammerverbindungen

Die notwendigen Bemessungsparameter einer Klammerverbindung sind Durchmesser und Länge der Klammer.

Soll der Herauszieh Widerstand  $R_{ax}$  berechnet werden, sind die Eingaben der Rückenbreite und der effektiven Länge  $l_{ef}$  erforderlich.

Die Holzfeuchte hat ebenfalls einen Einfluss auf den Auszieh Widerstand, da der charakteristische Wert  $f_{1,k}$  des Ausziehparameters gemäß /1/, 12.8.3 (2), bei Klammerverbindungen, die mit einer Holzfeuchte über 20 % hergestellt werden, auf 1/3 abgemindert werden muss.

Zugfestigkeit des Stahls. Im Regelfall bestehen Klammern aus Stahldraht mit einer Mindestzugfestigkeit  $f_{u,k} = 800 \text{ N/mm}^2$ .

Nach /16/, 8.3.2(8), gilt

*"Für Bauholz, das mit einer der Fasersättigung entsprechenden oder diese übersteigenden Holzfeuchte eingebaut wird und voraussichtlich unter Lastwirkung austrocknet, sind die Werte von  $f_{ax,k}$  und  $f_{head,k}$  mit 2/3 zu multiplizieren."*

Um den Herauszieh Widerstand  $F_{ax}$  ansetzen zu können, müssen die Klammern geharzt sein.

Infolge des Einhängereffektes (Seilwirkung) darf ein Teil des Herauszieh Widerstands  $F_{ax}$  unter bestimmten Voraussetzungen gemäß /4/ zur Erhöhung des Scherwiderstandes  $F_{v,Rk}$  angesetzt werden.

#### • Schrauben

Eingabe und Berechnung erfolgen i.W. analog zu den Nagelverbindungen.

Da weder in /16/ noch in /41/ Werte für Auszieh- und Kopfziehparameter angegeben sind, werden die Werte

Nagel

Durchmesser d Länge l

2.20 mm

30 mm

Benutzerdefiniert, alle Angaben in [mm]

d 2,2 d<sub>Kopf</sub> 5,5

l 30,0

Mindestdicke  $t$  nach Gleichung (8.18)  
Die Mindestdicke  $t$  darf bei Nadelhölzern auch nach Gleichung (8.18) berechnet werden, sofern die Randabstände senkrecht zur Faser erhöht werden

Klammer

Durchmesser d Länge l

1.53 mm

35 mm

$f_{u,k}$  360,0

Benutzerdefiniert, alle Angaben in [mm]

d 1,53 b<sub>Rücken</sub> 5,5

l 1,0 l<sub>ef</sub> 35,0

Winkel Klammerrücken-Faser 90,0 °

Bauholz mit Fasersättigung (8.3.2(8))

geharzt

$F_{v,Rk}$  gemäß 8.2.2(2) erhöhen  
Bei einschnittigen Holzwerkstoff- Holz- Nagelverbindungen mit Sondernägeln der Tragfähigkeitsklasse 3, nicht jedoch bei Gipskarton- Holz- Verbindungen, darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit  $F_{v,Rk}$  nach NAD 8.3.1.3 (NA.9) um einen Anteil  $\Delta F_{v,Rk}$  erhöht werden

nach /1/, Tab. 15, verwendet, sofern keine Unterlegscheibe gewählt wurde.

Bezüglich der charakteristischen Werte für die Ausziehparameter  $f_{ax}$  und die Kopfdurchziehparameter  $f_{head}$  sind Schrauben gemäß /1/ und /41/ in Tragfähigkeitsklassen eingeteilt.

Die Klassen 1, 2 oder 3 legen den Ausziehparameter  $f_{1,k}$  fest; die Klassen A, B oder C den Kopfdurchziehparameter  $f_{2,k}$ .

$d_1$  bezeichnet den Kerndurchmesser.

Die übrigen Optionen entsprechen denen der Nägel.

#### • SPAX-Schrauben / Würth-ASSY-plus VG-Schrauben / HECO-Schrauben

Eingabe und Berechnung erfolgen i.W. analog zu den Nagelverbindungen.

Bezüglich der charakteristischen Werte für die Ausziehparameter  $f_{1,k}$  und die Kopfdurchziehparameter  $f_{2,k}$  werden die Werte gemäß /10/, /11/ und /12/ verwendet.

Als Material kann zwischen Kohlenstoffstahl oder nicht rostendem Stahl gewählt werden.

Schrauben mit einem Durchmesser  $\geq 8$  mm dürfen gemäß /15/, 4.2, ohne Vorbohren nur in die Holzarten Fichte, Tanne oder Kiefer eingeschraubt werden.

#### • Sondernägel

Eingabe und Berechnung erfolgen i.W. analog zu den Nagelverbindungen.

Bzgl. der charakteristischen Werte für die Ausziehparameter  $f_{ax,k}$  und die Kopfdurchziehparameter  $f_{head,k}$  sind Sondernägel gemäß /41/, NCI Zu 8.3.2, in Tragfähigkeitsklassen eingeteilt.

Die Klassen 1, 2 oder 3 legen den Ausziehparameter  $f_{ax,k}$  fest; die Klassen A, B oder C den Kopfdurchziehparameter  $f_{head,k}$ . Die Parameter werden /41/, 8.3.2, Tab. NA.16, entnommen.

Zugfestigkeit des Stahls. Im Regelfall bestehen Sondernägel aus Stahldraht mit einer Mindestzugfestigkeit  $f_{u,k} = 600 \text{ N/mm}^2$ .

Gemäß /41/, NCI Zu 8.3.2 (NA.13), bzw. /1/, 12.8.1 (8), darf bei Verbindungen mit Sondernägeln in vorgebohrten Nagellöchern der charakteristische Ausziehparameter  $f_{1,k}$  zu 70 % in Ansatz gebracht werden, wenn der Bohrlochdurchmesser nicht größer als der Kerndurchmesser des Sondernagels ist.

Bei größerem Bohrlochdurchmesser darf der

Durchmesser d Länge l Güte FK 3.6  
 4.00 mm 20 mm  $f_{u,k}$  300,0

Benutzerdefiniert, alle Angaben in [mm]

d 6,0  $d_{Kopf}$  8,0  
 l 20,0  $d_1$  2,8  
 $l_{ef}$  12,0

Unterlegscheibe

$d_U$  22,0  automatisch

Durchmesser d Länge l  
 6.00 mm 40 mm

Kohlenstoffstahl

rostfreier Stahl

Unterlegscheibe

$d_U$  32,0  automatisch

Fichte, Tanne, Kiefer  
 gemäß ETA-12/0114, 4.2.2 dürfen Schrauben mit  $\varnothing \geq 8$  mm ohne Vorbohren nur in die Holzarten Fichte, Tanne oder Kiefer eingeschraubt werden

Durchmesser d Länge l  $f_{u,k}$  360,0  
 3.40 mm 60 mm

Benutzerdefiniert, alle Angaben in [mm]

d 6,0  $d_{Kopf}$  12,0  
 l 60,0  $l_{ef}$  50,0

Tragfähigkeitsklasse gemäß Tab NA.16

- 1  A  
 2  B  
 3  C  
 D  
 E  
 F

vorgebohrt mit  $d \leq d_{Kern}$   
 Wenn der Bohrlochdurchmesser nicht größer als der Kerndurchmesser des Sondernagels ist, darf gemäß NAD 8.3.2 (NA.13) der Ausziehparameter  $f_{ax,k}$  mit 70% in Ansatz gebracht werden

Sondernagel nicht auf Herausziehen beansprucht werden.

Die übrigen Optionen entsprechen denen der Nägel.

#### • Stabdübel

Zur Auswahl stehen die Stabdübel entspr. /16/, 8.6, bzw. /1/, Anh. G.10.

Die zugehörige Stahlgüte ist entspr. DIN EN 1993 auszuwählen.

6.00 mm	S235 (1052)
6.00 mm	S235 (1052)
8.00 mm	S275 (1052)
10.00 mm	S355 (1052)
12.00 mm	
16.00 mm	
20.00 mm	
24.00 mm	
30.00 mm	

#### • Bolzen

Passbolzen, Bolzen und Gewindestangen werden entspr. /16/, 8.5 und 8.6, bzw. /1/, 12.1 (1), als stiftförmige Verbindungsmittel behandelt.

Verbindungen mit Bolzen und Gewindestangen werden gemäß /1/, 12.4, berechnet.

Die zugehörige Stahlgüte ist entspr. DIN EN 1993 auszuwählen.

Bei Wahl der Option *fuk frei* kann die Zugfestigkeit direkt vorgegeben werden.

6.00 mm	FK 3.6
6.00 mm	FK 3.6
8.00 mm	FK 4.6
10.00 mm	FK 4.8
12.00 mm	FK 5.6
16.00 mm	FK 5.8
20.00 mm	FK 8.8
24.00 mm	S235 (1052)
30.00 mm	S275 (1052)
	S355 (1052)
	fuk frei

Zur Berechnung des Ausziehwiderstandes  $F_{ax,Rk}$  ist der Durchmesser der Unterlegscheibe anzugeben.

Unterlegscheiben müssen einen Durchmesser  $d_U \geq 3 d$  haben.

Durch Wahl der Option **automatisch** wird der Scheibendurchmesser gemäß /8/, Tafel 9.38c, gewählt.

Nach /1/, 12.3 (1), werden Passbolzen rechnerisch wie Stabdübel behandelt.

Verbindungen mit Gewindestangen werden gemäß /41/, NCI NA.8.5.3, bzw. /1/, 12.4, berechnet.

Der wirksame Durchmesser wird gemäß /2/, Tab. 12/7, wie folgt angesetzt

Nenn durchmesser [mm]	wirksamer Durchmesser [mm]
6	5.39
8	7.23
10	9.08
12	10.90
16	14.80
20	18.50
24	22.20
30	27.90

Unterlegscheibe

$d_U$    automatisch

als Passbolzen

als Gewindestange

Infolge des Einhängeeffektes darf ein Teil des Heraus-

ziehwiiderstands  $F_{ax,Rk}$  gemäß /16/, 8.2.2, bzw. /1/, 12.3 (8), zur Erhöhung des Scherwiderstandes  $F_{v,Rk}$  angesetzt werden.

Maßgebend für den Ausziehwiiderstand  $F_{ax,Rk}$  wird hierbei die Querdruckpressung der Unterlegscheibe. Daher ist der Durchmesser der Unterlegscheibe einzugeben.

Die Berechnung der wirksamen Querdruckfläche erfolgt entspr. /16/, 8.5.2 (2), bzw. /2/, E12.4 (8).

#### • **Ring- und Scheibendübel**

Verbindungen mit Ring- oder Scheibendübeln sind als Einheit mit einem Bolzen auszuführen, der die Aufgabe hat, ein Auseinanderfallen der Hölzer zu verhindern.

Bei Scheibendübeln Typ C setzt sich die Tragfähigkeit aus der Summe der Einzeltragfähigkeiten von Bolzen und Dübel zusammen.

Bei Ringdübeln A1 und Scheibendübeln B1 wird eine Gesamttragfähigkeit der Verbindungseinheit berechnet.

Der zugehörige Bolzendurchmesser unterliegt bestimmten Bedingungen, die von der Dübelgröße abhängen.

Die nicht zulässigen Durchmesser werden in der Auswahlliste inaktiv dargestellt.

Nach /1/, 12.3 (1), werden Passbolzen rechnerisch wie Stabdübel behandelt.

Verbindungen mit Gewindestangen werden gemäß /1/, 12.4, berechnet.

Infolge des Einhängeeffekts darf ein Teil des Herausziehwiiderstands  $F_{ax,Rk}$  gemäß /16/, 8.2.2, bzw. /1/, 12.3 (8), zur Erhöhung des Scherwiderstandes  $F_{v,Rk}$  angesetzt werden.

- $F_{v,Rk}$  gemäß 8.2.2(2) erhöhen  
Bei einschnittigen Holzwerkstoff- Holz- Nagelverbindungen mit Sondernägeln der Tragfähigkeitsklasse 3, nicht jedoch bei Gipskarton- Holz- Verbindungen, darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit  $F_{v,Rk}$  nach NAD 8.3.1.3 (NA.9) um einen Anteil  $\Delta F_{v,Rk}$  erhöht werden

Bolzen

d  Güte

- als Passbolzen

- als Gewindestange

- $F_{v,Rk}$  gemäß 8.2.2(2) erhöhen  
Bei einschnittigen Holzwerkstoff- Holz- Nagelverbindungen mit Sondernägeln der Tragfähigkeitsklasse 3, nicht jedoch bei Gipskarton- Holz- Verbindungen, darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit  $F_{v,Rk}$  nach NAD 8.3.1.3 (NA.9) um einen Anteil  $\Delta F_{v,Rk}$  erhöht werden

### Verbindungsmittel Lochblech



das Eingabefenster für die Verbindungsmittel wird über das Registerblatt **System** aufgerufen

**Verbindungsmittel**

Simpson CSA

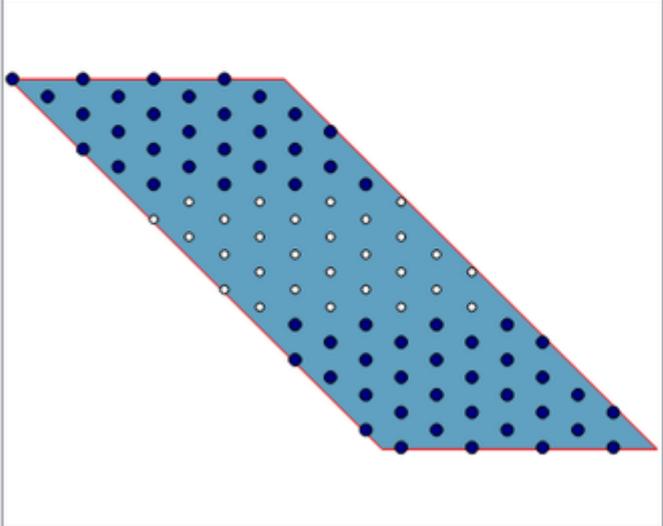
Durchmesser d Länge l  
5.00 mm 50 mm

**Anordnung**

Mausauswahl

Ausnageln (88) Anzahl 88 Ersetzen Invertieren

Alle (60) löschen Anzahl setzen Addieren Subtrahieren



**Optionen**

vorgebohrt

vorgebohrt mit  $d \leq d_{\text{Kern}}$   
Wenn der Bohrlochdurchmesser nicht größer als der Kerndurchmesser des Sondernagels ist, darf gemäß NAD 8.3.2 (NA.13) der Ausziehparameter  $f_{ax,k}$  mit 70% in Ansatz gebracht werden

Mindestdicke  $t$  nach Gleichung (8.18)  
Die Mindestdicke  $t$  darf bei Nadelhölzern auch nach Gleichung (8.18) berechnet werden, sofern die Randabstände senkrecht zur Faser erhöht werden

$F_v, R_k$  gemäß 8.2.2(2) erhöhen  
Bei einschneitigen Holzwerkstoff- Holz- Nagelverbindungen mit Sondernägeln der Tragfähigkeitsklasse 3, nicht jedoch bei Gipskarton- Holz- Verbindungen, darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit  $F_v, R_k$  nach NAD 8.3.1.3 (NA.9) um einen Anteil  $\Delta F_v, R_k$  erhöht werden

Kräfte [N] je Scherfuge	charakteristisch	Bemessung
$F_v$	1962	905
$F_{ax, Zug}$	1725	796
$F_{ax, Druck}$	---	---

Bild vergrößern 

Das Fenster gliedert sich in die Bereiche *Verbindungsmittel*, *Anordnung* und *Optionen*.

Im unteren rechten Fensterbereich erscheint eine Ergebnisbox mit den Tragfähigkeiten des gewählten Verbindungsmittels.

Im Falle unzulässiger Eingaben erscheint anstelle des Ergebnisses eine Fehlermeldung.

### Verbindungsmittel

Die oberste Listbox enthält alle zur Auswahl stehenden Verbindungsmittel.

Ist die Wahl eines Typs aus bestimmten Gründen nicht möglich, wird der betreffende Typ als nicht auswählbar blass dargestellt.

Simpson CNA

Nagel

Sondernagel

Simpson CNA

Simpson CSA

Holzschraube

SPAX benutzerdefiniert

ASSY benutzerdefiniert

Unter dem Verbindungsmittel stehen zwei Listboxen mit dem Verbindungsmitteldurchmesser und der -länge sowie ggf. zusätzlichen Parametern.

Unzulässige Durchmesser sind nicht anwählbar.

Durchmesser d

Länge l

6.00 mm

150 mm

Bei Nagel- und Schraubenverbindungen können die Größenangaben auch *benutzerdefiniert* eingegeben werden.

### Optionen

In der dritten Spalte des Registerblatts erscheinen zusätzliche Parameter oder Berechnungsoptionen in Abhängigkeit vom gewählten Verbindungsmittel.

- $F_v, R_k$  gemäß 8.2.2(2) erhöhen  
Bei einschnittigen Holzwerkstoff- Holz- Nagelverbindungen mit Sondernägeln der Tragfähigkeitsklasse 3, nicht jedoch bei Gipskarton- Holz- Verbindungen, darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit  $F_v, R_k$  nach NAD 8.3.1.3 (NA.9) um einen Anteil  $\Delta F_v, R_k$  erhöht werden
- als Passbolzen
- als Gewindestange

Im Folgenden werden die Besonderheiten der unterschiedlichen Verbindungsmittel erläutert.

#### • Nagelverbindungen

Die notwendigen Bemessungsparameter einer Nagelverbindung sind Durchmesser und Länge des Nagels.

Soll der Herauszieh Widerstand  $F_{ax, Rk}$  berechnet werden, sind zusätzlich die Eingaben des Kopfdurchmessers  $d_k$  und der effektiven Länge  $l_{ef}$  erforderlich.

Wegen der Spaltgefahr des Holzes muss bei Nagelverbindungen ohne Vorbohrung die Dicke  $t$  von Bauteilen aus Vollholz eine Mindestholzdicke entspr. /16/, 8.3.1.2(6), bzw. /1/, Gl. (218), eingehalten werden.

Der Herauszieh Widerstand  $F_{ax, Rk}$  ist bei vorgebohrten Verbindungen = 0.

#### • Schrauben

Eingabe und Berechnung erfolgen i.W. analog zu den Nagelverbindungen.

Da weder in /16/ noch in /41/ Werte für Auszieh- und Kopfziehparameter angegeben sind, werden die Werte nach /1/, Tab. 15, verwendet, sofern keine Unterlegscheibe gewählt wurde.

Bezüglich der charakteristischen Werte für die Ausziehparameter  $f_{ax}$  und die Kopfdurchziehparameter  $f_{head}$  sind Schrauben gemäß /1/ und /41/ in Tragfähigkeitsklassen eingeteilt.

Die Klassen 1, 2 oder 3 legen den Ausziehparameter  $f_{1,k}$  fest; die Klassen A, B oder C den Kopfdurchziehparameter  $f_{2,k}$ .

$d_1$  bezeichnet den Kerndurchmesser.

Die übrigen Optionen entsprechen denen der Nägel.

#### • SPAX-Schrauben / Würth-ASSY-plus VG-Schrauben

Eingabe und Berechnung erfolgen i.W. analog zu den Nagelverbindungen.

Bezüglich der charakteristischen Werte für die Ausziehparameter  $f_{1,k}$  und die Kopfdurchziehparameter  $f_{2,k}$  werden die Werte gemäß /10/, /11/ und /12/ verwendet.

Nagel

Durchmesser d Länge l

2.20 mm 30 mm

Benutzerdefiniert, alle Angaben in [mm]

d 2,2  $d_{Kopf}$  5,5

l 30,0

Mindestdicke  $t$  nach Gleichung (8.18)  
Die Mindestdicke  $t$  darf bei Nadelhölzern auch nach Gleichung (8.18) berechnet werden, sofern die Randabstände senkrecht zur Faser erhöht werden

Durchmesser d Länge l Güte FK 3.6

4.00 mm 20 mm  $f_{u,k}$  300,0

Benutzerdefiniert, alle Angaben in [mm]

d 6,0  $d_{Kopf}$  8,0

l 20,0  $d_1$  2,8

$l_{ef}$  12,0

Unterlegscheibe

$d_U$  22,0  automatisch

Als Material kann zwischen Kohlenstoffstahl oder nicht rostendem Stahl gewählt werden.

Schrauben mit einem Durchmesser  $\geq 8$  mm dürfen gemäß /15/, 4.2, ohne Vorbohren nur in die Holzarten Fichte, Tanne oder Kiefer eingeschraubt werden.

#### • **Sondernägel**

Eingabe und Berechnung erfolgen i.W. analog zu den Nagelverbindungen.

Bzgl. der charakteristischen Werte für die Ausziehparameter  $f_{ax,k}$  und die Kopfdurchziehparameter  $f_{head,k}$  sind Sondernägel gemäß /41/, NCI Zu 8.3.2, in Tragfähigkeitsklassen eingeteilt.

Die Klassen 1, 2 oder 3 legen den Ausziehparameter  $f_{ax,k}$  fest; die Klassen A, B oder C den Kopfdurchziehparameter  $f_{head,k}$ . Die Parameter werden /41/, 8.3.2, Tab. NA.16, entnommen.

Zugfestigkeit des Stahls. Im Regelfall bestehen Sondernägel aus Stahldraht mit einer Mindestzugfestigkeit  $f_{u,k} = 600$  N/mm<sup>2</sup>.

Gemäß /41/, NCI Zu 8.3.2 (NA.13), bzw. /1/, 12.8.1 (8), darf bei Verbindungen mit Sondernägeln in vorgebohrten Nagellöchern der charakteristische Ausziehparameter  $f_{1,k}$  zu 70 % in Ansatz gebracht werden, wenn der Bohrlochdurchmesser nicht größer als der Kerndurchmesser des Sondernagels ist.

Bei größerem Bohrlochdurchmesser darf der Sondernagel nicht auf Herausziehen beansprucht werden.

Die übrigen Optionen entsprechen denen der Nägel.

#### • **Simpson CNA, CSA**

Bei Simpson-Nägeln CNA und Schrauben CSA werden nur Durchmesser und Länge gewählt.

Die Bemessung erfolgt gemäß /62/.

Die Optionen entsprechen denen der Sondernägel.

Durchmesser d Länge l

6.00 mm 40 mm

Kohlenstoffstahl

rostfreier Stahl

Unterlegscheibe

$d_u$  32,0  automatisch

Fichte, Tanne, Kiefer  
gemäß ETA-12/0114, 4.2.2 dürfen Schrauben mit  $\varnothing \geq 8$  mm ohne Vorbohren nur in die Holzarten Fichte, Tanne oder Kiefer eingeschraubt werden

Durchmesser d Länge l

3.40 mm 60 mm

$f_{u,k}$  360,0

Benutzerdefiniert, alle Angaben in [mm]

d 6,0  $d_{Kopf}$  12,0

l 60,0  $l_{ef}$  50,0

Tragfähigkeitsklasse gemäß Tab NA.16

1

2

3

A

B

C

D

E

F

vorgebohrt mit  $d \leq d_{Kern}$   
Wenn der Bohrlochdurchmesser nicht größer als der Kerndurchmesser des Sondernagels ist, darf gemäß NAD 8.3.2 (NA.13) der Ausziehparameter  $f_{ax,k}$  mit 70% in Ansatz gebracht werden

### Registerblatt Schnittgrößen

Im Registerblatt *Schnittgrößen* werden die Schnittkräfte der einzelnen Stäbe eingegeben.

Falls die Schnittgrößen mit den Stabwerksprogrammen 4H-NISI oder 4H-FRAP berechnet wurden, sollte die Importfunktion des Programms genutzt werden, da hier die gelesenen Schnittkräfte automatisch in das richtige Koordinatensystem transformiert werden.

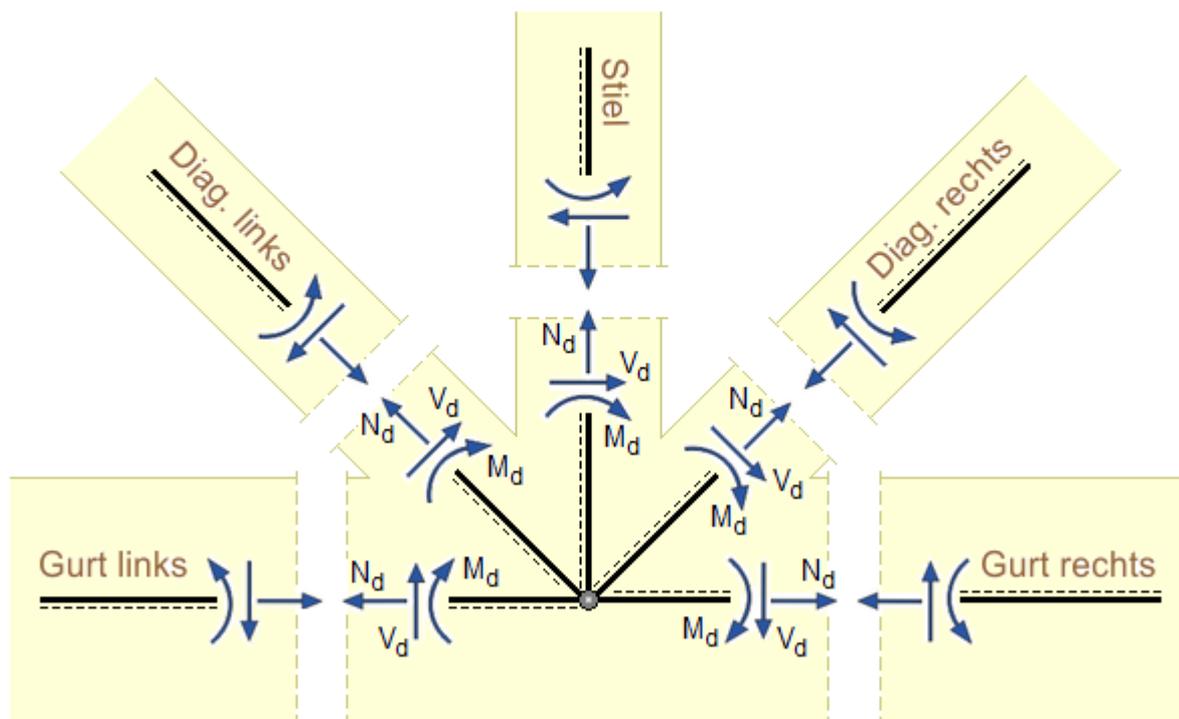
System	Schnittgrößen	Nachweise	FEM-Blech		
Lastkombination KLED	Stab	Nd [kN]	Md [kNm]	Vd [kN]	kmod [-]
▼ Lf1					
<input type="button" value="ständig"/>	Gurt links	0.228	7.966	1.142	0.600
<input type="button" value="löschen"/>	Gurt rechts	0.248	-8.474	-1.242	0.600
	Stiel	-0.840	0.000	0.000	0.600
	Diag. links	-0.672	-0.751	-0.336	0.600
	Diag. rechts	-0.672	1.260	0.504	0.600
	$\Sigma H, \Sigma M, \Sigma V$	0.000	0.001	0.000	
▼ 1.35*Lf1					
<input type="button" value="lang"/>	Gurt links	0.308	10.753	1.542	0.700
<input type="button" value="löschen"/>	Gurt rechts	0.335	-11.440	-1.677	0.700
	Stiel	-1.134	0.000	0.000	0.700
	Diag. links	-0.907	-1.014	-0.454	0.700
	Diag. rechts	-0.907	1.701	0.680	0.700
	$\Sigma H, \Sigma M, \Sigma V$	0.001	0.000	0.001	
▼ 1.35*Lf1+1.5*Lf2					
<input type="button" value="sehr kurz"/>	Gurt links	2.221	20.503	3.454	1.100
<input type="button" value="löschen"/>	Gurt rechts	1.071	-30.190	-5.354	1.100
	Stiel	-4.134	7.500	1.500	1.100
	Diag. links	-2.920	1.986	0.217	1.100
	Diag. rechts	-3.007	0.201	0.380	1.100
	$\Sigma H, \Sigma M, \Sigma V$	0.001	0.000	0.000	
▼ Lf1+1.5*Lf2					
<input type="button" value="frei"/>	Gurt links	2.141	17.716	3.054	0.800
<input type="button" value="löschen"/>	Gurt rechts	0.984	-27.224	-4.919	0.800
	Stiel	-3.840	7.500	1.500	0.800
	Diag. links	-2.684	2.249	0.335	0.800
	Diag. rechts	-2.772	-0.240	0.204	0.800
	$\Sigma H, \Sigma M, \Sigma V$	0.000	0.001	0.000	

neue Schnittgrößenkombination, Kräfte in kN, Winkel in °

Erwartet werden die Schnittgrößen am negativen Schnittufer der an den Knotenpunkt angeschlossenen Stäbe. In der Prinzipskizze in der rechten Fensterhälfte ist die Schnittgrößenkombination dargestellt.

## Prinzipskizze für Vorzeichendefinition

Alle Schnittgrößen sind Bemessungsschnittgrößen



Eine Schnittgrößenkombination besteht aus den Schnittgrößen ( $M$ ,  $N$ ,  $V$ ) aller angeschlossenen Stäbe.

Jede Kombination erhält einen Namen, der in der gelb unterlegten Überschriftenzeile der Kombination eingegeben wird, und die Lasteinwirkungsdauer.

Aus Lasteinwirkungsdauer, Nutzungsklasse und Material resultiert der  $k_{\text{mod}}$ -Wert, der automatisch berechnet wird.

Da die Materialien der Stäbe unterschiedlich sein können, erhält jeder Stab einen eigenen  $k_{\text{mod}}$ -Wert.

Die Lasteinwirkungsdauer wird in der Listbox in der ersten Spalte gewählt. Wird die Einstellung **frei** gewählt, kann der Wert in der  $k_{\text{mod}}$ -Spalte vorgegeben werden.

In den Eingabezeilen unter der Bezeichnung werden die Schnittgrößen für jeden einzelnen Stab eingegeben.

Das Programm berechnet zu jeder Schnittgrößenkombination die Summen der Momente ( $\Sigma M$ ), der Horizontalkräfte ( $\Sigma H$ ) und der Vertikalkräfte ( $\Sigma V$ ) aller Stäbe.

Diese Summen werden in der Zeile unter den Stabschnittgrößen angezeigt.

Im Normalfall sollten alle drei Summen gleich Null sein. Ist eine der Summen ungleich Null bedeutet dies, dass im Knotenpunkt eine äußere Last angreift oder dass sich im Knotenpunkt ein Auflager befindet.

Ist eine der Summen ungleich Null und es greift weder eine äußere Last im Knotenpunkt an noch ist dort ein Auflager, liegt ein Fehler vor und die Eingaben sollten überprüft werden.

Ein Klick auf die Eingabezelle mit dem **Mülleimersymbol** löscht die betreffende Schnittgrößenkombination.

Mit dem Button **neue Schnittgrößenkombination** wird eine neue Kombination angelegt.

### Register Nachweise

Im Nachweisregister werden die Einstellungen für die Nutzungsklasse und die auszuführenden Nachweise vorgenommen.



## Nutzungsklasse

- Nutzungsklasse 1  
 Nutzungsklasse 2  
 Nutzungsklasse 3

**Nachweise**

Alle Stäbe werden nach /16/, 6, für Biegung, Zug, Druck und Schub nachgewiesen.

Der Nachweis erfolgt unter Berücksichtigung der Querschnittschwächungen durch Verbindungsmittel und Knotenblech.

Optional kann der Beiwert  $k_h$  gem. /16/, 3.2 und 3.3 erhöht werden.

Greifen Querkräfte am Knoten an, resultiert im Schwerpunkt der Verbindungsmittel ein Exzentrizitätsmoment.

Die Bemessungsquerkräfte können in Abhängigkeit von der Geometrie ebenfalls im Anschlussbereich erheblich erhöht sein.

Die erhöhten Bemessungsschnittgrößen im Anschlussbereich werden vom Programm berücksichtigt.

Das Knotenblech wird mit einem FEM-Programm als Scheibe berechnet.

Nachweis des Knotenblechs

Der Nachweis der Scheibenbeanspruchung erfolgt nach /34/.

FEM-Netz  

Der Grad der Diskretisierungsdichte kann mit dem Schieberegler eingestellt werden. I.d.R. liefern auch recht grobe Netze ausreichend genaue Ergebnisse.

Die Belastungen werden über die Verbindungsmittel ins Blech übertragen.

Der Koordinatenursprung des Blechs liegt im gemeinsamen Schnittpunkt aller Stabachsen (s.a. [hier](#)).

Da das Blech unverschieblich gelagert sein muss, wird im Koordinatenursprung ein Punktlager (fest in x-, z- und in Drehrichtung) angesetzt.

Im Normalfall sind die resultierenden Auflagergrößen gleich Null, da alle am Blech angreifenden Kräfte im Gleichgewicht stehen. Es sei denn, im Knotenpunkt greifen äußere Lasten an oder es befindet sich dort tatsächlich ein Lager. In diesem Fall entsprechen die Auflagerkräfte den äußeren Lasten bzw. den Auflagerkräften.

Die Tragfähigkeitsnachweise werden nach /57/ bzw. nach /61/, 6.1, geführt.

Zusätzlich erfolgt für alle Verbindungsmittel der Nachweis der Lochleibung nach /57/, 3.6 bzw. /60/, 5.

Optional kann bei Verwendung von Holzwerkstoffen als Knotenblech, der Anschluss gem. /41/, NCI NA.8.1.6 bemessen werden.

- als Zuganschluss bemessen  
 Abminderung der Zugfestigkeit um 1/3 gemäß NCI NA.8.1.6 (NA.1)  
 Abminderung der Zugfestigkeit um 60% gemäß NCI NA.8.1.6 (NA.4)

Die Verbindungsmittel werden nach /16/, 8, nachgewiesen.

Nachweis der Verbindungsmittel

Über die Optionsbuttons kann zwischen dem vereinfachten Bemessungsverfahren nach /41/, dem genauen Verfahren nach /16/ oder dem Bemessungswerteverfahren nach /2/ gewählt werden.

Vereinfachter Nachweis NA-Deutschland

Genauer Nachweis (EC 5, 8.2.2)

Das genaueste Verfahren ist das Bemessungswerteverfahren.

Bemessungswerte-Verfahren

Bei Verwendung von Stahl oder Aluminium als Knotenblech kann ein Nachweis gegen Blockscherversagen gem. /16/, Anh. A, geführt werden.

Blockscherversagen

**Nachweisergebnisse**

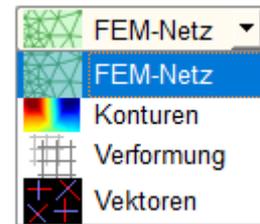
Nach erfolgter Berechnung werden die Ausnutzungen der einzelnen Nachweise als Balkendiagramme dargestellt.

Sind alle Nachweise erfüllt, erscheint der Hintergrund in grün. Ist einer der Nachweise nicht erfüllt, erscheint ein roter Hintergrund.



Folgende Ergebnisarten können nach erfolgter Berechnung gewählt werden.

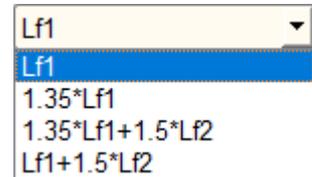
- FEM-Netz** das vom Netzgenerator erzeugte Netz wird gezeigt
- Konturen** Spannungen und Ausnutzungen werden als Farbgrafik dargestellt
- Verformung** das verformte Blech wird angezeigt
- Vektoren** die Hauptspannungsrichtungen werden visualisiert



### Auswahlmenü Lastfall

Auswahl der berechneten Lastfälle.

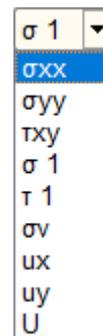
Im Modus **FEM-Netz** ist das Menü inaktiv.



### Auswahlmenü Ergebnis

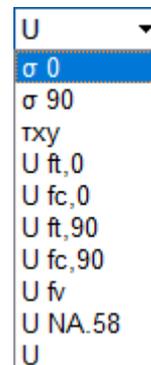
Das Menü ist nur im Modus **Kontur** aktiv. Folgende Ergebnisse können gewählt werden.

- $\sigma_{xx}$  Scheibennormalspannungen in x-Richtung
- $\sigma_1$  Hauptspannungen
- $\tau_1$  Hauptschubspannungen
- $\sigma_v$  Vergleichsspannungen
- $\tau_{xy}$  Schubspannungen
- $\sigma_v$  Vergleichsspannungen
- $u_x$  Verschiebung in x-Richtung
- $u_y$  Verschiebung in y-Richtung
- U Ausnutzung



Bei der Berechnung von Holzwerkstoffen erscheint folgende Ergebnisliste

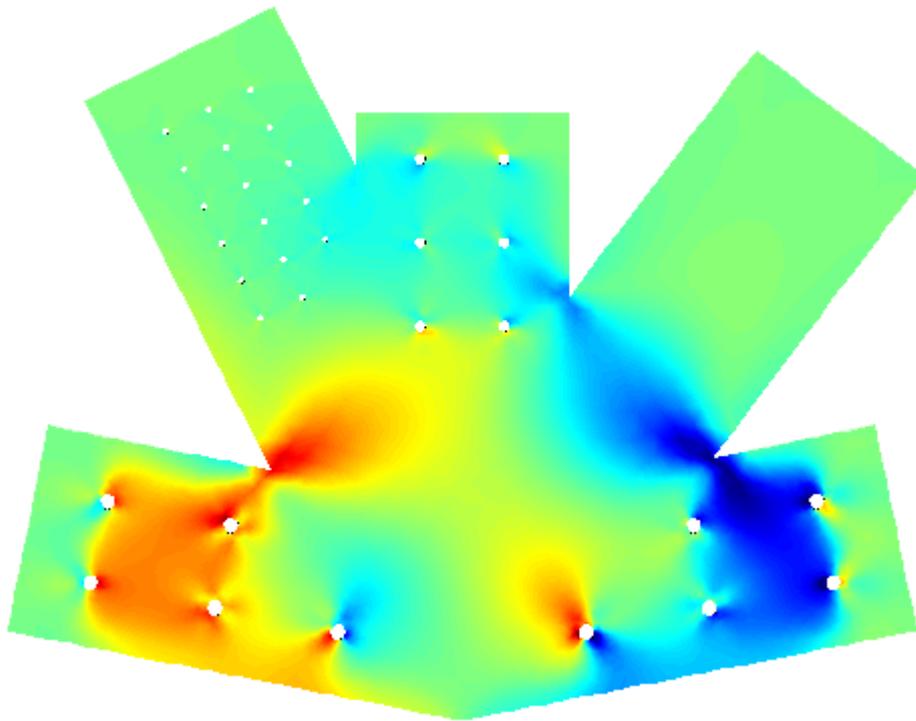
- $\sigma_0$  Scheibennormalspannungen in Faserrichtung
- $\sigma_{90}$  Scheibennormalspannungen in senkrecht zur Faserrichtung
- $\tau_{xy}$  Schubspannungen
- $U_{ft,0}$  Ausnutzung Zug in Faserrichtung
- $U_{fc,0}$  Ausnutzung Druck in Faserrichtung
- $U_{ft,90}$  Ausnutzung Zug senkrecht zur Faserrichtung
- $U_{fc,90}$  Ausnutzung Druck senkrecht zur Faserrichtung
- $U_{fv0}$  Ausnutzung Schub
- $U_{NA.58}$  Ausnutzung gemäß der Interaktionsbedingung n. /41/, NCI NA.6.2.5, Gl. (NA.58)
- U Gesamtausnutzung



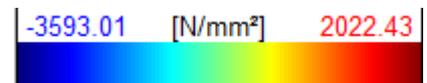
Nachfolgend werden die Darstellungsmöglichkeiten, die über das *Grafik*-Menü gewählt werden, erläutert.

### Kontur

Im Auswahlmodus **Kontur** werden Spannungen oder Ausnutzungen dargestellt.

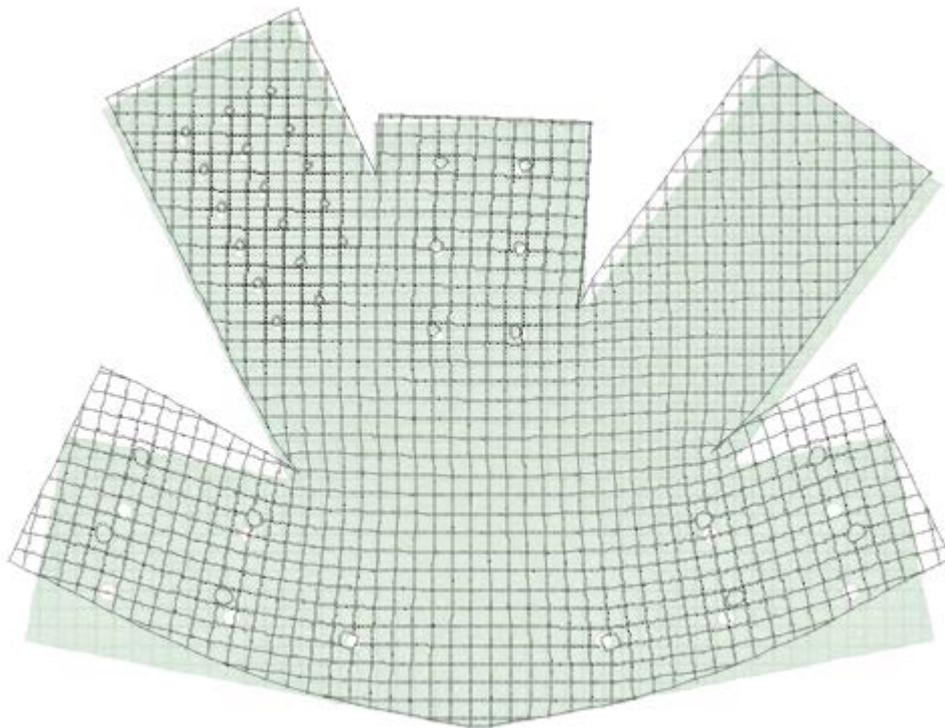


Rechts über dem Plot erscheint die verwendete Farbskala mit den min- und max-Werten.



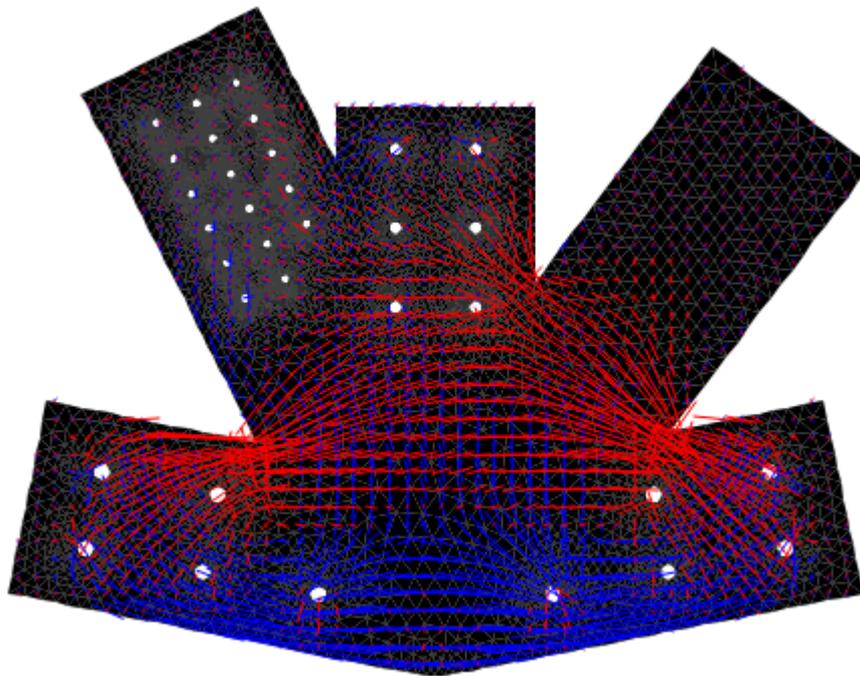
### Verformung

Das verformte System wird als orthogonales Netz über das unverformte gelegt.



### Vektoren

Hauptdruck- und Zugspannungen werden als Vektoren dargestellt. Zugspannungen erscheinen blau, Druckspannungen rot.



## Programmeinstellungen



ein Klick auf den **Optionsbutton** öffnet den Dialog für die Bildschirm- und Druckeinstellungen

Einstellungen
— □ ×

### Bildschirmeinstellungen

Nachkommastellen in Schnittgrößentabelle

### Importeinstellungen

zusätzlich zu den Schnittgrößen werden:

- Materialdaten
- Geometriedaten

importiert

### Druckeinstellungen

#### Eingabedaten

- Tabelle mit Verbindungsmittelkoordinaten

#### Grafiken

	Breite [cm]	Höhe [cm]
<input type="checkbox"/> Maßstab optimal	<input type="text" value="15,00"/>	<input type="text" value="10,00"/>

- Knotenplot mit Darstellung der Stabquerschnitte
- Einzelstäbe plotten
- Einzelstäbe mit Verbindungsmittelvermaßung plotten
- Skizze mit Bezeichnung der Randabstände
- Skizze mit Vorzeichendefinition der Schnittgrößen

#### Nachweisergebnisse

- Maßgebende Schnittgrößenkombination
- Alle Schnittgrößenkombinationen
- Verbindungsmittelausnutzung ausführlich

#### Knotenblechergebnisse

	Grafik	Tabelle
<input checked="" type="checkbox"/> Verformungen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> elast. Spannungen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Ausnutzungen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Bild vergrößern 

Typ und Größe der Bildschirmfonts für Tabellen und die übrigen Textdarstellungen können benutzerseits modifiziert werden.

Ein Klick auf den Button **Standardeinstellungen** stellt die Standardfonts wieder her.

In gleicher Weise kann der Anwender die Farben der bestehenden Gruppen anpassen bzw. den Standard wieder herstellen.

In der Schnittgrößentabelle können für die Tabellenzeilen und -spalten die Nachkommastellen der Zahleneingabe eingestellt werden.

Die Importschnittstelle kann neben Schnittgrößen aus den Programmen 4H-FRAP und 4H-NISI auch Materialdaten, Querschnittsabmessungen und Winkelverhältnisse übernehmen.

Bei aktivierter Option **Materialdaten** werden beim Import zusätzlich Materialart und -güte der Stäbe übernommen.

Bei aktivierter Option **Geometriedaten** werden beim Import zusätzlich Querschnittsabmessungen und Winkelverhältnisse zwischen den Stäben übernommen.

Optional können die Verbindungsmittelkoordinaten, bezogen auf den Koordinatenursprung im gemeinsamen Schnittpunkt der Stabachsen, gedruckt werden.

Die Plotabmessungen werden in cm angegeben.

Wird die Option **Maßstab optimal** gewählt, wird ein krummzahliger Maßstab berechnet, der das Bild optimal in den Plotbereich einpasst.

Andernfalls wird der nächst passende, ganzzahlige, gebräuchliche Maßstab gewählt.

Folgende Plots können optional erstellt werden.

#### **Knotenplot mit Darstellung der Stabquerschnitte**

Es wird ein Übersichtsplot mit dem Knotenblech und allen angeschlossenen Stäben gezeichnet.

#### **Einzelstäbe plotten**

Jeder Stab wird mit Vermaßung separat geplottet; Verbindungsmittel werden nicht dargestellt.

#### **Einzelstäbe mit Verbindungsmitteln plotten**

Jeder Stab wird mit Vermaßung der Verbindungsmittel geplottet.

#### **Skizze mit Bezeichnung der Randabstände**

Als Erläuterung wird eine Skizze mit den Bezeichnungen der Verbindungsmittelabstände nach DIN EN 1991-1 ausgegeben.

**Skizze mit Vorzeichendefinition der Schnittgrößen** - Es wird eine Übersichtsskizze mit der zugrunde liegenden Vorzeichendefinition der Schnittgrößen an den Schnittufern der Stäbe gezeichnet.

Bei Wahl der Option **Maßgebende Schnittgrößenkombination** wird für jeden Nachweis nur die Schnittgrößenkombination gedruckt, die die größte Ausnutzung liefert.

Im Protokoll erscheint die Ausnutzung für jedes Verbindungsmittel. Wahlweise können hierzu Zwischenergebnisse ausgegeben werden (Bemessungskräfte, Kraftkomponenten,...)

Um den Umfang der Ergebnisse der FEM-Berechnung des Knotenblechs zu reduzieren, kann gewählt werden, welche Resultate als Tabelle oder Grafik gedruckt werden sollen.

**Bildschirmeinstellungen**

Textfont

Tabellenfont

Standardfonts wiederherstellen

Farbe Systemdarstellung

Nachkommastellen in Schnittgrößentabelle

**Importeinstellungen**

zusätzlich zu den Schnittgrößen werden:

Materialdaten

Geometriedaten

importiert

**Druckeinstellungen**

**Eingabedaten**

Tabelle mit Verbindungsmittelkoordinaten

**Grafiken**

	Breite [cm]	Höhe [cm]
<input type="checkbox"/> Maßstab optimal	15,00	10,00

Knotenplot mit Darstellung der Stabquerschnitte

Einzelstäbe plotten

Einzelstäbe mit Verbindungsmittelvermaßung plotten

Skizze mit Bezeichnung der Randabstände

Skizze mit Vorzeichendefinition der Schnittgrößen

**Nachweisergebnisse**

Maßgebende Schnittgrößenkombination

Alle Schnittgrößenkombinationen

Verbindungsmittelausnutzung ausführlich

**Knotenblechergebnisse**

	Grafik	Tabelle
<input checked="" type="checkbox"/> Verformungen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> elast. Spannungen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Ausnutzungen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

## Import von Schnittgrößen, Material- und Geometriedaten

Detailnachweisprogramme zur Bemessung von Anschlüssen (Knotenpunkte, Träger/Stütze, Träger/Träger), Stößen (Biege-, Zug- oder Druckstoß) und Fußpunkten (Stütze/Fundament) etc. benötigen Schnittgrößenkombinationen, die häufig von einem Tragwerksprogramm zur Verfügung gestellt werden.

Dabei handelt es sich i.d.R. um eine Vielzahl von Kombinationen, die im betrachteten Bemessungsschnitt des übergeordneten Tragwerkprogramms vorliegen und in das Anschlussprogramm übernommen werden sollen.

Zunächst sind in dem exportierenden 4H-Programm (4H-FRAP, 4H-NISI etc.) an den am Nachweisknoten angreifenden Stäben **Kontrollpunkte** (als Stabpunkte) zu setzen, deren Schnittgrößen beim nächsten Rechenlauf exportiert, d.h. für den Import in einem Detailnachweisprogramm bereitgestellt, werden sollen.

Ausführliche Informationen zum Export können dem DTE<sup>®</sup>-**Schnittgrößenexport** entnommen werden.

 über den dargestellten Button wird das Auswahlfenster zum Schnittgrößen- und Materialdatenimport aus pcae-Stabwerksprogrammen gestartet

Das Programm 4H-HKPU, Knotenpunkt, führt eine einachsige Bemessung durch.



Wenn Schnittgrößen aus dem räumlichen Stabwerksprogramm 4H-FRAP zum Nachweis eines Anschlusses übernommen werden sollen, sind zusätzliche Bedingungen zu beachten.

- es ist sicherzustellen, dass alle Stäbe des Nachweisknotens in einer Ebene liegen. Sollte dies nicht der Fall sein, wird der Import mit einer Fehlermeldung abgebrochen.
- durch entsprechende Lagerbedingungen und Gelenke an den Stäben ist sicherzustellen, dass sich keine Schnittgrößen senkrecht zur Nachweisebene und auch keine Torsion einstellen.

Momenten- und Querkraftanteile quer zur Berechnungsebene (Querbiegung) sowie Torsion werden **nicht** berücksichtigt!

Ein Klick auf den **Import starten**-Button öffnet das Übergabeprogramm mit dem Fenster zur DTE<sup>®</sup>-**Bauteilauswahl**. Hier werden alle berechneten Bauteile dargestellt, wobei diejenigen B., die Schnittgrößen exportiert haben, dunkel gekennzeichnet sind.

Das gewünschte Bauteil kann nun markiert und über den **bestätigen**-Button ausgewählt werden.

Alternativ kann durch Doppelklicken des Bauteils direkt in die DTE<sup>®</sup>-**Schnittgrößenauswahl** verzweigt werden.

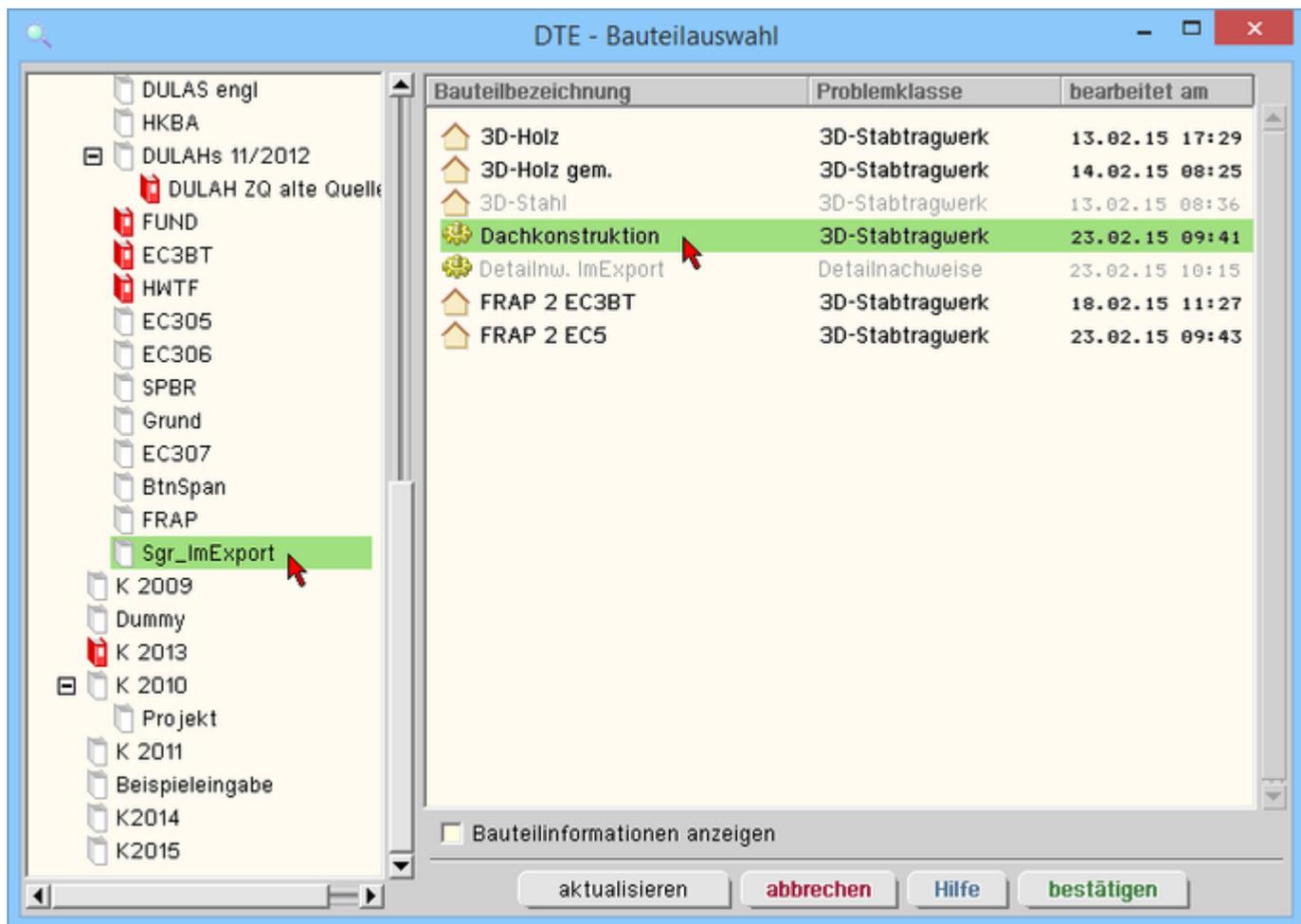


Bild vergrößern

In der *Identifizierungsphase* der Schnittgrößenauswahl werden alle verfügbaren Schnitte des ausgewählten Bauteils angezeigt, wobei diejenigen Schnitte deaktiviert sind, deren Material nicht kompatibel mit dem Detailprogramm ist.

<b>Gurt links</b>	Punkt 1: Stab 1 bei s = 5.10 m	Gurt links Material: Holz, Querschnitt: Rechteck mit b=12,0cm, d=20,0cm
<b>Gurt rechts</b>	Punkt 2: Stab 2 bei s = 0.00 m	Gurt rechts Material: Holz, Querschnitt: Rechteck mit b=12,0cm, d=20,0cm
<b>Stiel</b>	Punkt 3: Stab 3 bei s = 0.00 m	Stiel Material: Holz, Querschnitt: Rechteck mit b=12,0cm, d=20,0cm
<b>Diagonale links</b>	Punkt 4: Stab 4 bei s = 0.00 m	Diagonale links Material: Holz, Querschnitt: Rechteck mit b=12,0cm, d=20,0cm
nicht identifiziert	Punkt 5: Stab 5 bei s = 0.00 m	Diagonale rechts Material: Holz, Querschnitt: Rechteck mit b=12,0cm, d=20,0cm

Gurt links

Gurt rechts

Stiel

Diagonale links

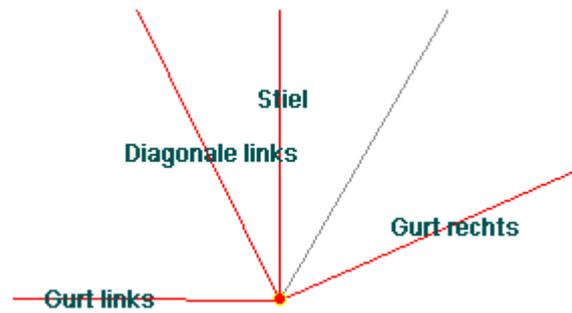
Diagonale rechts

<abwählen>

Nun werden die Schnitte den einzelnen Abteilungen in der Schnittgrößentabelle (hier *Gurt links*, *Gurt rechts*, *Stiel*, *Diagonale links*) zugeordnet. Dazu wird der entsprechende Eintrag (hier *Schnitt 2*) angewählt und der zugehörigen Zeile in der dann folgenden Tabelle zugewiesen (hier *Diagonale rechts*).

Ist eine Abteilung festgelegt, werden die in Frage kommenden möglichen Alternativen für die noch nicht festgelegte Abteilung mit einem Pfeil gekennzeichnet.

 sind nicht ausreichend Schnitte vorhanden, kann die DTE<sup>®</sup>-Schnittgrößenwahl nur über den **abbrechen**-Button verlassen werden; ein Import ist dann nicht möglich.



Zur visuellen Kontrolle werden die definierten Schnitte in einem nebenstehenden Fenster angezeigt.

 erst wenn sämtliche Schnitte zugeordnet sind, ist die Identifizierungsphase abgeschlossen und die **Schnittgrößenwahl** folgt.

Es werden die verfügbaren Schnittgrößenkombinationen der gewählten Schnitte angeboten, die über das '+'-Zeichen am linken Rand aufgeklappt werden können.

Gurt links		Punkt 1: Stab 1 bei s = 5.10 m						
Gurt rechts		Punkt 2: Stab 2 bei s = 0.00 m						
Gurt rechts								
Material: Holz, Querschnitt: Rechteck mit b=12,0cm, d=20,0cm								
	N	V <sub>η</sub>	V <sub>ζ</sub>	T	M <sub>η</sub>	M <sub>ζ</sub>	Kommentar	
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm		
<b>Lastfallergebnisse</b>								
<b>Nachweis 1: EC 5 Tragfähigkeit (Th.I.Ord.)</b>								
<input checked="" type="checkbox"/> alle auswählen <input type="checkbox"/> alle abwählen <input checked="" type="checkbox"/> alle auswählen <input type="checkbox"/> alle abwählen								
<input checked="" type="checkbox"/> Extremierung 1/1: Fall 1 (k <sub>mod</sub> =0.60)								
	min N	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
	max N	0.34	0.00	-1.68	0.00	11.44	0.00	1.35×Lf1
	min V <sub>η</sub>	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
	max V <sub>η</sub>	0.34	0.00	-1.68	0.00	11.44	0.00	1.35×Lf1
	min V <sub>ζ</sub>	0.34	0.00	-1.68	0.00	11.44	0.00	1.35×Lf1
	max V <sub>ζ</sub>	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
	min T	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
	max T	0.34	0.00	-1.68	0.00	11.44	0.00	1.35×Lf1
	min M <sub>η</sub>	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
	max M <sub>η</sub>	0.34	0.00	-1.68	0.00	11.44	0.00	1.35×Lf1
	min M <sub>ζ</sub>	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
	max M <sub>ζ</sub>	0.34	0.00	-1.68	0.00	11.44	0.00	1.35×Lf1
	min σ <sub>1</sub>	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
	max σ <sub>1</sub>	0.34	0.00	-1.68	0.00	11.44	0.00	1.35×Lf1
	min σ <sub>2</sub>	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
	max σ <sub>2</sub>	0.34	0.00	-1.68	0.00	11.44	0.00	1.35×Lf1
	min σ <sub>3</sub>	0.34	0.00	-1.68	0.00	11.44	0.00	1.35×Lf1
	max σ <sub>3</sub>	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
	min σ <sub>4</sub>	0.34	0.00	-1.68	0.00	11.44	0.00	1.35×Lf1
	max σ <sub>4</sub>	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
<input checked="" type="checkbox"/> Extremierung 1/2: Fall 2 (k <sub>mod</sub> =0.80)								
	min N	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
	max N	1.07	0.00	-5.35	0.00	30.19	0.00	1.35×Lf1+1.5×Lf2
	min V <sub>η</sub>	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
	max V <sub>η</sub>	1.07	0.00	-5.35	0.00	30.19	0.00	1.35×Lf1+1.5×Lf2
	min V <sub>ζ</sub>	1.07	0.00	-5.35	0.00	30.19	0.00	1.35×Lf1+1.5×Lf2
	max V <sub>ζ</sub>	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
	min T	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
	max T	1.07	0.00	-5.35	0.00	30.19	0.00	1.35×Lf1+1.5×Lf2
	min M <sub>η</sub>	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
	max M <sub>η</sub>	1.07	0.00	-5.35	0.00	30.19	0.00	1.35×Lf1+1.5×Lf2
	min M <sub>ζ</sub>	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
	max M <sub>ζ</sub>	1.07	0.00	-5.35	0.00	30.19	0.00	1.35×Lf1+1.5×Lf2
	min σ <sub>1</sub>	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
	max σ <sub>1</sub>	1.07	0.00	-5.35	0.00	30.19	0.00	1.35×Lf1+1.5×Lf2
	min σ <sub>2</sub>	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
	max σ <sub>2</sub>	1.07	0.00	-5.35	0.00	30.19	0.00	1.35×Lf1+1.5×Lf2
	min σ <sub>3</sub>	1.07	0.00	-5.35	0.00	30.19	0.00	1.35×Lf1+1.5×Lf2
	max σ <sub>3</sub>	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
	min σ <sub>4</sub>	1.07	0.00	-5.35	0.00	30.19	0.00	1.35×Lf1+1.5×Lf2
	max σ <sub>4</sub>	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1

Bild vergrößern 

Die obige Tabelle verdeutlicht weiterhin die Komplexität der Nachweise im Holzbau nach den neuen Normen.

- im Holzbau gehört zu jeder Bemessungskombination eine maßgebende Lasteinwirkungsdauer, die zusammen mit Nutzungsklasse und Materialgüte den zugehörigen  $k_{mod}$ -Wert ergibt, der zur Berechnung des Bemessungswerts des Bauteilwiderstands benötigt wird
- aufgrund der den Einwirkungen anhaftenden unterschiedlichen Lasteinwirkungsdauern (ständig, lang, mittel, kurz, sehr kurz) muss sich daher innerhalb einer Standardkombination (z.B. im Programm 4H-FRAP) eine Reihe von Unterextremierungen mit verschiedenen  $k_{mod}$ -Werten ergeben.  
Das Ergebnis einer Standardkombination in 4H-FRAP ist dann die Umhüllende dieser Unterextremierungen.
- zum Import in 4H-HKPU, Knotenpunkt, werden diese Unterextremierungen (die im Ergebnissatz von 4H-FRAP nicht sichtbar werden) bereitgestellt, um den geforderten exakten Nachweis des Stoßes mit den gleichfalls importierten  $k_{mod}$ -Werten führen zu können
- eine Alternative wäre, die Ergebnisse der Zusammenfassung des Nachweises zu importieren und manuell einen ungünstigen  $k_{mod}$ -Wert anzugeben. Hier soll jedoch der exakte Weg gezeigt werden.

In der Schnittgrößenauswahl werden sukzessive über die Buttons **alle auswählen** die Schnittgrößenelemente der einzelnen Unterextremierungen aktiviert.

 mittels des Buttons **doppelte Zeilen abwählen** werden die Übergabenelemente erheblich reduziert

Wenn eine Reihe von Stößen gleichartig ausgeführt werden soll, können in einem Rutsch weitere Schnittgrößen anderer Schnittkombinationen aktiviert und so bis zu 1.000 Kombinationen übertragen werden (s. Abb. unten).

DTE - Schnittgrößenauswahl

Es sind 6 Schnittgrößenkombinationen von maximal 1000 ausgewählt

**Kehlbalken/Träger**    Schnitt 4: Stab 7 bei s = 0.00 m

**Kehlbalken**  
Material Holz, Querschnitt: Rechteck mit b=12,0cm, d=20,0cm

	N kN	V <sub>η</sub> kN	V <sub>ζ</sub> kN	T kNm	M <sub>η</sub> kNm	M <sub>ζ</sub> kNm	Kommentar
<b>Lastfallergebnisse</b>							
<b>Nachweis 1: EC5 Tragfähigkeit (Th.I.Ord.)</b>							
<input checked="" type="checkbox"/> alle auswählen <input type="checkbox"/> alle abwählen <input checked="" type="checkbox"/> alle auswählen <input type="checkbox"/> alle abwählen							
<b>Extremierung 1/1 : Fall 1 (kmod=0.60)</b>							
↔ min N	-3.84	0.00	1.07	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)
↔ max N	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
↔ min V <sub>η</sub>	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
↔ max V <sub>η</sub>	-3.84	0.00	1.07	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)
↔ min V <sub>ζ</sub>	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
↔ max V <sub>ζ</sub>	-3.84	0.00	1.07	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)
↔ min T	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
↔ max T	-3.84	0.00	1.07	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)
↔ min M <sub>η</sub>	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
↔ max M <sub>η</sub>	-3.84	0.00	1.07	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)
↔ min M <sub>ζ</sub>	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
↔ max M <sub>ζ</sub>	-3.84	0.00	1.07	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)
↔ min σ <sub>1</sub>	-3.84	0.00	1.07	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)
↔ max σ <sub>1</sub>	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
↔ min σ <sub>2</sub>	-3.84	0.00	1.07	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)
↔ max σ <sub>2</sub>	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
↔ min σ <sub>3</sub>	-3.84	0.00	1.07	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)
↔ max σ <sub>3</sub>	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
↔ min σ <sub>4</sub>	-3.84	0.00	1.07	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)
↔ max σ <sub>4</sub>	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
<b>Extremierung 1/2 : Fall 2 (kmod=0.80)</b>							
<input checked="" type="checkbox"/> alle auswählen <input type="checkbox"/> alle abwählen							
↔ min N	-8.25	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)+1.5*Lf11
↔ max N	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
↔ min V <sub>η</sub>	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
↔ max V <sub>η</sub>	-8.25	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)+1.5*Lf11
↔ min V <sub>ζ</sub>	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
↔ max V <sub>ζ</sub>	-8.25	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)+1.5*Lf11
↔ min T	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
↔ max T	-8.25	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)+1.5*Lf11
↔ min M <sub>η</sub>	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
↔ max M <sub>η</sub>	-8.25	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)+1.5*Lf11
↔ min M <sub>ζ</sub>	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
↔ max M <sub>ζ</sub>	-8.25	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)+1.5*Lf11
↔ min σ <sub>1</sub>	-8.25	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)+1.5*Lf11
↔ max σ <sub>1</sub>	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
↔ min σ <sub>2</sub>	-8.25	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)+1.5*Lf11
↔ max σ <sub>2</sub>	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
↔ min σ <sub>3</sub>	-8.25	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)+1.5*Lf11
↔ max σ <sub>3</sub>	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
↔ min σ <sub>4</sub>	-8.25	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)+1.5*Lf11
↔ max σ <sub>4</sub>	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
<b>Extremierung 1/3 : Fall 3 (kmod=0.90)</b>							
<input checked="" type="checkbox"/> alle auswählen <input type="checkbox"/> alle abwählen							
↔ min N	-8.45	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)+1.5*Lf11+0.5*
↔ max N	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
↔ min V <sub>η</sub>	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
↔ max V <sub>η</sub>	-8.45	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)+1.5*Lf11+0.5*
↔ min V <sub>ζ</sub>	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4

Bild vergrößern

Nach dem Einlesen der Übernahmewerte erscheint ein Protokoll im Importfenster.

Warnungen, die beachtet werden sollten, werden in **rot** dargestellt.

Die endgültige Übernahme der Daten erfolgt erst, wenn das Eingabefenster mit dem **OK**-Button verlassen wird.



Materialdaten Gurt links importiert  
 Querschnittsabmessungen Gurt importiert  
 Materialdaten Stiel importiert  
 Querschnittsabmessungen Stiel importiert  
 Materialdaten Diagonale links importiert  
 Querschnittsabmessungen Diagonale links importiert  
 Materialdaten Diagonale rechts importiert  
 Querschnittsabmessungen Diagonale rechts importiert  
 Lastfallkombination Lf1 importiert  
 Lastfallkombination 1.35\*Lf1 importiert  
 Lastfallkombination 1.35\*Lf1+1.5\*Lf2 importiert  
 Lastfallkombination Lf1+1.5\*Lf2 importiert

Nach abgeschlossener Auswahl der Schnittgrößenkombinationen und Bestätigen der Eingabe werden die Schnittgrößensätze in die Tabelle des aufrufenden Programms übernommen.

Bereits bestehende Tabellenzeilen vorhergehender manueller Eingaben oder Importe bleiben erhalten, so dass die Schnittgrößenauswahl auch mehrfach aufgerufen werden kann.

Weitere Kombinationen können auch manuell hinzugefügt werden.

### Berechnung Stabanschluss an Knotenblech

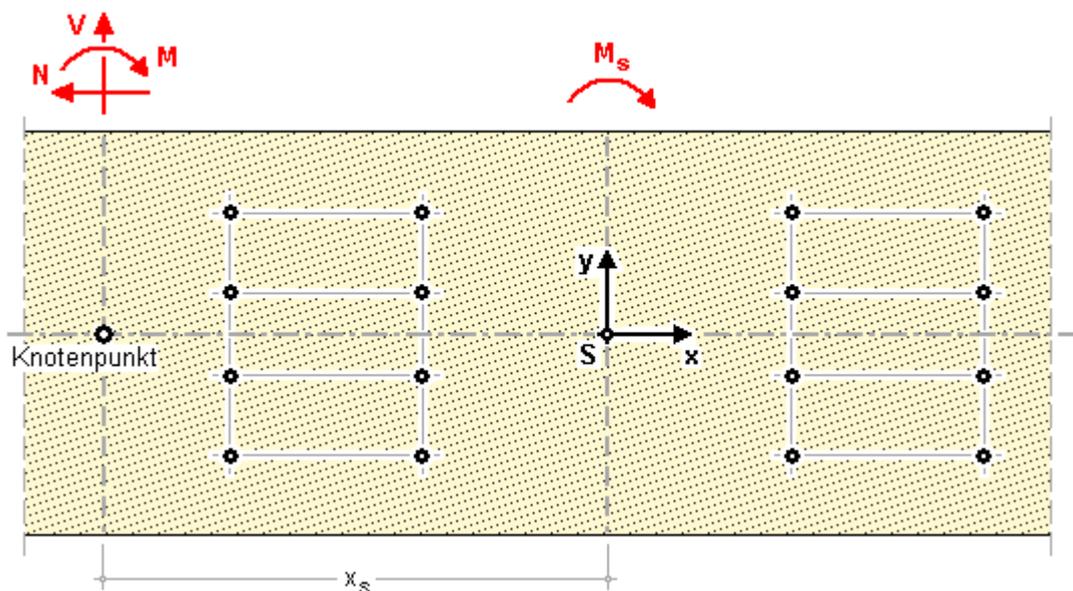
Im Folgenden werden die verwendeten Formeln zur Berechnung des Anschlusses eines Stabes an ein Knotenblech mit außen liegenden Blechen angegeben.

Voraussetzung ist, dass sich alle Stabachsen in einem gemeinsamen Punkt schneiden; d.h. es gibt keine Exzentrizitäten.

Alle anschließenden Stäbe werden in gleicher Weise berechnet.

Die Formeln entstammen der Literaturquelle /45/. Der Anschluss mit innen liegenden Blechen erfolgt analog.

Die Schnittgrößen  $M$ ,  $V$  und  $N$  werden für den Schnittpunkt der Stabachsen angegeben.



#### Verbindungsmittelbeanspruchung aus Moment

Das Anschlussmoment im Schwerpunkt der Verbindungsmittel einer Stoßhälfte ergibt sich zu

$$M_S = M + V \cdot x_S$$

Die Horizontalkomponente eines Verbindungsmittels aus  $M_S$  ergibt sich zu

$$F_{MHi} = \frac{M_s \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2 + \sum_{i=1}^n y_i^2}$$

$n$  Anzahl der Verbindungsmittel einer Stoßhälfte

Die Vertikalkomponente eines Verbindungsmittels aus  $M_s$  ergibt sich zu

$$F_{MVi} = \frac{M_s \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2 + \sum_{i=1}^n y_i^2}$$

Die resultierende Kraft aus dem Anschlussmoment ergibt sich zu

$$F_{Mi} = \sqrt{F_{MHi}^2 + F_{MVi}^2}$$

### Verbindungsmittelbeanspruchung aus Normal- und Querkraft

$$F_{Ni} = N / n$$

$$F_{Vi} = V / n$$

### resultierende Verbindungsmittelbeanspruchung

$$F_{totHi} = F_{MHi} + F_{Ni} \quad \text{in Horizontalrichtung}$$

$$F_{totVi} = F_{MVi} + F_{Vi} \quad \text{in Vertikalrichtung}$$

Resultierende Verbindungsmittelkraft

$$F_{toti} = \sqrt{F_{totHi}^2 + F_{totVi}^2}$$

### Querkraft im Anschlussbereich

Nach /37/, Gl. (261.3), ergibt sich

$$F_{MVi} = \frac{M_s \cdot \sum_{i=1}^{n/2} x_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2 + \sum_{i=1}^n y_i^2} - \frac{V}{2}$$

## Stahlbleche

### Bemessung für Biegung n. EC 3

Der Tragsicherheitsnachweis der Seitenbleche wird nach dem Nachweisverfahren *Elastisch-Elastisch* entspr. DIN EN 1993-1-1, Abs. 6.2.1(5), geführt.

$$\left( \frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}} \right)^2 + \left( \frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}} \right)^2 - \left( \frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}} \right) \cdot \left( \frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}} \right) + 3 \cdot \left( \frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}} \right)^2 \leq 1$$

Bei der Berechnung von Lochblechen werden die Fehlfächen der Löcher berücksichtigt, indem die Bemessungsspannungen linear um den Faktor, der sich im ungünstigsten Schnitt durch das Blech ergibt, erhöht werden.

Im Regelfall beträgt der Faktor 1.333.

### Lochleibung n. EC 3

Der Nachweis der Aufnahme der Lochleibungskräfte wird entspr. DIN 1993-1-8, 3.6.1, geführt.

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} \quad \dots \text{ mit } \dots \quad \alpha_b = \min \left( \alpha_d, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1.0 \right)$$

• in Krafrichtung

• für am Rand liegende Schrauben  $\alpha_d = \frac{e_1}{3 \cdot d_0}$

• für innen liegende Schrauben  $\alpha_d = \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0.25$

• quer zur Krafrichtung

• für am Rand liegende Schrauben  $k_1 = \min \left( 2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5 \right)$

• für innen liegende Schrauben  $k_1 = \min \left( 1.4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5 \right)$

**Vergleichsspannung**

$$\frac{\sigma_v}{f_{y,d}} \leq 1 \quad \dots \text{ mit } \dots \quad \sigma_v = \sqrt{\sigma_d^2 + 3 \cdot \tau_d^2}$$

**Holzträger n. DIN EN 1995-1-1**

**Bemessung für Biegung und Zug**

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \dots \text{ EC 5, Gl. (6.17)}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \dots \text{ EC 5, Gl. (6.18)}$$

$$k_m \quad \dots \text{ EC 5, Gl. (6.1.6)}$$

**Bemessung für Biegung und Druck**

$$\left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \dots \text{ EC 5, Gl. (6.19)}$$

$$\left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \dots \text{ EC 5, Gl. (6.20)}$$

$$k_m \quad \dots \text{ EC 5, Gl. (6.1.6)}$$

**Bemessung für Biegung und Druck nach dem Ersatzstabverfahren**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \dots \text{ EC 5, Gl. (6.23)}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \dots \text{ EC 5, Gl. (6.24)}$$

$$k_{c,y} \quad \dots \text{ EC 5, Gl. (6.25)}$$

**Schub aus Querkraft**

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1 \quad \dots \text{ EC 5, Gl. (6.13)}$$

**Bemessung von Holzwerkstoffplatten**

Die Scheibenspannungen werden in die Richtungen parallel und senkrecht zur Faser umgerechnet.

Die Bemessung erfolgt für Zug und Druck parallel und senkrecht zur Faser sowie für Schub.

Zusätzlich wird die Interaktionsbedingung gemäß /41/, NCI NA.6.2.5, Gleichung (NA.58) ausgewertet (s.a. /2/, E10.2.2).

$$\frac{\sigma_{t,a,d}}{k_a \cdot f_{t,0,d}} \leq 1 \quad \text{EC5, NA Deutschland, Gl. (NA.58) ... mit ...}$$

$$k_a = \frac{1}{\frac{f_{t,0,d}}{f_{t,90,d}} \cdot \sin^2 \alpha + \frac{f_{t,0,d}}{f_{v,d}} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \cos^2 \alpha} \quad \text{EC5, NA Deutschland, Gl. (NA.59)}$$

### Ringdübel n. DIN EN 1995-1-1

#### Bemessungswert der Tragkraft

$$X_d = k_{\text{mod}} \cdot \frac{X_k}{\gamma_M} \quad \text{EC 5, Gl. (2.14)}$$

$$F_{v,0,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot (35 \cdot d_c^{1.5}) \quad \text{... (a)} \\ k_1 \cdot k_3 \cdot h_e \cdot (31.5 \cdot d_c) \quad \text{... (b)} \end{array} \right. \quad \text{EC 5, Gl. (8.61)}$$

$$k_1 = \min \left\{ 1, \frac{t_1}{3 \cdot h_e}, \frac{t_2}{5 \cdot h_e} \right\} \quad \text{EC 5, Gl. (8.62)}$$

$$k_2 = \min \left\{ k_a, \frac{a_{3,t}}{2 \cdot d_c} \right\} \quad \text{EC 5, Gl. (8.63)}$$

$$k_3 = \min \left\{ 1.75, \frac{P_k}{350} \right\} \quad \text{EC 5, Gl. (8.65)}$$

$$k_4 = \begin{cases} 1.0 & \text{... für Holz-Holz-Verbindungen} \\ 1.1 & \text{... für Stahlblech-Holz-Verb.} \end{cases} \quad \text{EC 5, Gl. (8.66)}$$

$$F_{v,\alpha,Rk} = \frac{F_{v,0,Rk}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad \text{EC 5, Gl. (8.67)}$$

$$k_{90} = 1.3 + 0.001 \cdot d_c \quad \text{EC 5, Gl. (8.68)}$$

#### wirksame Anzahl der in Faserrichtung hintereinander liegenden Verbindungsmittel (n>2)

$$n_{\text{ef}} = 2 + \left(1 - \frac{n}{20}\right) \cdot (n-2) \quad \text{EC 5, Gl. (8.71)}$$

### Scheibendübel n. DIN EN 1995-1-1

#### Bemessungswert der Tragkraft

$$X_d = k_{\text{mod}} \cdot \frac{X_k}{\gamma_M} \quad \text{EC 5, Gl. (2.14)}$$

$$F_{v,Rk} = \begin{cases} 18 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot d_c^{1.5} & \text{für Typen C1 bis C9} \\ 25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot d_c^{1.5} & \dots \text{C10 bis C11} \end{cases} \dots \text{EC 5, Gl. (8.72)}$$

$$k_1 = \min \left( 1, \frac{t_1}{3 \cdot h_e}, \frac{t_2}{5 \cdot h_e} \right) \dots \text{EC 5, Gl. (8.73)}$$

für Typen C1 bis C9

$$k_2 = \min \left( 1, \frac{a_{3,t}}{1.5 \cdot d_c} \right) \dots \text{EC 5, Gl. (8.74)}$$

$$a_{3,t} = \max \{ 1.1 \cdot d_c, 7 \cdot d, 80 \text{ mm} \} \dots \text{EC 5, Gl. (8.75)}$$

für Typen C10 bis C11

$$k_2 = \min \left( 1, \frac{a_{3,t}}{2.0 \cdot d_c} \right) \dots \text{EC 5, Gl. (8.76)}$$

$$a_{3,t} = \max \{ 1.5 \cdot d_c, 7 \cdot d, 80 \text{ mm} \} \dots \text{EC 5, Gl. (8.77)}$$

$$k_3 = \min \left( 1.5, \frac{\rho_k}{350} \right) \dots \text{EC 5, Gl. (8.78)}$$

### wirksame Anzahl der in Faserrichtung hintereinander liegenden Verbindungsmittel (n>2)

$$n_{ef} = 2 + \left( 1 - \frac{n}{20} \right) \cdot (n-2) \dots \text{EC 5, Gl. (8.71)}$$

## Stabdübel n. DIN EN 1995-1-1

### vereinfachtes Rechenverfahren

Bei Wahl des vereinfachten Rechenverfahrens nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, 8.6, errechnet sich der Bemessungswert der Tragkraft zu

$$X_d = k_{mod} \cdot \frac{X_k}{\gamma_M} \dots \text{EC 5, Gl. (2.14)}$$

$$F_{v,Rk} = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \dots \text{EC 5 NAD, Gl. (NA.109), für Verbindungen aus Holz}$$

$$F_{v,Rk} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,k} \cdot d} \dots \text{EC 5 NAD, Gl. (NA.115), für Verbindungen mit Stahlblechen}$$

$$t_{1,req} = 1.15 \cdot \left( 2 \cdot \sqrt{\frac{\beta}{1 + \beta}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d}} \dots \text{EC 5 NAD, Gl. (NA.110), Mindestdicke für das Seitenholz}$$

$$t_{2,req} = 1.15 \cdot \left( \frac{4}{\sqrt{1 + \beta}} \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,Rk}}{f_{h,2,k} \cdot d}} \dots \text{EC 5 NAD, Gl. (NA.112), Mindestdicke für das Mittenholz}$$

$$M_{y,Rk} = 0.3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2.6} \dots \text{EC 5, Gl. (8.30), im Schaftbereich}$$

$$f_{h,a,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \dots \text{EC 5, Gl. (8.31)}$$

$$f_{h,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot d) \cdot \rho_k \dots \text{EC 5, Gl. (8.32)}$$

$$k_{90} = \begin{cases} 1.35 + 0.015 \cdot d & \dots \text{Nadelhölzer} \\ 1.30 + 0.015 \cdot d & \dots \text{Furnierschnittholz LVL} \\ 0.90 + 0.015 \cdot d & \dots \text{Laubhölzer} \end{cases} \dots \text{EC 5, Gl. (8.33)}$$

### wirksame Anzahl der in Faserrichtung hintereinander liegenden Verbindungsmittel (n>2)

$$n_{ef} = \min \left( n, n^{0.9} \cdot \sqrt[4]{\frac{a_1}{13 \cdot d}} \right) \quad \dots \text{EC 5, Gl. (8.34)}$$

$a_1$  Abstand der Stabdübel untereinander in Faserrichtung

$d$  Dübeldurchmesser in mm

### Schrauben n. DIN EN 1995-1-1 NAD

#### Bemessungswert der Tragkraft vereinfachtes Rechenverfahren

Bei Wahl des vereinfachten Rechenverfahrens n. DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, 8.2, errechnet sich der Bemessungswert der Tragkraft zu

$$X_d = k_{mod} \cdot \frac{X_k}{\gamma_M} \quad \dots \text{EC 5, Gl. (2.14)}$$

$$F_{v,Rk} = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \quad \dots \text{EC 5 NAD, Gl. (NA.109), für Verbindungen aus Holz}$$

$$F_{v,Rk} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,k} \cdot d} \quad \dots \text{EC 5 NAD, Gl. (NA.115), für Verbindungen mit Stahlblechen}$$

$$t_{1,req} = 1.15 \cdot \left( 2 \cdot \sqrt{\frac{\beta}{1 + \beta}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d}} \quad \text{EC 5 NAD, Gl. (NA.110), Mindestdicke für das Seitenholz}$$

$$t_{2,req} = 1.15 \cdot \left( \frac{4}{\sqrt{1 + \beta}} \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,Rk}}{f_{h,2,k} \cdot d}} \quad \dots \text{EC 5 NAD, Gl. (NA.112), Mindestdicke für das Mittenholz}$$

$$M_{y,k} = 0.15 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2.6} \quad \dots \text{DIN 1052, Gl. (230), im Gewindebereich}$$

$$M_{y,Rk} = 0.3 \cdot f_u \cdot d^{2.6} \quad \dots \text{EC 5, Gl. (8.14), im Schaftbereich}$$

$$f_{h,a,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad \dots \text{EC 5, Gl. (8.31)}$$

ohne vorgebohrte Löcher

$$f_{h,k} = 0.082 \cdot \rho_k \cdot d^{-0.3} \quad \dots \text{EC 5, Gl. (8.15)}$$

mit vorgebohrten Löchern

$$f_{h,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot d) \cdot \rho_k \quad \dots \text{EC 5, Gl. (8.16)}$$

$$k_{90} = \begin{cases} 1.35 + 0.015 \cdot d & \dots \text{Nadelhölzer} \\ 1.30 + 0.015 \cdot d & \dots \text{Furnierschichtholz LVL} \\ 0.90 + 0.015 \cdot d & \dots \text{Laubhölzer} \end{cases} \quad \dots \text{EC 5, Gl. (8.33)}$$

#### wirksame Anzahl der in Faserrichtung hintereinander liegenden Verbindungsmittel ( $n > 2$ )

$$n_{ef} = n^{k_{ef}} \quad \dots \text{EC 5, Gl. (8.17)}$$

$k_{ef}$  nach EC 5, Tab. 8.1

#### charakteristische Tragfähigkeit genaueres Verfahren

Bei Wahl des genaueren Verfahren nach /16/, 8.2.2, (s. auch /2/, E 12.6) berechnet sich die charakteristische Tragfähigkeit nach folgenden Gleichungen, von denen der kleinste Wert maßgebend ist.

##### ♦ einschnittige Verbindungen

$$F_{v,Rk} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \quad \text{EC 5, 8.2.2 (a)}$$

$$F_{v,Rk} = f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta \quad \text{EC 5, 8.2.2 (b)}$$

$$F_{v,Rk} = \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \cdot \left[ \sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 + \left[ 1 + \frac{t_2}{t_1} + \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \cdot \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \cdot \left( 1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] \quad \text{EC 5, 8.2.2 (c)}$$

$$F_{v,Rk} = 1.05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[ \sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] \quad \text{analog Erl. DIN 1052, E12.6 (5)-(7)}$$

$$F_{v,Rk} = 1.05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d}{1 + 2 \cdot \beta} \cdot \left[ \sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1 + 2 \cdot \beta) \cdot M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] \quad \text{analog Erl. DIN 1052, E12.6 (5)-(7)}$$

$$F_{v,Rk} = 1.15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \quad \text{analog Erl. DIN 1052, E12.6 (5)-(7)}$$

#### • zweischnittige Verbindungen

$$F_{v,Rk} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \quad \text{EC 5, 8.2.2 (g)}$$

$$F_{v,Rk} = 0.5 \cdot f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta \quad \text{EC 5, 8.2.2 (h)}$$

$$F_{v,Rk} = 1.05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[ \sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] \quad \text{analog Erl. DIN 1052, E12.6 (5)-(7)}$$

$$F_{v,Rk} = 1.15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \quad \text{analog Erl. DIN 1052, E12.6 (5)-(7)}$$

### Nachweis mit stiftförmigen Verbindungsmitteln n. DIN EN 1995-1-1

Für Verbindungen aus Holz berechnet sich die charakteristische Tragfähigkeit nach folgenden Gleichungen.

Die Terme zur Berücksichtigung der Seilwirkung wurden weggelassen, da sie separat behandelt werden.

Der kleinste Wert ist maßgebend.

#### einschnittige Verbindungen

$$F_{v,Rk} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \quad \text{EC 5, 8.2.2 (a)}$$

$$F_{v,Rk} = f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta \quad \text{EC 5, 8.2.2 (b)}$$

$$F_{v,Rk} = \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \cdot \left[ \sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 + \left[ 1 + \frac{t_2}{t_1} + \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \cdot \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \cdot \left( 1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] \quad \text{EC 5, 8.2.2 (c)}$$

$$F_{v,Rk} = 1.05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[ \sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] \quad \text{EC 5, 8.2.2 (d)}$$

$$F_{v,Rk} = 1.05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d}{1 + 2 \cdot \beta} \cdot \left[ \sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1 + 2 \cdot \beta) \cdot M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] \quad \text{EC 5, 8.2.2 (e)}$$

$$F_{v,Rk} = 1.15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \quad \text{EC 5, 8.2.2 (f)}$$

#### zweischnittige Verbindungen

$$F_{v,Rk} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \quad \text{EC 5, 8.2.2 (g)}$$

$$F_{v,Rk} = 0.5 \cdot f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta \quad \text{EC 5, 8.2.2 (h)}$$

$$F_{v,Rk} = 1.05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[ \sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] \quad \text{EC 5, 8.2.2 (j)}$$

$$F_{v,Rk} = 1.15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \quad \text{EC 5, 8.2.2 (k)}$$

Für zweischnittige Stahlblech-Holz-Verbindungen berechnet sich die charakteristische Tragfähigkeit nach folgenden Gleichungen; der kleinste Wert ist maßgebend.

#### • dünne Bleche

$$F_{v,Rk} = 0.4 \cdot f_{h,k} \cdot t_1 \cdot d \quad \text{EC 5, 8.2.3 (a)}$$

$$F_{v,Rk} = 1.15 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,k} \cdot d} \quad \text{EC 5, 8.2.3 (b)}$$

#### • dicke Bleche

$$F_{v,Rk} = f_{h,k} \cdot t_1 \cdot d \quad \text{EC 5, 8.2.3 (c)}$$

$$F_{v,Rk} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \cdot \left[ \sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - 1 \right] \quad \text{EC 5, 8.2.3 (d)}$$

$$F_{v,Rk} = 2.3 \cdot \sqrt{M_{y,Rk} \cdot f_{h,k} \cdot d} \quad \text{EC 5, 8.2.3 (e)}$$

### Bemessungsverf. für stiftförmige Verbindungsmittel n. DIN EN 1995-1-1

Für Verbindungen aus Holz gemäß /2/, E 12.2.2(3) kann der Bemessungswert der Tragfähigkeit nach den Gleichungen /16/, 8.2.2, durch Einsetzen der Bemessungswerte  $M_{y,d}$  und  $f_{h,d}$  direkt berechnet werden.

Die Terme zur Berücksichtigung der Seilwirkung wurden weggelassen, da sie separat behandelt werden.

Der kleinste Wert ist maßgebend.

#### einschnittige Verbindungen

$$F_{v,Rd} = f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d \quad \text{EC 5, 8.2.2 (a)}$$

$$F_{v,Rd} = f_{h,1,d} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta \quad \text{EC 5, 8.2.2 (b)}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \cdot \left[ \sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 + \left[ 1 + \frac{t_2}{t_1} + \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \cdot \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \cdot \left( 1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] \quad \text{EC 5, 8.2.2 (c)}$$

$$F_{v,Rd} = 1.05 \cdot \frac{f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[ \sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,d}}{f_{h,1,d} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] \quad \text{EC 5, 8.2.2 (d)}$$

$$F_{v,Rd} = 1.05 \cdot \frac{f_{h,1,d} \cdot t_2 \cdot d}{1 + 2 \cdot \beta} \cdot \left[ \sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1 + 2 \cdot \beta) \cdot M_{y,d}}{f_{h,1,d} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] \quad \text{EC 5, 8.2.2 (e)}$$

$$F_{v,Rd} = 1.15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,d} \cdot f_{h,1,d} \cdot d} \quad \text{EC 5, 8.2.2 (f)}$$

#### zweischnittige Verbindungen

$$F_{v,Rd} = f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d \dots\dots\dots EC 5, 8.2.2 (g)$$

$$F_{v,Rd} = 0.5 \cdot f_{h,1,d} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta \dots\dots\dots EC 5, 8.2.2 (h)$$

$$F_{v,Rd} = 1.05 \cdot \frac{f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[ \sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,d}}{f_{h,1,d} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] \dots\dots\dots EC 5, 8.2.2 (j)$$

$$F_{v,Rd} = 1.15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,d} \cdot f_{h,1,d} \cdot d} \dots\dots\dots EC 5, 8.2.2 (k)$$

Für zweischnittige Stahlblech-Holz-Verbindungen berechnet sich der Bemessungswert der Tragfähigkeit nach folgenden Gleichungen, von denen der kleinste Wert maßgebend ist.

#### • dünne Bleche

$$F_{v,Rd} = 0.4 \cdot f_{h,d} \cdot t_1 \cdot d \dots\dots\dots EC 5, 8.2.3 (a)$$

$$F_{v,Rd} = 1.15 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rd} \cdot f_{h,d} \cdot d} \dots\dots\dots EC 5, 8.2.3 (b)$$

#### • dicke Bleche

$$F_{v,Rd} = f_{h,d} \cdot t_1 \cdot d \dots\dots\dots EC 5, 8.2.3 (c)$$

$$F_{v,Rd} = f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d \cdot \left[ \sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{y,d}}{f_{h,1,d} \cdot d \cdot t_1^2}} - 1 \right] \dots\dots\dots EC 5, 8.2.3 (d)$$

$$F_{v,Rd} = 2.3 \cdot \sqrt{M_{y,Rd} \cdot f_{h,d} \cdot d} \dots\dots\dots EC 5, 8.2.3 (e)$$

### Erhöhung der Tragfähigkeit durch Berücksichtigung des Ausziehwidestands n. DIN EN 1995-1-1

In bestimmten Fällen darf die Tragfähigkeit  $F_{v,Rk}$  ( $R_k$ ) um einen Anteil  $\Delta F_{v,Rk}$  ( $\Delta R_k$ ) erhöht werden.

Dieser Anteil resultiert aus dem Ausziehwidestand des Verbindungsmittels.

Der Anteil  $\Delta F_{v,Rk}$  ergibt sich aus dem Term

$$\frac{F_{ax,Rk}}{4}$$

der Gleichungen /16/, (8.6) und 8.7.

#### Nägel

Nach /16/, 8.2.2 (2), darf bei Verwendung metallischer, stiftförmiger Verbindungsmittel der Einfluss der Seilwirkung berücksichtigt werden. Bei runden Nägeln ist er auf 15% vom Scherwidestand begrenzt.

Die Einschlagtiefe sollte dabei mindestens 8 d betragen.

$$F_{ax,Rk} = \begin{cases} f_{ax,k} \cdot d \cdot t_{pen} & \dots (a) \\ f_{ax,k} \cdot d \cdot t + f_{head,k} \cdot d_h^2 & \dots (b) \end{cases} \dots\dots\dots EC 5, Gl. (8.24)$$

$f_{ax,k}$  charakteristischer Wert der Ausziehfestigkeit auf Seite der Nagelspitze

$f_{head,k}$  charakteristischer Wert der Kopfdurchziehfestigkeit

$d$  Nageldurchmesser n. 8.3.1.1

$t_{pen}$  Eindringtiefe auf Seite der Nagelspitze oder Länge des profilierten Schaftteils im Bauteil mit Nagelspitze

$t$  Dicke des Bauteils auf der Seite des Nagelkopfes

$d_h$  Kopfdurchmesser des Verbindungsmittels

Bei Verwendung von Fermacellplatten ist gemäß /28/ jedoch eine Erhöhung möglich. Es gilt:

"Bei einschnittigen Verbindungen mit überwiegend kurzzeitiger Beanspruchung darf die ermittelte charakteristische

Tragfähigkeit  $R_k$  für eine Beanspruchung parallel zum Rand der Gipsfaserplatte um einen Anteil  $\Delta R_k$  wie folgt erhöht werden:"

$$\Delta R_k = \min \{ 0.5 \cdot R_{k,j} ; 0.25 \cdot R_{ax,k} \}$$

$$R_{ax,k} = \min \{ f_{1,k} \cdot d \cdot l_{ef,j} ; f_{2,k} \cdot d^2 \} \quad \dots \text{nicht für Platten mit TB-Kanten mit Dicken } t \leq 12.5 \text{ mm}$$

Der Ausziehparameter  $f_{ax,k}$  und die Kopfdurchziehfestigkeit  $f_{head,k}$  werden nach /16/, 8.3.2 Gl.(8.25), bzw. nach /41/, NCI Zu 8.3.2, Tab. NA.16, bestimmt.

Für die Ermittlung des Ausziehwiderstandes  $F_{ax,Rk}$  darf für alle zulässigen Verbindungsmittel der charakteristische Wert des Kopfziehparameters  $f_{head,k} = 15 \text{ N/mm}^2$  angenommen werden.

### Klammern

Für Klammern gilt das Gleiche wie für Verbindungen mit Nägeln.

Nach /41/, NCI zu 8.4 (NA.13), können beharzte Klammern wie zwei profilierte Nägel der Tragfähigkeitsklasse 2 des gleichen Durchmessers  $n$ . Tab. NA.16 betrachtet werden, wenn sie die Anforderungen nach DIN 1052-10 erfüllen, vorausgesetzt, dass der Winkel zwischen dem Klammerrücken und der Faserrichtung des Holzes mindestens  $30^\circ$  beträgt. Andernfalls sind sie wie glattschaftige Nägel zu betrachten.

Bei Verwendung von Fermacellplatten gilt entsprechend /28/ für den Ausziehwiderstand  $R_{ax,k}$

$$R_{ax,k} = \min \{ 2 \cdot f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef,j} ; f_{head,k} \cdot d \cdot b_r \}$$

$b_r$  Klammerrückenbreite

### Sondernägel

Nach /41/, 8.3.2 (4), darf der Ausziehwiderstand für Nägel mit anderem als glattem Schaft, wie in EN 14592 definiert, wie folgt berechnet werden

$$F_{ax,Rk} = \begin{cases} f_{ax,k} \cdot d \cdot t_{pen} & \dots (a) \\ f_{head,k} \cdot d_h^2 & \dots (b) \end{cases} \quad \dots \text{EC 5, Gl. (8.23)}$$

Nach /41/, NCI Zu 8.3.1.3 (NA.9), darf bei einschnittigen Holzwerkstoff-Holz-Nagelverbindungen mit profilierten Nägeln (Sondernägeln) - außer bei Gipsplatten-Holz-Verbindungen - der charakteristische Wert der Tragfähigkeit  $F_{v,Rk}$  um einen Anteil  $\Delta F_{v,Rk}$  erhöht werden.

$$\Delta F_{v,Rk} = \min \{ 0.5 \cdot F_{v,Rk,j} ; 0.25 \cdot F_{ax,Rk} \} \quad \dots \text{EC 5 NAD, Gl. (NA.125)}$$

Nach /41/, NCI Zu 8.3.1.4 (NA.4), darf bei einschnittigen Stahlblech-Holz-Nagelverbindungen mit profilierten Nägeln die charakteristische Tragfähigkeit  $F_{v,Rk}$  nach Gleichung (NA.129) um einen Anteil  $\Delta F_{v,Rk}$  erhöht werden.

$$\Delta F_{v,Rk} = \min \{ 0.5 \cdot F_{v,Rk,j} ; 0.25 \cdot F_{ax,Rk} \} \quad \dots \text{EC 5 NAD, Gl. (NA.129)}$$

Nach /41/, NCI Zu 8.3.2 (NA.12), dürfen für Nägel, die nach /18/ einer Tragfähigkeitsklasse zugeordnet wurden, die charakteristischen Werte für die Ausziehparameter und die Kopfdurchziehparameter n. Tab. NA. 16 bestimmt werden.

### Schrauben

Nach /16/, 8.7.2 (4) darf für Verbindungen mit Schrauben n. /26/ mit

$$6 \text{ mm} \leq d \leq 12 \text{ mm}$$

$$0.6 \leq d_1/d \leq 0.75$$

$d$  Außendurchmesser des Gewindes

$d_1$  Innendurchmesser des Gew.

der charakteristische Ausziehwiderstand berechnet werden zu

$$F_{ax,\alpha,Rk} = \frac{n_{ef} \cdot f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef} \cdot k_d}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}$$

$$f_{ax,k} = 0,52 \cdot d^{-0,5} \cdot l_{ef}^{-0,1} \cdot \rho_k^{0,8} \quad \text{EC 5, Gl. (8.39)}$$

$$k_d = \min\left(\frac{d}{g}, 1\right) \quad \text{EC 5, Gl. (8.40)}$$

$F_{ax,\alpha,Rk}$  charakteristischer Wert des Ausziehwidestands der Verbindung unter einem Winkel  $\alpha$  zur Faserrichtung in N

$f_{ax,k}$  charakteristischer Wert der Ausziehfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung in N/mm<sup>2</sup>

$n_{ef}$  wirksame Anzahl von Schrauben, s. 8.7.2 (8)

$l_{ef}$  Eindringtiefe des Gewindeteils in mm

$\rho_k$  charakteristischer Wert der Rohdichte in kg/m<sup>3</sup>

$\alpha$  Winkel zwischen der Schraubenachse und der Faserrichtung mit  $\alpha \geq 30^\circ$

### Passbolzen

Bei Verbindungen mit Bolzen oder Passbolzen darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit  $F_{v,Rk}$  n. /16/, 8.2.2, um einen Anteil  $\Delta F_{v,Rk}$  erhöht werden.

Gemäß /16/ 8.2.2 (2) ist  $\Delta F_{v,Rk}$  auf 25% von  $F_{v,Rk}$  zu begrenzen.

Maßgebend für  $\Delta F_{v,Rk}$  ist die Querdruckspannung unter der Unterlegscheibe. Die wirksame Fläche unter der Scheibe kann nach /16/, 8.5.2(2), zu  $A \cdot 3,0 \cdot f_{c,90,k}$  berechnet werden.

### Bolzen und Gewindestangen

Sofern nichts anderes festgelegt ist, gelten die Bestimmungen für Verbindungen mit Stabdübeln und Passbolzen sinngemäß.

### Ring- und Scheibendübel

Ring- oder Scheibendübel bieten keinen Widerstand gegen Herausziehen.

Da Ring- oder Scheibendübel jedoch immer in Verbindung mit Bolzen ausgeführt werden müssen, wird vom Programm der Herausziehwidestand des verwendeten Bolzens ermittelt.

Dieser Herausziehwidestand kann auch gemäß /16/, 8.2.2, oder /1/, 12.3 (8), zur Erhöhung der Schertragfähigkeit herangezogen werden.

## Blockscherversagen von Verbindungen n. DIN EN 1995-1-1, Anh. A

Bei Stahlblech-Holz-Verbindungen mit mehreren stiftförmigen Verbindungsmitteln, die durch eine Kraftkomponente in Faserrichtung nahe am Hirnholzende beansprucht werden, kann ein ganzer Verbindungsmittelblock durch Überschreiten der Schub- oder Zugspannungen in den Rissfugen versagen.

Es wird angenommen, dass ein die Verbindungsmittel umhüllender Block in Faserrichtung aus dem Holz herausbricht. Bei rasterförmiger Verbindungsmittelanordnung ist dies ein Rechteck. Bei nicht rasterförmiger Anordnung ermittelt das Programm eine umhüllende Fläche in Faserrichtung.

Auf der Widerstandsseite wirken zwei Komponenten der äußeren Zuglast entgegen

- die Faserzugkraft an der Stirn des versagenden Blocks
- die Schubkraft an den Flanken des Blocks

Der maximale Wert ist maßgebend.

Gemäß /16/, Anh. A, (A1.) ergibt sich die maßgebende Widerstandskraft zu

$$F_{bs,Rk} = \max \begin{cases} 1.5 \cdot A_{net,t} \cdot f_{t,0,k} \\ 0.7 \cdot A_{net,v} \cdot f_{v,k} \end{cases} \quad \dots \text{ mit } \dots$$

$F_{bs,Rk}$  charakteristischer Wert der Blockschertragfähigkeit

$A_{net,t}$  Nettoquerschnittsfläche rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes

$$A_{net,t} = L_{net,t} \cdot t_1 \quad \dots \text{ mit } \dots L_{net,v} \equiv \sum_i l_{v,i}$$

$A_{net,v}$  Nettoscherfläche in Faserrichtung des Holzes

$$A_{net,v} = \begin{cases} L_{net,v} \cdot t_1 & \dots \text{ Versagensmechanismen (c, f, j/l, k, m)} \\ L_{net,v} / 2 \cdot (L_{net,t} + 2 \cdot t_{ef}) & \dots \text{ andere Versagensmechanismen} \end{cases}$$

$$\dots \text{ mit } \dots L_{net,t} = \sum_i l_{t,i}$$

für dünne Stahlbleche (für die in Klammern angegebenen Versagensmechanismen)

$$t_{ef} = \begin{cases} 0.4 \cdot t_1 \\ 1.4 \cdot \sqrt{M_{y,Rk} / (f_{h,k} \cdot d)} \end{cases}$$

für dicke Stahlbleche (für die in Klammern angegebenen Versagensmechanismen)

$$t_{ef} = \begin{cases} 2 \cdot \sqrt{M_{y,Rk} / (f_{h,k} \cdot d)} \\ t_1 \cdot \left( \sqrt{2 + (M_{y,Rk} / (f_{h,k} \cdot d \cdot t_1^2))} - 1 \right) \end{cases}$$

$L_{net,t}$  Nettobreite des Querschnitts rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes

$L_{net,v}$  gesamte Nettolänge der Scherbruchfläche

$l_{v,i}, l_{t,i}$  s. Bild A.1

$t_{ef}$  wirksame Höhe je nach Versagenmechanismus des Verbindungsmittels, s. Bild 8.3

$t_1$  Dicke des Holzbauteils oder Eindringtiefe des Verbindungsmittels

$M_{y,Rk}$  charakteristischer Wert des Fließmoments des Verbindungsmittels

$d$  Verbindungsmitteldurchmesser

$f_{t,0,k}$  charakteristischer Wert der Zugfestigkeit des Holzbauteils

$f_{v,k}$  charakteristischer Wert der Schubfestigkeit des Holzbauteils

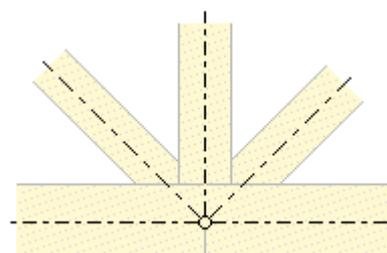
$f_{h,k}$  charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit des Holzbauteils

### Beispiele Knotenpunktausbildungen

Bis zu fünf Stäbe können am Knoten angreifen.

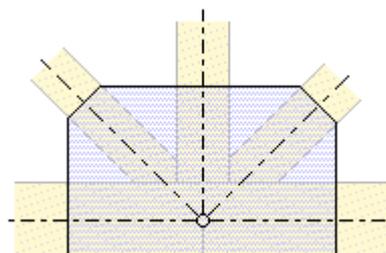
Für alle Stäbe können Neigungen frei vorgegeben werden.

Der Gurt kann geteilt werden und beiden Teilen gleichfalls eine Neigung zugewiesen werden.

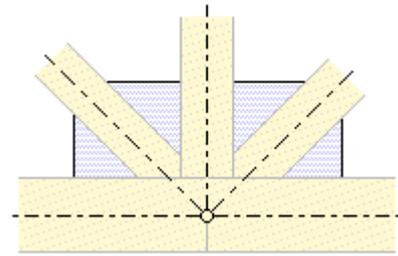


Die Verbindungsbleche (Stahl oder Aluminium) können als Quasirechteckform außen auf dem Knotenpunkt liegen.

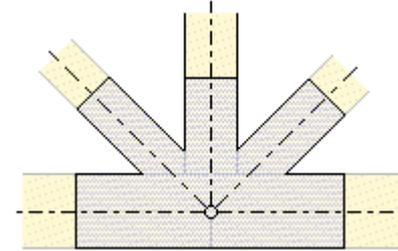
Zusätzlich können die Bleche durch Einlassen in die Stabquerschnitte mit der Holzfläche bündig angeordnet liegen.



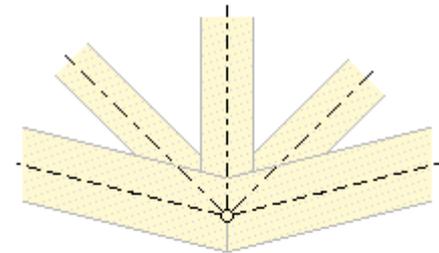
Das Verbindungsblech (Stahl oder Aluminium) kann als Quasirechteckform in die geschlitzten Stabquerschnitte eingelassen werden.



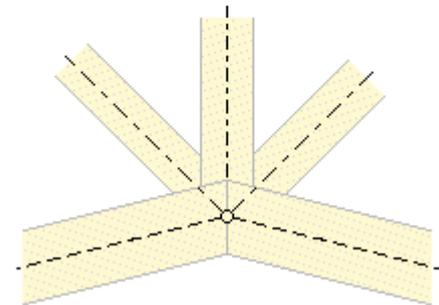
Sowohl außen liegende Bleche als auch das eingeschlitzte Blech können als Kontur den Stäben folgen, wobei die Längen der Äste auf den Stäben unabhängig voneinander festgelegt werden können.



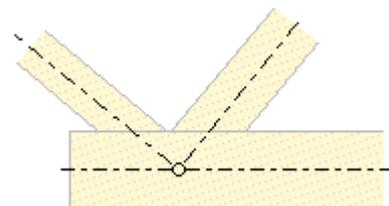
Die beschriebenen Blechformen gelten analog für alle weiteren nachfolgend gezeigten Knotenpunktvarianten.



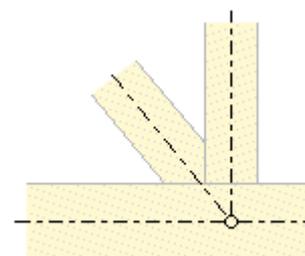
In den nebenstehenden Beispielen wurde der Gurt geteilt und geneigt.



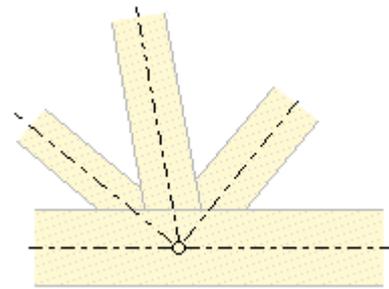
Der Gurt kann einseitig ausgebildet sein.



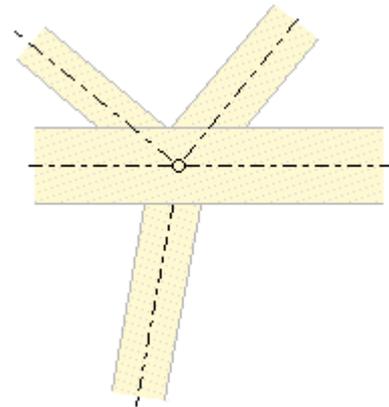
Einseitiger Gurt links mit Diagonale und Stiel.



Auch der Stiel muss nicht senkrecht stehen.

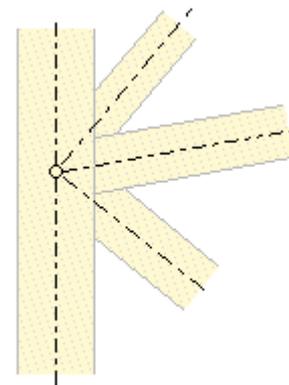


Diagonalen und Stiel müssen nicht auf der gleichen Seite bzgl. des Gurts liegen.



Der im Stabwerksprogramm in seiner Originallage befindliche Knotenpunkt wird vom Programm automatisch in die Definitionsebene transformiert.

Schnittgrößen, Geometrie und Werkstoffkenndaten können aus den Stabwerksprogrammen **4H-FRAP**, Räumliche Stabtragwerke, und **4H-NISI**, Ebene Stabtragwerke, übernommen werden



... und weitere Kombinationen aller oder einzelner der fünf Stäbe.

---

zur Hauptseite [4H-HKPU](#), Knotenpunkt EC 5



© [pcae](#) GmbH Kopernikusstr. 4A 30167 Hannover Tel. 0511/70083-0 Fax 70083-99 Mail [dte@pcae.de](mailto:dte@pcae.de)