



4H- STATIKPROGRAMME
AUS HANNOVER

DTE Desktop[®]
Engineering



pcae GmbH

Kopernikusstr. 4A

30167 Hannover

Tel 0511/70083-0

Fax 0511/70083-99

Internet www.pcae.de

Mail dte@pcae.de



4H-HKPU

Knotenpunkt EC 5
Stahl / Holzwerkstoff / Lochblech

August 2025

4H-HKPU

Knotenpunkt EC 5 Stahl / Holzwerkstoff / Lochblech

Copyright 2019-2025

4. erweiterte Auflage, August 2025

pcae GmbH, Kopernikusstr. 4 A, 30167 Hannover

pcae versichert, dass Handbuch und Programm nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurden. Für absolute Fehlerfreiheit kann jedoch infolge der komplexen Materie keine Gewähr übernommen werden.

Änderungen an Programm und Beschreibung vorbehalten.

Korrekturen und Ergänzungen zum vorliegenden Handbuch sind ggf. auf der aktuellen Installations-CD enthalten. Ergeben sich Abweichungen zur Online-Hilfe, ist diese aktualisiert.

Ferner finden Sie **Verbesserungen und Tipps im Internet unter www.pcae.de**.

Von dort können zudem aktualisierte Programmversionen herunter geladen werden. S. hierzu auch *automatische Patch-Kontrolle* im DTE®-System.

Produktbeschreibung

Das Programm *HKPU*, Knotenpunkt EC 5, dient zu Konstruktion und Nachweis von aus Holzstäben bestehenden Fachwerkknoten.

Die Stäbe werden durch innen oder außen liegende Knotenbleche verbunden. Alle Stäbe können gelenkig oder biegesteif angeschlossen werden. Die Nachweise erfolgen nach EC 5 (DIN EN 1995-1-1/NA).

Es kann eine beliebige Anzahl von Lastkombinationen untersucht werden. Die nachzuweisenden Schnittgrößenkombinationen können aus den Stabwerksprogrammen *FRAP*, Räumliche Stabtragwerke, und *NISI*, Ebene Stabtragwerke, übernommen werden.

An den Fachwerkknoten können maximal fünf Stäbe anschließen

- ein durchgehender, ein einseitiger oder ein zweigeteilter Gurt, der auch geknickt sein kann
- ein Stiel, der in der Grundeinstellung senkrecht auf dem Gurt steht aber auch geneigt sein kann
- eine Diagonale links
- eine Diagonale rechts

Folgende Materialien können für die Stäbe verwendet werden

- Nadelholz
- Laubholz
- Brettschichtholz n. EC
- Brettschichtholz n. DIN

Folgende Materialien können - je nach erworbener Programmversion - für die Knotenbleche verwendet werden

- Stahlblech
- Aluminiumblech
- Lochblech
- Sperrholz
- Kerto-Q und Kerto-S
- Baubuche
- Steico LVL
- OSB-Platten
- Pollmeier Fichte LVL S

Folgende Nachweise können geführt werden

- Spannungsnachweise der angeschlossenen Stäbe
- Nachweise der Tragfähigkeit der Verbindungsmittel
- Spannungsnachweise des Knotenblechs
- Lochleibungsspannungen im Spannungsnachweis des Knotenblechs
- Blockscherversagen gemäß DIN EN 1995-1-1, Anhang A

Die Programmentwicklung erfolgt nahezu ausschließlich durch Bauingenieure.

Die interaktiven Steuermechanismen des Programms sind aus anderen Windows- Anwendungen bekannt. Wir haben darüber hinaus versucht, weitestgehend in der Terminologie des Bauingenieurs zu bleiben und *HKPU* von detailliertem Computerwissen unabhängig zu halten.

Nach der Installationsanweisung wird eine Übersicht der Funktionalitäten der Steuerbuttons der Eingabeoberfläche gegeben.



Im Sinne eines Leitfadens gedacht, kann das Manual nicht alle Fragen beantworten. Im aktuellen Falle wird dann der Hilfebutton im jeweiligen Eigenschaftsblatt Antwort geben.

Zur *HKPU*-Dokumentation gehört neben diesem Handbuch das Manual

DTE®-DeskTopEngineering.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg mit *HKPU*.

Hannover, im August 2025

Abkürzungen und Begriffe

Um die Texte zu straffen, werden folgende **Abkürzungen** benutzt:

Maustasten	RMT	rechte Maustaste drücken
	LMT	linke Maustaste drücken
	LF	Lastfall
	Nwtyp	Nachweistyp
	El.	Element
	GZT	Grenzzustand der Tragfähigkeit
	GZG	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit



signalisiert Anmerkungen

Buttons Das Betätigen von Buttons wird durch Setzen des Buttoninhalts in **blaue Farbe** und die Auswahl eines Begriffs in einer Listbox durch diese **Farbe** symbolisiert.



Rot markierte Buttons bzw. Mauszeiger kennzeichnen erforderliche Eingaben bzw. anzuklickende Buttons.

Index Indexstichworte werden im Text zum schnelleren Auffinden **grün markiert**.

Beim Verweis auf Eigenschaftsblätter wird deren *Bezeichnung kursiv gedruckt*.

Doppelklick zweimaliges schnelles Betätigen der LMT

blank Leerzeichen

Cursor Schreibmarke in Texten, Zeigesymbol bei Mausbedienung

icon oder Ikon, Piktogramm, Bildsymbol

Fangrechteck Ein Fangrechteck wird durch Drücken der LMT und Ziehen der Maus mit gedrückter LMT aufgespannt. Alle Elemente, die vollständig innerhalb des Rechteckes liegen, werden ausgewählt. Waren Elemente bereits vor dem Aufspannen des Rechteckes ausgewählt und befinden sie sich vollständig in seinem Innenraum, werden sie wieder deaktiviert.

Zur Definition der Begriffe **Lastbild**, **Lastfall**, **Einwirkung**, **Lastkollektiv** und **Extremalbildungsvorschrift** s. Handbuch *das pcae-Nachweiskonzept*, Theoretischer Teil.

Inhaltsverzeichnis

1	Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten	5
2	Ordner und Bauteil erzeugen	7
3	Eingabeoberfläche	9
3.1	Registerblatt System	11
3.2	Verbindungsmittel	15
3.3	Verbindungsmittel Lochblech	20
3.4	Registerblatt Schnittgrößen	23
3.5	Registerblatt Nachweise	25
3.6	Registerblatt FEM-Blech	27
3.7	Programmeinstellungen	30
3.8	Import von Schnittgrößen, Material- und Geometriedaten	32
3.9	Druckvorschau	35
3.10	Druckdialog	35
3.11	Plotausgabe und DXF-Export	35
3.12	Speichern, Onlinehilfe und Ende der Bearbeitung	35
4	Berechnung Stabanschluss an Knotenblech	36
4.1	Stahlnachweise	37
4.2	SPAX-, ASSY- und HECO-Schrauben	37
4.3	Nachweise EC 5	38
4.3.1	Holzträger n. EC 5	38
4.3.2	Ringdübel DIN EN 1995-1-1	39
4.3.3	Scheibendübel DIN EN 1995-1-1	39
4.3.4	Stabdübel DIN EN 1995-1-1	40
4.3.5	Schrauben DIN EN 1995-1-1 NAD	41
4.3.6	Nachweis mit stiftförmigen Verbindungsmitteln DIN EN 1995-1-1	42
4.3.7	Bemessungsverf. für stiftförmige Verbindungsmittel DIN EN 1995-1-1	43
4.3.8	Erhöhg. Tragfähigkeit durch Berücks. Auszieh Widerstand DIN EN 1995	44
4.3.9	Blockscherversagen von Verbindungen n. DIN EN 1995-1-1, Anh. A	46
5	Literaturverzeichnis	47
6	Index	50

1 Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten

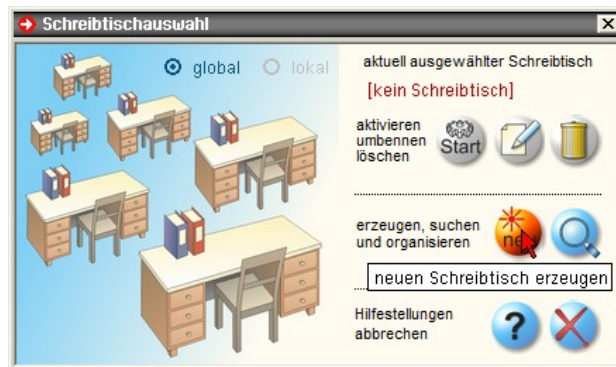
Die Installation des DTE®-Systems und das Überspielen des Programms *HKPU* auf Ihren Computer erfolgt über einen selbsterläuternden Installationsdialog.

Sofern Sie bereits im Besitz anderer *HK*-Programme sind und diese auf Ihrem Rechner installiert sind, können Sie dieses Kapitel überspringen.

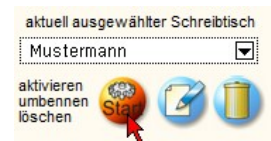


Nach erfolgreicher Installation befindet sich das DTE®-**Startsymbol** auf Ihrer Windowsoberfläche. Führen Sie bitte darauf den Doppelklick aus.

Daraufhin erscheint das Eigenschaftsblatt zur **Schreibtischauswahl**. Da noch kein Schreibtisch vorhanden ist, wollen wir einen neuen einrichten. Klicken Sie hierzu bitte auf den Button **neu**.



Schreibtischname Dem neuen Schreibtisch kann ein beliebiger Name zur Identifikation zugewiesen werden. Klicken Sie hierzu mit der LMT in das Eingabefeld. Hier ist *Mustermann* gewählt worden.

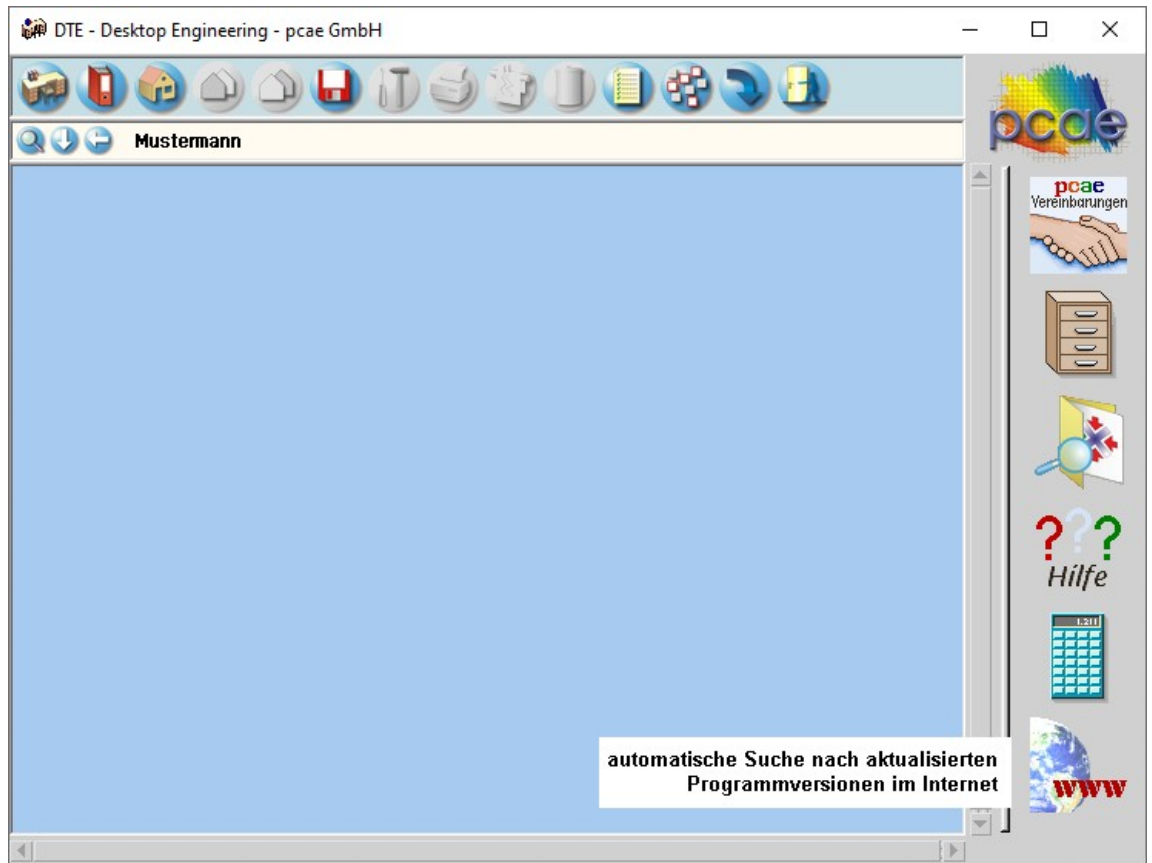


Nach Bestätigen über das **Hakensymbol** erscheint wieder die Schreibtischauswahl, in die der neue Name bereits eingetragen ist. Drücken Sie auf **Start** und die DTE®-Schreibtischoberfläche erscheint auf dem Bildschirm.

DTE® steht für *DeskTopEngineering* und stellt das "Betriebssystem" für *pcae*-Programme und die Verwaltungsoberfläche für die mit *pcae*-Programmen berechneten Bauteile dar.



Zur Beschreibung des DTE®-Systems und der zugehörigen Funktionen s. Handbuch *DTE®-DeskTopEngineering*.



Steuerbuttons

Im oberen Bereich des Schreibtischs sind Interaktionsbuttons lokalisiert.

Die Funktion eines Steuerbuttons ergibt sich aus dem Fähnchen, das sich öffnet, wenn sich der Mauscursor über dem Button befindet.

Auf Grund der **Kontextsensitivität** des DTE®-Systems sind manche Buttons solange abgedunkelt und nicht aktiv bis ein Bauteil aktiviert wird.

- | | |
|--|---------------------------------------------------------------------------|
| | Die Buttons bewirken im Einzelnen |
| | öffnet die Schreibtischauswahl |
| | legt einen neuen Projektordner an |
| | erzeugt ein neues Bauteil |
| | kopiert das aktivierte Bauteil |
| | fügt die Bauteilkopie ein |
| | lädt/sichert Bauteile. Hier befindet sich auch der e-Mail-Dienst . |
| | menügesteuerte Bearbeitung des aktivierten Bauteils |
| | druckt die Datenkategorien des aktivierten Bauteils |
| | ruft das Planerstellungsmodule des aktivierten Bauteils |
| | löscht das aktivierte Bauteil/Ordner |
| | öffnet die Bearbeitung der Auftragsliste |
| | öffnet die Mehrfachauswahl zur gleichzeitigen Bearbeitung von Bauteilen |
| | eröffnet Verwaltungsfunktionen |
| | schließt den geöffneten Ordner/beendet die DTE®-Sitzung |

Ordner und Bauteil erzeugen



Durch Erzeugen eines **Ordners** besteht die Möglichkeit, Bauteile einem bestimmten Projekt zuzuordnen. Ein Ordner wird durch Anklicken des nebenstehenden Symbols erzeugt. Der Ordner erscheint auf dem Schreibtisch und kann, nachdem ihm eine Bezeichnung und eine Farbe zugeordnet wurden, per Doppelklick aktiviert (geöffnet) werden.



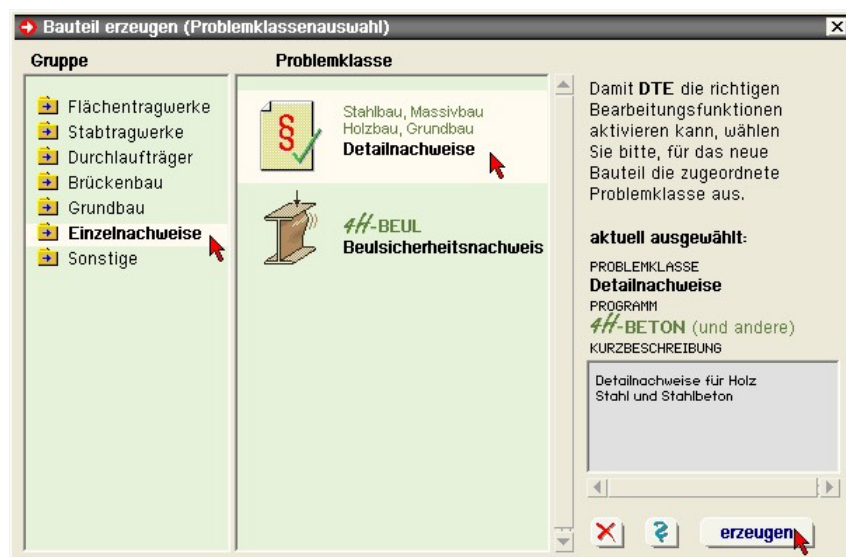
Aus dem Eintrag in der Schreibtischkopfzeile ist zu erkennen, in welchem Ordner sich die Aktion aktuell befindet.



Der Ordner kann durch das **beenden**-Symbol wieder geschlossen werden.



Zur Erzeugung eines neuen Bauteils wird das Schnellstartsymbol in der Kopfleiste des DTE®-Schreibtischs angeklickt. Klicken Sie in dem folgenden Eigenschaftsblatt bitte mit der LMT auf die Gruppe **Einzelnachweise**, dann auf die Problemklasse **Detailnachweise** und abschließend auf den **erzeugen-Button**.

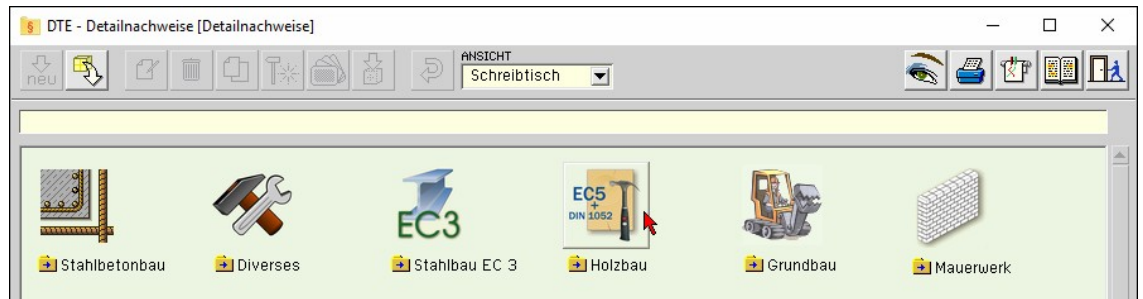


Der schwarze Rahmen der neuen Bauteilkone lässt sich mit der Maus über den Schreibtisch bewegen. Klicken Sie die LMT an der Stelle, an der das Bauteil auf dem Schreibtisch platziert werden soll. Das Eigenschaftsblatt **Name und Bezeichnung** erscheint.

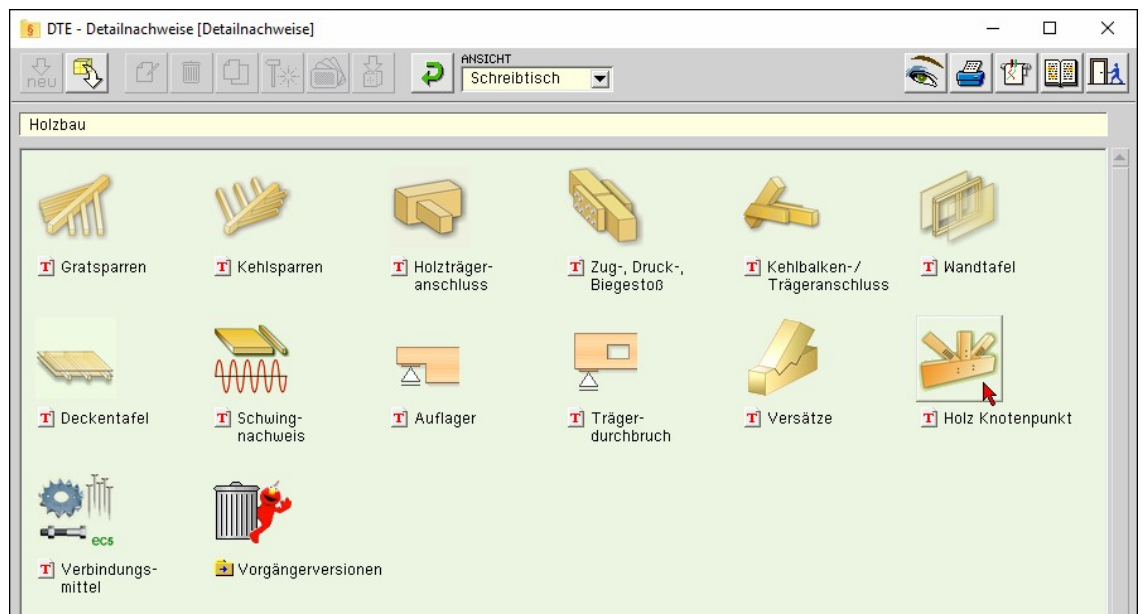


Nach Doppelklick auf dem neuen Bauteilicon, dem eine individuelle Bezeichnung gegeben werden kann, erscheinen die nachfolgend dargestellten Übersichten der Detailnachweise. Klicken Sie das jeweils gekennzeichnete Icon mit der LMT an.

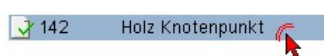
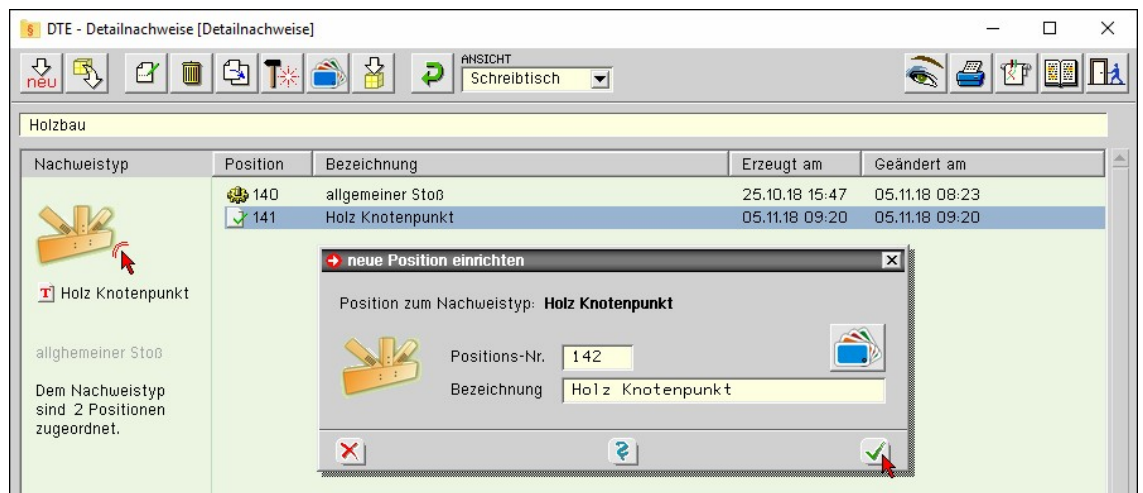
Detailnachweise



Holzbau



Knotenpunkt



Im rechten Bereich erscheint die neue Position in einem Verzeichnis. Klicken Sie hier bitte doppelt auf den neuen Schriftzug. Daraufhin erscheint die Eingabeoberfläche des Nachweistyps.

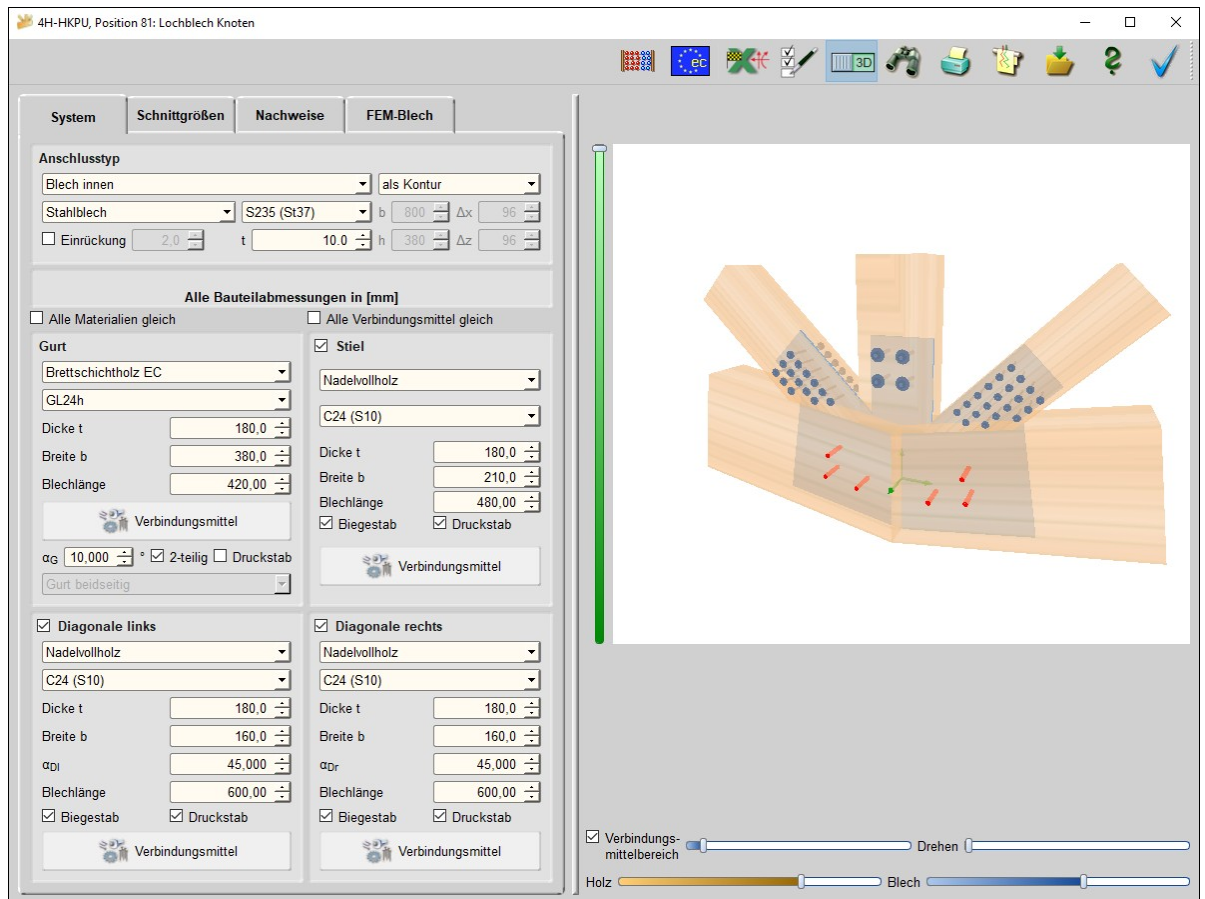
Eingabeoberfläche

Nach Aufruf der Position erscheint die Eingabeoberfläche auf dem Bildschirm. Alle Eingaben, Funktionen und Ergebnisdarstellungen erfolgen im Haupteingabefenster, das vier Register enthält, in denen allgemeine Systemangaben, die Bemessungsschnittgrößen und die Nachweisoptionen 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.



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®-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, s. Abs. 3.7, S. 30



ruft die Druckvorschau auf, zur Interaktion s. Handbuch *DTE®-DeskTopEngineering*



ruft die Planerstellung mit DXF-Export der Konstruktionszeichnungen auf



der dargestellte Button öffnet den Druckdialog zur Bestimmung des Ausgabegeräts und der damit zusammenhängenden Einstellungen, s. Handbuch *DTE®-DeskTopEngineering*.



Speichern



Onlinehilfe



Ende der Bearbeitung

3.1

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
 Δx 96

☐ Einrückung 2.0
t 5.0
h 380
 Δz 96

Alle Bauteilabmessungen in [mm]

☐ Alle Materialien gleich
☐ Alle Verbindungsmittel gleich

Gurt
☒ Stiel

Nadelvollholz
C24 (S10)
Dicke t 180.0
Breite b 260.0
 α_G 0.000
Blechlänge 280.00
☒ 2-teilig
☐ Druckstab

Nadelvollholz
C16 (S7)
Dicke t 180.0
Breite b 180.0
 α_{St} 90.00
Blechlänge 480.00
☒ Biegestab
☐ Druckstab

Gurt beidseitig

Verbindungsmittel
Verbindungsmittel

☒ Diagonale links
☒ Diagonale rechts

Nadelvollholz
C24 (S10)
Dicke t 180.0
Breite b 200.0
 α_{Di} 45.000
Blechlänge 640.00
☒ Biegestab
☐ Druckstab

Nadelvollholz
C24 (S10)
Dicke t 180.0
Breite b 200.0
 α_{Dr} 45.000
Blechlänge 600.00
☒ Biegestab
☐ 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



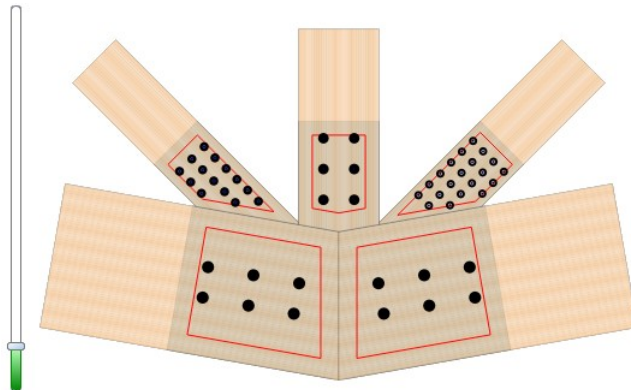
Im Ansichtsfenster erscheint zur grafischen Kontrolle eine **Darstellung** des gewählten Systems. Die Darstellung kann je nach Schalterstellung in der Buttonleiste im 2D- oder im 3D-Modus erfolgen.

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.



☒ Verbindungsmittelbereich

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.

3D-Modus

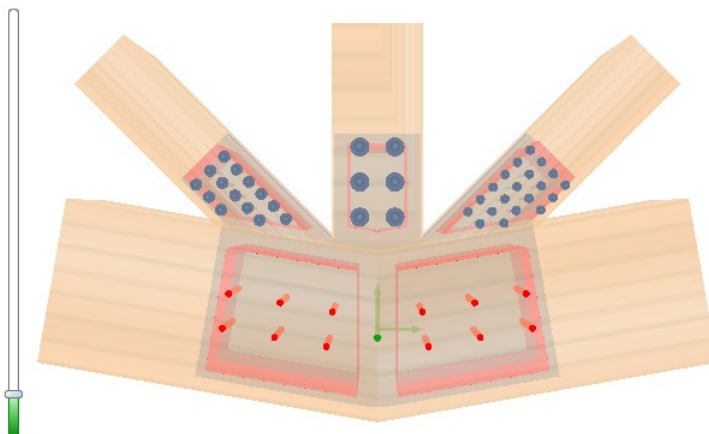
Es wird eine maßstäbliche und perspektivische Ansicht des Knotens gezeigt.

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) b 800

☐ Einrückung 2,0 t 10,0 h 380

Bleche/Laschen außen

Blech innen

Bleche/Laschen außen

Bleche/Laschen außen bündig

Bleche/Laschen außen einseitig

Bleche/Laschen außen einseitig bündig

Lochblech

als Rechteck

als Rechteck optimal

als Kontur

Lochblech

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** (nur als außen liegende Bleche). 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.

als Rechteck

b 800 Δx 0

h 380 Δy 96

Bei Wahl eines rechteckigen Blechs (**Rechteck** oder **Rechteck optimal**) müssen Blechhöhe und -breite eingegeben werden. Die Rechteckform ist auch bei einem geknickten Gurt möglich. Der Blechmittelpunkt liegt im Koordinatenursprung (gemeinsamer Schnittpunkt der Stabsachsen). Über die Eingabewerte Δx und Δy kann das Blech verschoben werden.

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

Drehung 5,0

Eine Drehung um beliebige Winkel ist ebenfalls möglich.

☒ Einrückung 2,0

Bei Wahl der Blechform **Kontur** kann optional ein Einrückmaß angegeben werden, um das die Laschenbreiten des Blechs verringert werden.

Simpson NP15/40/120

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

Stahlblech

Aluminiumblech

Sperrholz

Kerto-Q

Kerto-S

Baubuche

OSB

Steico LVL

Pollm. Fichte LVL S

Als Material stehen **Stahl**, **Aluminium** sowie verschiedene **Holzwerkstoffe** zur Auswahl. Die Blechdicke t wird in der Listbox unter der Materialgüte angegeben.

Eingabedaten der angeschlossenen Stäbe

☒ Alle Materialien gleich

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

☒ Alle Verbindungsmittel gleich

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.

Gurt

Nadelvollholz

C24 (S10)

Dicke t 180,0

Breite b 380,0

Blechlänge 420,00

Verbindungsmittel

α_G 0,000 ° ☐ 2-teilig ☐ Druckstab

Gurt beidseitig

α_G 15,000 ° ☒ 2-teilig

Gurt beidseitig
Gurt beidseitig
Gurt einseitig links
Gurt einseitig rechts

☒ 2-teilig ☒ Druckstab

Bei aktivierter Option **2-teilig** ist der Gurt in der Mitte unterbrochen. In diesem Falle wird auch das Eingabefeld für den Winkel α_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

Über den Optionsbutton wird der Stiel aktiviert. Über die Listboxen werden Holzart und -güte gewählt. Stabbreite b und -dicke t sowie die mögliche Neigung α_{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
α_{St}	90,00
Blechlänge	480,00
<input checked="" type="checkbox"/> Biegestab	<input checked="" type="checkbox"/> 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 α_D wird der Winkel der Diagonale eingegeben. Der Winkel wird gemessen von der Horizontalen zur Diagonalen. Erlaubt sind Winkel von 10° bis 80°.

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
α_D	45,000
Blechlänge	600,00
<input checked="" type="checkbox"/> Biegestab	<input checked="" type="checkbox"/> Druckstab

 Verbindungsmittel



das Eingabefenster für die Verbindungsmittel wird über das Registerblatt System aufgerufen

Verbindungsmittel

Bolzen

Durchmesser d

6.00 mm

Güte

FK 3.6

$f_{u,k}$

300,0

Unterlegscheibe

du

44,0

☒ automatisch

Anordnung

Zeilen

5

≤

Abstand a_2

25

☐ min

Spalten

6

≤

Abstand a_1

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_v	3883	1792
$F_{ax,Zug}$	3104	1433
$F_{ax,Druck}$	---	---

Abstände [mm]	a_1	a_2	$a_{3,i}$	$a_{4,i}$	$a_{3,c}$	$a_{4,c}$
Holz	17	17	8	8	8	8
Blech	30	24	80	18	24	18

Optionen

☒ 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

✓

✗

?

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_1) und Zeilen (a_2) eingegeben. Die Bezeichnungen a_1 und a_2 entsprechen denen des Eurocode.

Durch Aktivierung der Optionsbox hinter a_1 bzw. a_2 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

Anordnung

Zeilen

5

Abstand a_2

25

☐ min

Spalten

6

Abstand a_1

32

☒ min

(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.

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

Abstand der 1. Spalte vom Knoten

70

☐ min

Abstand der der Gruppen

400

☒ gruppieren

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

Eingabeoberfläche

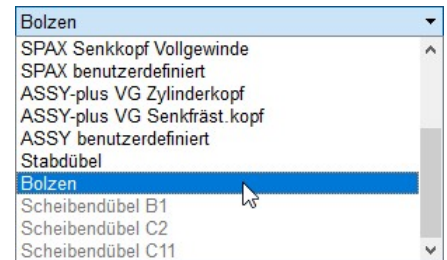
15

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



Durchmesser d Länge l
6.00 mm 150 mm

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

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.

Güte FK 3.6
f_{u,k} 360,0

Bei Bolzen und Stabdübeln muss eine Materialgüte gewählt werden.

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

Optionen

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

Im Folgenden werden die Besonderheiten der unterschiedlichen Verbindungsmittel erläutert.

- ☒ 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 ΔF_{v,Rk} erhöht werden
- ☐ als Passbolzen
- ☐ als Gewindestange

Nagelverbindungen - s. Abs. 4.3.6, S. 42

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 für 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.

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

Klammerverbindungen - s. Abs. 4.3.6, S. 42

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.

Klammer

Durchmesser d Länge l
1.53 mm 35 mm $f_{u,k}$ 360,0

☒ Benutzerdefiniert, alle Angaben in [mm]

d 1,53 bRücken 5,5
l 1,0 l_{ef} 35,0

Winkel Klammerrücken-Faser 90,0 °

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

☒ Bauholz mit Fasersättigung (8.3.2(8))

"Für Bauholz, das mit einer der Fasersättigung entsprechenden oder diese übersteigenden Holzfeuchte eingebaut wird und voraussichtlich unter Lasteinwirkung 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.

☒ geharzt

Infolge des Einhängeneffektes (Seilwirkung) darf ein Teil des Herauszieh Widerstands F_{ax} unter bestimmten Voraussetzungen gemäß /4/ 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

Schrauben - s. Abs. 4.3.6, S. 42

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.

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

SPAX- / Würth-ASSY-plus VG- / HECO-Schrauben - s. Abs. 4.3.6, S. 42

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 $\geq 8 \text{ mm}$ dürfen gemäß /15/, 4.2, ohne Vorbohren nur in die Holzarten Fichte, Tanne oder Kiefer eingeschraubt werden.

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 $\varnothing \geq 8 \text{ mm}$ ohne Vorbohren nur in die Holzarten Fichte, Tanne oder Kiefer eingeschraubt werden

Sondernägel - s. Abs. 4.3.6, S. 42

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 Sondernagel nicht auf Herausziehen beansprucht werden.

Die übrigen Optionen entsprechen denen der Nägel.

Durchmesser d Länge l $f_{u,k}$

3.40 mm 60 mm 360,0

☒ Benutzerdefiniert, alle Angaben in [mm]

d 6,0 dKopf 12,0

l 60,0 l_{ef} 50,0

Tragfähigkeitsklasse gemäß Tab NA.16

☐ 1 ☒ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F

☒ 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

Stabdübel - s. Abs. 4.3.4, S. 40

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

6.00 mm

8.00 mm

10.00 mm

12.00 mm

16.00 mm

20.00 mm

24.00 mm

30.00 mm

S235 (1052)

S235 (1052)

S275 (1052)

S355 (1052)

Bolzen - s. Abs. 4.3.4, S. 40

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.

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

6.00 mm

6.00 mm

8.00 mm

10.00 mm

12.00 mm

16.00 mm

20.00 mm

24.00 mm

30.00 mm

FK 3.6

FK 3.6

FK 4.6

FK 4.8

FK 5.6

FK 5.8

FK 8.8

S235 (1052)

S275 (1052)

S355 (1052)

fuk frei

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. ☒ als Passbolzen

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

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

Unterlegscheibe

d_U 34,0 ☐ automatisch

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

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

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

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

☒ $F_{v,Rk}$ 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

Ring- und Scheibendübel - s. Abs. 4.3.2, S. 39

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.

Bolzen
d Güte

Die nicht zulässigen Durchmesser werden in der Auswahlliste inaktiv dargestellt.

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

☒ als Passbolzen

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

☒ als Gewindestange

Infolge des Einhängeneffektes darf ein Teil des Herauszieh Widerstands $F_{ax,Rk}$ 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

3.3

Verbindungsmittel Lochblech



Das Eingabefenster für die Verbindungsmittel wird über das Registerblatt *System* (Abs. 3.1, S. 11) aufgerufen

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

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.

Unter dem Verbindungsmittel stehen zwei Listboxen mit dem Verbindungsmitteldurchmesser und der -länge sowie ggf. zusätzlichen Parametern. Unzulässige Durchmesser sind nicht anwählbar.

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 - s. Abs. 4.3.6, S. 42

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.

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

Schrauben - s. Abs. 4.3.6, S. 42

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.

Bzgl. 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.

Durchmesser d

Länge l

Güte

4.00 mm

20 mm

FK 3.6

f_{u,k}

300,0

☒ Benutzerdefiniert, alle Angaben in [mm]

d

6,0

d_{Kopf}

8,0

l

20,0

d₁

2,8

l_{ef}

12,0

☒ Unterlegscheibe

d_U

22,0

☒ automatisch

SPAX- / Würth-ASSY-plus VG- / HECO-Schrauben - s. Abs. 4.3.6, S. 42

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 ≥ 8 mm dürfen gemäß /15/, 4.2, ohne Vorbohren nur in die Holzarten Fichte, Tanne oder Kiefer eingeschraubt werden.

Durchmesser d

Länge l

☒ Kohlenstoffstahl

☐ rostfreier Stahl

☒ Unterlegscheibe

6.00 mm

40 mm

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

Sondernägel - s. Abs. 4.3.6, S. 42

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 Sondernagel nicht auf Herausziehen beansprucht werden.

Die übrigen Optionen entsprechen denen der Nägel.

Durchmesser d Länge l $f_{u,k}$ 360,0

3.40 mm 60 mm

☒ Benutzerdefiniert, alle Angaben in [mm]

d 6,0 dKopf 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 $d \leq d_{\text{Kern}}$
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

Simpson CNA, CSA - s. Abs. 4.3.6, S. 42

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

Die Bemessung erfolgt gemäß /62/. Die Optionen entsprechen denen der Sondernägel.

3.4

Registerblatt Schnittgrößen

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

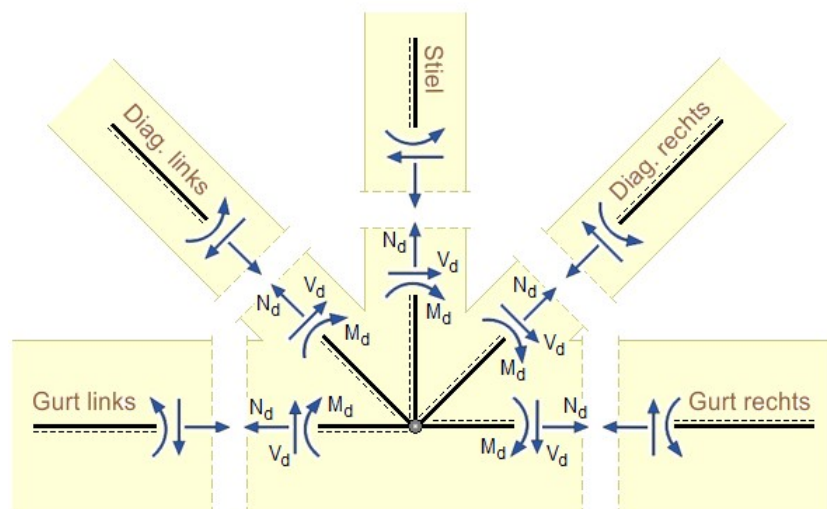
Falls die Schnittgrößen mit den Stabwerksprogrammen *4H-NISI* oder *4H-FRAP* berechnet wurden, sollte die Importfunktion des Programms genutzt werden, da hier die gelesenen Schnittkräfte automatisch in das richtige Koordinatensystem transformiert werden.

System	Schnittgrößen	Nachweise	FEM-Blech		
Lastkombination KLED	Stab	Nd [kN]	Md [kNm]	Vd [kN]	kmod [-]
▼ Lf1					
ständig	Gurt links	0.228	7.966	1.142	0.600
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
	ΣH, ΣM, ΣV	0.000	0.001	0.000	
▼ 1.35*Lf1					
lang	Gurt links	0.308	10.753	1.542	0.700
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
	ΣH, ΣM, ΣV	0.001	0.000	0.001	
▼ 1.35*Lf1+1.5*Lf2					
sehr kurz	Gurt links	2.221	20.503	3.454	1.100
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
	ΣH, ΣM, ΣV	0.001	0.000	0.000	
▼ Lf1+1.5*Lf2					
frei	Gurt links	2.141	17.716	3.054	0.800
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
	ΣH, ΣM, ΣV	0.000	0.001	0.000	
neue Schnittgrößenkombination, Kräfte in kN, Winkel in °					

Erwartet werden die Schnittgrößen am negativen Schnitthufer der an den Knotenpunkt angeschlossenen Stäbe. In der Prinzipskizze in der rechten Fensterhälfte ist die Schnittgrößendefinition 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_{mod} -Wert, der automatisch berechnet wird. Da die Materialien der Stäbe unterschiedlich sein können, erhält jeder Stab einen eigenen k_{mod} -Wert.

Die Lasteinwirkungsdauer wird in der Listbox in der ersten Spalte gewählt. Wird die Einstellung **frei** gewählt, kann der Wert in der k_{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 (ΣM), der Horizontalkräfte (ΣH) und der Vertikalkräfte (ΣV) 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 Eingabezeile mit dem **Mülleimersymbol** löscht die betreffende Schnittgrößenkombination.

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

Registerblatt Nachweise

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

Verbindungsmittel Gurt links	88 %
Verbindungsmittel Gurt rechts	88 %
Verbindungsmittel Stiel	74 %
Verbindungsmittel Diagonale links	88 %
Verbindungsmittel Diagonale rechts	88 %
Tragfähigkeit Gurt links	97 %
Tragfähigkeit Gurt rechts	97 %
Tragfähigkeit Stiel	71 %
Tragfähigkeit Diagonale links	26 %
Tragfähigkeit Diagonale rechts	26 %
Blockscherversagen Gurt links	14 %
Blockscherversagen Gurt rechts	14 %
Blockscherversagen Stiel	74 %
Blockscherversagen Diagonale links	39 %
Blockscherversagen Diagonale rechts	39 %
Tragfähigkeit Knotenblech	30 %
Lochleibung Gurt links	21 %
Lochleibung Gurt rechts	21 %
Lochleibung Stiel	11 %
Lochleibung Diagonale links	9 %
Lochleibung Diagonale rechts	9 %

In der unteren Bildschirmhälfte erscheinen nach erfolgter Berechnung die Ausnutzungen der einzelnen Nachweise für jedes Bauteil. Folgende Nachweise können geführt werden

- Tragfähigkeit (Spannungsnachweise) der angeschlossenen Stäbe
- Tragfähigkeit der gewählten Verbindungsmittel
- Tragfähigkeit des Knotenblechs (Scheibenbeanspruchung und Lochleibungsfestigkeit)
- Blockscherversagen

Nutzungsklasse

Die Nutzungsklasse wird über die Optionsbuttons eingestellt und gilt für das gesamte Bauteil.

Nutzungsklasse

- ☒ Nutzungsklasse 1
☐ Nutzungsklasse 2
☐ Nutzungsklasse 3

Nachweise

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

- ☒ Nachweis der angeschlossenen Stäbe
☒ kh-Wert berücksichtigen

Der Nachweis erfolgt unter Berücksichtigung der Querschnittsschwächungen durch Verbindungsmittel und Knotenblech. Optional kann der Beiwert k_h gemäß /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. Der Nachweis der Scheibenbeanspruchung erfolgt nach /34/.

☒ Nachweis des Knotenblechs
FEM-Netz grob  fein

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.

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

☒ Nachweis der Verbindungsmittel
☐ Vereinfachter Nachweis NA-Deutschland
☒ Genauer Nachweis (EC 5, 8.2.2)
☐ Bemessungswerte-Verfahren

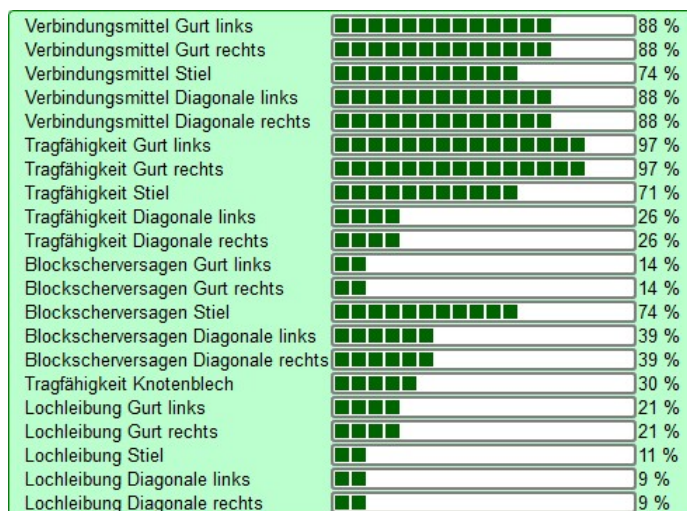
Das genaueste Verfahren ist das Bemessungswerteverfahren.

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

☒ Blockscherversagen

Nachweisergebnisse

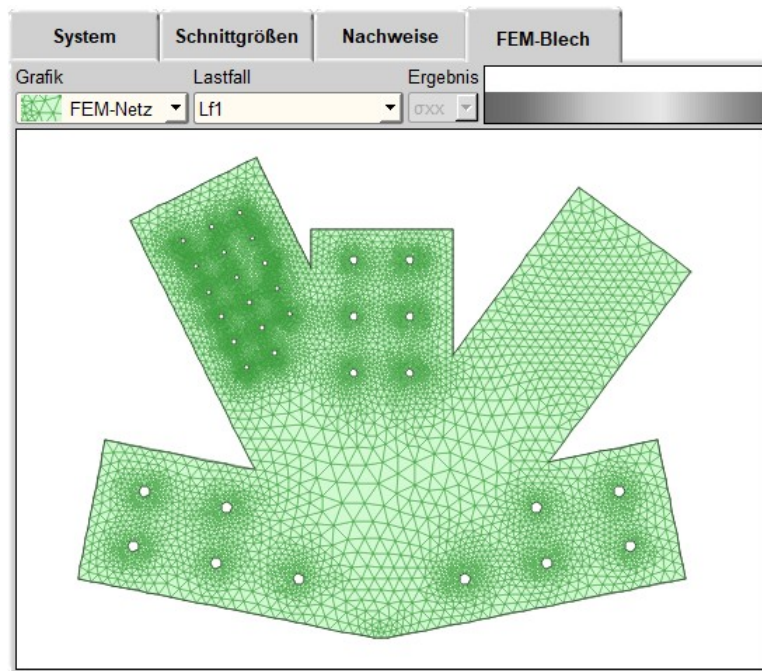
Nach erfolgter Berechnung werden die Ausnutzungen der einzelnen Nachweise als Balkendiagramme dargestellt. Sind alle Nachweise erfüllt, erscheint der Hintergrund in grün. Ist einer der Nachweise nicht erfüllt, erscheint ein roter Hintergrund.



3.6

Registerblatt FEM-Blech

Im Register *FEM-Blech* werden die Ergebnisse der FEM-Berechnung für das Knotenblech dargestellt.



Nachfolgend werden die Auswahlmenüs beschrieben.

Auswahlmenü *Grafik*

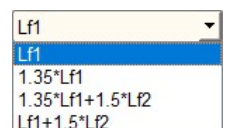
Folgende Ergebnisarten können nach erfolgter Berechnung gewählt werden.

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*

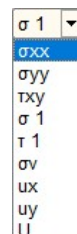
Auswahl der berechneten Lastfälle. Im Modus *FEM-Netz* ist das Menü inaktiv.



Auswahlmenü *Ergebnis*

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

σ_{xx}	Scheibennormalspannungen in x-Richtung
σ_{yy}	Scheibennormalspannungen in y-Richtung
τ_{xy}	Schubspannungen
σ_1	Hauptspannungen
τ_1	Hauptschubspannungen
σ_v	Vergleichsspannungen
u_x	Verschiebung in x-Richtung
u_y	Verschiebung in y-Richtung
U	Ausnutzung



Bei der Berechnung von Holzwerkstoffen erscheint folgende Ergebnisliste

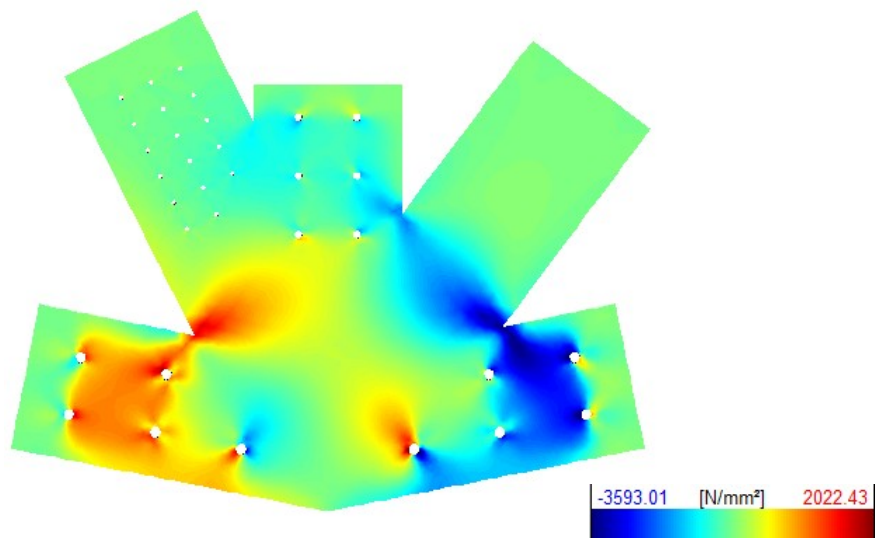
σ_0	Scheibennormalspannungen in Faserrichtung
σ_{90}	Scheibennormalspannungen in senkrecht zur Faserrichtung
τ_{xy}	Schubspannungen
$U_{ft,0}$	Ausnutzung Zug in Faserrichtung
$U_{fc,0}$	Ausnutzung Druck in Faserrichtung
$U_{ft,90}$	Ausnutzung Zug senkrecht zur Faserrichtung
$U_{fc,90}$	Ausnutzung Druck 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

U
σ_0
σ_{90}
τ_{xy}
$U_{ft,0}$
$U_{fc,0}$
$U_{ft,90}$
$U_{fc,90}$
U_{fv}
$U_{NA,58}$
U

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

Kontur

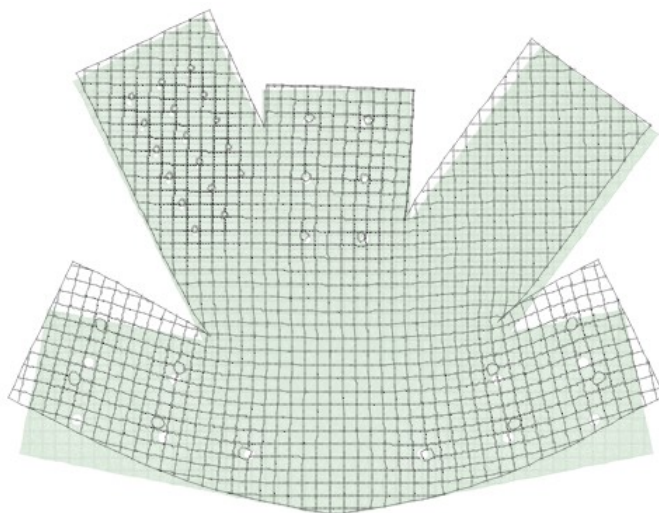
Im Auswahlmodus **Kontur** werden Spannungen oder Ausnutzungen dargestellt.



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

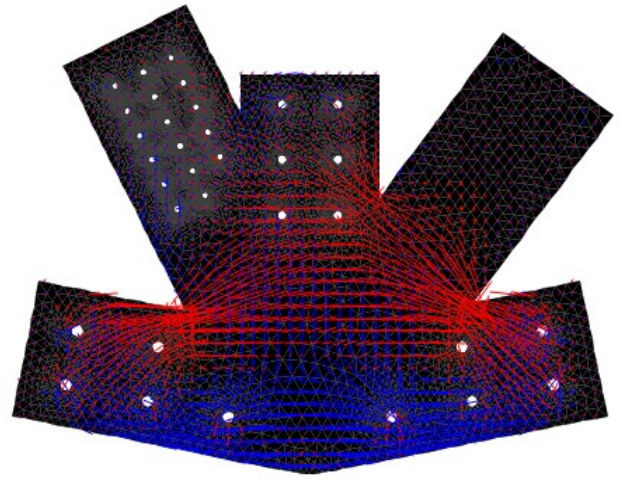
Verformung

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



Vektoren

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





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

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 **FRAP** und **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 Schnittpunkten 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.

Druckeinstellungen

Eingabedaten

☒ Tabelle mit Verbindungsmittelkoordinaten

Grafiken

☐ Maßstab optimal Breite [cm] 15,00 Höhe [cm] 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 #-Programm (#-FRAP, #-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®-Schnittgrößenexport (s. auch DTE®-Handbuch) entnommen werden.



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

Das Programm #-HKPU, Knotenpunkt EC 5, führt eine einachsige Bemessung durch.



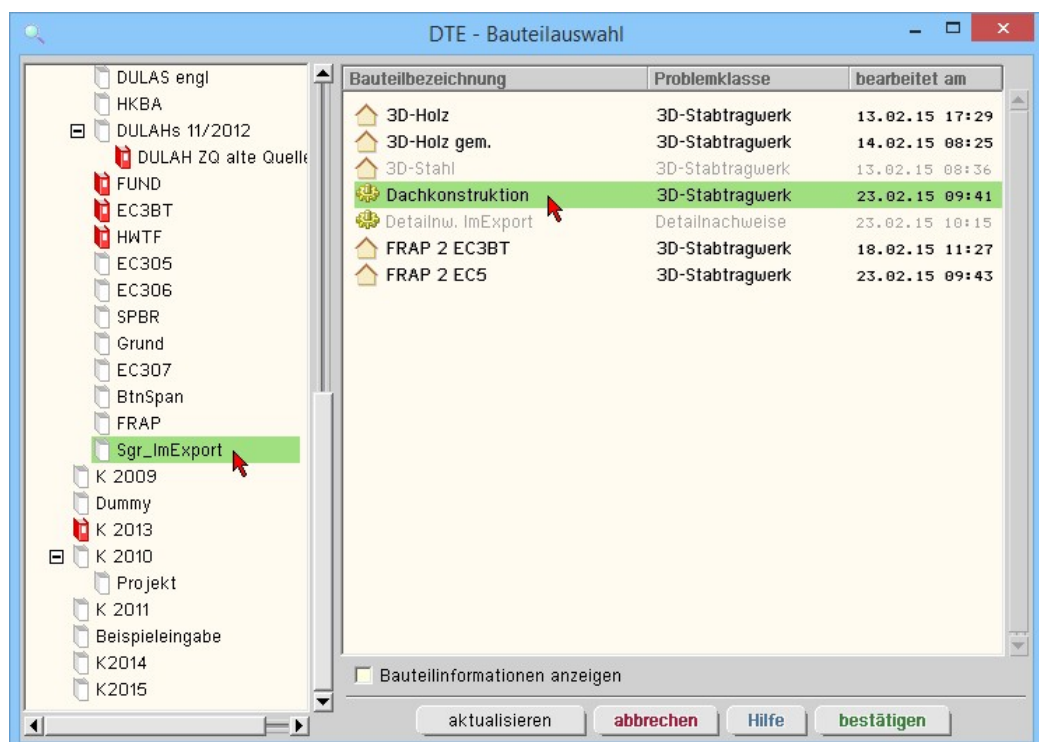
Wenn Schnittgrößen aus dem räumlichen Stabwerksprogramm #-FRAP zum Nachweis eines Anschlusses übernommen werden sollen, sind zusätzliche Bedingungen zu beachten.

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®-Bauteil Auswahl (s. auch DTE®-Handbuch). 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®-Schnittgrößenauswahl (s. auch DTE®-Handbuch) verzweigt werden.



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.

Gurt links	😊 Punkt 1: Stab 1 bei s = 5.10 m	Gurt links Material: Holz, Querschnitt: Rechteck mit b=12.0cm, d=20.0cm
Gurt rechts	😊 Punkt 2: Stab 2 bei s = 0.00 m	Gurt rechts Material: Holz, Querschnitt: Rechteck mit b=12.0cm, d=20.0cm
Stiel	😊 Punkt 3: Stab 3 bei s = 0.00 m	Stiel Material: Holz, Querschnitt: Rechteck mit b=12.0cm, d=20.0cm
Diagonale links	😊 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>

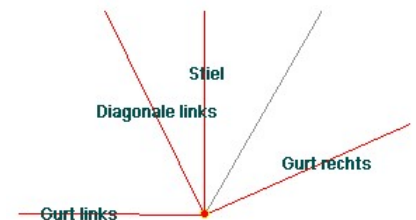
Nun werden die Schnitte den einzelnen Abteilungen in der Schnittgrößentabelle (hier *Gurt links*, *Gurt rechts*, *Stiel*, *Diagonale links*) zugeordnet. Dazu wird der entsprechende Eintrag (hier *Schnitt 2*) angewählt und der zugehörigen Zeile in der dann folgenden Tabelle zugewiesen (hier *Diagonale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



Gurt links	Punkt 1: Stab 1 bei s = 5.10 m
Gurt rechts	Punkt 2: Stab 2 bei s = 0.00 m

<input checked="" type="checkbox"/> Gurt rechts	Material: Holz, Querschnitt: Rechteck mit b=12.0cm, d=20.0cm
-------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------

	N	V _η	V _ζ	T	M _η	M _ζ	Kommentar
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	
Lastfallergebnisse							
Nachweis 1: EC 5 Tragfähigkeit (Th.I.Ord.)							
<input checked="" type="checkbox"/> Extremierung 1/1: Fall 1 (kmod=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 _η	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
max V _η	0.34	0.00	-1.68	0.00	11.44	0.00	1.35×Lf1
min V _ζ	0.34	0.00	-1.68	0.00	11.44	0.00	1.35×Lf1
max V _ζ	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 _η	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
max M _η	0.34	0.00	-1.68	0.00	11.44	0.00	1.35×Lf1
min M _ζ	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
max M _ζ	0.34	0.00	-1.68	0.00	11.44	0.00	1.35×Lf1
min σ ₁	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
max σ ₁	0.34	0.00	-1.68	0.00	11.44	0.00	1.35×Lf1
min σ ₂	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
max σ ₂	0.34	0.00	-1.68	0.00	11.44	0.00	1.35×Lf1
min σ ₃	0.34	0.00	-1.68	0.00	11.44	0.00	1.35×Lf1
max σ ₃	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
min σ ₄	0.34	0.00	-1.68	0.00	11.44	0.00	1.35×Lf1
max σ ₄	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
<input checked="" type="checkbox"/> Extremierung 1/2: Fall 2 (kmod=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 _η	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
max V _η	1.07	0.00	-5.35	0.00	30.19	0.00	1.35×Lf1+1.5×Lf2
min V _ζ	1.07	0.00	-5.35	0.00	30.19	0.00	1.35×Lf1+1.5×Lf2
max V _ζ	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 _η	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
max M _η	1.07	0.00	-5.35	0.00	30.19	0.00	1.35×Lf1+1.5×Lf2
min M _ζ	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
max M _ζ	1.07	0.00	-5.35	0.00	30.19	0.00	1.35×Lf1+1.5×Lf2
min σ ₁	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
max σ ₁	1.07	0.00	-5.35	0.00	30.19	0.00	1.35×Lf1+1.5×Lf2
min σ ₂	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
max σ ₂	1.07	0.00	-5.35	0.00	30.19	0.00	1.35×Lf1+1.5×Lf2
min σ ₃	1.07	0.00	-5.35	0.00	30.19	0.00	1.35×Lf1+1.5×Lf2
max σ ₃	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
min σ ₄	1.07	0.00	-5.35	0.00	30.19	0.00	1.35×Lf1+1.5×Lf2
max σ ₄	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1

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

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 *##-FRAP*) eine Reihe von Unterextremierungen mit verschiedenen k_{mod} -Werten ergeben. Das Ergebnis einer Standardkombination in *##-FRAP* ist dann die Umhüllende dieser Unterextremierungen.
- zum Import in *##-HKPU*, Knotenpunkt, werden diese Unterextremierungen (die im Ergebnissatz von *##-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 Schnittgrößenblocks der einzelnen Unterextremierungen aktiviert.



mittels des Buttons **doppelte Zeilen abwählen** werden die Übergabeblocks 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

	N kN	V _η kN	V _ζ kN	T kNm	M _η kNm	M _ζ kNm	Kommentar
Lastfallergebnisse							
Nachweis 1: EC5 Tragfähigkeit (Th.1.Ord.)							
<input checked="" type="checkbox"/> Extremierung 1/1 : Fall 1 ($k_{mod}=0.60$) <input checked="" type="checkbox"/> alle auswählen <input type="checkbox"/> alle abwählen <input checked="" type="checkbox"/> doppelte Zeilen abwählen <input type="checkbox"/> doppelte Zeilen abwählen 							
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 _η	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
max V _η	-3.84	0.00	1.07	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)
min σ ₄	-3.84	0.00	1.07	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)
max σ ₄	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
<input checked="" type="checkbox"/> Extremierung 1/2 : Fall 2 ($k_{mod}=0.80$) <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*Lf1
max N	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
min V _η	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
max V _η	-8.25	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)+1.5*Lf1
min σ ₄	-8.25	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)+1.5*Lf1
max σ ₄	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
<input checked="" type="checkbox"/> Extremierung 1/3 : Fall 3 ($k_{mod}=0.90$) <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*Lf1+0.5*Lf2
max N	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
min V _η	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4
max V _η	-8.45	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)+1.5*Lf1+0.5*Lf2
min σ ₄	-8.45	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(Lf1+Lf2+Lf3+Lf4)+1.5*Lf1+0.5*Lf2
max σ ₄	-2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lf1+Lf2+Lf3+Lf4

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

OK

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.

3.9 Druckvorschau



Der dargestellte Button öffnet das Fenster der Druckvorschau.

Die Funktionen des DTE®-Viewers können dem Handbuch *DTE®-DeskTopEngineering* entnommen werden.

3.10 Druckdialog



Der dargestellte Button öffnet den Dialog zur Ausgabe des Druckdokuments auf dem Drucker.

Die Funktionen des DTE®-Druckmanagers werden im Handbuch *DTE®-DeskTopEngineering* erläutert.

3.11 Plotausgabe und DXF-Export



Der dargestellte Button öffnet den Dialog zur Ausgabe der **Konstruktionszeichnungen** über das mitgelieferte Planerstellungsmodule. Hier findet auch der **DXF-Export** statt.

3.12 Speichern, Onlinehilfe und Ende der Bearbeitung



Der dargestellte Button sichert die aktuellen Eingabedaten. Während der Bearbeitung befinden sich alle Eingaben flüchtig im Arbeitsspeicher. Erst durch die Sicherung werden alle zugehörigen Daten auf die Festplatte geschrieben und können in einer Folgesitzung wieder aufgerufen werden.



Der **Fragezeichenbutton** ruft die Onlinehilfe auf.



Dieser Button beendet die Eingabesitzung und ruft ein Eigenschaftsblatt zur Speicherung der Daten auf.

Berechnung Stabanschluss an Knotenblech

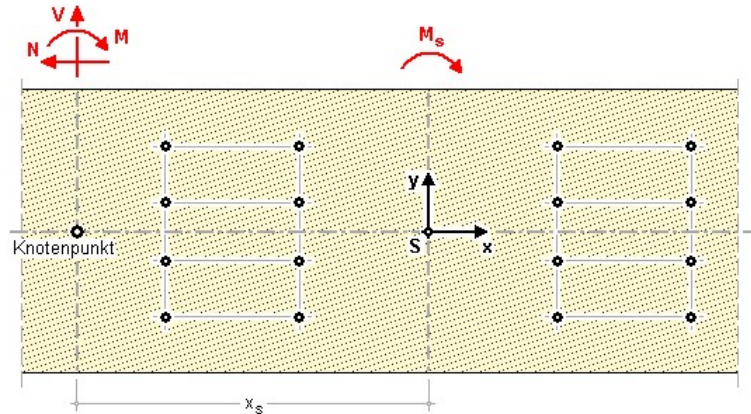
Im Folgenden werden die verwendeten Formeln zur Berechnung des Anschlusses eines Stabes an ein Knotenblech mit außen liegenden Blechen angegeben.

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

$$F_{Ni} = N / n \quad \text{..... aus Normalkraft}$$

$$F_{Vi} = V / n \quad \text{..... aus Querkraft}$$

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

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

4.1

Stahlnachweise

Bemessung für Biegung n. EC 3

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

Bei der Berechnung von Lochblechen werden die Fehlflächen 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

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

4.2

SPAX-, ASSY- und HECO-Schrauben

Die Berechnung von SPAX-Schrauben mit Teil- oder Vollgewinde erfolgt gemäß /3/, /9/, /10/, /11/, /12/, /13/ und /36/. Würth ASSY Vollgewindeschrauben und selbstbohrende Schrauben entspr. /14/ und /15/. HECO Topix-Schrauben werden gemäß /95/ berechnet.

4.3

Nachweise EC 5

4.3.1

Holzträger n. EC 5

Bemessung für Biegung und Zug

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

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

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

Bemessung für Biegung und Druck

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

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

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

Bemessung für Biegung und Druck nach dem Ersatzstabverfahren

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

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

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

Schub aus Querkraft

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

Bemessung der 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).

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

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

4.3.2

Ringdübel DIN EN 1995-1-1

Der **Bemessungswert der Tragkraft** berechnet sich zu

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

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

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

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

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

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

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

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

Die **wirksame Anzahl** der in Faserrichtung hintereinander liegenden Verbindungsmittel ($n > 2$) errechnet sich zu

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

4.3.3

Scheibendübel DIN EN 1995-1-1

Der **Bemessungswert der Tragkraft** berechnet sich zu

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

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

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

für Typen C1 bis C9

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

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

für Typen C10 bis C11

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

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

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

Die **wirksame Anzahl** der in Faserrichtung hintereinander liegenden Verbindungsmittel ($n > 2$) errechnet sich zu

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

4.3.4

Stabdübel DIN EN 1995-1-1

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Die **wirksame Anzahl** der in Faserrichtung hintereinander liegenden Verbindungsmittel ($n > 2$) errechnet sich zu

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

a_1 Abstand der Stabdübel untereinander in Faserrichtung

d Dübeldurchmesser in mm

4.3.5

Schrauben DIN EN 1995-1-1 NAD

4.3.5.1

vereinfachtes Rechenverfahren

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

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

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

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

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

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

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

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

$$f_{h,a,k} = \frac{f_{h,0,k}}{\text{ohne vorgebohrte Löcher}} \quad \text{EC 5, Gl. (8.31)}$$

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

mit vorgebohrten Löchern

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

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

Die **wirksame Anzahl** der in Faserrichtung hintereinander liegenden Verbindungsmittel ($n > 2$) errechnet sich zu

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

k_{ef} nach EC 5, Tab. 8.1

4.3.5.2

charakteristische Tragfähigkeit genaueres Verfahren

Bei Wahl des genaueren Verfahrens 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

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

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

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

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

4.3.6

Nachweis mit stiftförmigen Verbindungsmitteln 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

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

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

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

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

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

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

▪ zweischnittige Verbindungen

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

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

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

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

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

▪ dünne Bleche

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

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

▪ dicke Bleche

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

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

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

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**

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

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

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

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

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

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

▪ **zweischchnittige Verbindungen**

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

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

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

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

▪ **dünne Bleche**

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

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

▪ **dicke Bleche**

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

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

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

4.3.8

Erhöhg. Tragfähigkeit durch Berücks. Auszieh Widerstand DIN EN 1995

In bestimmten Fällen darf die Tragfähigkeit $F_{v,Rk}$ (R_k) um einen Anteil $\Delta F_{v,Rk}$ (ΔR_k) erhöht werden. Dieser Anteil resultiert aus dem Auszieh Widerstand 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.

4.3.8.1

Nägeln

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 Scherwiderstand begrenzt. Die Einschlagtiefe sollte dabei mindestens $8 \cdot d$ betragen.

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

$f_{ax,k}$ 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 ΔR_k wie folgt erhöht werden."

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

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

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

4.3.8.2

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° beträgt. Andernfalls sind sie wie glattschaftige Nägel zu betrachten.

Bei Verwendung von Fermacellplatten gilt entspr. /28/ für den Auszieh Widerstand $R_{ax,k}$

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

b_r Klammerrückenbreite

4.3.8.3

Sondernägeln

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

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

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.

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

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.

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

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.

4.3.8.4 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 Auszieh Widerstand berechnet werden zu

$$F_{ax,\alpha,Rk} = \frac{n_{ef} \cdot f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef} \cdot k_d}{1.2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}$$

$$f_{ax,k} = 0.52 \cdot d^{-0.5} \cdot l_{ef}^{-0.1} \cdot \rho_k^{0.8} \quad \text{EC 5, Gl. (8.39)}$$

$$k_d = \min \left\{ \frac{d}{8}; 1 \right\} \quad \dots \text{EC 5, Gl. (8.40)}$$

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

$f_{ax,k}$ charakteristischer Wert der Ausziehfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung in N/mm²

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

l_{ef} Eindringtiefe des Gewindeteils in mm

ρ_k charakteristischer Wert der Rohdichte in kg/m³

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

4.3.8.5 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.

4.3.8.6 Bolzen und Gewindestangen

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

4.3.8.7 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 Herauszieh Widerstand des verwendeten Bolzens ermittelt. Dieser Herauszieh Widerstand kann auch gemäß /16/, 8.2.2, oder /1/, 12.3 (8), zur Erhöhung der Schertragfähigkeit herangezogen werden.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- /1/ DIN 1052 (12.08)
- /2/ Erläuterungen zu DIN 1052: 2004-08, Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, Bruderverlag
- /3/ DIN 1052, Praxishandbuch Holzbau, 1. Aufl., Beuth Verlag
- /4/ Fermacell, Zulassung Z-9.1-434
- /5/ Steck: 100 Holzbau-Beispiele n. DIN 1052:2004, Werner Verlag
- /6/ Tino Schatz: Diagramme zur Auswertung der Johansen-Formeln für einschnittige Holz- bzw. Holzwerkstoff-Verbindungen, Bautechnik 86 (2009), Heft 4
- /7/ Karin Lißner, Wolfgang Rug, Dieter Steinmetz: DIN 1052:2004 - Neue Grundlagen für Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken, Bautechnik 85 (2008), Heft 11
- /8/ Schneider Bautabellen, 17. Auflage, Werner Verlag
- /9/ Hans Joachim Blaß, Karlsruhe, Ireneusz Bejtka, Karlsruhe: Selbstbohrende Holzschrauben und ihre Anwendungsmöglichkeiten, Homepage Fa. SPAX Intern. GmbH & Co. KG
- /10/ SPAX S-Schrauben mit Vollgewinde, Zulassung Z-9.1-519
- /11/ SPAX Schrauben als Verbindungsmittel, Zulassung Z-9.1-235
- /12/ SPAX Schrauben als Verbindungsmittel, Zulassung Z-9.1-449
- /13/ SPAX Kurzübersicht "Holzbau", Homepage Fa. SPAX International GmbH & Co. KG
- /14/ Würth ASSY VG plus Vollgewindeschrauben als Holzverbindungsmittel, Zul. Z-9.1-614
- /15/ Würth: Selbstbohrende Schrauben als Holzverbindungsmittel ETA-11/0190
- /16/ DIN EN 1995-1-1:2010-12, Bemessung und Konstruktion von Holzbauten, Teil 1-1: Allgemeines
- /17/ DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12, Nationaler Anhang
- /18/ DIN 1052-10, Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken, Teil 10: Herstellung und Ausführung
- /19/ DIN EN 14545, Holzbauwerke, Nicht stiftförmige Verbindungselemente, Anforderungen
- /20/ DIN EN 1194, Brettschichtholz
- /21/ DIN EN 13271, Holzverbindungsmittel, Charakteristische Tragfähigkeiten und Verschiebungsmoduln für Verbindungen mit Dübeln besonderer Bauart
- /22/ DIN EN 300, Platten aus langen, schlanken, ausgerichteten Spänen (OSB)
- /23/ DIN EN 13986:2002, Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen
- /24/ DIN EN 912, Holzverbindungsmittel, Spezifikationen für Dübel besonderer Bauart für Holz
- /25/ DIN EN 338, Bauholz für tragende Zwecke, Festigkeitsklassen
- /26/ DIN EN 14592, Holzbauwerke, Stiftförmige Verbindungsmittel, Anforderungen
- /27/ Europäische Technische Zulassung ETA-03/0050, Fermacell - Gipsfaserplatte
- /28/ Fermacell, Europäische Technische Zulassung ETA-03/0050
- /29/ Volker Krämer: Für den Holzbau, Aufgaben und Lösungen nach DIN 1052, Bruderverlag
- /30/ Otto W. Wetzell: Wendehorst Bautechnische Zahlentafeln, 32. Auflage, Beuth-Verlag
- /31/ Holschemacher: Entwurfs- und Berechnungstafeln, 2. Auflage, Bauwerk-Verlag
- /32/ DIN 18800-1 (11.90)
- /33/ Thiele/Lohse: Stahlbau Teil 1, B.G. Teubner Stuttgart
- /34/ DIN EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1
- /35/ DIN EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1
- /36/ SPAX International GmbH & Co. KG: Hinweise zur Bemessung von tragenden SPAX-Verbindungen
- /37/ SPAX International GmbH & Co. KG: Europäische Technische Zulassung ETA-12/0114
- /38/ Finnforest Oyi: DIBt, Zulassung Z-9.1-100

- /39/ DIBt Letter 10.10.2013, METSÄ WOOD
- /40/ DIN EN 14080:2013-09, Holzbauwerke – Brettschichtholz und Balkenschichtholz – Anforderungen
- /41/ DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, Nationaler Anhang
- /42/ Francois Colling: Aussteifung von Gebäuden in Holztafelbauart, Ingenieurbüro Holzbau
- /43/ Becker, Rautenstrauch: Ingenieurholzbau nach Eurocode 5, Ernst & Sohn
- /44/ M. Göggel: Bemessung im Holzbau, Band 2
- /45/ Prof. Ralf-W. Boddenberg, Vorlesung Holzbau, Uni Wismar
- /46/ Prof. C. Scheer, Dr. M. Peter, S. Stöhr: Holzbau Taschenbuch, 10. Aufl., Ernst & Sohn
- /47/ DIN EN 1991-1-4:2012-12 Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010
- /48/ Bauart Konstruktions GmbH & Co. KG, Lauterbach, München, Darmstadt, Berlin: BDF Merkblatt 02-04
- /49/ Patricia Hamm, Institut für Holzbau, Hochschule Biberach, D – 88400 Biberach: Schwingungen bei Holzdecken - Konstruktionsregeln für die Praxis
- /50/ Prof. Dr.-Ing. P. Hamm, Dipl.-Ing. A. Richter: Bemessungs- und Konstruktionsregeln zum Schwingungs- nachweis von Holzdecken
- /51/ Petersen: Dynamik der Baukonstruktion, Vieweg 1996
- /52/ Meskouris: Baudynamik, Ernst & Sohn 1999
- /53/ TU München Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Heinrich Kreuzinger, Dipl.-Ing. Peter Mestek: Teilprojekt 15 Flächen aus Brettstapeln, Brettspertholz und Verbundkonstruktionen
- /54/ Winter, Hamm, Richter: Abschlussbericht Schwingungs- und Dämpfungsverhalten von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken, AiF-Vorhaben-Nr.: 15283 N
- /55/ Karin Lißner, Wolfgang Rug: Der Eurocode 5 für Deutschland, Kommentierte Fassung, 1. Auflage 2016, Beuth Verlag
- /56/ DIN EN 1993-1-1:2010-12, Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- /57/ DIN EN 1993-1-8:2010-12, Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen
- /58/ DIN EN 1993-1-5:2010-12 Teil 1-5: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Plattenförmige Bauteile
- /59/ DIN EN 1999-1-1:2014-03, Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln
- /60/ DIN EN 1993-1-7:2010-12, Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-7: Plattenförmige Bauteile mit Querbelastrung
- /61/ DIN EN 1999-1-5:2017-03, Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken – Teil 1-5: Schalentragerwerke
- /62/ ETA-04/0013, CNA Connector nails, PCR Connector nails and CSA Connector screws
- /63/ ETA-11/0190, Würth Schrauben, Selbstbohrende Schrauben als Holzverbindungsmitel
- /64/ BSPHandbuch, Holz- Massivbauweise in Brettspertholz, ISBN: 978-3-85125-109-8
- /65/ DIN EN 1995-1-2:2010-12: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall
- /66/ DIN EN 1995-1-2/NA:2010-12, Nationaler Anhang
- /67/ pro:Holz Bemessung Brettspertholz, Dr. Markus Wallner-Novak, Josef Koppelhuber, Kurt Pock
- /68/ Francois Colling: Aussteifung von Gebäuden in Holztafelbauart, 2. Auflage 2017, ISBN 978-3-9814596-1-6
- /69/ Aljoscha Ritter: Aussteifende Holztafeln, 1. Auflage 2017, ISBN 978-3-87104-246-1
- /70/ ETA-20/0995 of 2021/02/24, STEICOjoist and STEICOWall
- /71/ Konstruktionsheft Stegräger, Planungsunterlagen Fa. Steico
- /72/ Z-9.1-870, Zusammengesetzte Bauteile aus STEICO LVL Furnierschichtholz
- /73/ Konstruktionsheft STEICO LVL / Furnierschichtholz, Planungsunterlagen Fa. Steico

- /74/ ETA-06/0009 / Binderholz, Brettsperrholz
- /75/ ETA-12/0327 / Eugen Decker, ED-BSP Elemente
- /76/ ETA-11/0189 / Derix, X-LAM
- /77/ ETA-06/0138 / KLH-Massivholzplatten
- /78/ ETA-10/0241 / Leno-Brettsperrholz
- /79/ ETA-18/1002 / Merkle X-Lam mit XL-Connect
- /80/ ETA-19/0167 Three-dimensional nailing plate (Edge connections for CLT, LVL and Glulam members)
- /81/ Rothoblaas SLOT Verbindungselement für konstruktive Scheiben, Technische Unterlagen der Fa. Rothoblaas
- /82/ ETA-18/0254, Xfix C, Punktförmiges Verbindungsmittel - Schwalbenschwanz aus Sperrholz für Brettsperrholz
- /83/ Gutachterliche Stellungnahme Nr. GU16-484-1-02, TU Graz, Prof. Dr. Gerhard Schickhofer
- /84/ Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Heinrich Kreuzinger, Dipl.-Ing. Peter Mestek: TU München TP 15 Flächen aus Brettstapeln, Brettsperrholz und Verbundkonstruktionen
- /85/ 4. Europäischer Kongress für energieeffizientes Bauen mit Holz 2011, Peter Mestek TU München: Berechnung und Bemessung von Brettsperrholz - ein Überblick
- /86/ Wolfgang Rug: Holzbau, Bemessung und Konstruktion, 17. überarbeitete Auflage 2021, ISBN 978-3-410-29416-0
- /87/ Hans Joachim Blaß, Carmen Sandhaas: Ingenieurholzbau, Grundlagen der Bemessung, KIT Scientific Publishing, ISBN 978-3-7315-0512-9
- /88/ ETA-21/0568 / best wood CLT, Holzwerk Gebr. Schneider GmbH
- /89/ ETA-14/0349 / CLT - Cross Laminated Timber, Stora Enso Oy
- /90/ ETA-09/0036 / MM - crosslam, Mayr - Meinhof
- /91/ ETA-12/0281 / Hasslacher Cross Laminated Timber
- /92/ ETA-20/0023 / Pfeifer CLT Brettsperrholz
- /93/ ETA-19/0724 / BSP Ziegler Holztechnik
- /94/ ETA-20/0843 / Theurl CLTPLUS
- /95/ ETA-19/0553 HECO-TOPIX -plus
- /96/ Z-9.1-890, Bauarten mit Furnierschichtholz "Pollmeier Fichte LVL S" und "Pollmeier Fichte LVL Q"
- /97/ Z-9.1-932, "Pollmeier Fichte G-LVL" als zusammengesetzte Bauteile aus Furnierschichtholz

6 Index

Abkürzungen 2
Auszieh Widerstand 44
Auszieh Widerstand Bolzen 45
Auszieh Widerstand Gewindestange 45
Auszieh Widerstand Klammer 44
Auszieh Widerstand Nagel 44
Auszieh Widerstand Passbolzen 45
Auszieh Widerstand Ringdübel 45
Auszieh Widerstand Scheibendübel 45
Auszieh Widerstand Schraube 45
Auszieh Widerstand Sondernagel 44
Bauteil erzeugen 7
blank 2
Cursor 2
Darstellungsmodus 11
Druckvorschau 35
DXF-Export 35
Eingabeoberfläche 9
Einwirkung 2
e-Mail 6
Extremalbildungsvorschrift 2
Fangrechteck 2
FEM 27
Holzwerkstoff 13
Import 32
Importeinstellungen 30
Installation 5
Knotenblech 13
Konstruktionszeichnungen 35
Kontextsensitivität 6
Lastbild 2
Lastfall 2
Lastkollektiv 2
Lochblech 20
Nachweis Ringdübel 39
Nachweis Scheibendübel 39
Nachweis Schraube 41
Nachweis Stabdübel 40
Nachweise 25
Nutzungsklasse 25
Ordner 7
Programmeinstellungen 30
Schnittgrößen 23
Schreibtisch 6
Schreibtischauswahl 5
Startsymbol 5
Steuerbutton 6
System 11
Verbindungsmittel 15