



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-HVMT

Verbindungsmittel EC 5

Juli 2025

4H-HVMT

Verbindungsmittel EC 5

Copyright 2009-2025

10. erweiterte Auflage, Juli 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 *##HVMT*, Verbindungsmittel, dient zur Berechnung der Tragfähigkeit von Verbindungsmitteln entspr. der Holzbaunorm DIN EN 1995:2010 (EC 5).

- unterschiedliche Materialien (Holz, Holzwerkstoffe, Stahl- und Alubleche) können mit unterschiedlichsten Verbindungsmitteln (Nägeln, Schrauben, Klammern, Dübel, ...) kombiniert werden
- Berücksichtigung der aktuellen Zulassungen ETA-12/0114 (Spax) und ETA-11/0190 (Würth)
- die Berechnung der Tragfähigkeit kann nach den Verfahren, die DIN EN 1995, NAD anbietet, oder nach dem Bemessungswerteverfahren durchgeführt werden
- das Programm kennt drei Berechnungsmodi
 - im *Widerstandsmodus* berechnet das Programm die Tragfähigkeit auf Abscheren oder in Axialrichtung eines einzelnen Verbindungsmittels. Optional können Tabellen mit einzuhaltenden Mindestabständen, Mindestbauteildicken oder weiteren Größen ausgegeben werden.
 - im *Tabellenmodus* können Tragfähigkeitstabellen nach eigenen Vorgaben erstellt werden. Als Eingangsgrößen können verschiedene Parameter (Durchmesser, Bauteildicken, Kraft-Faser-Winkel,...) variiert werden.
 - im *Anschlussmodus* wird der komplette Anschluss zweier Stäbe nachgewiesen. Hierzu müssen Materialeigenschaften, Verbindungsmittellanzahl und -anordnung sowie Bemessungsschnittgrößen eingegeben oder aus einem Stabwerksprogramm importiert werden.
Der Anschluss der Stäbe oder des Blechs kann unter einem beliebigen Winkel erfolgen. Dübelkreise sind ebenfalls möglich.
Die Tragfähigkeitsnachweise für die Verbindungsmittel sowie für die Stäbe bzw. Bleche werden geführt.

Folgende **Materialien** können gewählt werden

- Nadelvollholz
- Laubholz
- Brettschichtholz n. DIN EN 14080:2013 und DIN 1052:2008
- OSB (Oriented Strand Fibre Board), engl. für Grobspanplatte
- Gipskarton
- Sperrholz
- Spanplatte
- Faserplatte
- Fermacell gemäß Zulassung Z-9.1-434
- Stahlblech
- Kerto-S und Kerto-Q
- Steico LVL
- Baubuche GL75 und Baubuche Platte
- Pollmeier Fichte LVL S
- Stahlblech
- Aluminiumblech

Folgende **Verbindungsmittel** können gewählt werden

- glattschäftige Nägel
- Klammern
- Schrauben
- SPAX Senk-/Tellerkopf mit Teil- und Vollgewinde
- SPAX-Schrauben benutzerdefiniert
- ASSY-plus VG Zylinder- und Senkfräskopf
- ASSY-Schrauben benutzerdefiniert
- HECO Topix Kombisechskantkopf Vollgewinde
- HECO Topix Kombisechskantkopf, Sechskantkopf Teilgewinde
- HECO Topix Rundkopf Variables Vollgewinde
- HECO Topix Senkkopf Vollgewinde

- HECO Topix TCS Senkkopf mit Fräsrippen 60° Variables Vollgewinde
- HECO Topix TCS Senkkopf mit Fräsrippen 60° Teilgewinde
- HECO Topix Senkkopf mit Frästaschen Variables Vollgewinde
- HECO Topix Senkkopf mit Frästaschen Vollgewinde
- HECO Topix Senkkopf mit Frästaschen Teilgewinde
- HECO Topix Tellerkopf Variables Vollgewinde
- HECO Topix Tellerkopf Vollgewinde
- HECO Topix Tellerkopf Teilgewinde
- HECO Topix Zylinderkopf Vollgewinde
- HECO Topix Zylindersenkkopf Vollgewinde
- Sondernägel der Tragfähigkeitsklassen 1, 2, 3 bzw. A, B, C
- Ringdübel Typ A1
- Scheibendübel Typ B1
- ... Typ C1
- ... Typ C2
- ... Typ C5
- ... Typ C10
- ... Typ C11
- Stabdübel Typ G10
- Bolzen/Gewindestange

Berechnungsgrößen

- charakteristische Schertragfähigkeit $F_{v,k}$ und Bemessungswert der Schertragfähigkeit $F_{v,d}$
- charakteristischer Auszieh Widerstand $F_{ax,k}$ und Bemessungswert Auszieh Widerstand $F_{ax,d}$

Berechnungsverfahren

- vereinfachtes Berechnungsverfahren n. DIN EN 1995, NAD zu NCI 8.2
- genaueres Berechnungsverfahren n. DIN EN 1995, 8.2
- sofern zulässig, Berücksichtigung der Seilwirkung
- Bemessungswertverfahren

Berechnungsmodus Widerstand für ein Verbindungsmittel

- Ausgabe der Tragfähigkeiten $F_{v,Rk}$ (char. Schertragfähigkeit) und $F_{v,Rd}$ (Bemessungswert der Schertragfähigkeit)
- Ausgabe des Auszieh Widerstands $F_{ax,k}$ (char.) und $F_{ax,d}$ (Bemessungswert).
- ggf. Ausgabe des Druckwiderstands $F_{ax,k}$ (char.) und $F_{ax,d}$ (Bemessungswert)
- Ausgabe der Zwischenwerte der Berechnung
 - Mindestholzdicken t_{req}
 - charakteristische Lochleibungsfestigkeiten $f_{h,k}$
 - Bemessungswert der Lochleibungsfestigkeiten $f_{h,d}$
 - char. Werte der Zugfestigkeit und des Fließmoments des Verbindungsmittels
 - bei mehrteiligen Verbindungsmitteln die Einzeltragfähigkeiten
- Tabelle mit einzuhaltenden Mindestabständen a_1 , a_2 , a_{3t} , a_{4t} , a_{3c} , a_{4c} und Skizze mit Bezeichnungen
- Tabelle mit Festigkeiten der Materialien
- Tabelle mit effektiver Anzahl n_{ef} hintereinander liegender Verbindungsmittel
- maßstäblicher Schnitt und Ansicht

Berechnungsmodus Tragfähigkeitstabelle erstellen

- in den Berechnungszeilen/-spalten können folgende Eingangsparameter variiert werden
 - Verbindungsmitteldurchmesser
 - Dicke der Einzelhölzer
 - Kraft-Faser-Winkel der Einzelhölzer
 - Summe der Kraft-Faser-Winkel
 - bei mehrteiligen Verbindungsmitteln die Einzeltragfähigkeiten

- als Ergebniswerte in den vom Programm berechneten Zellen der Tabelle können wahlweise ausgegeben werden
 - charakteristische Schertragfähigkeit $F_{v,k}$
 - Bemessungswert der Schertragfähigkeit $F_{v,d}$
 - charakteristischer Auszieh Widerstand $F_{ax,k}$
 - Bemessungswert des Auszieh Widerstands $F_{ax,d}$
 - charakteristische Lochleibungsfestigkeiten $f_{h,k}$
 - Bemessungswert der Lochleibungsfestigkeiten $f_{h,d}$

Berechnungsmodus Anschluss nachweisen - Anordnung

Im Anschlussmodus müssen Anzahl und Anordnung der gewählten Verbindungsmittel angegeben werden. Hierzu sind folgende Eingaben erforderlich

- zur Überprüfung der zulässigen Randabstände müssen die Ränder markiert werden, die auf Zug beansprucht sind

Die Verbindungsmittel können auf folgende Arten angeordnet werden

- rasterförmig als Raute (bei schiefwinkligen Anschlüssen)
- rasterförmig orthogonal zum Seitenholz
- rasterförmig orthogonal zum Mittenholz
- ein Kreis
- zwei Kreise

Berechnungsmodus Anschluss nachweisen - Schnittgrößen

Die Bemessungsschnittgrößen sind für jeden Stab vorzugeben bzw. aus einem *4H*-Stabwerksprogramm zu importieren.

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 *4H*-HVMT 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 *4H*-HVMT-Dokumentation gehört neben diesem Handbuch das Manual

DTE®-DeskTopEngineering.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg mit *4H*-HVMT.

Hannover, im Juli 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



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

Fangerechteck Ein Fangerechteck wird durch Drücken der LMT und Ziehen der Maus mit gedrückter LMT aufgespannt. Alle Elemente, die vollständig innerhalb des Rechtecks liegen, werden ausgewählt. Waren Elemente bereits vor dem Aufspannen des Rechtecks 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	7
2	Ordner und Bauteil erzeugen	9
3	Allgemeines	11
3.1	vereinfachtes Verfahren n. /41/, NCI zu 8.2 ff., oder /1/, 12.2.2 und 12.2.3	11
3.2	genaueres Verfahren n. /41/, 8.2, oder /1/, Anhang G.2	11
3.3	Bemessungswerteverfahren	11
4	Eingabefenster	13
4.1	Haupteingabefenster Widerstands- / Tabellenmodus	13
4.2	Haupteingabefenster Anschlussmodus	14
4.2.1	Vorlagen für Anschlüsse	15
4.3	Registerblatt Hölzer Widerstands- oder Tabellenmodus	16
4.3.1	allgemeine Einstellungen	16
4.3.2	Seitenholz 1	17
4.3.3	Seitenholz 2	17
4.3.4	Systemplot	17
4.3.5	Ergebnisfenster	17
4.4	Registerblatt Hölzer Anschlussmodus	18
4.4.1	allgemeine Einstellungen	18
4.4.2	Seitenholz 1 und Seitenholz 2	19
4.4.3	Systemplot	19
4.4.4	Vorzeichendefinition	19
4.5	Registerblatt Verbindungsmittel Widerstands oder Tabellenmodus	20
4.5.1	Verbindungsmittel	20
4.5.2	Dimension	20
4.5.3	Optionen	21
4.5.4	Besonderheiten der Verbindungsmittel	21
4.5.4.1	Nagelverbindungen	21
4.5.4.2	Klammerverbindungen	21
4.5.4.3	Holzschrauben	22
4.5.4.4	SPAX-Schrauben	22
4.5.4.5	SPAX-Schrauben benutzerdefiniert	23
4.5.4.6	Würth-ASSY-plus VG-Schrauben	23
4.5.4.7	Würth-ASSY-Schrauben benutzerdefiniert	24
4.5.4.8	HECO-Schrauben	24
4.5.4.9	Sondernägel	25
4.5.4.10	Stabdübel	25
4.5.4.11	Bolzen	25
4.5.4.12	Ring- und Scheibendübel	26
4.5.5	Berechnungseinstellungen	27
4.6	Verbindungsmittel Anschlussmodus	28
4.6.1	Anordnung der Verbindungsmittel	28
4.6.2	Verbindungsmittel	29
4.6.2.1	Optionen	29
4.6.2.2	Nagelverbindungen	29
4.6.2.3	Klammerverbindungen	29
4.6.2.4	Schrauben	30
4.6.2.5	HECO- / SPAX- / Würth-ASSY-plus VG-Schrauben	30
4.6.2.6	Sondernägel	31
4.6.2.7	Stabdübel	31
4.6.2.8	Bolzen	31
4.6.2.9	Ring- und Scheibendübel	32
4.7	Registerblatt Anordnung im Anschlussmodus	33
4.8	Registerblatt Schnittgrößen/Nachweise im Anschlussmodus	35
4.8.1	Nachweisoptionen	36
4.8.2	Nachweisergebnisse	36

4.8.3	Import von Schnittgrößen, Material- und Geometriedaten.....	37
4.9	Registerblatt Tabellenmodus.....	41
4.10	Druck- und Programmeinstellungen Widerstands-/ Tabellenmodus.....	43
4.11	Druck- und Programmeinstellungen Anschlussmodus	44
4.12	Druckvorschau und Druckdialog	45
4.13	Speichern, Onlinehilfe und Ende der Bearbeitung.....	45
5	Nachweise	46
5.1	Ringdübel DIN EN 1995-1-1.....	46
5.2	Scheibendübel DIN EN 1995-1-1	46
5.3	Stabdübel DIN EN 1995-1-1.....	47
5.4	Schrauben DIN EN 1995-1-1 NAD.....	47
5.4.1	vereinfachtes Rechenverfahren	47
5.4.2	charakteristische Tragfähigkeit genaueres Verfahren	48
5.5	HECO-, SPAX- und ASSY-Schrauben.....	49
5.6	Nachweis mit stiftförmigen Verbindungsmitteln DIN EN 1995-1-1.....	49
5.7	Bemessungsverf. für stiftförmige Verbindungsmittel DIN EN 1995-1-1	50
5.8	Nägels und stiftf. Verbindungsmittel vereinf. Rechenverf. EC 5 u. NAD	51
5.9	Erhöhg. Tragfähigkeit durch Berücks. Auszieh Widerstand DIN EN 1995	52
5.9.1	Nägels	52
5.9.2	Klammern	52
5.9.3	Sondernägels	52
5.9.4	Schrauben	53
5.9.5	Passbolzen.....	53
5.9.6	Bolzen und Gewindestangen	53
5.9.7	Ring- und Scheibendübel.....	53
5.10	Blockscherversagen von Verbindungen n. DIN EN 1995-1-1, Anh. A.....	54
6	Literaturverzeichnis	55
7	Index	58

1 Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten

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

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

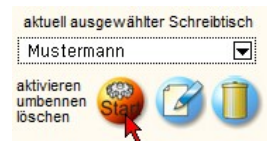
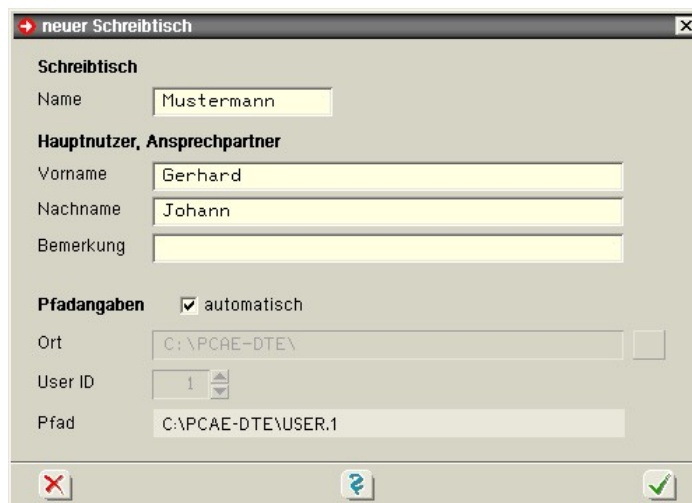


Nach erfolgreicher Installation befindet sich das DTE®-**Startsymbol** auf Ihrer Windowsoberfläche. Führen Sie bitte darauf den Doppelklick aus.

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.

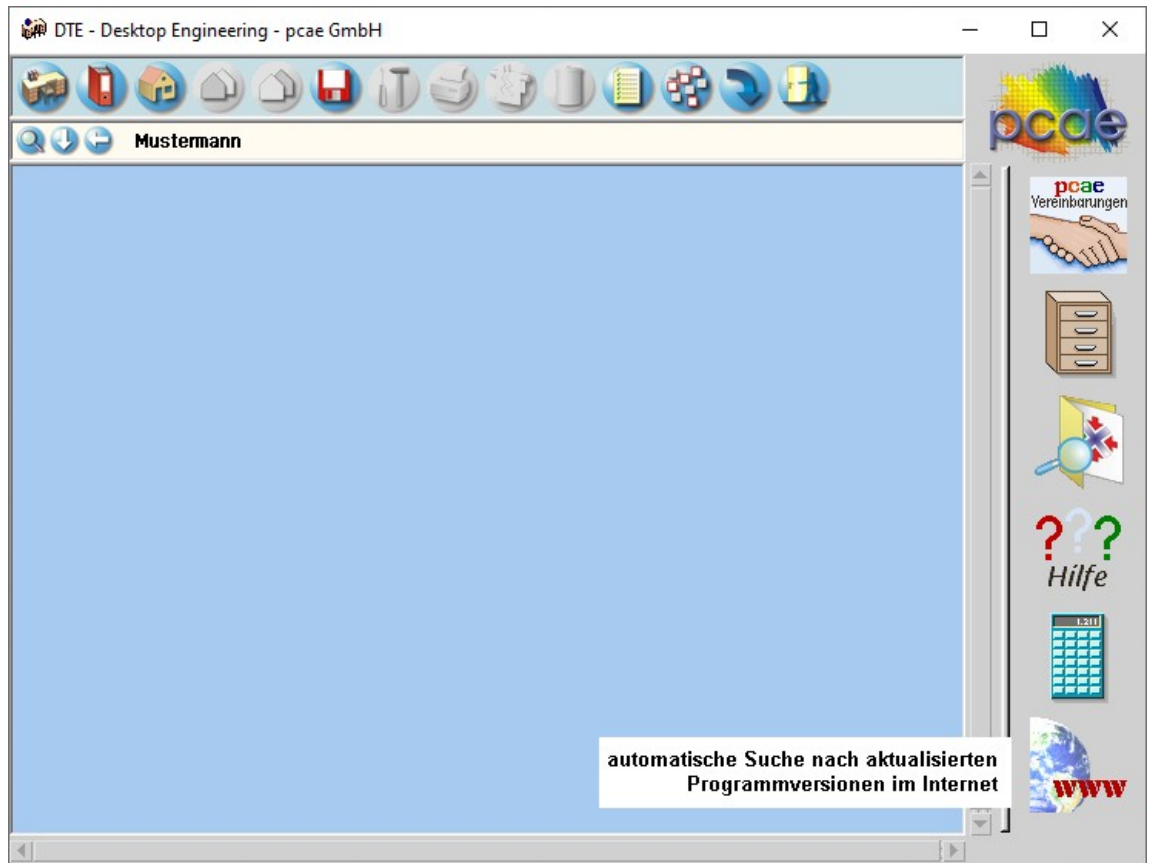


Nach Bestätigen über das **Hakensymbol** erscheint wieder die Schreibtischauswahl, in die der neue Name bereits eingetragen ist. Drücken Sie auf **Start** und die DTE®-Schreibtischoberfläche erscheint auf dem Bildschirm.

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 Erzeugung 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®-Schreibtisches 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.

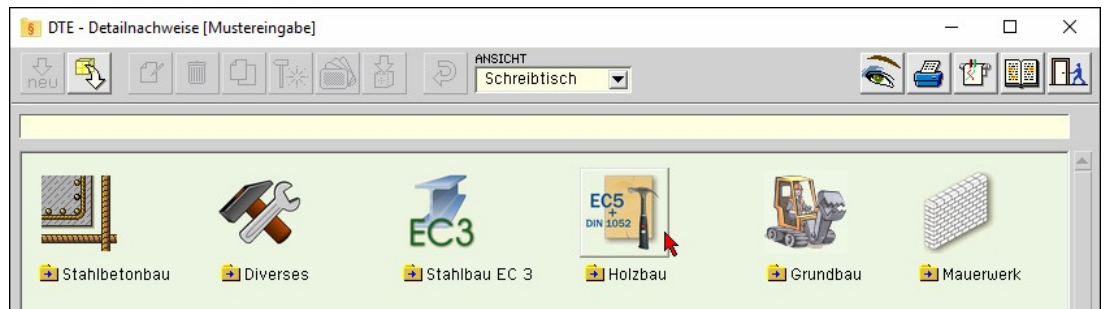


Der schwarze Rahmen der neuen Bauteilkone lässt sich mit der Maus über den Schreibtisch bewegen. Klicken Sie die LMT an der Stelle, an der das Bauteil auf dem Schreibtisch platziert werden soll. Das Eigenschaftsblatt **Name und Bezeichnung** erscheint.

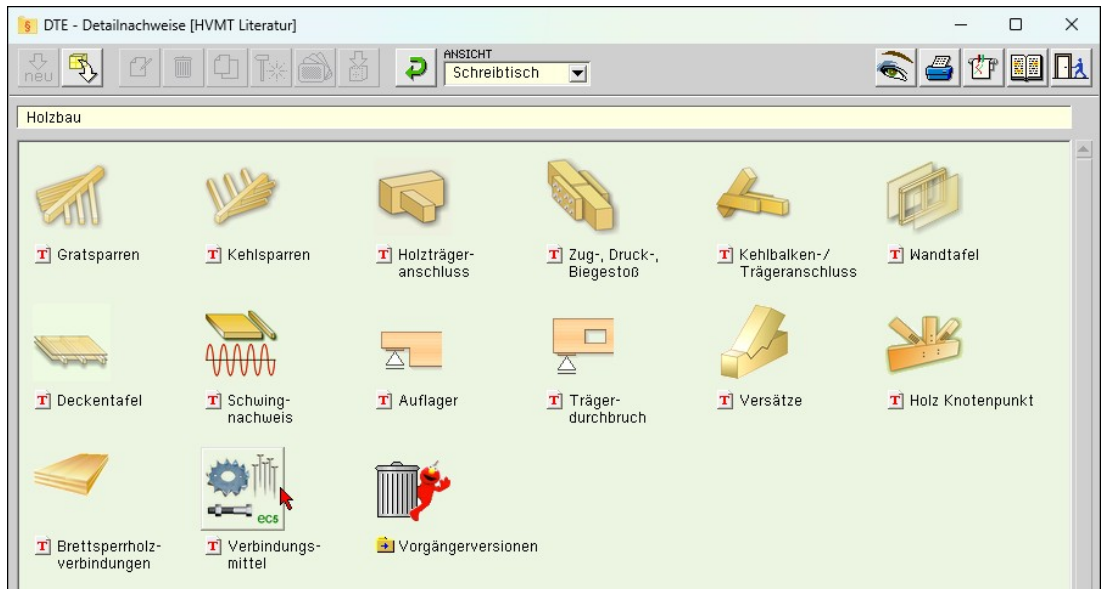


Nach Doppelklick auf dem neuen Bauteilicon, dem eine individuelle Bezeichnung gegeben werden kann, erscheinen die nachfolgend dargestellten Übersichten der Detailnachweise. Klicken Sie das jeweils gekennzeichnete Icon mit der LMT an.

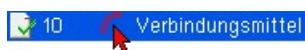
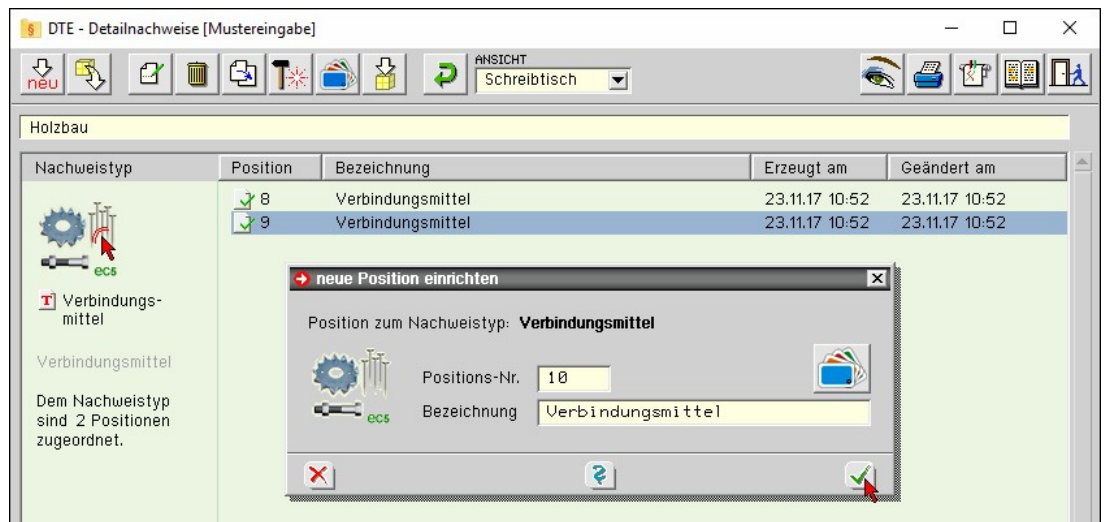
Detailnachweise



Holzbau



Verbindungsmittel



Im rechten Bereich des Eigenschaftsblatts erscheint die neue Position in einem Verzeichnis. Klicken Sie hier bitte doppelt auf den neuen Schriftzug. Daraufhin erscheint die Eingabeoberfläche (Abs. 4, S. 13) des Nachweistyps.

Mit Einführung der neuen DIN 1052, Ausgabe 12/2008, wurde das Verfahren zur Bemessung der Tragfähigkeit stiftförmiger Verbindungsmittel auf die zum ersten Mal von Johansen (1949) auf Holzverbindungen angewandte **Fließgelenktheorie** umgestellt. Mit der DIN EN 1995-1-1:2010-12 wurde diese Methode fortgeschrieben.

Als Voraussetzung wird für das Holz oder den Holzwerkstoff ein ideal-plastisches Verhalten unter Lochleibungsspannung angenommen.

Gleiches gilt für die stiftförmigen Verbindungsmittel unter dem Einfluss der Biegespannung.

Zur Ermittlung der Tragfähigkeit müssen verschiedene Versagensfälle untersucht werden. So können sich im Verbindungsmittel Fließgelenke einstellen oder der Holzwerkstoff kann aufgrund von Überschreitungen der Lochleibungsspannungen zu fließen beginnen.

Die Tragfähigkeit der Verbindung wird letztlich über einfache Gleichgewichtsbetrachtungen hergeleitet, s. /2/, E12.2.1(1).

Um den Rechenaufwand zu begrenzen, bieten /1/ und /41/ dem Anwender verschiedene Rechenverfahren an.

3.1 vereinfachtes Verfahren n. /41/, NCI zu 8.2 ff., oder /1/, 12.2.2 und 12.2.3

Das vereinfachte Verfahren (s. Abs. 5.8, S. 51) beruht auf der Annahme, dass der Versagensfall eintritt bei dem sich im Verbindungsmittel, auf beiden Seiten der Scherfuge, je ein Fließgelenk einstellt.

Voraussetzung für das Eintreten dieses Versagensmechanismus ist das Vorhandensein einer Mindestholzdicke t in Abhängigkeit vom Stiftdurchmesser d .

Wird die Mindestholzdicke t_{req} unterschritten, muss der charakteristische Wert der Tragfähigkeit R_k entsprechend dem Verhältnis t/t_{req} abgemindert werden. Die meisten Tabellenwerke in der Literatur beruhen auf diesem Verfahren.

3.2 genaueres Verfahren n. /41/, 8.2, oder /1/, Anhang G.2

Hier werden die Tragfähigkeiten für die verschiedenen Versagensfälle berechnet. Der kleinste Wert ist maßgebend.

Für eine einschnittige Verbindung ergeben sich folgende Versagensmechanismen (die Bezeichnungen a bis f entsprechen den Gleichungen nach /41/, 8.2 (1)).

- a Lochleibungsversagen Holz 1
- b Lochleibungsversagen Holz 2
- c Lochleibungsversagen beider Hölzer
- d Versagen des Stifts durch Bildung eines Fließgelenks im Bereich von Holz 1 und teilweises Lochleibungsversagen
- e Versagen des Stifts durch Bildung eines Fließgelenks im Bereich von Holz 2 und teilweises Lochleibungsversagen
- f Versagen des Stifts durch Bildung von zwei Fließgelenken

Die Gleichungen /41/, 8.2 (1) (s. Abs. 5.6, S. 49) liefern die charakteristischen Werte der Tragfähigkeit $F_{v,Rk}$.

3.3 Bemessungswerteverfahren

Entsprechend /2/, E 12.2.2(3), gibt es zwei Möglichkeiten zur Bestimmung der Bemessungswerte R_d (s. Abs. 5.7, S. 50).

- bei der ersten Möglichkeit wird zunächst die charakteristische Tragfähigkeit R_k bestimmt, anschließend mit dem Beiwert k_{mod} multipliziert und durch den Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{M,\text{Verbindung}}$ dividiert.
- bei der zweiten Variante werden zunächst die Bemessungswerte der Lochleibungsfestigkeit

$f_{h,d}$ und des Fließmoments des Verbindungsmittels $M_{y,d}$ bestimmt und anschließend in die Gleichungen zur Ermittlung der Tragfähigkeit eingesetzt.

Diese Variante berücksichtigt gemäß /2/ am genauesten die verschiedenen Einflüsse der Holzfeuchte und der Lasteinwirkungsdauer auf die Lochleibungsfestigkeit bzw. das Fließmoment des Verbindungsmittels. Gemäß /6/ liefert der so ermittelte Bemessungswert darüber hinaus auch meistens noch größere Tragfähigkeiten als die beiden in der DIN angegebenen Verfahren.

Aufgrund der vielen Eingangsparameter findet man in der Literatur keine Tabellen mit nach diesem Verfahren ermittelten Tragfähigkeiten. In /6/ sind Nomogramme hierfür angegeben.

Das Programm *##HVMT*, Verbindungsmittel, bietet hier eine hervorragende Möglichkeit, Tragfähigkeitstabellen für beliebige Situationen automatisch zu erstellen.

Unter bestimmten Bedingungen darf die **Seilwirkung**, die aus dem Auszieh Widerstand F_{ax} resultiert, zur Erhöhung der Tragfähigkeit berücksichtigt werden; beispielsweise bei Verbindungen mit Bolzen oder Gewindestangen.

Das Programm *##HVMT* bietet die Möglichkeit den Auszieh Widerstand F_{ax} zu berechnen und ggf. zur Erhöhung der Scherfestigkeit zu berücksichtigen.

Die hier beschriebenen Möglichkeiten geben dem Statiker eine Vielzahl von Varianten zur Berechnung der Tragfähigkeiten an die Hand.

So kann durch Anwendung des vereinfachten Verfahrens relativ schnell der Scherwiderstand berechnet werden.

Sind höhere Ausnutzungen gefragt, können mit den genaueren Verfahren und ggf. unter Zuhilfenahme des *Einhängeeffekts* (Seilwirkung) höhere Tragfähigkeiten ermittelt werden.

Somit bietet die neue DIN EN 1995 ein hohes Maß an Flexibilität. Durch die genaueren Berechnungsverfahren und die Vielzahl der Eingangsparameter ist der Rechenaufwand jedoch erheblich gestiegen.

Das Programm *##HVMT*, Verbindungsmittel, gibt dem Anwender an dieser Stelle ein leistungsfähiges Werkzeug an die Hand, das die komplizierten Berechnungen automatisiert.

Das Programm unterscheidet drei Anwendungsmodi.

- Widerstand für ein Verbindungsmittel
die Tragfähigkeit eines einzelnen Verbindungsmittels unter Vorgabe der erforderlich Material- und Geometrieparameter wird nachgewiesen
- Tragfähigkeitstabelle
eigene, angepasste Tragfähigkeitstabellen können erstellt werden
- Anschluss nachweisen
die Tragfähigkeitsnachweise für den Anschluss von zwei Hölzern werden geführt

4 Eingabefenster

4.1 Haupteingabefenster Widerstands- / Tabellenmodus

Das Haupteingabefenster enthält fünf Registerblätter, in denen die Eingabe der Parameter erfolgt.

Zu den einzelnen Registerblättern

- Register *Hölzer* im Widerstands- oder Tabellenmodus, s. Abs. 4.3, S. 16
- Register *Hölzer* im Anschlussmodus, s. Abs. 4.4, S. 18
- Register *Verbindungsmittel* (nur im Widerstands- oder Tabellenmodus), s. Abs. 4.5, S. 20
- Register *Anordnung* (nur im Anschlussmodus), s. Abs. 4.7, S. 33
- Register *Schnittgrößen* (nur im Anschlussmodus), s. Abs. 4.8, S. 35
- Register *Tabellenmodus* (nur im Tabellenmodus), s. Abs. 4.9, S. 41

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.



Über die Listbox *Berechnungsmodus* kann zwischen dem **Widerstandsmodus**, dem **Tabellenmodus** und dem **Anschlussmodus** gewechselt werden.

Im Widerstandsmodus berechnet das Programm die Tragfähigkeit auf Abscheren oder in Axialrichtung eines einzelnen Verbindungsmittels. Das dritte Registerblatt ist inaktiv.

Im Tabellenmodus können im nun aktivierten fünften Registerblatt Tragfähigkeitstabellen nach eigenen Vorgaben erstellt werden. Als Eingangsgrößen können verschiedene Parameter (Durchmesser, Bauteildicken, Kraft-Faser-Winkel, ...) variiert werden.

Im Anschlussmodus kann der Anschluss zweier Stäbe mit beliebigen Verbindungsmitteln nachgewiesen werden.

Hinter den Buttons liegen folgende Funktionen



in der Schalterstellung **an** wird nach jeder Eingabeänderung in der Bildschirmmaske automatisch eine Berechnung durchgeführt (nur im Widerstandsmodus aktiv)



in der Schalterstellung **aus** muss die Berechnung vom Benutzer durch Klicken des **Abacus**-Buttons gestartet werden (nur im Widerstandsmodus aktiv)



über den **Abacus** wird die Berechnung durchgeführt. Die Resultate erscheinen im Ergebnisfenster unten.



ruft den Dialog zum Schnittgrößenimport auf (nur im Anschlussmodus aktiv)



über diesen Button wird das Auswahl- und Verwaltungsfenster zu den Normen des Eurocodes und der zugehörigen nationalen Anwendungsdokumente geöffnet (s. DTE®-Handbuch)



... Eingabe der Druckeinstellungen, s. Abs. 4.10, S. 43



... Druckvorschau, s. Abs. 4.12, S. 45



... Druckdialog, s. Abs. 4.12, S. 45



... sichert die aktuellen Eingabedaten



... ruft die Hilfefunktion auf



... Verlassen des Programms

4.2

Haupteingabefenster Anschlussmodus

Das Haupteingabefenster hat im Anschlussmodus folgendes Aussehen. Zu den Funktionen der Buttons s. Abs. 4, S. 13.

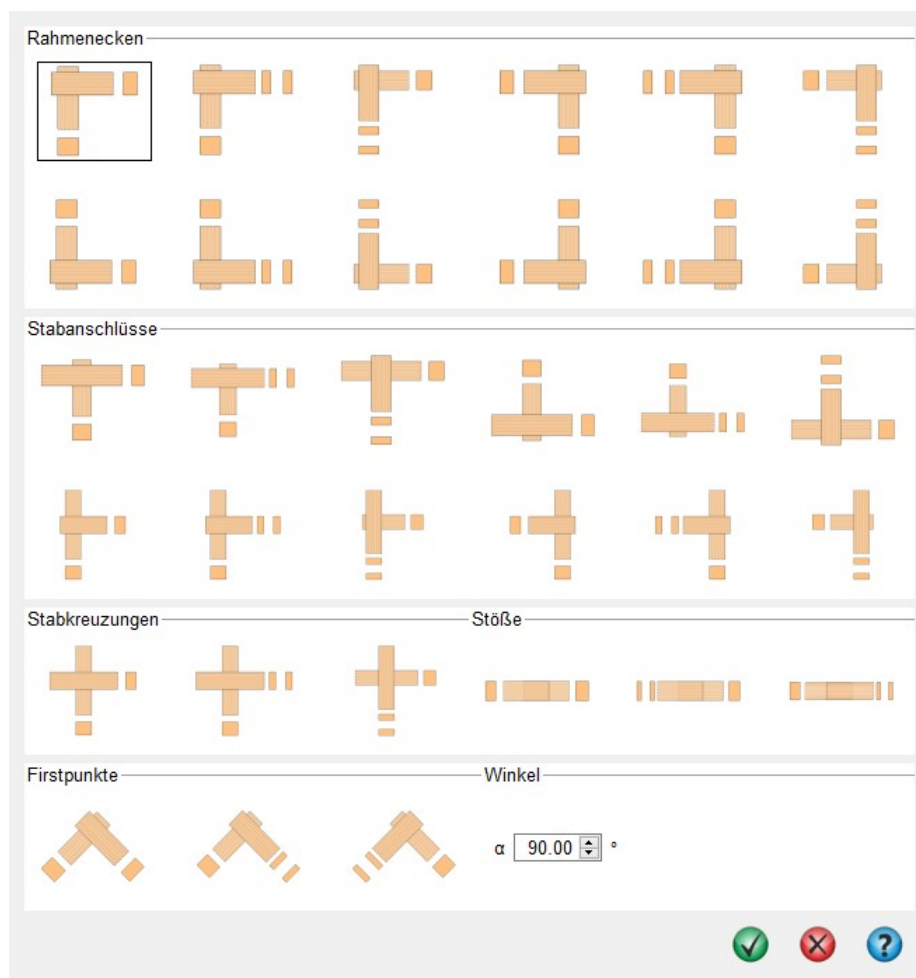
4.2.1

Vorlagen für Anschlüsse

Allgemeine Einstellungen

Anschlussstyp aus Vorlage wählen

Ein Klick auf den **Vorlagenbutton** im Register *Hölzer* (Abs. 4.4, S.18) öffnet dieses Fenster (nur im **Anschlussmodus**).



Die Anschlüsse sind gegliedert in

- Rahmenecken (L-förmige Anschlüsse)
- Stabanschlüsse (T-förmige Anschlüsse)
- Stabkreuzungen (Scherengelenke)
- Stöße (gerade Anschlüsse)
- Firstpunkte

Die Auswahl erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Symbols. Der gewählte Verbindungstyp wird nach Klick auf den grünen Haken übernommen. Alle vorgenommenen Einstellungen können im Haupteingabefenster geändert werden.

Winkel

α 90.00 °

Der Kreuzungswinkel wird im Winkeleingabefeld festgelegt.

4.3

Registerblatt Hölzer Widerstands- oder Tabellenmodus

Im ersten Registerblatt werden alle notwendigen Eingaben zum verwendeten Holz oder Holzwerkstoff eingestellt.

Allgemeine Einstellungen	Seitenhölzer	Mittenholz	Sichtbarkeit
Anschlussstyp aus Vorlage wählen <input type="radio"/> 1-schnittig <input checked="" type="radio"/> 2-schnittig (Zange)	Nutzungsklasse 1 <input checked="" type="radio"/> Nadelholz <input type="radio"/> Laubholz <input type="radio"/> Brettschichtholz DIN <input type="radio"/> Brettschichtholz EC <input type="radio"/> Baubuche GL70 <input type="radio"/> Baubuche Platte <input type="radio"/> Kerto-S <input type="radio"/> Kerto-Q <input type="radio"/> Steico LVL <input type="radio"/> OSB <input type="radio"/> Gipskarton <input type="radio"/> Sperrholz <input type="radio"/> Spanplatte <input type="radio"/> Faserplatte <input type="radio"/> Fermacell <input type="radio"/> Stahlblech <input type="radio"/> Aluminiumblech	Nutzungsklasse 1 <input checked="" type="radio"/> Nadelholz <input type="radio"/> Laubholz <input type="radio"/> Brettschichtholz DIN <input type="radio"/> Brettschichtholz EC <input type="radio"/> Baubuche GL70 <input type="radio"/> Baubuche Platte <input type="radio"/> Kerto-S <input type="radio"/> Kerto-Q <input type="radio"/> Steico LVL <input type="radio"/> OSB <input type="radio"/> Gipskarton <input type="radio"/> Sperrholz <input type="radio"/> Spanplatte <input type="radio"/> Faserplatte <input type="radio"/> Fermacell <input type="radio"/> Stahlblech <input type="radio"/> Aluminiumblech	Sichtbarkeit <div>Seitenhölzer</div> <div>Mittenholz</div>
Lasteinwirkungsdauer <input type="radio"/> ständig <input type="radio"/> lang <input checked="" type="radio"/> mittel <input type="radio"/> kurz <input type="radio"/> kurz/sehr kurz <input type="radio"/> sehr kurz			
Winkel der Hölzer δ <input type="text" value="-90.0"/> °			
Kraft-Faserwinkel zum Seitenholz α_1 <input type="text" value="0.0"/> °			
	C24 (S10) Dicke t <input type="text" value="100.0"/> mm Breite b <input type="text" value="260.0"/> min	C24 (S10) Dicke t <input type="text" value="200.0"/> mm Breite b <input type="text" value="330.0"/> min	

4.3.1

allgemeine Einstellungen

Die erste Spalte im Registerblatt enthält allgemeine Angaben zur Verbindung.

Die Verbindung kann einschnittig mit zwei Hölzern oder zweischnittig mit einem Mittelholz und zwei gleich starken Seitenhölzern ausgeführt werden.

Die **Lasteinwirkungsdauer** berücksichtigt den Einfluss der zeitabhängigen Faktoren auf die Bemessungswerte. Aus Lasteinwirkungsdauer und Nutzungsklasse wird der Beiwert k_{mod} ermittelt.

Die Bemessungswerte werden i.A. nach $X_d = k_{mod} \cdot X_k / \gamma_M$ berechnet.

Gehören Einwirkungen aus Lastkombinationen zu verschiedenen Klassen der Lasteinwirkungsdauer, ist gemäß /16/ und /1/ die Einwirkung mit der kürzesten Dauer maßgebend.

Die Lasteinwirkungsdauer kurz/sehr kurz ist nur bei Benutzung des NAD wirksam.

Bei Hölzern sind die Tragfähigkeiten abhängig vom **Kraftfaserwinkel**.

Um die Verhältnisse hinreichend zu beschreiben, ist die Eingabe des Winkels δ zwischen den Hölzern und des Kraftfaserwinkels zum Seitenholz α_1 erforderlich.

Allgemeine Einstellungen <input checked="" type="radio"/> 1-schnittig <input type="radio"/> 2-schnittig
Lasteinwirkungsdauer <input type="radio"/> ständig <input type="radio"/> lang <input checked="" type="radio"/> mittel <input type="radio"/> kurz <input type="radio"/> kurz/sehr kurz <input type="radio"/> sehr kurz
Winkel Winkel der Hölzer δ <input type="text" value="90.0"/> ° Kraft-Faserwinkel zum Seitenholz α_1 <input type="text" value="90.0"/> °

4.3.2

Seitenholz 1

Die zweite Spalte im Registerblatt enthält die erforderlichen Angaben zu Seitenholz 1. Aus **Nutzungsklasse** und Lasteinwirkungsdauer ergibt sich der Bemessungswert (s. Abs. 4.3.1, S. 16).

Nutzungsklasse 2
 Nutzungsklasse 1
 Nutzungsklasse 2
 Nutzungsklasse 3

Für das äußere Seitenholz stehen verschiedene Hölzer, Holzwerkstoffe und Stahl- oder Aluminiumbleche zur Auswahl.

In der Listbox wird die zur gewählten Holzart (Nadelholz, Laubholz, Brettschichtholz, OSB, ...) gehörende Materialgüte gewählt.

C24 (S10)
 C18
 C20
 C22
 C24 (S10)
 C27
 C30 (S13)
 C35
 C40
 C45
 C50

t bezeichnet die Materialdicke.

Dicke t 60,0 mm

Breite b 160,0 min

- ☒ Nadelholz
- ☐ Laubholz
- ☐ Brettschichtholz DIN
- ☐ Brettschichtholz EC
- ☐ Baubuche GL70
- ☐ Baubuche Platte
- ☐ Kerto-S
- ☐ Kerto-Q
- ☐ Steico LVL
- ☐ OSB
- ☐ Gipskarton
- ☐ Sperrholz
- ☐ Spanplatte
- ☐ Faserplatte
- ☐ Fermacell
- ☐ Stahlblech
- ☐ Aluminiumblech

b bezeichnet die Materialbreite. Durch Wahl der **min**-Option wird die kleinstmögliche Breite vom Programm eingesetzt.

4.3.3

Seitenholz 2

Die dritte Spalte im Registerblatt enthält die erforderlichen Angaben zu Seitenholz 2 oder bei zweischnittigen Verbindungen zum Mittelholz. Alle Eingaben sind analog zu denen von Seitenholz 1.

4.3.4

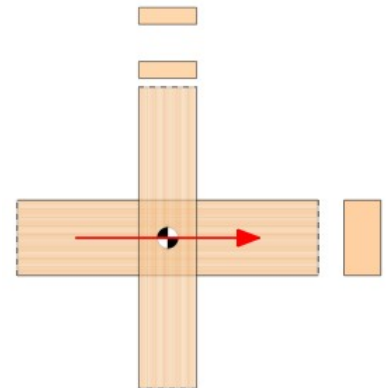
Systemplot

In der rechten Fensterhälfte wird zur Kontrolle der Eingabe ein maßstäblicher Systemplot mit den gewählten Hölzern und Winkeln angezeigt.

Mit den Schieberegler über dem Plot kann die Transparenz der beiden Hölzer eingestellt werden.

Sichtbarkeit

Seitenhölzer Mittenholz



4.3.5

Ergebnisfenster

Im Widerstandsmodus erscheint unter dem Systemplot das Ergebnisfenster mit den Tragfähigkeiten des gewählten Verbindungsmittels.

Hier werden die Scher- und Ausziehtragfähigkeiten des Verbindungsmittels angezeigt.

Im Erfolgsfalle ist der Hintergrund grün gefärbt.

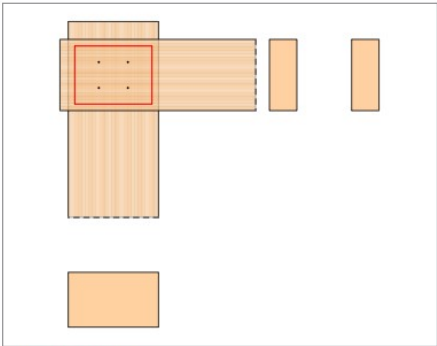
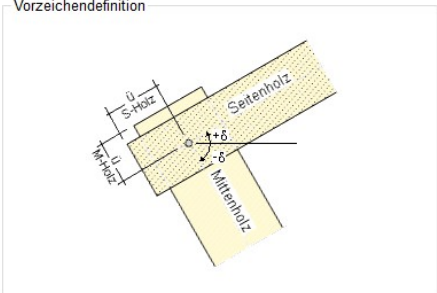
Im Falle einer fehlerhaften Berechnung erscheint eine Fehlermeldung vor rotem Hintergrund.

	charakteristisch	Bemessung
F _v Dübel	16667 N	10257 N
F _v Bolzen	11074 N	6815 N
Σ F_v	27741 N	17071 N
F_{ax,Zug}	27939 N	17193 N

Verbindungsmittel ist zu kurz

4.4 Registerblatt Hölzer Anschlussmodus

Im ersten Registerblatt werden alle notwendigen Eingaben zum verwendeten Holz oder Holzwerkstoff eingestellt.

Allgemeine Einstellungen	Seitenhölzer	Mittenholz	Sichtbarkeit
Anschlussstyp aus Vorlage wählen <input type="radio"/> 1-schnittig <input checked="" type="radio"/> 2-schnittig (Zange)	Nutzungsklasse 1 <input checked="" type="radio"/> Nadelholz <input type="radio"/> Laubholz <input type="radio"/> Brettschichtholz DIN <input type="radio"/> Brettschichtholz EC <input type="radio"/> Baubuche GL70 <input type="radio"/> Baubuche Platte <input type="radio"/> Kerto-S <input type="radio"/> Kerto-Q <input type="radio"/> Steico LVL <input type="radio"/> OSB <input type="radio"/> Gipskarton <input type="radio"/> Sperrholz <input type="radio"/> Spanplatte <input type="radio"/> Faserplatte <input type="radio"/> Fermacell <input type="radio"/> Stahlblech <input type="radio"/> Aluminiumblech C24 (S10) Dicke t 100.0 mm Breite b 260.0 mm	Nutzungsklasse 1 <input checked="" type="radio"/> Nadelholz <input type="radio"/> Laubholz <input type="radio"/> Brettschichtholz DIN <input type="radio"/> Brettschichtholz EC <input type="radio"/> Baubuche GL70 <input type="radio"/> Baubuche Platte <input type="radio"/> Kerto-S <input type="radio"/> Kerto-Q <input type="radio"/> Steico LVL <input type="radio"/> OSB <input type="radio"/> Gipskarton <input type="radio"/> Sperrholz <input type="radio"/> Spanplatte <input type="radio"/> Faserplatte <input type="radio"/> Fermacell <input type="radio"/> Stahlblech <input type="radio"/> Aluminiumblech C24 (S10) Dicke t 200.0 mm Breite b 330.0 mm	Sichtbarkeit Seitenhölzer <input type="checkbox"/> Mittenholz <input type="checkbox"/>  Vorzeichendefinition 

4.4.1 allgemeine Einstellungen

Die erste Spalte im Registerblatt enthält allgemeine Angaben zur Verbindung.

Allgemeine Einstellungen

Anschlussstyp aus Vorlage wählen

Zur Erleichterung der Eingaben können vordefinierten Anschlussstypen geladen werden. Ein Klick auf den Button **Anschlussstyp von Vorlage** öffnet das Auswahl-fenster (Abs. 4.2.1, S. 15).

- ☐ 1-schnittig
☒ 2-schnittig (Zange)

Die Verbindung kann einschnittig mit zwei Hölzern oder zweischnittig mit einem Mittelholz und zwei gleich starken Seitenhölzern ausgeführt werden.

Jedes der beiden Hölzer kann durchgehen oder am Anschlusspunkt enden. Deshalb muss über die Optionsbuttons gewählt werden, ob das Holz durchgeht (**beidseitig**) oder einseitig (**rechts** oder **links**) vom Anschlusspunkt wegführt.

Der Winkel bestimmt die Neigung des Holzes gegen die Horizontale (nach oben positiv).

Bei einseitigen Anschlüssen kann die Länge der Seite eingegeben werden, die am Anschlusspunkt endet. Dies ist wichtig, da das Holz u.U. zur Einhaltung der erforderlichen Mindestrandabstände verlängert werden muss.

Die Überstandslänge wird vom Knotenpunkt aus gemessen.

Bei Wahl der Option **schräg** wird der Überstand bei schiefwinkligen Anschlüssen parallel zum anderen Holz abgeschnitten.

Für das Mittenholz gelten sinngemäß die gleichen Angaben wie für die Seitenhölzer.

Seitenhölzer
<input type="radio"/> einseitig links <input checked="" type="radio"/> einseitig rechts <input type="radio"/> beidseitig
Winkel 0.00 ° Überstand ülinks 195.0 <input type="checkbox"/> schräg Überstand ürechts 520.0 <input type="checkbox"/> schräg

4.4.2

Seitenholz 1 und Seitenholz 2

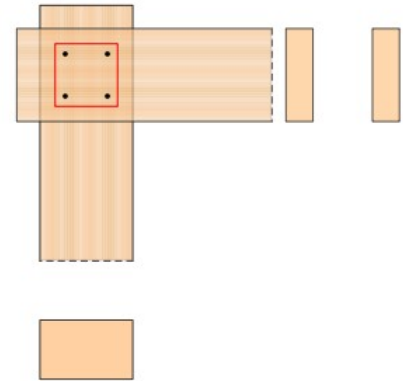
Die zweite Spalte im Registerblatt enthält die erforderlichen Angaben zu Seitenholz 1 wie unter Abs. 4.3.2, S. 17, beschrieben. Gleiches gilt für Seitenholz 2.

4.4.3

Systemplot

In der rechten Fensterhälfte wird zur Kontrolle der Eingabe ein maßstäblicher Systemplot mit den gewählten Hölzern und Winkeln gezeigt.

Mit den Schieberegler über dem Plot kann die Transparenz der beiden Hölzer eingestellt werden.

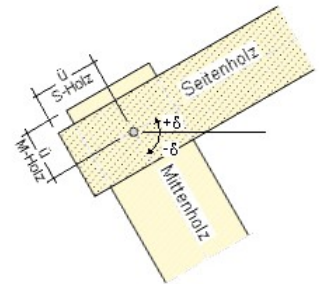


4.4.4

Vorzeichendefinition

Im **Anschlussmodus** erscheint unter dem Systemplot eine Skizze mit der Vorzeichendefinition der Stabwinkel und der Vermaßung der Holzberstnde.

Vorzeichendefinition



4.5

Registerblatt Verbindungsmittel Widerstands oder Tabellenmodus

Im zweiten Registerblatt werden alle notwendigen Eingaben zum verwendeten Verbindungsmittel vorgenommen.

Nägel

Nagel

Sondernagel

Klammer

Schrauben

Holzschraube

SPAX Senkkopf Teilgewinde

SPAX Tellerkopf Teilgewinde

SPAX Senkkopf Vollgewinde

SPAX benutzerdefiniert

ASSY-plus VG Zylinderkopf

ASSY-plus VG Senkfräst.kopf

ASSY benutzerdefiniert

Bolzen/Stabdübel

Ring-/Scheibendübel

d 1.60 mm

l 25 mm

☐ Benutzerdefiniert, alle Angaben in [mm]

d 1,6

d_{Kopf} 4,0

l 25,0

Optionen

☒ vorgebohrt

☐ Bauholz mit Fasersättigung (8.3.2(8))

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

☐ F_v,R_k gemäß 8.2.2(2) erhöhen
Bei 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 ΔF_v,R_k erhöht werden

☐ F_v,R_k gemäß 9.2.4.2 (5) erhöhen
Bei Tafeln mit allseitig schubsteif verbundenen Plattenrändern

4.5.1

Verbindungsmittel

Die Auswahlbox enthält alle verwendbaren Verbindungsmittel.

Ist die Wahl eines Typs aus bestimmten Gründen nicht möglich, beispielsweise Ringdübel A1 in Verbindung mit Stahllaschen, wird der betreffende Typ blass dargestellt und ist nicht auswählbar.

- > Nägel
- > Schrauben
- ▼ Bolzen/Stabdübel
 - Stabdübel
 - Bolzen
- ▼ Ring-/Scheibendübel
 - Ringdübel A1
 - Scheibendübel C1
 - Scheibendübel C5
 - Scheibendübel C10
 - Scheibendübel B1
 - Scheibendübel C2
 - Scheibendübel C11

4.5.2

Dimension

Unter der Verbindungsmittelauswahlbox werden die erforderlichen Angaben zur Dimension des gewählten Verbindungsmittels vorgenommen sowie ggf. zusätzliche Parameter eingegeben.

Bei Dübel- und Bolzenverbindungen steht eine feste Liste von Verbindungsmittelgrößen entspr. /1/, Anh. G, zur Auswahl.

- 95.00 mm
- 50.00 mm
- 62.00 mm
- 75.00 mm
- 95.00 mm
- 117.00 mm
- 140.00 mm
- 165.00 mm

Bei Nagel-, Schrauben- und Klammerverbindungen werden Durchmesser und Länge über die entsprechenden Listboxen gewählt.

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 Scheibendurchmesser vom Programm gewählt.

d 8.00 mm

l 120 mm

Güte FK 4.8

f_{u,k} 400,0

☐ Benutzerdefiniert, alle Angaben in [mm]

d 8,0

d_{Kopf} 13,0

l 120,0

d₁ 5,6

l_{ef,K} 72,0

☒ Unterlegscheibe

d_U 28,0

☐ automatisch

4.5.3

Optionen

In der rechten Hälfte des Registerblatts erscheinen in Abhängigkeit vom gewählten Verbindungsmittel zusätzliche Parameter oder Berechnungsoptionen.

Optionen

☒ vorgebohrt

☐ Bauholz mit Fasersättigung (8.3.2(8))

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

☐ 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

☐ F_v, R_k gemäß 9.2.4.2 (5) erhöhen
Bei Tafeln mit allseitig schubsteif verbundenen Plattenrändern

4.5.4

Besonderheiten der Verbindungsmittel

4.5.4.1

Nagelverbindungen

Zu den Nachweisen s. Abs. 5.6, S. 49. Durchmesser und Länge des Nagels werden über die entsprechenden Listboxen gewählt. Der Kopfdurchmesser wird vom Programm automatisch eingetragen.

Optional können alle Parameter benutzerdefiniert vorgegeben werden.

d 1.60 mm | 25 mm

☐ Benutzerdefiniert, alle Angaben in [mm]

d 1,6 | d_{Kopf} 4,0

l 25,0

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), eingehalten werden.

Diese Bedingung führt zu relativ großen Mindestholzdicke.

Bei Vergrößerung der Mindestnagelabstände zum Rand rechtwinklig zur Faser mindestens auf $10 d$ für $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$ und auf mindestens $14 d$ für $420 \text{ kg/m}^3 < \rho_k < 500 \text{ kg/m}^3$ darf eine verminderte Mindestholzdicke gemäß /16/, Gl. (8.19), bzw. /1/, Gl. (219), angesetzt werden.

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

Über diese Option kann gewählt werden, ob das Einschlagloch vorgebohrt wird. ☒ vorgebohrt
Der Herauszieh Widerstand $F_{ax, Rk}$ ist bei vorgebohrten Verbindungen = 0.

Gemäß /16/, 9.2.4.2 (5), bzw. /1/, 10.6 (4), gilt

"Werden bei Tafeln mit allseitig schubsteif verbundenen Plattenrändern für den Anschluss der Platten an die Rippen stiftförmige Verbindungsmittel verwendet, so dürfen die charakteristischen Tragfähigkeiten nach Abschnitt 12 mit um 20 % erhöhten Werten in Rechnung gestellt werden."

☒ F_v, R_k gemäß 9.2.4.2 (5) erhöhen
Bei Tafeln mit allseitig schubsteif verbundenen Plattenrändern

4.5.4.2

Klammerverbindungen

Zu den Nachweisen s. Abs. 5.6, S. 49. Über die Listboxen werden Durchmesser und Länge der Klammer gewählt.

Soll der Herauszieh Widerstand F_{ax} berechnet werden, ist die Eingabe der effektiven Länge l_{ef} erforderlich.

Durch Aktivierung der Option **Benutzerdefiniert** können freie Parameter eingegeben werden.

d 1.53 mm | 64 mm | $f_{u,k}$ 400,0

☐ Benutzerdefiniert, alle Angaben in [mm]

d 1,53 | $b_{Rücken}$ 5,5

l 64,0 | l_{ef} 64,0

Winkel Klammerrücken-Faser 0,0

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.

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 geharzt sein.

Infolge des Einhängeeffekts (Seilwirkung) darf ein Teil des Herauszieh Widerstands F_{ax} unter bestimmten Voraussetzungen gemäß /16/ und auch bei Fermacellplatten gemäß /4/ zur Erhöhung des Scherwiderstands $F_{v,Rk}$ angesetzt werden.

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

Gemäß /16/, 9.2.4.2 (5), bzw. /1/, 10.6 (4), gilt

"Werden bei Tafeln mit allseitig schubsteif verbundenen Plattenrändern für den Anschluss der Platten an die Rippen stiftförmige Verbindungsmittel verwendet, dürfen die charakteristischen Tragfähigkeiten nach Abschnitt 12 mit um 20 % erhöhten Werten in Rechnung gestellt werden."

☒ $F_{v,Rk}$ gemäß 9.2.4.2 (5) erhöhen
Bei Tafeln mit allseitig schubsteif verbundenen Plattenrändern

Zugfestigkeit des Stahls $f_{u,k}$

4.5.4.3

Holzschrauben

Zu den Nachweisen s. Abs. 5.6, S. 49. 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 der Klassen 2 und A nach /1/, Tab. 15, verwendet, sofern keine Unterlegscheibe gewählt wurde.

Die übrigen Optionen entsprechen denen der Nägel.

Durch Aktivierung der Option **Benutzerdefiniert** können freie Parameter eingegeben werden.

d_1 bezeichnet den Kerndurchmesser und
 l_{ef} die Gewindelänge

- ▼ Schrauben
 - Holzschraube
 - SPAX Senkkopf Teilgewinde
 - SPAX Tellerkopf Teilgewinde
 - SPAX Senkkopf Vollgewinde
 - SPAX benutzerdefiniert
 - ASSY-plus VG Zylinderkopf
 - ASSY-plus VG Senkfräst.kopf
 - ASSY benutzerdefiniert

☒ Benutzerdefiniert, alle Angaben in [mm]

d	<input type="text" value="4,0"/>	d_{Kopf}	<input type="text" value="7,0"/>
l	<input type="text" value="20,0"/>	d_1	<input type="text" value="2,8"/>
l_{ef}	<input type="text" value="12,0"/>		

4.5.4.4

SPAX-Schrauben

Zu den Nachweisen s. Abs. 5.6, S. 49. Eingabe und Berechnung erfolgen i.W. analog zu den Nagelverbindungen. Bzgl. der charakteristischen Werte für die Ausziehparameter $f_{1,k}$ und die Kopfdurchziehparameter $f_{2,k}$ werden die Werte gemäß /36/ und /37/ verwendet.

- SPAX Senkkopf Teilgewinde
- SPAX Tellerkopf Teilgewinde
- SPAX Senkkopf Vollgewinde

Zusätzlich können bei SPAX-Schrauben Einschraubwinkel zwischen 30° und 90° gewählt werden. Der Einschraubwinkel wird bei der Berechnung des Auszieh Widerstands berücksichtigt.

Einschraubwinkel [°]

☒ Kohlenstoffstahl

☐ rostfreier Stahl

☒ Unterlegscheibe

d_u ☒ automatisch

Die Schertragfähigkeit bleibt in der Berechnung unberührt vom Einschraubwinkel!

Über die Optionsknöpfe kann anstelle des üblichen Stahls auch rostfreier Stahl gewählt werden.

Bei Schrauben mit Senkkopf kann zudem eine Unterlegscheibe eingebaut werden. Bei Wahl der Option **automatisch** wird der Scheibendurchmesser in Abhängigkeit vom Schraubendurchmesser vom Programm eingesetzt.

4.5.4.5

SPAX-Schrauben benutzerdefiniert

Zu den Nachweisen s. Abs. 5.6, S. 49. Die SPAX-Zulassung /37/ ermöglicht die Herstellung einer Vielzahl von Schraubentypen mit unterschiedlichen Parametern.

Um dem Anspruch einer größtmöglichen Flexibilität gerecht zu werden, erlaubt das Programm daher die Eingabe frei definierter SPAX-Schrauben auf Basis der Zulassung.

Schrauben
Holzschraube
SPAX Senkkopf Teilgewinde
SPAX Tellerkopf Teilgewinde
SPAX Senkkopf Vollgewinde
SPAX benutzerdefiniert
ASSY-plus VG Zylinderkopf
ASSY-plus VG Senkfräst.kopf
ASSY benutzerdefiniert



Ob der gewählte Schraubentyp lieferbar ist, muss vom Anwender sichergestellt werden!

In der ersten Eingabezeile kann eine Bezeichnung der Schraube eingegeben werden.

Über die Listboxen werden Kopfform, Gewindeteil und die Schraubenspitze gewählt.

Als Material können Kohlenstoffstahl oder rostfreier Stahl gewählt werden.

Optional kann eine Unterlegscheibe gewählt werden.

Folgende geometrische Parameter können eingegeben werden

d Durchmesser

l Länge

$l_{ef,K}$ Länge des Gewindes unter dem Kopf

$l_{ef,S}$ Länge des Gewindes von der Spitze aus gemessen

d_U Durchmesser der Unterlegscheibe

Benutzerdefiniert, alle Angaben in [mm],[°]

Name

Kopf

Gewinde

Spitze

d d_{Kopf}

l d_1

☒ Kohlenstoffstahl ☐ rostfreier Stahl

Gewindelängen

$l_{ef,K}$ Spitze $l_{ef,S}$

☒ Unterlegscheibe

d_U ☐ automatisch

Einschraubwinkel

4.5.4.6

Würth-ASSY-plus VG-Schrauben

Zu den Nachweisen s. Abs. 5.6, S. 49. Eingabe und Berechnung erfolgen i.W. analog zu den Nagelverbindungen.

ASSY-plus VG Zylinderkopf
ASSY-plus VG Senkfräst.kopf

Bezüglich der charakteristischen Werte für die Ausziehparameter f_{ax} und die Kopfdurchziehparameter f_{head} werden die Werte gemäß /14/ bzw./15/ verwendet.

Zusätzlich können bei ASSY-Schrauben Einschraubwinkel zwischen 30° und 90° gewählt werden. Der Einschraubwinkel wird bei der Berechnung des Auszieh Widerstands berücksichtigt. Die Schertragfähigkeit bleibt in der Berechnung vom Einschraubwinkel unberührt!

Über die Optionsknöpfe kann anstelle des üblichen Stahls rostfreier Stahl gewählt werden.

Bei Schrauben mit Senkkopf kann eine Unterlegscheibe eingebaut werden. Bei Wahl der Option **automatisch** wird der Scheibendurchmesser in Abhängigkeit vom Schraubendurchmesser vom Programm eingesetzt.

Einschraubwinkel [°]

☒ Kohlenstoffstahl

☐ rostfreier Stahl

☒ Unterlegscheibe

d_U ☒ automatisch

Bei Verwendung von Douglasien sind gemäß /15/, A.1.4.1, bei nicht vorgebohrten Schrauben die Mindestabstände in Faserrichtung um 50% zu erhöhen.

☒ Douglasie
gemäß ETA-11/0190, A.1.4.1 müssen bei Douglasien und bei nicht vorgebohrten Schrauben die Mindestabstände in Faserrichtung um 50% erhöht werden

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

☒ Fichte, Tanne, Kiefer
gemäß ETA-11/0190, 4.2 dürfen Schrauben mit $\varnothing \geq 8$ mm ohne Vorbohren nur in die Holzarten Fichte, Tanne oder Kiefer eingeschraubt werden

4.5.4.7

Würth-ASSY-Schrauben benutzerdefiniert

Zu den Nachweisen s. Abs. 5.6, S. 49. Die Würth-Zulassung /63/ ermöglicht die Herstellung einer Vielzahl von Schraubentypen mit unterschiedlichen Parametern.

Um dem Anspruch einer größtmöglichen Flexibilität gerecht zu werden, erlaubt das Programm daher die Eingabe frei definierter ASSY-Schrauben auf Basis der Zulassung.

- ▼ Schrauben
 - Holzschraube
 - SPAX Senkkopf Teilgewinde
 - SPAX Tellerkopf Teilgewinde
 - SPAX Senkkopf Vollgewinde
 - SPAX benutzerdefiniert
 - ASSY-plus VG Zylinderkopf
 - ASSY-plus VG Senkfräst.kopf
 - ASSY benutzerdefiniert



Ob der gewählte Schraubentyp lieferbar ist, muss vom Anwender sichergestellt werden!

In der ersten Eingabezeile kann eine Bezeichnung für die Schraube eingegeben werden.

Über die Listboxen können Kopfform, Gewindeteil und die Schraubenspitze gewählt werden.

Als Material können Kohlenstoffstahl oder rostfreier Stahl gewählt werden.

Optional kann eine Unterlegscheibe gewählt werden. Hierbei kann zwischen einer gepressten und einer gedrehten Scheibe gewählt werden.

Folgende geometrische Parameter können eingegeben werden

d Durchmesser

l Länge

$l_{ef,K}$ Länge des Gewindes unter dem Kopf

$l_{ef,S}$ Länge des Gewindes von der Spitze aus gemessen

d_U Durchmesser der Unterlegscheibe

Benutzerdefiniert, alle Angaben in [mm]

Name

Kopf

Gewinde

Spitze

d d_{Kopf}

l d_1

☒ Kohlenstoffstahl ☐ rostfreier Stahl

Gewindelängen

$l_{ef,K}$ $l_{ef,S}$

☒ Unterlegscheibe

☒ gepresst ☐ gedreht

d_U ☐ automatisch

Einschraubwinkel

4.5.4.8

HECO-Schrauben

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

Bzgl. der charakteristischen Werte für die Ausziehparameter $f_{1,k}$ und die Kopfdurchziehparameter $f_{2,k}$ werden die Werte gemäß /95/ verwendet.

Über die Optionsknöpfe kann anstelle des üblichen Stahls rostfreier Stahl gewählt werden.

Bei Schrauben mit Senkkopf kann zudem eine Unterlegscheibe eingebaut werden. Bei Wahl der Option automatisch wird der Scheibendurchmesser in Abhängigkeit vom Schraubendurchmesser vom Programm eingesetzt.

- Kombisechskantkopf Vollgewinde
- Kombisechskantkopf Teilgewinde
- Rundkopf Var. Vollgewinde
- Senkkopf Vollgewinde
- TCS Senkkopf Var. Vollgewinde
- TCS Senkkopf Teilgewinde
- Senkkopf Fräst. Var. Vollgew.
- Senkkopf Fräst. Vollgewinde
- Senkkopf Fräst. Teilgewinde
- Tellerkopf Var. Vollgewinde
- Tellerkopf Teilgewinde
- Tellerkopf Vollgewinde
- Zylinderkopf Vollgewinde
- Zylindersenkkopf Vollgewinde

☒ Kohlenstoffstahl ☐ rostfreier Stahl

☒ Unterlegscheibe

d_U ☒ automatisch

4.5.4.9

Sondernägel

Zu den Nachweisen s. Abs. 5.6, S. 49. 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.15, entnommen.

d 3.40 mm | l 60 mm | $f_{u,k}$ 400,0

☐ Benutzerdefiniert, alle Angaben in [mm] —

d 3,4 | d_{Kopf} 6,8

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

Tragfähigkeitsklasse gemäß Tab NA.16 —

☐ 1 ☒ A

☒ 2 ☐ B

☐ 3 ☐ C

☐ ☐ D

☐ ☐ E

☐ ☐ F

Gemäß /41/, NCI Zu 8.3.2 (NA.13), bzw. /1/, 12.8.1 (8), darf bei Verbindungen mit Sondernägeln in vorgebohrten Nagel-
löchern 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.

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

Zugfestigkeit des Stahls $f_{u,k}$ 400,0

Die übrigen Optionen entsprechen denen der Nägel.

4.5.4.10

Stabdübel

Zu den Nachweisen s. Abs. 5.3, S. 47. Zur Auswahl stehen die Stabdübel entspr. /16/, 8.6.

d 6.00 mm

Güte S235 (1052)

S235 (1052)

S275 (1052)

S355 (1052)

6.00 mm

8.00 mm

10.00 mm

12.00 mm

16.00 mm

20.00 mm

24.00 mm

Die zugehörige Stahlgüte ist entspr. DIN EN 1993 auszuwählen.

4.5.4.11

Bolzen

Zu den Nachweisen s. Abs. 5.3, S. 47. Passbolzen, Bolzen und Gewindestangen werden entspr. /16/, 8.5 und 8.6, bzw. /1/, 12.1 (1), als stiftförmige Verbindungsmittel behandelt.

Die zugehörige Stahlgüte ist entspr. DIN EN 1993 auszuwählen.

d 6.00 mm

Güte FK 4.8

FK 3.6

FK 4.6

FK 4.8

FK 5.6

FK 5.8

FK 8.8

fuk frei

6.00 mm

8.00 mm

10.00 mm

12.00 mm

16.00 mm

20.00 mm

24.00 mm

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

Unterlegscheibe —

d_U 56,0 ☒ automatisch

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

Durch Wahl der Option **automatisch** wird der Scheibendurchmesser gemäß /8/, Tafel 9.38c, gewählt. Die Option ist auch im Tabellenmodus wirksam.

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

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 Einhängeeffekts darf ein Teil des Herausziehwi-
derstands $F_{ax,Rk}$ gemäß /16/, 8.2.2, zur Erhöhung des
Scherwiderstands $F_{v,Rk}$ angesetzt werden.

Maßgebend für den Ausziehwiderstand $F_{ax,Rk}$ 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

4.5.4.12

Ring- und Scheibendübel

Zu den Nachweisen s. Abs. 5.1, S. 46, bzw. Abs. 5.2, S. 46. Verbindungen mit Ring- oder
Scheibendübeln sind als Einheit mit einem Bolzen auszuführen, der die Aufgabe hat, ein Ausei-
nanderfallen der Verbindung zu verhindern.

Bei Scheibendübeln Typ C setzt sich die Tragfähigkeit aus der Summe der Ein-
zeltragfähigkeiten von Bolzen und Dübel zusammen. Bei Ringdübeln A1 und
Scheibendübeln B1 wird eine Gesamttragfähigkeit der Verbindungseinheit be-
rechnet.

Der zugehörige Bolzendurchmesser unterliegt bestimmten Bedingungen, die von
der Dübelgröße abhängen. Die nicht zulässigen Durchmesser sind daher blass
dargestellt und nicht auswählbar.

Zum gewählten Bolzen ist eine Festigkeitsklasse anzugeben.

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

Verbindungen mit Gewindestangen werden gemäß /41/,
12.4, berechnet.

Infolge des Einhängeeffekts darf ein Teil des Herausziehwi-
derstands $F_{ax,Rk}$ gemäß /16/, 8.2.2, zur Erhöhung des
Scherwiderstands $F_{v,Rk}$ angesetzt werden.

- ☒ als Passbolzen
☒ als Gewindestange

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

d 10.00 mm ▾

6.00 mm
8.00 mm
10.00 mm
12.00 mm
16.00 mm
20.00 mm
24.00 mm

Güte FK 4.8 ▾

FK 3.6
FK 4.6
FK 4.8
FK 5.6
FK 5.8
FK 8.8
fuk frei

4.5.5

Berechnungseinstellungen

In der rechten Fensterhälfte befinden sich die Einstellungen zum Berechnungsverfahren.

DIN EN 1995 in Verbindung mit dem NAD geben dem Statiker verschiedene Bemessungsverfahren (Abs. 3, S. 11) an die Hand. Die Verfahren beruhen gemeinsam auf der Theorie von Johansen (1949).

Beim genauen Verfahren aus /16/, 8.2.2, werden verschiedene auf der Fließgelenktheorie beruhende Versagensfälle untersucht, von denen derjenige mit der geringsten Tragfähigkeit maßgebend wird.

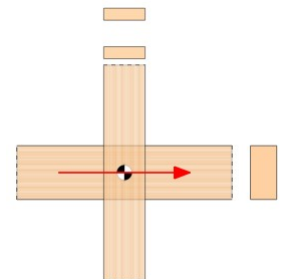
Da die Anwendung dieses Verfahrens sehr aufwendig ist, steht alternativ das vereinfachte Verfahren nach /17/, 8.2 ff. zur Verfügung.

In den Erläuterungen zur DIN 1052, /2/, wird darüber hinaus die Möglichkeit beschrieben, die Bemessungswerte aufgrund der in /1/, Anh. G.2, beschriebenen Versagensfälle durch Einsetzen der Bemessungswerte von $f_{h,d}$ und $M_{y,d}$ zu bestimmen. Diese Variante liefert i.d.R. die höchsten Tragfähigkeiten, da hier die verschiedenen Einflüsse der Holzfeuchte und der Lasteinwirkungsdauer am besten berücksichtigt werden.

- Berechnungsverfahren
- ☐ Vereinfachter Nachweis NA-Deutschland
 - ☒ Genauer Nachweis (EC 5, 8.2.2)
 - ☐ Bemessungswerte-Verfahren
(mit $f_{h,d}$ und $M_{y,d}$ rechnen)

Systemplot

In der rechten Fensterhälfte unter den Berechnungseinstellungen wird zur Kontrolle der Eingabe ein maßstäblicher Systemplot mit den gewählten Hölzern und Winkeln angezeigt.



Ergebnisfenster (nur im **Widerstandsmodus**)

In der rechten Fensterhälfte unter dem Systemplot befindet sich das Ergebnisfenster. Hier werden die Scher- und Ausziehtragfähigkeiten des Verbindungsmittels angezeigt. Im Erfolgsfalle ist der Hintergrund grün gefärbt.

	charakteristisch	Bemessung
F_v Dübel	16667 N	10257 N
F_v Bolzen	11074 N	6815 N
ΣF_v	27741 N	17071 N
$F_{ax,Zug}$	27939 N	17193 N

Im Falle einer fehlerhaften Berechnung erscheint eine Fehlermeldung vor rotem Hintergrund.

Verbindungsmittel ist zu kurz

4.6

Verbindungsmittel Anschlussmodus

Das Eingabefenster für die Verbindungsmittel im Anschlussmodus wird über das Registerblatt *Anordnung* (Abs. 4.7, S. 33) aufgerufen.

Verbindungsmittel

Bolzen

Durchmesser d: 6.00 mm

Güte: FK 3.6

$f_{u,k}$: 300,0

Unterlegscheibe: d_u 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	$a_{3,l}$	$a_{4,l}$	$a_{3,c}$	$a_{4,c}$
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.

4.6.1

Anordnung der Verbindungsmittel

Die Verbindungsmittel werden auf die Stabachse bezogen rasterförmig angelegt. Der Ursprung liegt im Schnittpunkt der Stabachsen. Das Raster besteht aus Zeilen (senkrecht zur Faser) und Spalten (parallel zur Faser).

Hier werden die Anzahlen der Zeilen und Spalten und die Abstände der Spalten (a_1) und Zeilen (a_2) eingegeben. Die Bezeichnungen a_1 (in Faserrichtung) und a_2 (senkrecht zur Faserrichtung) entsprechen denen des Eurocode.

Anordnung

Zeilen: 5 Abstand a_2 : 25 ☐ min

Spalten: 6 Abstand a_1 : 32 ☒ min

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.

☐ wechselseitig

☒ 2-seitig

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.

4.6.2

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.

Bei Nagel-, Schrauben- und Klammerverbindungen können die Größenangaben auch frei eingegeben werden. Bei Bolzen oder Schrauben können Unterlegscheiben gewählt werden. Durch Aktivierung des Optionsknopfs **automatisch** wird der passende Unterlegscheibendurchmesser vom Programm gewählt.

Bei Bolzen und Stabdübeln muss eine Materialgüte gewählt werden. Das Feld $f_{u,k}$ wird aktiv, wenn als Güte **frei** gewählt wird.

4.6.2.1

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.

4.6.2.2

Nagelverbindungen

Zu den Nachweisen s. Abs. 5.6, S. 49. 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.

4.6.2.3

Klammerverbindungen

Zu den Nachweisen s. Abs. 5.6, S. 49.

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

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

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

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

Nach /16/, 8.3.2(8), gilt

☒ 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.

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

☒ geharzt

☒ $F_{v,Rk}$ gemäß 8.2.2(2) erhöhen

Bei einschneidigen 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

4.6.2.4

Schrauben

Zu den Nachweisen s. Abs. 5.6, S. 49.

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	<input checked="" type="checkbox"/> automatisch
-------	------	---

4.6.2.5

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

Zu den Nachweisen s. Abs. 5.6, S. 49.

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	<input type="checkbox"/> 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

4.6.2.6

Sondernägel

Zu den Nachweisen s. Abs. 5.6, S. 49.

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.

Nagel

Durchmesser d
2.20 mm

Länge l
30 mm

☒ Benutzerdefiniert, alle Angaben in [mm]

d
2,2

d_{Kopf}
5,5

l
30,0

☐ 1
☒ 2
☐ 3

☒ 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

4.6.2.7

Stabdübel

Zu den Nachweisen s. Abs. 5.3, S. 47.

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)

4.6.2.8

Bolzen

Zu den Nachweisen s. Abs. 5.3, S. 47.

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

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

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

Verbindungen mit Gewindestangen werden gemäß /41/, NCI NA.8.5.3, bzw. /1/, 12.4, berechnet. Der wirksame Durchmesser wird gemäß Abs. 4.5.4.11, S. 25, angesetzt

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

Unterlegscheibe

d_U 34,0

☐ automatisch

☒ als Passbolzen

☒ als Gewindestange

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

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

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

☒ $F_{v,Rk}$ 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

4.6.2.9

Ring- und Scheibendübel

Zu den Nachweisen s. Abs. 5.1, S. 46, bzw. Abs. 5.2, S. 46.

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

Bei Scheibendübeln Typ C setzt sich die Tragfähigkeit aus der Summe der Einzeltragfähigkeiten von Bolzen und Dübel zusammen. Bei Ringdübeln A1 und Scheibendübeln B1 wird eine Gesamttragfähigkeit der Verbindungseinheit berechnet.

Der zugehörige Bolzendurchmesser unterliegt bestimmten Bedingungen, die von der Dübelgröße abhängen. Die nicht zulässigen Durchmesser werden in der Auswahlliste inaktiv dargestellt.

Bolzen
d Güte

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 Einhängeneffekts darf ein Teil des Herausziehwiderstands $F_{ax,Rk}$ 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

Registerblatt Anordnung im Anschlussmodus

In diesem Register werden die Anzahl und die Anordnung des gewählten Verbindungsmittels eingegeben. Die Wahl des Verbindungsmittels selbst erfolgt durch einen Klick auf den betreffenden Verbindungsmittelbutton (Abs. 4.6, S. 28).

Eine Darstellung des Knotenpunkts mit den eingesetzten Verbindungsmittel erscheint in der rechten Fensterhälfte. Die Sichtbarkeit von Mitten- und Seitenhölzern kann mit den Schiebereglern über dem Bild eingestellt werden. Der zulässige Bereich zum Einsetzen von Verbindungsmittel ist durch ein rotes Polygon umfasst.

Randabstände

Seitenhölzer

☒ oben Zug (a4t)
☒ unten Zug (a4t)
☐ links Zug (a3t)
☐ rechts Zug (a3t)

Mittenholz

☐ oben Zug (a4t)
☐ unten Zug (a4t)
☐ links Zug (a3t)
☐ rechts Zug (a3t)

Anordnung

☐ Raster (Raute)
☐ Raster (orthogonal zum Seitenholz)
☒ Raster (orthogonal zum Mittenholz)
☐ 1 Kreis
☐ 2 Kreise

Raster

Zeilen Abstand a_1 parallel zur Faser ☐ min
 Spalten Abstand a_2 senkrecht zur Faser ☐ min

Verbindungsmittel Raster

Kreis(e)

Radius Startwinkel [°]
 ☐ max Anzahl ☐ max
 ☐ max Anzahl ☐ max

Nachfolgend werden die einzelnen Eingabeoptionen erläutert.

Die Verbindungsmittel werden auf die Stabachse bezogen rasterförmig angelegt. Der Ursprung liegt im Schnittpunkt der Stabachsen. Das Raster besteht aus Zeilen (senkrecht zur Faser) und Spalten (parallel zur Faser).

Zur Einhaltung der erforderlichen Mindestrandabstände ist über die entsprechenden Optionsbuttons anzugeben, welche Ränder Zugränder sind.

Der zulässige Bereich für Verbindungsmittel wird in der Systemdarstellung als rotes Polygon dargestellt.

Die Verbindungsmittel können raster- oder kreisförmig angeordnet werden. Über die Optionsbuttons können folgende Varianten gewählt werden

- rasterförmig als Raute (bei schiefwinkligen Anschlüssen)
- rasterförmig orthogonal zum Seitenholz
- rasterförmig orthogonal zum Mittenholz
- ein **Kreis**
- zwei **Kreise**

Randabstände

Seitenhölzer

☐ oben Zug (a4t)
☐ unten Zug (a4t)
☐ links Zug (a3t)
☐ rechts Zug (a3t)

Mittenholz

☒ oben Zug (a4t)
☒ unten Zug (a4t)
☐ links Zug (a3t)
☐ rechts Zug (a3t)

Anordnung

☐ Raster (Raute)
☐ Raster (orthogonal zum Seitenholz)
☒ Raster (orthogonal zum Mittenholz)
☐ 1 Kreis
☐ 2 Kreise

Bei rasterförmiger Anordnung müssen neben der Anzahl der Verbindungsmittelzeilen und -spalten, die Abstände parallel und senkrecht zur Faserrichtung eingegeben werden.

Bei Wahl der Option **min** wird der betreffende Abstand auf den zulässigen Minimalwert gesetzt.

Anklicken des Buttons **Verbindungsmittel** öffnet das entsprechende Auswahlfenster (Abs. 4.6, S. 28).

Raster

Zeilen	<input type="text" value="2"/>	Abstand a_1 parallel zur Faser	<input type="text" value="100.0"/>	<input type="checkbox"/> min
Spalten	<input type="text" value="2"/>	Abstand a_2 senkrecht zur Faser	<input type="text" value="80.0"/>	<input type="checkbox"/> min

Bei kreisförmiger Anordnung müssen Radius und Anzahl der Verbindungsmittel gewählt werden.

Bei Wahl der Option **max** wird der Radius bzw. die Anzahl auf den Maximalwert gesetzt.

Kreis(e)

Radius	<input type="text" value="400"/>	<input type="checkbox"/> max	<input type="button" value="Verbindungsmittel"/>	Anzahl	<input type="text" value="20"/>	<input type="checkbox"/> max	<input type="text" value="0"/>	Startwinkel [°]	<input type="text" value="0"/>
	<input type="text" value="400"/>	<input type="checkbox"/> max	<input type="button" value="Verbindungsmittel"/>	Anzahl	<input type="text" value="15"/>	<input type="checkbox"/> max	<input type="text" value="0"/>		

Über den Startwinkel kann die Position des ersten Verbindungsmittels gesetzt werden. Somit werden alle Verbindungsmittel im Kreis um den Startwinkel gedreht.

Diese Drehung kann maßgebend sein, da hiervon abhängt, wie viele Verbindungsmittel in Faserrichtung hintereinander liegen und somit in ihrer Tragfähigkeit abgemindert werden müssen.

Ein Klick auf den Button **Verbindungsmittel** öffnet das entsprechende Auswahlfenster (Abs. 4.6, S. 28).

Registerblatt Schnittgrößen/Nachweise im Anschlussmodus

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

Die Einstellungen für die Nachweise erfolgen über die **Options**-Buttons in der rechten Fensterhälfte. Die Ausnutzungen werden nach durchgeführter Berechnung grafisch unter den Nachweisoptionen angezeigt.

Falls die Schnittgrößen mit den Stabwerksprogrammen *44-NISI* oder *44-FRAP* berechnet wurden, sollte die Importfunktion des Programms genutzt werden, um die gelesenen Schnittkräfte automatisch in das richtige Koordinatensystem zu transformieren.

Lastkombination	Stab	Nd [kN]	Md [kNm]	Vd [kN]	kmod [-]
KLED	Seitenholzer links	0.000	-6.500	26.000	0.800
	Mittenholz rechts	0.000	6.500	26.000	0.000
	$\Sigma H, \Sigma M, \Sigma V$	0.000	0.000	0.000	

Falls $\Sigma H, \Sigma M$ oder $\Sigma V \neq 0$: resultierende Kraft oder Auflager ansetzen an:
☐ Seitenholzer ☒ Mittenholz

neue Schnittgrößenkombination, Kräfte in kN, Winkel in °

Alle Lasten löschen

Nachweise

- ☒ Nachweis der angeschlossenen Stäbe
 - ☒ kh-Wert berücksichtigen
 - ☐ 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)
- ☒ Nachweis der Verbindungsmittel
 - ☐ Vereinfachter Nachweis NA-Deutschland
 - ☒ Genauer Nachweis (EC 5, 8.2.2)
 - ☐ Bemessungswerte-Verfahren

Verbindungsmittel: 68 %
 Tragfähigkeit Seitenholz links: 55 %
 Tragfähigkeit Mittenholz rechts: 25 %
 Lochleibung: 14 %

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

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 automatisch berechnete k_{mod} -Wert. 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. Über die Einstellung **frei** 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, die in der Zeile unter den Stabschnittgrößen angezeigt werden.

Im Normalfall sollten alle drei Summen gleich Null sein. Ist eine der Summen ungleich Null bedeutet dies, dass im Knotenpunkt eine äußere Last angreift oder dass sich im Knotenpunkt ein Auflager befindet. Ist eine der Summen ungleich Null und es greift weder eine äußere Last im Knotenpunkt an noch ist dort ein Auflager, liegt ein Fehler vor und die Eingaben sollten überprüft werden.

Ein Klick auf die Eingabezelle mit dem **Mülleimersymbol** löscht die betreffende Schnittgrößen-

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

4.8.1

Nachweisoptionen

Rechts unter der Prinzipskizze für die Schnittgrößen werden die Nachweisoptionen eingestellt.

Es können Tragfähigkeitsnachweise für die Stäbe bzw. Bleche und die Verbindungsmittel geführt werden. Nachfolgend werden die einzelnen Optionen erläutert.

Alle Stäbe werden nach /16/, 6, für Biegung, Zug, Druck und Schub nachgewiesen. Der Nachweis erfolgt unter Berücksichtigung der Querschnittsschwächungen durch die Verbindungsmittel.

☒ Nachweis der angeschlossenen Stäbe

Gemäß /16/, 3.2 (3), darf die Biegefestigkeit bzw. die Zugfestigkeit von Vollholz um den Höhenbeiwert k_h erhöht werden.

☒ k_h -Wert berücksichtigen

Gemäß /17/ NCI NA.8.1.6 (NA.1) darf bei symmetrisch ausgeführten Zugverbindungen mit Schrauben, Bolzen, Passbolzen und Nägeln in nicht vorgebohrten Nagellöchern beim Nachweis der Tragfähigkeit der einseitig beanspruchten Bauteile das Zusatzmoment vereinfacht durch eine Verminderung des Bemessungswerts der Zugtragfähigkeit um ein Drittel berücksichtigt 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)

Gemäß /17/ NCI NA.8.1.6 (NA.4) darf bei Zuganschlüssen mit anderen Verbindungsmitteln ohne Maßnahmen zur Verhinderung der Verkrümmung der Nachweis entspr. Absatz (NA.1) durch eine Verminderung des Bemessungswerts der Zugtragfähigkeit um 60 % geführt werden.

Die Verbindungsmittel werden nach /16/, 8, nachgewiesen. Über die **Options**-Buttons 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.

Gemäß /16/, Anhang A, kann bei Stahlblech-Holz-Verbindungen mit mehreren stiftförmigen Verbindungsmitteln, die durch eine Kraftkomponente in Faserrichtung nahe am Hirnholzende beansprucht werden, ein Scherversagen entlang der äußeren Verbindungsmittelreihen oder infolge Zugversagens des Holzes auftreten.

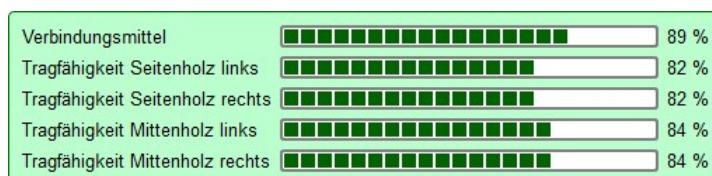
☒ Blockscherversagen

Durch Aktivierung der Option wird der Nachweis des Blockscherversagens geführt, sofern die erforderlichen Bedingungen erfüllt sind.

4.8.2

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.



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.

Hierbei ist es sehr hilfreich, den Kontrollpunkten Namen zu geben mit denen sie sich leicht zu den passenden Anschlussstäben zuordnen lassen (z.B. *Seitenholz links*, *Seitenholz rechts*, *Mittenholz links*, *Mittenholz rechts*).

Bevor der **Importbutton** gedrückt wird, sollten nur die Stäbe aktiv sein, die auch importiert werden sollen.

Ausführliche Informationen zum Export können dem DTE®-Schnittgrößenexport (s. DTE®-Handbuch) entnommen werden.



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

Das Programm *##*-HVMT, Verbindungsmittel, führt eine einachsige Bemessung durch.



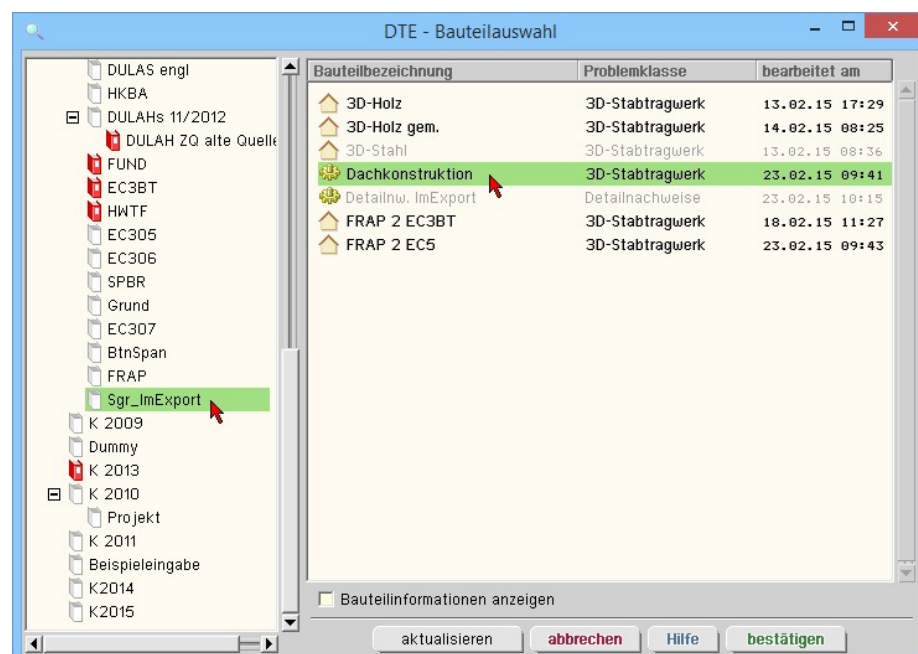
Wenn Schnittgrößen aus dem räumlichen Stabwerksprogramm *##*-FRAP zum Nachweis eines Anschlusses übernommen werden sollen, sind zusätzliche Bedingungen zu beachten.

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®-Bauteilauswahl (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.

Mittenholz links	😊 Punkt 1: Stab 1 bei s = 2.00 m	Mittenholz links Material: Holz, Querschnitt: Rechteck mit b=10.0cm, d=20.0cm
Seitenholz links	😊 Punkt 2: Stab 2 bei s = 2.50 m	Seitenholz links Material: Holz, Querschnitt: Rechteck mit b=10.0cm, d=22.0cm
Mittenholz rechts	😊 Punkt 3: Stab 3 bei s = 2.00 m	Mittenholz rechts Material: Holz, Querschnitt: Rechteck mit b=10.0cm, d=20.0cm
nicht identifiziert	😊 Punkt 4: Stab 4 bei s = 2.50 m	Seitenholz rechts Material: Holz, Querschnitt: Rechteck mit b=10.0cm, d=22.0cm

Seitenholz links
 Seitenholz rechts
 Mittenholz links
 Mittenholz rechts
 <abwählen>

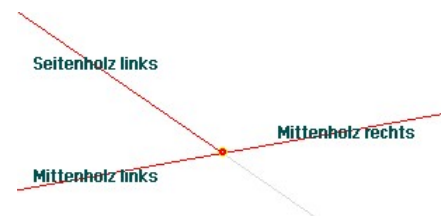
Nun werden die Schnitte den einzelnen Abteilungen in der Schnittgrößentabelle (hier *Seitenholz links*, *Seitenholz rechts*, *Mittenholz links*, *Mittenholz rechts*) zugeordnet. Dazu wird der entsprechende Eintrag (hier *Schnitt 2*) angewählt und der zugehörigen Zeile in der dann folgenden Tabelle zugewiesen (hier *Mittenholz 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 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
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.)							
☑ 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	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
max σ ₃	0.34	0.00	-1.68	0.00	11.44	0.00	1.35×Lf1
min σ ₄	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
max σ ₄	0.25	0.00	-1.24	0.00	8.47	0.00	Lf1
☑ 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 *##-HVMT*, Holzverbindungsmittel, 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).

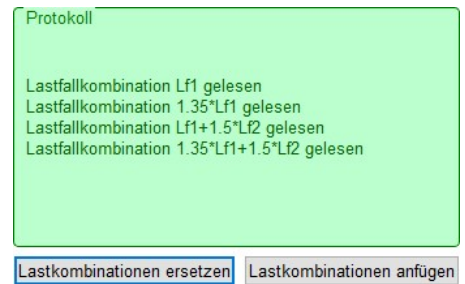
DTE - Schnittgrößenauswahl

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
Kehlbalken/Träger Schnitt 4: Stab 7 bei s = 0.00 m							
Kehlbalken Material: Holz, Querschnitt: Rechteck mit b=12,0cm, d=20,0cm							
Lastfallergebnisse							
Nachweis 1: EC5 Tragfähigkeit (Th.1.Ord.)							
Extremierung 1/1: Fall 1 (k _{mod} =0.60)							
min N	-3.84	0.00	1.07	0.00	0.00	0.00	1.35*(L _{f1} +L _{f2} +L _{f3} +L _{f4})
max N	-2.84	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	L _{f1} +L _{f2} +L _{f3} +L _{f4}
min V _η	-2.84	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	L _{f1} +L _{f2} +L _{f3} +L _{f4}
max V _η	-3.84	0.00	1.07	0.00	0.00	0.00	1.35*(L _{f1} +L _{f2} +L _{f3} +L _{f4})
min σ ₄	-3.84	0.00	1.07	0.00	0.00	0.00	1.35*(L _{f1} +L _{f2} +L _{f3} +L _{f4})
max σ ₄	-2.84	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	L _{f1} +L _{f2} +L _{f3} +L _{f4}
Extremierung 1/2: Fall 2 (k _{mod} =0.80)							
min N	-8.25	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(L _{f1} +L _{f2} +L _{f3} +L _{f4})+1.5*L _{f11}
max N	-2.84	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	L _{f1} +L _{f2} +L _{f3} +L _{f4}
min V _η	-2.84	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	L _{f1} +L _{f2} +L _{f3} +L _{f4}
max V _η	-8.25	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(L _{f1} +L _{f2} +L _{f3} +L _{f4})+1.5*L _{f11}
min σ ₄	-8.25	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(L _{f1} +L _{f2} +L _{f3} +L _{f4})+1.5*L _{f11}
max σ ₄	-2.84	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	L _{f1} +L _{f2} +L _{f3} +L _{f4}
Extremierung 1/3: Fall 3 (k _{mod} =0.90)							
min N	-8.45	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(L _{f1} +L _{f2} +L _{f3} +L _{f4})+1.5*L _{f11} +0.5*
max N	-2.84	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	L _{f1} +L _{f2} +L _{f3} +L _{f4}
min V _η	-2.84	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	L _{f1} +L _{f2} +L _{f3} +L _{f4}
max V _η	-8.45	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(L _{f1} +L _{f2} +L _{f3} +L _{f4})+1.5*L _{f11} +0.5*
min σ ₄	-8.45	0.00	6.36	0.00	0.00	0.00	1.35*(L _{f1} +L _{f2} +L _{f3} +L _{f4})+1.5*L _{f11} +0.5*
max σ ₄	-2.84	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	L _{f1} +L _{f2} +L _{f3} +L _{f4}

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.



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.

Das fünfte Registerblatt wird im Tabellenmodus aktiviert.

Spalteninhalte

☒ Durchmesser x Länge

☐ Seitenholz 1

☐ Seitenholz 2

☐ Kraft-Faser-Winkel Seitenholz 1

☐ Kraft-Faser-Winkel Seitenholz 2

☐ Summe der Kraft-Faser-Winkel

Spaltenbelegung

☐ Spaltenwerte äquidistant

min - ϕ 1,0 Δ - ϕ 15,0

min - l 1,0 Δ - l 1,0

Anzahl 6

☒ Spaltenwerte eingeben

	d [mm]	l [mm]	
1	10.00	42.00	
2	12.00	42.00	
3	16.00	42.00	
4	20.00	42.00	
5	24.00	42.00	
6	30.00	42.00	

neue Zeile

Zeilen

☐ Durchmesser x Länge

☐ Seitenholz 1

☐ Seitenholz 2

☐ Kraft-Faser-Winkel Seitenholz 1

☐ Kraft-Faser-Winkel Seitenholz 2

☒ Summe der Kraft-Faser-Winkel

Zeilenbelegung

☐ Zeilenwerte äquidistant

min - Wert 1,0 Δ 15,0

Anzahl 13

☒ Spaltenwerte eingeben

	d [mm]	l [mm]	
1	0.00	42.00	
2	15.00	42.00	
3	30.00	42.00	
4	45.00	42.00	
5	60.00	42.00	
6	75.00	42.00	
7	90.00	42.00	

neue Zeile

Zelleninhalte

☐ FvR,k

☒ FvR,d

☐ FaxR,k

☐ FaxR,d

☐ fha,k Seitenholz 1

☐ fha,k Seitenholz 2

☐ fha,d Seitenholz 1

☐ fha,d Seitenholz 2

Der Umfang der ausgegebenen Daten wird in den Druckeinstellungen (s. Abs. 4.10, S. 43) eingestellt.

Im Tabellenmodus wird eine Tabelle mit Tragfähigkeitswerten $F_{v,Rk}$ oder $F_{v,Rd}$ oder Lochleibungsspannungen $f_{ha,k}$ oder $f_{ha,d}$ erstellt.

Formatierungsangaben zur Tabelle erfolgen gleichfalls in den Druckeinstellungen.

In den Spalten können verschiedene Parameter variiert werden.

- ☒ Durchmesser x Länge
- ☐ Seitenholz 1
- ☐ Seitenholz 2
- ☐ Kraft-Faser-Winkel Seitenholz 1
- ☐ Kraft-Faser-Winkel Seitenholz 2
- ☐ Summe der Kraft-Faser-Winkel

Die Spaltenwerte können einzeln oder äquidistant vorbelegt werden. Bei äquidistanter Belegung werden ein min-Wert, ein Schrittweitenwert Δ und die Anzahl der Spaltenwerte vorgegeben.

Bei den hier eingegebenen Parametern werden beispielsweise Spalten mit den Werten: 1, 16, 31, 46, 61 und 76 erzeugt.

☒ Spaltenwerte äquidistant

min - ϕ 1,0 Δ - ϕ 15,0

min - l 1,0 Δ - l 1,0

Anzahl 6

Alternativ können die Spaltenwerte einzeln eingegeben werden.

Bei manchen Verbindungsmitteln wie z.B. bei Nägeln oder Bolzen ist die Eingabe eines zweiten Parameters erforderlich, der dann in der zweiten Parameterspalte eingegeben wird.

Im Beispiel rechts wird zusätzlich zum Bolzendurchmesser der Durchmesser der Unterlegscheibe eingegeben.

Der **Mülleimer** löscht eine Zeile und **neue Zeile** erzeugt eine Zeile.

☒ Spaltenwerte eingeben

	d [mm]	d _U [mm]	
1	10.00	42.00	
2	12.00	42.00	
3	16.00	42.00	
4	20.00	42.00	
5	24.00	42.00	
6	30.00	42.00	

neue Zeile

In der dritten Spalte *Zelleninhalte* wird festgelegt, welche Ergebniswerte in den Zellen der Tabelle ausgegeben werden.

$F_{v,Rk}$	charakteristische Schertragfähigkeit	<input type="radio"/> $F_{vR,k}$
$F_{v,Rd}$	Bemessungswert der Schertragfähigkeit	<input checked="" type="radio"/> $F_{vR,d}$
$F_{ax,Rk}$	charakteristischer Auszieh Widerstand	<input type="radio"/> $F_{axR,k}$
$F_{ax,Rd}$	Bemessungswert des Auszieh Widerstands	<input type="radio"/> $F_{axR,d}$
$f_{ha,k}$	charakteristische Lochleibungsspannung	<input type="radio"/> $f_{ha,k}$ Seitenholz 1
$f_{ha,d}$	Bemessungswert der Lochleibungsspannung	<input type="radio"/> $f_{ha,k}$ Seitenholz 2
		<input type="radio"/> $f_{ha,d}$ Seitenholz 1
		<input type="radio"/> $f_{ha,d}$ Seitenholz 2

4.10

Druck- und Programmeinstellungen Widerstands-/ Tabellenmodus



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

Druckeinstellungen

☒ Ansicht der Hölzer

☒ Schnitt der Hölzer

Plotabmessungen [cm]

Breite Höhe

☒ Skizze mit Bezeichnung der Randabstände

☒ nef-Tabelle ausgeben

☒ mit min a1

☐ a1 vorgeben [mm]

☐ Parameter des nationalen Anhangs ausgeben

Tabellenmodus

Spalten

Spaltenbreite Nachkommastellen

Zeilen

Spaltenbreite Nachkommastellen

Zelle

Nachkommastellen

☒ Einheit [kN] ☐ Einheit [N]

Bildschirmeinstellungen

Textfont

Tabellenfont

Standardfonts wiederherstellen

Farbe Fensterhintergrund

Farbe Ergebnisfenster OK

Farbe Ergebnisfenster Fehler

Farbe Buttonleiste

Farbe Tabellenköpfe

Standardfarben wiederherstellen

Über die Buttons kann gewählt werden, ob in der Druckliste eine Ansicht und/oder ein Schnitt dargestellt wird.

Die Plotabmessungen werden in [cm] angegeben.

Zusätzlich kann als Erläuterung eine Skizze mit den Bezeichnungen der Verbindungsmittelabstände nach DIN EN 1991-1 ausgegeben werden.

Für den Fall, dass mehrere Verbindungsmittel hintereinander in Faserrichtung angeordnet werden sollen, ist es sinnvoll, eine Tabelle mit den sich ergebenden wirksamen n_{ef} -Werten auszugeben.

Der vorhandene Abstand a_1 in Faserrichtung kann dazu vorgegeben werden oder es kann durch Wahl der entsprechenden Option der Mindestwert gewählt werden.

Die Parameter des gewählten nationalen Anhangs können ausgegeben werden.

Im Tabellenmodus können für die Tabellenzeilen und -spalten die Breiten und die Nachkommastellen der Ergebnisse ausgewählt werden.

Zusätzlich kann bei Kräften zwischen den Einheiten [kN] und [N] gewählt werden.

Grafiken

☒ Ansicht der Hölzer

☐ Ansicht der Einzelhölzer

Plotabmessungen

Breite [cm] Höhe [cm] ☐ Maßstab optimal

☒ Skizze mit Bezeichnung der Randabstände

☒ nef-Tabelle ausgeben

☒ mit min a1

☐ a1 vorgeben [mm]

☒ Parameter des nationalen Anhangs ausgeben

Tabellenmodus

Spalten

Spaltenbreite Nachkommastellen

Zeilen

Spaltenbreite Nachkommastellen

Zelle

Nachkommastellen

☒ Einheit [kN] ☐ Einheit [N]

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.

Bildschirmeinstellungen

Textfont

Tabellenfont

Standardfonts wiederherstellen

4.11

Druck- und Programmeinstellungen Anschlussmodus



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

Bildschirmeinstellungen

Textfont

Tabellenfont

Standardfonts wiederherstellen

Nachkommastellen in Schnittgrößentabelle 3

Importeinstellungen

zusätzlich zu den Schnittgrößen werden:

☐ Materialdaten

☐ Geometriedaten importiert

Druckeinstellungen

Eingabedaten

☐ Tabelle mit Verbindungsmittelkoordinaten

Grafiken

☒ Ansicht der Hölzer

☐ Ansicht der Einzelhölzer

Plottabmessungen

Breite [cm] 15,00 Höhe [cm] 10,00 ☐ Maßstab optimal

☒ Skizze mit Bezeichnung der Randabstände

☐ Skizze mit Vorzeichendefinition der Schnittgrößen

Nachweisergebnisse

☒ Maßgebende Schnittgrößenkombination

☐ Alle Schnittgrößenkombinationen

☒ Verbindungsmittelausnutzung ausführlich

✓ ✗ ?

Über die Buttons kann gewählt werden, ob in der Druckliste eine Ansicht und/oder ein Schnitt dargestellt wird.

Die Plottabmessungen werden in [cm] angegeben.

Zusätzlich kann als Erläuterung eine Skizze mit den Bezeichnungen der Verbindungsmittelabstände nach DIN EN 1991-1 ausgegeben werden.

Weiterhin kann zur Erläuterung eine Skizze mit Bezeichnung der Vorzeichendefinition ausgegeben werden.

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

Die Parameter des gewählten nationalen Anhangs können ausgegeben werden.

Grafiken

☒ Ansicht der Hölzer

☐ Ansicht der Einzelhölzer

Plottabmessungen

Breite [cm] 15,00 Höhe [cm] 10,00 ☐ Maßstab optimal

☒ Skizze mit Bezeichnung der Randabstände

☐ Skizze mit Vorzeichendefinition der Schnittgrößen

Nachweisergebnisse

☒ Maßgebende Schnittgrößenkombination

☐ Alle Schnittgrößenkombinationen

☒ Verbindungsmittelausnutzung ausführlich

☒ Parameter des nationalen Anhangs ausgeben

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.

Bildschirmeinstellungen

Textfont

Tabellenfont

Standardfonts wiederherstellen

4.12

Druckvorschau und Druckdialog



Der dargestellte Button öffnet das Fenster der Druckvorschau.

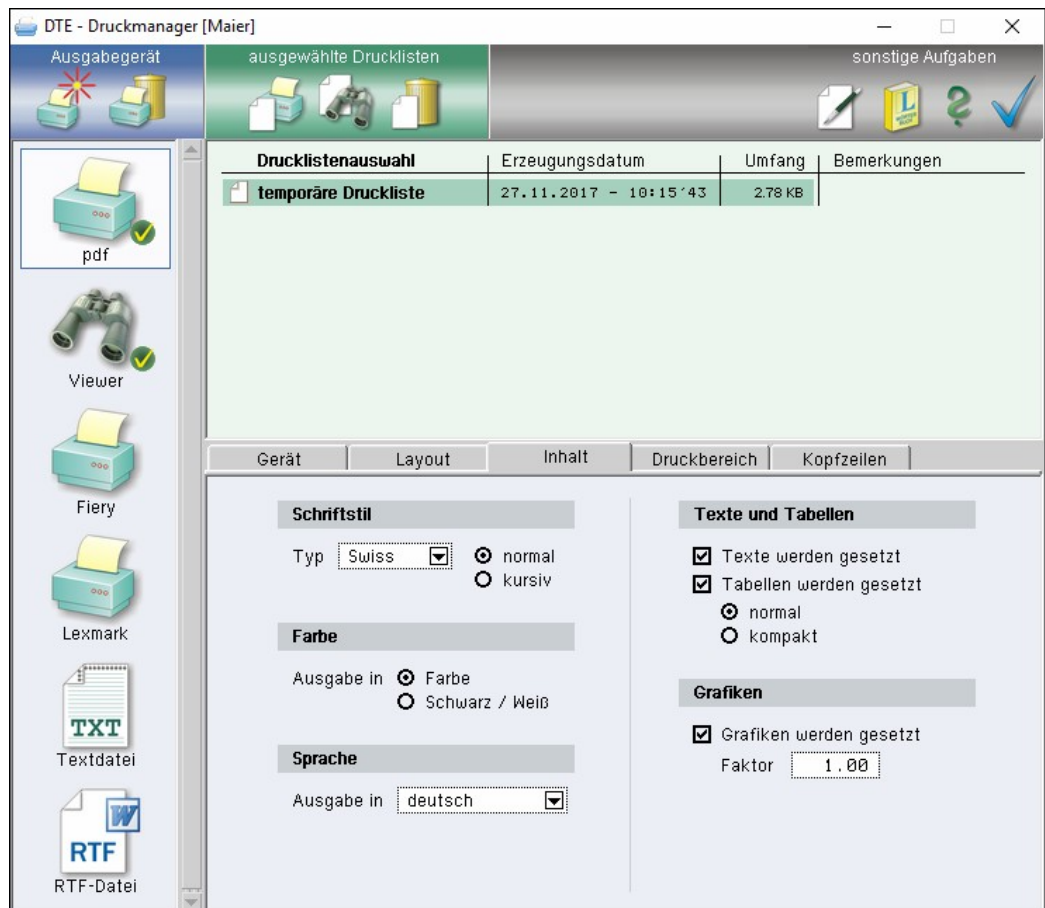
Die Funktionen des DTE®-Viewers können dem Handbuch *DTE®-DeskTopEngineering* entnommen werden.



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

Im Register *Inhalt* kann zwischen deutsch- und englischsprachiger Ausgabe gewählt werden. Die **englischsprachige Druckausgabe** gehört zum Standardlieferumfang des Programms.

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



4.13

Speichern, Onlinehilfe und Ende der Bearbeitung



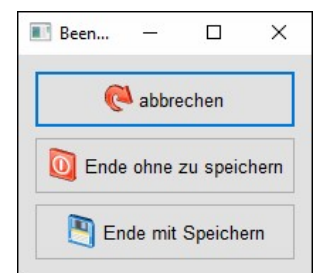
Der dargestellte Button sichert die aktuellen Eingabedaten. Während der Bearbeitung befinden sich alle Eingaben flüchtig im Arbeitsspeicher. Erst durch die Sicherung werden alle zugehörigen Daten auf die Festplatte geschrieben und können in einer Folgesitzung wieder aufgerufen werden.



Der **Fragezeichenbutton** ruft die Onlinehilfe auf.



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



5 Nachweise

5.1 Ringdübel DIN EN 1995-1-1

Der **Bemessungswert der Tragkraft** berechnet sich zu

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.2 Scheibendübel DIN EN 1995-1-1

Der **Bemessungswert der Tragkraft** berechnet sich zu

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

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

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

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

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

5.3

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

a_1 Abstand der Stabdübel untereinander in Faserrichtung

d Dübeldurchmesser in mm

5.4

Schrauben DIN EN 1995-1-1 NAD

5.4.1

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

k_{ef} nach EC 5, Tab. 8.1

5.4.2 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

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

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

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

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

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

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

▪ zweischnittige Verbindungen

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

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

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

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

5.5

HECO-, SPAX- und ASSY-Schrauben

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

5.6

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

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

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

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

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

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

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

▪ zweischnittige Verbindungen

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

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

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

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

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

▪ dünne Bleche

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

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

▪ dicke Bleche

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

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

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

Für Verbindungen aus Holz gemäß /2/, E 12.2.2(3) kann der Bemessungswert der Tragfähigkeit nach den Gleichungen /16/, 8.2.2, durch Einsetzen der Bemessungswerte $M_{y,d}$ und $f_{h,d}$ direkt berechnet werden. Die Terme zur Berücksichtigung der Seilwirkung wurden weggelassen, da sie separat behandelt werden. Der kleinste Wert ist maßgebend.

▪ **einschnittige Verbindungen**

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

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

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

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

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

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

▪ **zweischchnittige Verbindungen**

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

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

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

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

▪ **dünne Bleche**

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

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

▪ **dicke Bleche**

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

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

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

Bei Verbindungen von Bauteilen aus **Holz- und Holzwerkstoffen** unter Verwendung stiftförmiger Verbindungsmittel gilt

$$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (191)}, /41/, (\text{NA109})$$

Die Mindestdicke für das Seitenholz 1 beträgt

$$t_{1,\text{req}} = 1.15 \cdot \left(2 \cdot \sqrt{\frac{\beta}{1 + \beta}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d}} \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (192)}, /41/, (\text{NA110})$$

Die Mindestdicke für das Seitenholz 2 bei einer einschnittigen Verbindung beträgt

$$t_{2,\text{req}} = 1.15 \cdot \left(2 \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \beta}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,2,k} \cdot d}} \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (193)}, /41/, (\text{NA111})$$

Die Mindestdicke für das Mittenholz einer zweischnittigen Verbindung beträgt

$$t_{2,\text{req}} = 1.15 \cdot \left(\frac{4}{\sqrt{1 + \beta}} \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,2,k} \cdot d}} \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (194)}, /41/, (\text{NA112})$$

Bei Stahlblech-Holz-Verbindungen gilt

$$R_k = \sqrt{2} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,k} \cdot d} \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (197)}, /41/, (\text{NA115})$$

Die Mindesth Holzdicke beträgt

$$t_{1,\text{req}} = 1.15 \cdot 4 \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,k} \cdot d}} \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (198)}, /41/, (\text{NA116})$$

$$R_k = \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,k} \cdot d} \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (199)}, /41/, (\text{NA120})$$

Die Mindestdicke für das Mittenholz einer zweischnittigen Verbindung beträgt

$$t_{1,\text{req}} = 1.15 \cdot (2 \cdot \sqrt{2}) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,k} \cdot d}} \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (200)}, /41/, (\text{NA118})$$

für alle anderen Fälle gilt

$$t_{1,\text{req}} = 1.15 \cdot (2 + \sqrt{2}) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,k} \cdot d}} \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (201)}, /41/, (\text{NA119})$$

Für Holz-Holz-Nagelverbindungen gilt

$$R_k = \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (216)}, /41/, (\text{NA123})$$

$$f_{h,k} = 0.082 \cdot d^{-0.3} \cdot \rho_k \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (212)}, /16/, (8.15)$$

$$f_{h,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot d) \cdot \rho_k \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (213)}, /16/, (8.16), \text{ für vorgebohrte Hölzer}$$

$$M_{y,k} = 0.3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2.6} \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (208)}, /16/, (8.14)$$

$$t = \max \left\{ 14 \cdot d, (13 \cdot d - 30) \cdot \frac{\rho_k}{200} \right\} \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (218)}, /16/, (8.19), \text{ für Schnittholz}$$

d Nageldurchmesser in mm

Alternativ kann mit dem genaueren Verfahren (s. Abs. 5.6, S. 49) gerechnet werden.

5.9

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.

5.9.1

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-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."

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

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

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

5.9.2

Klammern

Für Klammern gilt das Gleiche wie für Verbindungen mit Nägeln. Nach /41/, NCI zu 8.4 (NA.13), können beharte 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

5.9.3

Sondernägel

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.

5.9.4 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 $\alpha \geq 30^\circ$

5.9.5 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 Querdrukspannung unter der Unterscheibe. 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.

5.9.6 Bolzen und Gewindestangen

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

5.9.7 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. Auflage, Beuth Verlag
- /4/ Fermacell, Zulassung Z-9.1-434
- /5/ Steck: 100 Holzbau-Beispiele nach 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, 20. Auflage, Werner Verlag, 2012
- /9/ Hans Joachim Blaß, Karlsruhe, Ireneusz Bejtka, Karlsruhe:
Selbstbohrende Holzschrauben und ihre Anwendungsmöglichkeiten, Homepage Fa.
Spax International 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, Brettsperrholz 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 Querbelaastung
- /61/ DIN EN 1999-1-5:2017-03, Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken - Teil 1-5: Schalenträgerwerke
- /62/ ETA-04/0013, CNA Connector nails, PCR Connector nails and CSA Connector screws
- /63/ ETA-11/0190, Würth Schrauben, Selbstbohrende Schrauben als Holzverbindungsmittel
- /64/ BSPhandbuch, Holz- Massivbauweise in Brettsperrholz, 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 Brettsperrholz, 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 Stegträger, 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

- Abkürzungen 4
- ASSY-Schrauben 23
- Auszieh Widerstand 52
- Auszieh Widerstand Bolzen 53
- Auszieh Widerstand Gewindestange 53
- Auszieh Widerstand Klammer 52
- Auszieh Widerstand Nagel 52
- Auszieh Widerstand Passbolzen 53
- Auszieh Widerstand Ringdübel 53
- Auszieh Widerstand Scheibendübel 53
- Auszieh Widerstand Schraube 53
- Auszieh Widerstand Sondernagel 52
- Bauteil erzeugen 9
- Bemessungswerteverfahren 11
- blank 4
- Bolzen 25
- Cursor 4
- Druckdialog 45
- Druckvorschau 45
- Dübelkreis 33
- Einwirkung 4
- e-Mail 8
- Englisch 45
- Extremalbildungsvorschrift 4
- Fangrechteck 4
- Fließgelenktheorie 11
- Fremdsprache 45
- Gewindestange 25
- Installation 7
- Klammerverbindung 21
- Kontextsensitivität 8
- Kraftfaserwinkel 16
- Lastbild 4
- Lasteinwirkungsdauer 16
- Lastfall 4
- Lastkollektiv 4
- Nachweis Nagel 51
- Nachweis Ringdübel 46
- Nachweis Scheibendübel 46
- Nachweis Schraube 47
- Nachweis Stabdübel 47
- Nachweis stiftförmige Verb. 51
- Nutzungsklasse 17
- Ordner 9
- Rechenverfahren vereinfachtes 51
- Ringdübel 26
- Scheibendübel 26
- Schrauben 22
- Schreibtisch 8
- Schreibtischauswahl 7
- Seilwirkung 12
- Sondernägel 25
- SPAX-Schrauben 22
- Stabdübel 25
- Stahlblech-Holz-Verb. 51
- Startsymbol 7
- Steuerbuttons 8, 13
- Tabellenmodus 41
- Verbindungsmittel 20
- Verfahren genaueres 11
- Verfahren vereinfachtes 11