



**4H-** STATIKPROGRAMME  
AUS HANNOVER

**DTE** Desktop<sup>®</sup>  
Engineering



pcae GmbH

Kopernikusstr. 4A

30167 Hannover

Tel 0511/70083-0

Fax 0511/70083-99

Internet [www.pcae.de](http://www.pcae.de)

Mail [dte@pcae.de](mailto:dte@pcae.de)



**4H-HAAK**

**EC 5-Auflagerausklinkungen**

März 2017



# 4H-HAAK

## EC 5-Auflagerausklinkungen

Copyright 2017

1. Auflage, März 2017

**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](http://www.pcae.de)**.

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



# Produktbeschreibung

Das Programm *##-HAAK* dient zum Nachweis von Holzträgern mit Auflagerausklinkungen.

Die Ausklinkungen können an der Ober- oder Unterseite des Trägers oder auch beidseitig als Zapfen angeordnet werden. Die Ausklinkungen an der Trägerober- und -unterseite können rechtwinklig oder schräg ausgeführt werden. Rechtwinklige Ausklinkungen an der Trägerunterseite können verstärkt werden.

Es kann eine beliebige Anzahl an Lastkombinationen untersucht werden. Die nachzuweisenden Lagergrößen können aus den Stabwerksprogrammen *##-FRAP* und *##-NISI* übernommen werden.

Folgende Auflagerformen können berechnet werden

- Ausklinkung oben rechtwinklig
- ... oben schräg
- ... unten rechtwinklig
- ... unten schräg
- ... oben und unten rechtwinklig als Zapfen

Unten rechtwinklige Ausklinkungen können verstärkt werden durch

- seitlich aufgeleimte Laschen
- eingeklebte Gewinde- oder Betonstahlstäbe
- Vollgewindeschrauben

Folgende Materialien können verwendet werden

- Nadelholz
- Laubholz
- Brettschichtholz nach EC
- Brettschichtholz nach DIN

Folgende Nachweise können geführt werden

- Schubspannungen am ausgeklinkten Auflager gemäß /16/, 6.5.2
- Biegespannung an der Ausklinkung gemäß /16/, 6.1.6; bei schrägen Ausklinkungen gemäß /16/, 6.4.2
- Schubspannung am reduzierten Querschnitt
- Auflagerpressung

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 *##-HAAK* 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 *##-HAAK*-Dokumentation gehört neben diesem Handbuch das Manual

*DTE®-DeskTopEngineering*.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg mit *##-HAAK*.

Hannover, im März 2017

## Abkürzungen und Begriffe

Um die Texte zu straffen, werden folgende Abkürzungen benutzt:

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



signalisiert Anmerkungen

### Buttons

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



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

### Index

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

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

### Doppelklick

zweimaliges schnelles Betätigen der LMT

### blank

Leerzeichen

### Cursor

Schreibmarke in Texten, Zeigesymbol bei Mausbedienung

### icon

oder Ikon, Piktogramm, Bildsymbol

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

Die in der Interaktion mit **pcae**-Programmen stehenden **Buttons** besitzen folgende Funktionen:



Bricht Eigenschaftsblätter ohne Änderung der Eingabewerte ab.



Lädt abgespeicherte Werte in das Eigenschaftsblatt bzw. speichert die aktuellen Werte zum späteren Abruf in anderen Eigenschaftsblättern.



Ruft das Online-Hilfesystem.



Bestätigt die Eingaben und schließt das Eigenschaftsblatt.



**Löschen**-Button vernichtet Eingaben mit Nachfrage.



Wenn der Mauszeiger einen Moment auf einem Button verweilt, erscheint ein Fähnchen, das den zugehörigen Aufruf beschreibt.

Datenzustand  
überprüfen

# Inhaltsverzeichnis

1	Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten .....	5
2	Ordner und Bauteil erzeugen .....	7
3	Eingabeoberfläche.....	9
3.1	Buttonleiste.....	9
3.2	Bauteiltyp.....	10
3.3	Nutzungsklasse .....	10
3.4	Holzart .....	10
3.5	Abmessungen.....	10
3.6	Verstärkung .....	10
3.7	Nachweise .....	11
3.8	Lagerkräfte .....	11
3.9	Programmeinstellungen .....	12
3.10	Speichern, Onlinehilfe und Ende der Bearbeitung.....	12
4	Nachweise .....	13
4.1	Schubspannungen am ausgeklinkten Auflager.....	13
4.2	Biegespannungen am reduzierten Querschnitt.....	13
4.3	Schubspannung am reduzierten Querschnitt.....	14
4.4	Auflagerpressung .....	14
4.5	Querzugverstärkungen am ausgeklinkten Auflager .....	14
5	Literaturverzeichnis .....	16
6	Index .....	17





# 1 Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten

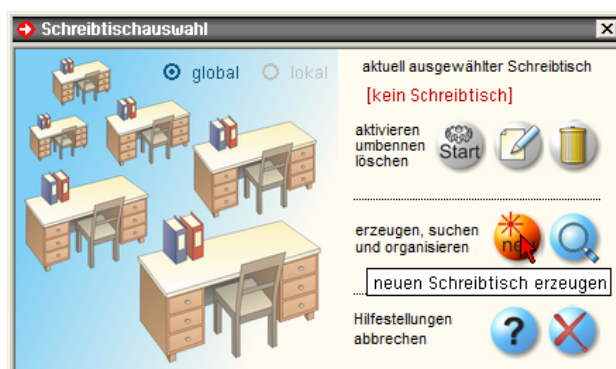
Die Installation des DTE®-Systems und das Überspielen des Programms *##-HAAK* auf Ihren Computer erfolgt über einen selbsterläuternden Installationsdialog.

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

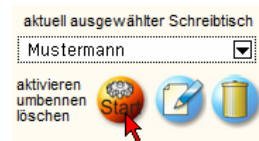


Nach erfolgreicher Installation befindet sich das DTE®-**Startsymbol** auf Ihrer Windowsoberfläche. Führen Sie bitte darauf den Doppelklick aus.

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.

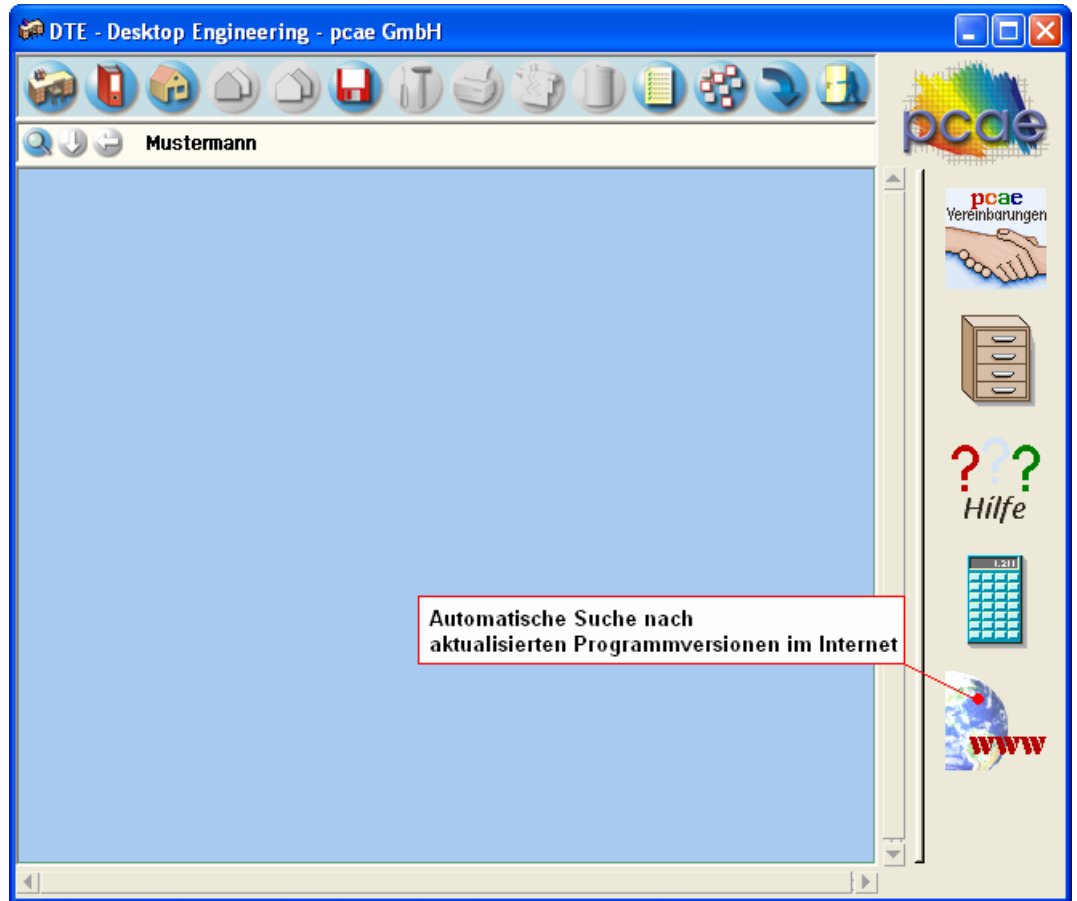


Nach Bestätigen über das **Hakensymbol** erscheint wieder die Schreibtischauswahl, in die der neue Name bereits eingetragen ist. Drücken Sie auf **Start** und die DTE®-Schreibtischoberfläche erscheint auf dem Bildschirm.

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 Planerstellungsmodul 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.



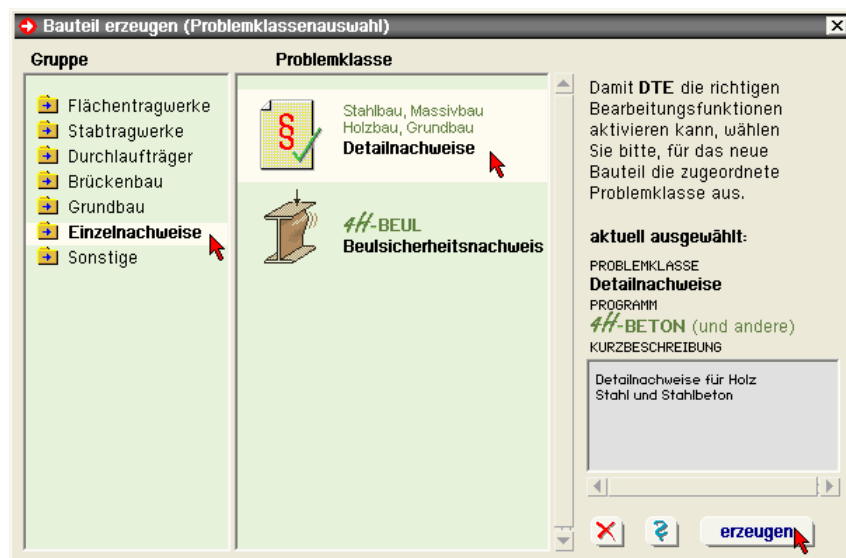
Aus dem Eintrag in der Schreibtischkopfzeile ist zu erkennen, in welchem Ordner sich die Aktion aktuell befindet.



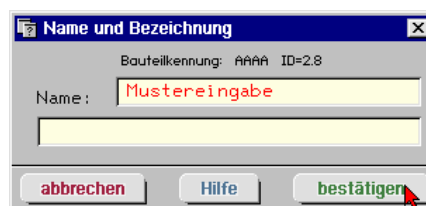
Der Ordner kann durch das **beenden**-Symbol wieder geschlossen werden.



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

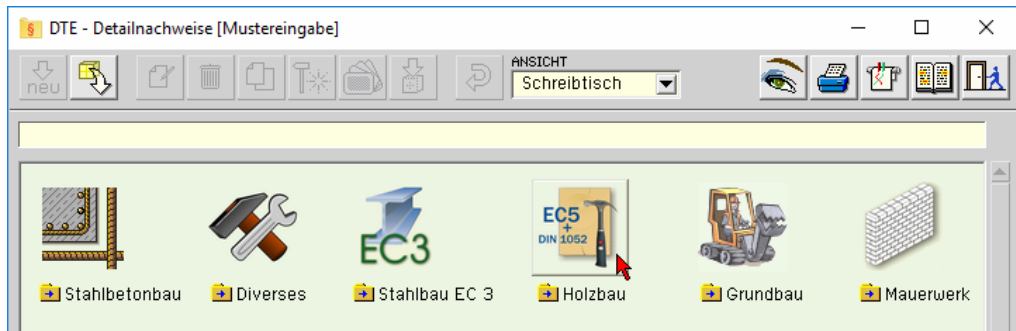


Der schwarze Rahmen der neuen Bauteilkone lässt sich mit der Maus über den Schreibtisch bewegen. Klicken Sie die LMT an der Stelle, an der das Bauteil auf dem Schreibtisch platziert werden soll. Das Eigenschaftsblatt *Name und Bezeichnung* erscheint.



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

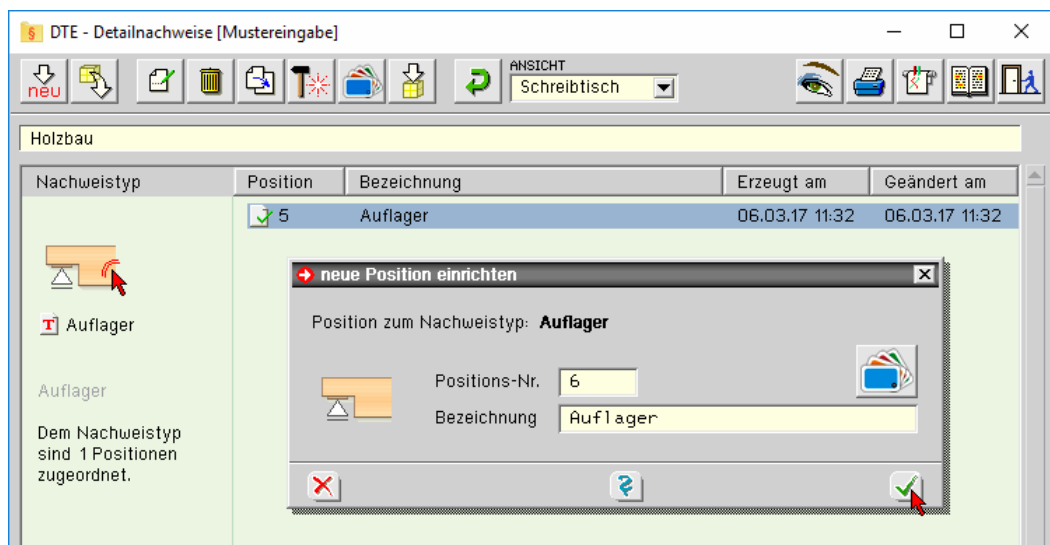
## Detailnachweise



## Holzbau EC 5



## Auflagerausklinkungen



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 des Nachweistyps.

### 3

## Eingabeoberfläche

Alle Eingaben, Funktionen und Ergebnisse werden im Haupteingabefenster dargestellt.

4H-HAAK Ausklindung

auto an

Bauteiltyp

- Ausklindung oben rechtwinklig
- Ausklindung oben schräg
- Ausklindung unten rechtwinklig
- Ausklindung unten schräg
- Zapfen

Nutzungsklasse

- NKL 1
- NKL 2
- NKL 3 (nur bei verstärkten Querschnitten)

Holzart

- Nadelholz
- Laubholz
- Brettschichtholz DIN
- Brettschichtholz EC
- C24 (S10)  Erhöhung mit  $k_h$

Verstärkung

- aufgeleimte Laschen
- eingeklebte Stahlstäbe
- Vollgewindeschrauben

Typ: ASSY-plus Zylinderkopf

d x l [mm]: 8 x 160

Anzahl: 2

vorgebohrt

rostfreier Stahl

mit Unterlegscheibe

gepresst  gedreht

Auflagerpressung nachweisen

Auflagerbreite [mm]: 100

Auflagertiefe [mm]: 140

Auflagertiefe = Balkenbreite

Biegung am Ausklindungsanschnitt nachweisen

Schub am reduzierten Querschnitt nachweisen

Abmessungen in [mm]

b: 140

h: 240

$h_{ef}$ : 180

x: 60

$l_z$ : 160

Name	V [kN]	Lasteinwirkungsdauer	kmod
1 Eig + p Endfeld	9.870	mittel	0.800

↑ neue Auflagerkraft

Schubnachweis an der Ausklindung: 90.01 %

Auflagerpressung: 45.82 %

Biegung am Ausklindungsanschnitt: 7.22 %

Schub am reduzierten Querschnitt: 47.73 %

### 3.1

## Buttonleiste

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



Hinter den Buttons liegen folgende Funktionen



in der Schalterstellung **an** wird nach jeder Eingabeänderung in der Bildschirmmaske automatisch eine Berechnung durchgeführt



in der Schalterstellung **aus** muss die Berechnung vom Benutzer durch Klicken des **Abacus**-Buttons gestartet werden



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



ruft den Dialog zur Wahl des nationalen Anhangs auf



startet den Dialog zum Import der Auflagerkräfte aus den Stabwerksprogrammen



ruft den Dialog für die Bildschirm- und Druckeinstellungen auf, s. Abs. 3.9, S. 12



Drucklistenvorschau

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



Speichern



Onlinehilfe



Ende der Bearbeitung

### 3.2

## Bauteiltyp

Wie nebenstehend dargestellt können fünf Bauteiltypen gewählt werden.

Der Typ *Ausklindung unten rechtwinklig* kann mit drei Ausführungsformen von Verstärkungen versehen werden.

Bauteiltyp

- Ausklindung oben rechtwinklig
- Ausklindung oben schräg
- Ausklindung unten rechtwinklig
- Ausklindung unten schräg
- Zapfen

### 3.3

## Nutzungs-klasse

Die Auswahl der Nutzungs-klasse erfolgt über die entsprechenden Optionsbuttons.

Gemäß DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, NCI Zu 6.5.1 (NA.3), darf die Nutzungs-klasse 3 nur auf verstärkte Querschnitte angewandt werden.

Nutzungs-klasse

- NKL 1
- NKL 2
- NKL 3 (nur bei verstärkten Querschnitten)

### 3.4

## Holzart

Über die Optionsknöpfe und die Listbox werden Holzart und -güte für Balkentragwerke gewählt.

Die Biegefestigkeit kann gemäß DIN EN 1995-1-1:2010-12, 3.2 (3), mit dem Faktor  $k_h$  erhöht werden.

Holzart

- Nadelholz
  - Laubholz
  - Brettschichtholz DIN
  - Brettschichtholz EC
- GL24h (BS11)  Erhöhung mit  $k_h$

### 3.5

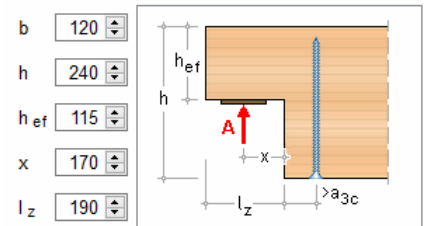
## Abmessungen

Neben den Eingabefeldern mit den Bauteilabmessungen erscheint eine Skizze, in der die Maße bezeichnet sind.

Sofort nach Eingabe der Maße wird der Plot mit der maßstäblichen Bauteildarstellung (oben rechts im Eingabefenster) aktualisiert.

$b$  ist für alle Bauteiltypen die Querschnittsbreite.

Abmessungen in [mm]



### 3.6

## Verstärkung

Beim Bauteiltyp *Ausklindung unten rechtwinklig* ist die Anordnung von Verstärkungen möglich.

Der Verstärkungstyp wird mit den Optionsbuttons gewählt.

Bei einer Verstärkung durch aufgeleimte Laschen kann zwischen Nadelholz, Brettschichtholz, Sperrholz und freiem Material gewählt werden.

Länge und Dicke der Laschen müssen vorgegeben werden.

Verstärkung

- aufgeleimte Laschen
- eingeklebte Stahlstäbe
- Vollgewindeschrauben

Nadelholz  C24 (S10)

$f_{t,k}$  [N/mm<sup>2</sup>] 14.00

Länge  $l_r$  [mm] 200

Dicke  $t_r$  [mm] 4.0

Gemäß DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, NCI NA.6.8.3, (NA.6) gilt für die Laschenlänge  $l_r$  folgende Bedingung

$$0.25 \leq \frac{l_r}{h - h_{ef}} \leq 0.5$$

Das Programm überprüft die Bedingung während der Bearbeitung und lässt für  $l_r$  nur die Eingabe gültiger Werte zu.

Als eingeklebte Stahlstäbe stehen Gewindestahl und Betonstahl zur Auswahl.

Ferner müssen Durchmesser und Länge (von unten gemessen) eingegeben werden.

Das Eingabefeld für die Anzahl sperrt automatisch unzulässige Werte.

Die Anzahl wird begrenzt durch die Querschnittsbreite.

$l_e$  [mm]

$d_r$  [mm]

Festigkeit

Anzahl

Vollgewindeschrauben der Hersteller Würth und SPAX stehen zur Auswahl.

In den Listboxen sind nur in Abhängigkeit von der Geometrie zulässige Durchmesser und Längen auswählbar.

Typ

$d \times l$  [mm]

Anzahl

vorgebohrt

rostfreier Stahl

mit Unterlegscheibe

### 3.7

#### Nachweise

Mit den Checkboxes können die zu führenden Nachweise aktiviert werden.

Zum Nachweis der Auflagerpressung sind Auflagerbreite und Auflagertiefe vorzugeben.

Auflagerpressung nachweisen

Auflagerbreite [mm]

Auflagertiefe [mm]

Auflagertiefe = Balkenbreite

Biegung am Ausklinkungsanschnitt nachweisen

Schub am reduzierten Querschnitt nachweisen

### 3.8

#### Lagerkräfte

In der Lasttabelle werden die Auflagerkräfte eingegeben.

Neue Eingabezeilen werden durch den Button neue Auflagerkraft erzeugt.

Das Löschen erfolgt durch Klicken des **Mülleimerbuttons** in der betreffenden Zeile.

Das Eingabefeld für  $k_{mod}$  wird bei Wahl der Lasteinwirkungsdauer **frei** aktiviert.

	Name	V [kN]	Lasteinwirkungsdauer	$k_{mod}$	
1	Lf1+1.5*Lf4	58.797	ständig	0.600	
2	1.35*Lf1+0.5*1.5*Lf2	121.275	lang	0.700	
3	1.35*Lf1+1.5*Lf2+0.6	128.402	kurz	0.900	
4	Lf1+1.5*Lf3	47.957	frei	0.800	
↑ neue Auflagerkraft					

### 3.9 Programmeinstellungen



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

Über den Button **Grafik drucken** wird dem Druckprotokoll ein maßstäblicher Plot hinzugefügt, dessen Größe festgelegt werden kann.

Über die Option **Maßstab optimal** wird die Grafik so erstellt, dass der zur Verfügung gestellte Platz voll ausgenutzt wird; ansonsten wird automatisch ein gebräuchlicher Maßstab gewählt.

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

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

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



### 3.10 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.



## 4 Nachweise

### 4.1 Schubspannungen am ausgeklinkten Auflager

Bei Biegestäben mit Rechteckquerschnitt sind die Schubspannungen am ausgeklinkten Auflager gemäß /16/, 6.5.2, zu berechnen.

$$\tau_d = \frac{1,5 \cdot V}{b \cdot h_{ef}} \leq k_v \cdot f_{v,d} \dots \text{mit} \dots$$

... für an der Auflagerseite ausgeklinkte Träger

$$k_v = \min \left\{ 1, \frac{k_n \cdot \left( 1 + \frac{1,1 \cdot i^{1,5}}{\sqrt{h}} \right)}{\sqrt{h} \cdot \left( \sqrt{\alpha \cdot (1 - \alpha)} + 0,8 \cdot \frac{x}{h} \cdot \sqrt{1 - \alpha^2} \right)} \right\} \dots \text{und} \dots \alpha = h_{ef} / h \dots \text{und} \dots k_n = \begin{cases} 4,5 & \text{Furnierschichtholz} \\ 5 & \text{Vollholz} \\ 6,5 & \text{Brettschichtholz} \end{cases}$$

... sowie ...

h Trägerhöhe  
 $h_{ef}$  Höhe der Nase  
 i Ausklinkungsneigung  
 x Abstand Lagerkraft - Ausklinkung

... für an der Auflagergegenseite ausgeklinkte Träger

$k_v = 1$   
 entspr. /41/, NCI Zu 6.5.2 (NA.3)

$$k_v = (h / h_{ef}) \cdot \left( 1 - \frac{(h - h_{ef}) \cdot x}{h \cdot h_{ef}} \right)$$

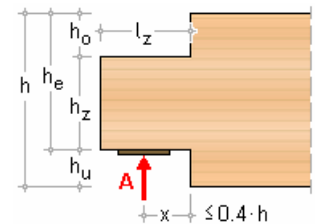
Oben und unten ausgeklinkte Träger werden als Zapfenverbindung gemäß /41/, NCI NA.12.2, berechnet. Für Träger mit einer Höhe bis 300 mm gilt

$$F_{Rk} = \min \{ 2/3 \cdot b_{ef} \cdot h_e \cdot k_z \cdot k_v \cdot f_{v,k} ; 1,7 \cdot b \cdot l_{z,ef} \cdot f_{c,90,k} \} \dots \text{mit} \dots$$

$b_{ef}$  wirksame Breite gemäß /16/, Gl. (6.13a)

$k_v$  Beiwert gemäß /16/, Gl. (6.62)

$k_z = \beta \cdot (1 + 2 \cdot (1 - \beta^2)) \cdot (2 - \alpha) \dots \text{mit} \dots \alpha = h_e / h \dots \text{und} \dots \beta = h_z / h_e$



### 4.2 Biegespannungen am reduzierten Querschnitt

Die einachsige Biegespannung am geschwächten Querschnitt wird nach /16/, 6.1.6, nachgewiesen.

$$\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} \leq 1$$

Das Bemessungsmoment wird vom Programm automatisch aus der Auflagerkraft und dem Abstand x zur Ausklinkung berechnet.

$$M_d = x \cdot V_d$$

Bei schräg angeschnittenen Ausklinkungen muss der Einfluss des Faseranschnittwinkels berücksichtigt werden. Es gilt gemäß /16/, 6.4.2

$$\sigma_{m,\alpha,d} = \sigma_{m,0,d} = (6 \cdot M_d) / (b \cdot h^2)$$

Am schräg angeschnittenen Rand sollten die Spannungen die folgende Bedingung erfüllen

$$\sigma_{m,\alpha,d} \leq k_{m,\alpha} \cdot f_{m,d}$$

Für Zugspannungen am angeschnittenen Rand gilt

$$k_{m,\alpha} = 1 / \sqrt{1 + \left( \frac{f_{m,d}}{0,75 \cdot f_{v,d}} \cdot \tan \alpha \right)^2 + \left( \frac{f_{m,d}}{f_{t,90,d}} \cdot \tan^2 \alpha \right)^2}$$

Für Druckspannungen am angeschnittenen Rand gilt

$$k_{m,\alpha} = 1 / \sqrt{1 + \left( \frac{f_{m,d}}{1,5 \cdot f_{v,d}} \cdot \tan \alpha \right)^2 + \left( \frac{f_{m,d}}{f_{c,90,d}} \cdot \tan^2 \alpha \right)^2}$$

### 4.3 Schubspannung am reduzierten Querschnitt

Die Schubspannung am geschwächten Querschnitt wird nach /16/, 6.1.7, nachgewiesen.

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

Für die maximale Schubspannung von Rechteckquerschnitten gilt

$$\tau_d = 1,5 \cdot V_d / b_{ef} \cdot h \quad \dots \text{ mit } \dots$$

$V_d$  Bemessungswert der Auflagerkraft

$h$  Querschnittshöhe

$b_{ef}$  wirksame Querschnittsbreite

$= k_{cr} \cdot b \quad \dots \text{ mit } \dots b$  Querschnittsbreite

$\dots$  und gemäß /16/, 6.1.7 (2)  $k_{cr} = 0,67$  für Vollholz und Brettschichtholz

gemäß NDP Zu 6.1.7(2) gilt mit  $f_{v,k}$  in  $N/mm^2$

$k_{cr} = 2,0/f_{v,k}$  für Nadelholz und  $k_{cr} = 2,5/f_{v,k}$  für Brettschichtholz

### 4.4 Auflagerpressung

Für Druck rechtwinklig zur Faserrichtung gilt entspr. /16/, 6.1.5 (1)P, für einachsige Biegung

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} \quad \dots \text{ mit } \dots$$

$$\sigma_{c,90,d} = F_{c,90,d} / A_{ef}$$

$\sigma_{c,90,d}$  Bemessungswert der Druckspannung in der wirksamen Kontaktfläche des Auflagers

$k_{c,90} = 1$  gemäß /16/, 6.1.5(2)

$F_{c,90,d}$  Bemessungswert der Auflagerkraft

$f_{c,90,d}$  ... Druckfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung

### 4.5 Querzugverstärkungen am ausgeklinkten Auflager

Bei Biegestäben mit rechtwinkligen Ausklinkungen am unteren Rand dürfen Querzugverstärkungen gemäß /41/, NCI NA 6.8.3 (NA.1), für eine Zugkraft  $F_{t,90,d}$  bemessen werden.

Für den unten ausgeklinkten Träger gilt gemäß /16/, 6.5.2 (2)

$$F_{t,90,d} = 1,3 \cdot V_d \cdot (3 \cdot (1-\alpha)^2 - 2 \cdot (1-\alpha)^3) \quad \dots \text{ mit } \dots$$

$V_d$  Bemessungswert der Querkraft

$\alpha = h_{ef}/h$

Bei Verstärkung durch eingeklebte Stahlstäbe ist die resultierende Klebefugenspannung  $\tau_{ef,d}$  gemäß /41/, NCI NA 6.8.3 (NA.2), wie folgt nachzuweisen

$$\tau_{ef,d} / f_{k1,d} \leq 1 \quad \dots \text{ mit } \dots$$

$$\tau_{ef,d} = F_{t,90,d} / (n \cdot d_r \cdot \pi \cdot l_{ad})$$

$l_{ad}$  wirksame Verankerungslänge

$n$  Anzahl der Stahlstäbe

$d_r$  Stahlstabaußendurchmesser ( $\leq 20$  mm)

$f_{k1,d}$  Bemessungswert der Klebefugensfestigkeit gemäß /41/ Tab. NA.12

Bei Verstärkung durch seitlich aufgeklebte Laschen ist resultierende Klebefugenspannung  $\tau_{ef,d}$  gemäß /41/, NCI NA 6.8.3 (NA.4), wie folgt nachzuweisen

$$\tau_{ef,d} / f_{k2,d} \leq 1 \quad \dots \text{ mit } \dots$$

$$\tau_{ef,d} = F_{t,90,d} / (2 \cdot (h - h_{ef}) \cdot l_r)$$

$l_r$  Breite der Verstärkungsplatte

$f_{k2,d}$  Bemessungswert der Klebefugensfestigkeit gemäß /41/ Tab. NA.12

Für die Zugspannung in der aufgeklebten Lasche gilt

$$k_k \cdot \sigma_{t,d} / f_{t,d} \leq 1 \quad \dots \text{ mit } \dots$$

$$\sigma_{t,d} = F_{t,90,d} / (2 \cdot t_r \cdot l_r)$$

$t_r$  Dicke einer Verstärkungsplatte

$k_k$  Beiwert zur Berücksichtigung der ungleichmäßigen Spannungsverteilung, ohne genaueren Nachweis darf  $k_k = 2,0$  angenommen werden

Bei Verstärkung durch Vollgewindeschrauben gilt für die aufnehmbare Axialkraft  $R_{ax,d}$  der Schrauben

$$F_{t,90,d} / (n \cdot R_{ax,d}) \leq 1 \quad \dots \text{ mit } \dots$$

n    Anzahl der Schrauben

- /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, 17. Auflage, Werner Verlag
- /9/ Hans-Joachim Blaß, Ireneusz Bejtka, Karlsruhe: Selbstbohrende Holzschrauben und ihre Anwendungsmöglichkeiten, Website 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, Zulassung 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 Schwingungsnachweis 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

## 6 Index

- |                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| Abkürzungen 2                | Lagerpressung 14      |
| Bauteil erzeugen 7           | Lastbild 2            |
| Bauteiltyp 10                | Lastfall 2            |
| Biegespannung 13             | Lastkollektiv 2       |
| blank 2                      | Nutzungsklasse 10     |
| Buttons 2                    | Ordner 7              |
| Cursor 2                     | Querzugverstärkung 14 |
| Druckeinstellungen 12        | Schreibtisch 6        |
| Einwirkung 2                 | Schreibtischauswahl 5 |
| e-Mail 6                     | Schubspannung 13, 14  |
| Extremalbildungsvorschrift 2 | Startsymbol 5         |
| Holzart 10                   | Steuerbuttons 6, 9    |
| Installation 5               | Verstärkung 10        |
| Kontextsensitivität 6        |                       |