


4H-DULAH Holzträger mit Stahl/Holz-Verstärkungen

Detailinformationen

Seite überarbeitet November 2023

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

Infos auf dieser Seite






Systembeschreibung

- ◆ globale Einstellungen 
- ◆ Stabeigenschaften 
- ◆ Lager und Gelenke 

Belastung

- ◆ Begriffsdefinition 
- ◆ Linienbelastung 
- ◆ Punktbelastung 

Berechnung

- ◆ Berechnungsverfahren 
- ◆ Holznachweise, spez. DIN 
- ◆ Holznachweise, allgemein 
- ◆ Holznachweise, spez. EC 
- ◆ Stahlnachweise 

Verbindungsmittel

- ◆ Ringdübel 
- ◆ Stabdübel 
- ◆ SPAX / ASSY 
- ◆ Scheibendübel 
- ◆ Schrauben 
- ◆ Nägel / stiftförmige Verb. 
- ◆ Ausziehwiderstand 

Systembeschreibung

Globale Einstellungen und Hauptträgerdaten

Für den Hauptträger müssen Geometrie- und Materialdaten eingegeben werden.

Diese Daten gelten global für den gesamten Träger; d.h., der Hauptträger besteht einheitlich aus einem Material.

Der Hauptträger kann bereichsweise in der Höhe geschwächt oder auch ganz ausgefallen (sofern seitliche Verstärkungen vorhanden sind) sein.

Neben der Vorgabe der Norm und der Hauptträgerparameter werden in diesem Fenster die Einstellungen für die zu führenden Nachweise vorgenommen.

Das Fenster enthält vier Register in denen die entsprechenden Parameter gesetzt werden.

→ Globale Einstellungen
✕

Norm/Globale Werte
Hauptträger
Material/Nachweise
Brandschutz

☐ Auswahl der zugrundeliegenden Norm

DIN 1052:2008-12 und DIN 18800:1990-11
 DIN EN 1995-1-1:2010-12 und DIN EN 1993-1-1:2010-12
 Deutschland

☐ globale Einstellungen
standard

Globale Einstellungen gelten stabunabhängig für das gesamte Bauteil

Nutzungsclassen des Bauteils

Nutzungsclassen 1
 Nutzungsclassen 2
 Nutzungsclassen 3

$\alpha_{t, Holz}$ $10^{-5} \text{ } ^\circ\text{K}$
 $\alpha_{t, Stahl}$ $10^{-5} \text{ } ^\circ\text{K}$

Register 1 - Norm / Globale Werte

Über die Optionsknöpfe wird festgelegt, ob Berechnung und Bemessung nach Eurocode oder DIN 1052:2008 erfolgen. Über das Flaggensymbol wird zum Eurocode zusätzlich das nationale Anwendungsdokument bestimmt. Zum Lieferumfang gehört das deutsche NAD; weitere Anwendungsdokumente können benutzerseits eingerichtet werden.

☐ Auswahl der zugrundeliegenden Norm

DIN 1052:2008-12 und DIN 18800:1990-11
 DIN EN 1995-1-1:2010-12 und DIN EN 1993-1-1:2010-12
 Deutschland

Gemäß /16/, 2.3.1.3, müssen Holzbauwerke wegen der physikalischen Eigenschaften der Holzbaustoffe bestimmten Nutzungsclassen, die die klimatischen Verhältnisse der Umgebung des Bauwerks während der Nutzungsdauer wiedergeben, zugewiesen werden.

Die Definition der Nutzungsclassen findet sich in /16/, 2.4.1(1).

☐ globale Einstellungen
standard

Globale Einstellungen gelten stabunabhängig für das gesamte Bauteil

Nutzungsclassen des Bauteils

Nutzungsclassen 1
 Nutzungsclassen 2
 Nutzungsclassen 3

Eurocode

Im Programm gelten die

- Material Sicherheitsbeiwerte gemäß /16/, 2.4.1(1)
- k_{mod} -Werte gemäß /16/, 3.1.3, und Verformungsbeiwert k_{def} gemäß /16/, 3.1.4
- empfohlenen Grenzwerte für Verformungen gemäß /16/, 7.2

DIN 1052:2008

Optional können durch Entfernen des Häkchens die Werte für die Material Sicherheitsbeiwerte verändert werden.

Durch Entfernen des Häkchens können die Modifikationsbeiwerte verändert werden.

Gleiches gilt für die empfohlenen Grenzwerte für Verformungen.

Die Temperaturexpansionskoeffizienten für Holz und Stahl sind mit sinnvollen Werten vorbelegt, können aber bei Bedarf vom Nutzer verändert werden.

Material Sicherheitsbeiwerte nach Norm

Bemessungssituation	γ_M
ständig u. vorübergehend	1.30
Erdbeben	1.30
außergewöhnlich	1.00

Modifikationsbeiwerte nach Norm

Lasteinwirkungsdauer	k_{mod}
ständig	0.60
lang	0.70
mittel	0.80
kurz	0.90
sehr kurz	1.10
Verform.-beiwert: k_{def}	0.60

Grenzwerte für Verformungen nach Norm

für seltene Bemessungssituation:

$w_{Q,inst} \leq l_v /$	300	Kragarm: $l_v /$	150
$w_{fin} - w_{G,inst} \leq l_v /$	200	Kragarm: $l_v /$	100

für quasiständige Bemessungssituation:

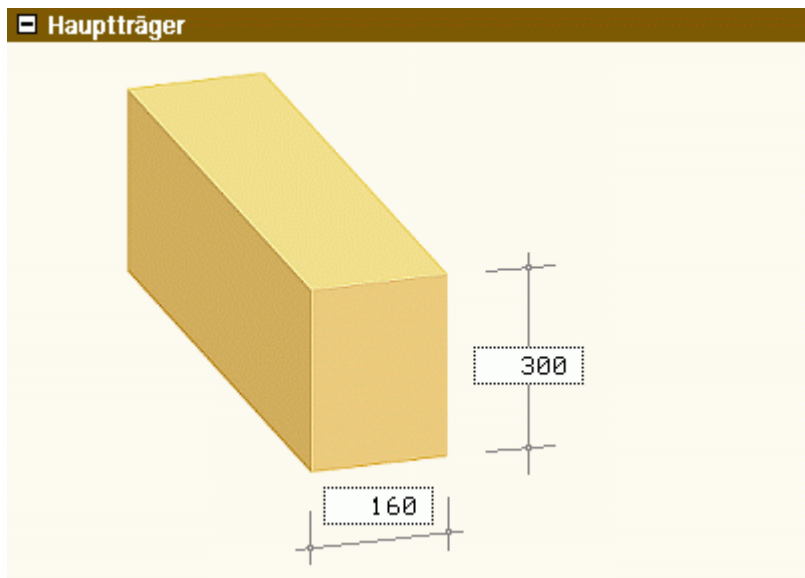
$w_{fin} - w_G \leq l_v /$	200	Kragarm: $l_v /$	100
----------------------------	-----	------------------	-----

$\alpha_{t,Holz}$	0.50	$10^{-5} \text{ } ^\circ\text{K}$
$\alpha_{t,Stahl}$	1.20	$10^{-5} \text{ } ^\circ\text{K}$

Register 2 - Hauptträger

Hauptträgerbreite und -höhe werden in mm eingegeben.

Ist der Querschnitt bereichsweise geschwächt oder ausgefallen, können bei der **stabbezogenen Eingabe** geringere Querschnittshöhen eingegeben werden.



Register 3 - Material / Nachweise

Die im dritten Register angebotenen Einstellungen variieren geringfügig entsprechend der im R. 1 gewählten Norm.



Materialkennwerte

In den Listboxen werden Holzart und -güte gewählt. Zur Auswahl stehen

- Nadelholz
- Laubholz
- Brettschichtholz

Die Materialkennwerte werden daraufhin automatisch gewählt.

Durch Deaktivieren des Optionsschalters können die Werte verändert werden.

Materialkennwerte		standard	
Holzart	Brettschicht EC	$E_{0,mean}$	13600 N/mm ²
Holzgüte	GL30h	$E_{0,05}$	11333 N/mm ²
$d = 85.0$ mm		G_{mean}	650 N/mm ²
<input checked="" type="checkbox"/> Kennwerte automatisch ermitteln		$f_{m,k}$	30.00 N/mm ²
k_m	0.70	$f_{t,0,k}$	24.00 N/mm ²
		$f_{c,0,k}$	30.00 N/mm ²
		$f_{c,90,k}$	2.50 N/mm ²
		$f_{v,k}$	3.50 N/mm ²
<input checked="" type="checkbox"/> $f_{m,k}$ und $f_{t,0,k}$ mit dem Beiwert k_H erhöhen	k_H	1.100	-
<input checked="" type="checkbox"/> $f_{m,k}$ gemäß NCI zu 3.3 (NA.6) um 20% erhöhen (Hochkantbiegebeanspruchung)			

Einwirkungen und Nachweise

Der Einwirkungsbutton öffnet das Fenster zur Verwaltung der Einwirkungen und Lastfälle.

Der Button zur Verwaltung der Nachweise ist standardmäßig deaktiviert, da die gewählten Nachweise mit den Standardextremierungsvorschriften vom Programm automatisch angelegt werden.

Bei Bedarf können die Extremierungen jedoch manuell verändert werden.

Hierzu ist der Optionsschalter auf **benutzerdefiniert** zu stellen. Daraufhin wird der Button zum Öffnen der Nachweisverwaltung aktiviert.

Einwirkungen und Nachweise		standard	
		<input checked="" type="radio"/> standard	
		<input type="radio"/> benutzerdefiniert	

Tragfähigkeitsnachweis

Durch Aktivieren des Optionsschalters wird der Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit entspr. /16/, 6.2, geführt.

Optional kann die Kippsicherheit durch Berücksichtigung des Beiwertes k_{crit} nach /16/, 6.3.3, nachgewiesen werden.

Die Angaben zur Ermittlung des k_{crit} -Wertes sind bei den abschnittsbezogenen Eigenschaften vorzunehmen.

Tragfähigkeitsnachweis		wird geführt	
<input checked="" type="checkbox"/> Tragfähigkeitsnachweis führen			
<input type="checkbox"/> Kippsicherheit nachweisen			

Gebrauchstauglichkeitsnachweis

Durch Aktivieren des entsprechenden Optionsschalters wird als Nachweis der Gebrauchstauglichkeit der Verformungsnachweis in der seltenen bzw. in der quasiständigen Bemessungssituation gemäß /16/, 7, geführt.

<input type="checkbox"/> Gebrauchstauglichkeitsnachweise	wird geführt
<input checked="" type="checkbox"/> Nachweis in der seltenen Bemessungssituation führen	
<input type="checkbox"/> Nachweis in der quasiständigen Bemessungssituation führen	

Register 4 - Brandschutz

Optional kann ein Brandschutznachweis nach DIN EN 1995 geführt werden.



Der Nachweis kann nur für unverstärkte Träger geführt werden!

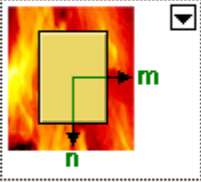
Als Eingabedaten sind die Feuerwiderstandsdauer t_f und die Abbrandtiefe d einzugeben.

Die Abbrandtiefe kann durch Setzen des Optionsschalters automatisch vom Programm ermittelt werden.

Über die Listbox wird gewählt, wie viele Seiten beflammt sind.

Brandschutznachweis

Nachweis führen

Brandbeanspruchung	geforderte Feuerwiderstandsdauer
	$t_f = $ <input type="text" value="60"/> Minuten
	Abbrandtiefe <input checked="" type="checkbox"/> automatisch
	$d = \beta_n t_f = $ <input type="text" value="4.20"/> cm

Hinweis: Beim Brandschutznachweis werden die im Register "Material/Nachweise" festgelegten Materialkennwerte zugrunde gelegt.
Der Brandschutznachweis kann nur für unverstärkte Träger geführt werden.

Stabeigenschaften und Verstärkungen

Verstärkungen werden abschnittsweise am Hauptträger angeordnet.

Ein solcher Abschnitt kann z.B. ein Trägerfeld oder auch ein Teilbereich davon sein.

Bei der Zuordnung der Verstärkung ist wie folgt vorzugehen

1. Markieren des oder der zu verstärkenden Abschnitt/e mit dem Cursor.

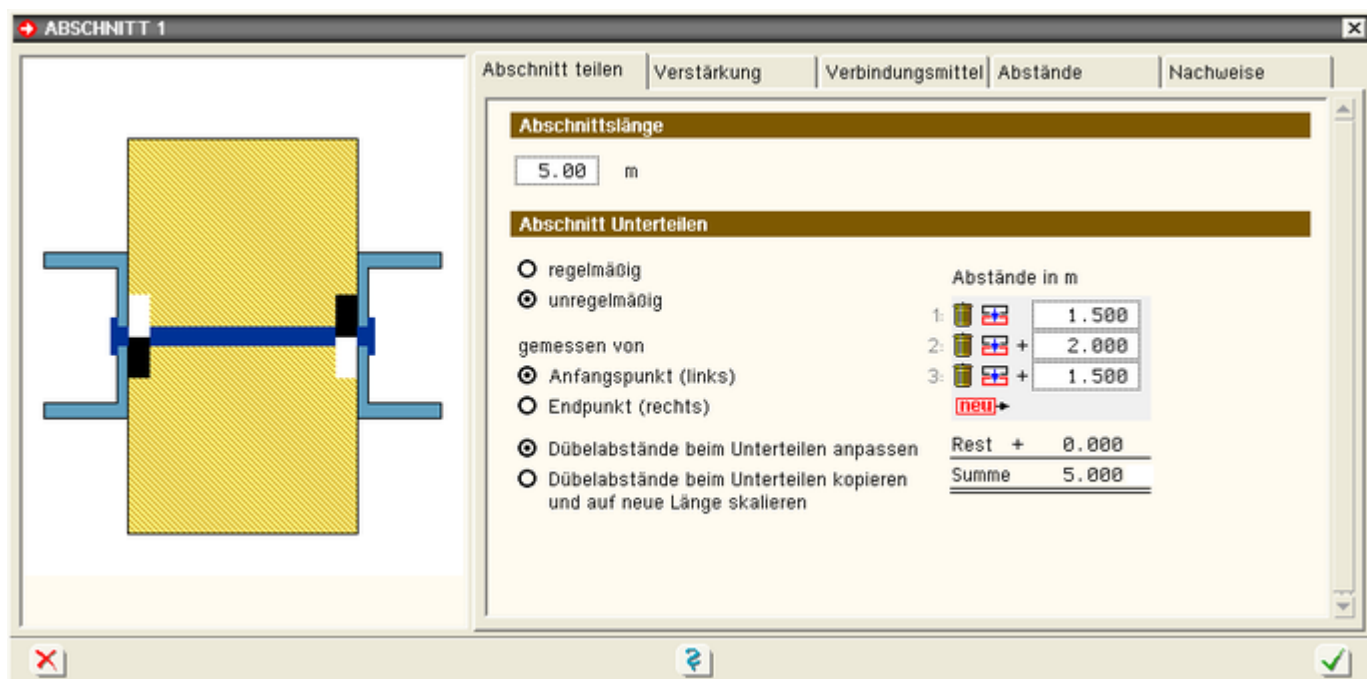
Das Markieren geschieht durch Anklicken des Stababschnitts im Eingabefenster oder durch Anklicken des Abschnitts im Objektbaum (linkes Teilfenster).

2. Aufruf der Abschnitteigenschaften durch Klicken des **Werkzeug-** und anschließend des **Stababschnittsbuttons**.

Ein Doppelklick auf den Stababschnitt oder den Eintrag im Objektbaum öffnet ebenfalls das Eingabefenster zur Bearbeitung des Stabeigenschaften.

Das Fenster enthält fünf Register zur Bearbeitung der stabbezogenen Parameter.

Im linken Teilfenster werden der Stabquerschnitt und die ggf. vorhandenen Verstärkungen dargestellt.



Register 1 - Abschnitt teilen

Wurde nur ein einzelner Abschnitt markiert, enthält das erste Register Angaben, um den Abschnitt in weitere Teilabschnitte zu unterteilen bzw. um die Abschnittslänge zu editieren.

Eingabe der Länge des markierten Abschnitts.

Bei Wahl der Option **regelmäßig** wird der Abschnitt in gleich lange Abschnitte unterteilt.

Mit den hier dargestellten Eingaben, würden drei Abschnitte mit einer Länge von je 0.83 m entstehen.

Soll der Abschnitt nicht unterteilt werden, ist bei **Zwischenpunkte** eine Null einzugeben.

Bei Wahl der Option **unregelmäßig** wird der Abschnitt in ungleich lange Abschnitte unterteilt.

Es erscheint eine Tabelle, in der die Abschnittslängen eingegeben werden können.

Mit den hier dargestellten Eingaben, würden drei Abschnitte mit einer Länge von 1.0 m, 0.5 m und 1.0 m entstehen.

Mit der Option **gemessen von** kann angegeben werden, ob vom Anfangs- oder vom Endpunkt ausgehend gemessen wird.

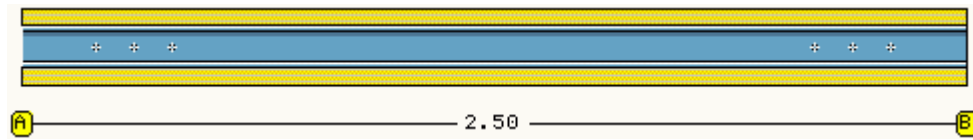
Abschnitt Unterteilen	
<input type="radio"/> regelmäßig	Abstände in m
<input checked="" type="radio"/> unregelmäßig	
gemessen von	
<input checked="" type="radio"/> Anfangspunkt (links)	
<input type="radio"/> Endpunkt (rechts)	
	Rest +
	Summe

1:	+	1.000
2:	+	0.500
neu →		

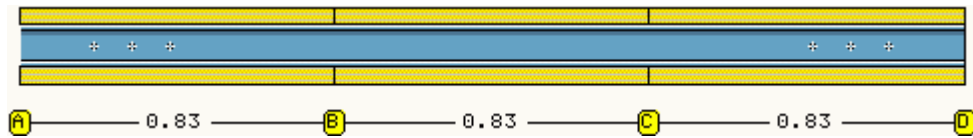
Enthält der Abschnitt bereits Verstärkungen, kann mit der folgenden Option angegeben werden, ob die Anzahl und Anordnung der bereits vorhandenen Verbindungsmittel erhalten bleibt und auf die neu entstehenden Abschnitte übertragen oder ob die bestehenden Verbindungsmittel auf jeden neu entstehenden Abschnitt kopiert und auf die neue Länge skaliert werden.

- Dübelabstände beim Unterteilen anpassen
- Dübelabstände beim Unterteilen kopieren und auf neue Länge skalieren

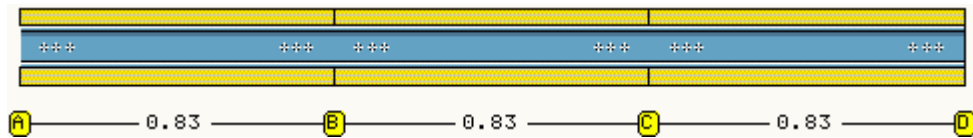
Beispiel: Ausgangsabschnitt



Option **Dübelabstände beim Unterteilen anpassen:**



Option **Dübelabstände beim Unterteilen kopieren und auf neue Länge skalieren:**



Wurden mehrere Abschnitte markiert, zeigt das 1. Register zur Information den Beginn und das Ende des gewählten Stabzuges. Eingaben können hier nicht vorgenommen werden.

Anker Anfang	Anker Ende
<input type="radio"/> B	<input type="radio"/> C

Register 2 - Verstärkung

Im Normalfall läuft der Hauptträger über alle Abschnitte mit konstantem Querschnitt durch.

Es besteht jedoch die Möglichkeit geschwächte oder ganz ausgefallene Bereiche zu definieren.

Wird die Option **geschwächt** gewählt, kann eine abweichende HT-Querschnittshöhe für den Abschnitt gesetzt werden.

Die Schwächung ist symmetrisch, d.h. der Querschnitt wird am oberen und am unteren Rand um das gleiche Maß reduziert.

Sind Verstärkungen vorhanden, kann auch die Option **ausgefallen** gewählt werden. In diesem Falle werden die Schnittgrößen einzig über die Verstärkungen geleitet.

Hauptträger	
Höhe	<input type="text" value="300"/> mm
	<input checked="" type="radio"/> ungeschwächt
	<input type="radio"/> geschwächt
	<input type="radio"/> ausgefallen

Links- und rechtsseitig des Hauptträgers können unterschiedliche Verstärkungen gewählt werden.

Die Verstärkungen werden in den jeweiligen Schwerpunkten mittig an den Hauptträger angeschlossen.

Es stehen standardisierte U- und L-Profile aus Stahl sowie Stahlbleche und Holzrechteckquerschnitte zur Auswahl.

Links	Rechts
<input type="radio"/> Keine	<input type="radio"/> Keine
<input type="radio"/> U-Profil	<input checked="" type="radio"/> U-Profil
<input type="radio"/> L-Profil	<input type="radio"/> L-Profil
<input type="radio"/> Blech	<input type="radio"/> Blech
<input checked="" type="radio"/> Holz	<input type="radio"/> Holz
b_1 <input type="text" value="80"/> x h_1 <input type="text" value="180"/> mm	<input checked="" type="radio"/> Stahlblech S235 (St37)
<input type="radio"/> Nadelvollholz	<input type="radio"/> Stahlblech S355 (St52)
<input type="radio"/> Laubholz	<input type="text" value="U180"/>
<input checked="" type="radio"/> Brettschichtholz EC	
<input type="radio"/> Brettschichtholz DIN	
<input type="radio"/> Kerto-S	
<input type="radio"/> Kerto-Q	
<input type="text" value="GL30h"/>	
<input checked="" type="checkbox"/> $f_{m,k}$ und $f_{t,0,k}$ mit dem Beiw. k_h erhöhen	
$k_h =$ <input type="text" value="1.100"/> -	
<input checked="" type="checkbox"/> $f_{m,k}$ gemäß NCI zu 3.3 (NA,6) um 20% erhöhen (Hochkantbiegung)	


Register 3 - Verbindungsmittel

Im dritten Register wird das für den aktuellen Abschnitt zu verwendende Verbindungsmittel für die Verstärkung ausgewählt. Zur Verfügung stehen

- **Ringdübel A1**
- **Scheibendübel** B1, C1, C2, C5, C10 und C11
- **Bolzen** (optional als Passbolzen und/oder Gewindestange)
- **Nägel**
- **Klammern**
- SPAX Senkkopf Teilgewinde
- SPAX Tellerkopf Teilgewinde
- SPAX Senkkopf Vollgewinde
- ASSY-plus VG Zylinderkopf
- **ASSY-plus VG Senkfrästaschenkopf**
- **Stabdübel**
- glattschaftige Nägel
- **Sondernägel**

Wird auf der einen Trägerseite ein Stahl- und auf der anderen ein Holzprofil gewählt, wählt das Programm automatisch für die entsprechende Seite den passenden Dübeltyp (z.B. Scheibendübel B1 für die Stahl- und Ringdübel A1 für die Holzverstärkung).

Verbindungsmittel		Optionen	
Scheibendübel C2/C1 <input type="checkbox"/>		<input type="radio"/> FK 3.6 <input checked="" type="radio"/> FK 4.6 <input type="radio"/> FK 4.8 <input type="radio"/> FK 5.6 <input type="radio"/> FK 5.8 <input type="radio"/> FK 8.8	
Durchmesser	50.00 mm <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> als Gewindestange <input type="checkbox"/> als Passbolzen <input type="checkbox"/> Fv,Rk gemäß 8.2.2 erhöhen Bei Verbindungen mit Bolzen darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit Fv,Rk infolge der Seilwirkung um einen Anteil $\Delta Fv,Rk$ erhöht werden	
Bolzendurchmesser	6.00 mm <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> \varnothing - Unterlegscheibe ($\geq 3 d$) du <input type="text" value="0.0"/> mm <input type="checkbox"/> automatisch	
<input type="radio"/> 1-Reihig <input type="radio"/> 5-Reihig <input type="radio"/> 2-Reihig <input type="radio"/> 6-Reihig <input type="radio"/> 3-Reihig <input type="radio"/> 7-Reihig <input type="radio"/> 4-Reihig <input checked="" type="radio"/> 8-Reihig		<input checked="" type="radio"/> Vereinfachter Nachweis nach NAD <input type="radio"/> Genauer Nachweis nach DIN EN 1995, 8.2.2 <input type="radio"/> Bemessungswerte-Verfahren (mit fhd und Myd rechnen)	
Abstand a_2	<input checked="" type="checkbox"/> minimal mm		



Die Bolzentragkraft kann gemäß /16/, 8.2.2, durch Berücksichtigung des "Einhängeeffekts" erhöht werden.

Ist eine der Verstärkungen aus Holz, wird i.d.R. die Querdruckpressung unter der Unterlegscheibe maßgebend.

Daher ist der Unterlegscheibendurchmesser anzugeben.

Die Option **automatisch** wählt einen zum Bolzendurchmesser passenden Scheibendurchmesser.

Es ist möglich, mehrere Verbindungsmittel übereinander anzuordnen.

Die Anzahl wird mit den Optionsknöpfen **1-Reihig** bis **8-Reihig** gewählt.

Der Abstand a_2 in vertikaler Richtung kann vorgegeben oder der zulässige Minimalwert über den Optionsknopf neben dem Eingabefeld gewählt werden.

Bei Verwendung von Nägeln oder Schrauben kann bei beidseitigen Verstärkungen zudem gewählt werden, ob die Verbindungsmittel von beiden Seiten oder wechselseitig angeordnet werden.

Im Kontrollfenster links neben den Registern erscheint der Stabquerschnitt mit den Verstärkungen und den Verbindungsmitteln.

In der Tabelle darunter werden die charakteristische Dübeltragfähigkeit R_k sowie die einzuhaltenden Mindestabstände a_1 (Dübelabstand in Faserrichtung) und $a_{4,t}$ (Dübelabstand senkrecht zur Faser vom beanspruchten Rand) ausgegeben.

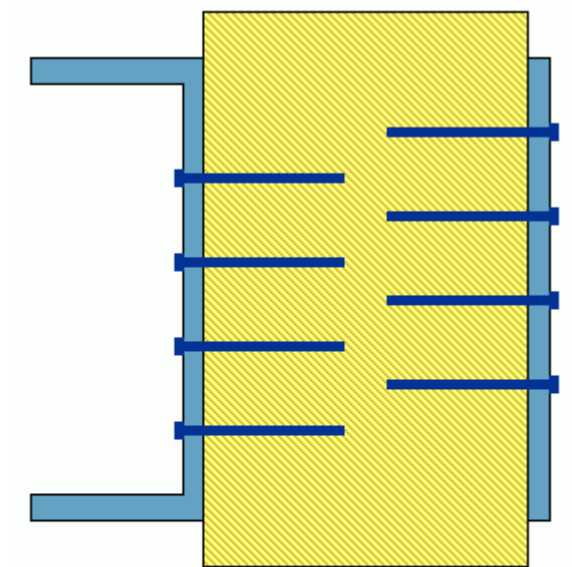
Diese Daten dienen als Anhaltswerte zur Konstruktion.

\varnothing - Unterlegscheibe ($\geq 3 d$)
 du mm automatisch

1-Reihig 5-Reihig
 2-Reihig 6-Reihig
 3-Reihig 7-Reihig
 4-Reihig 8-Reihig

Abstand a_2 minimal mm

wechselseitig beidseitig



	links	rechts
R_k [N]	1342	1342
min a_1 [mm]	19	19
min $a_{4,t}$ [mm]	27	27

Register 4 - Abstände

Im Register *Dübelabstände* wird die Anordnung der Dübel definiert.

Grundsätzlich sind drei unterschiedliche Muster möglich

- äquidistant
- gruppiert
- frei

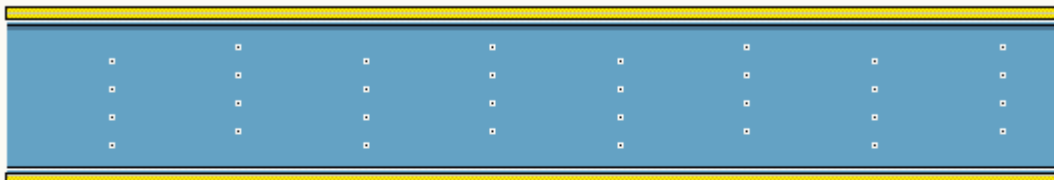
Unter den Optionsbuttons wird der Träger mit der gewählten Dübelanordnung dargestellt.

äquidistant

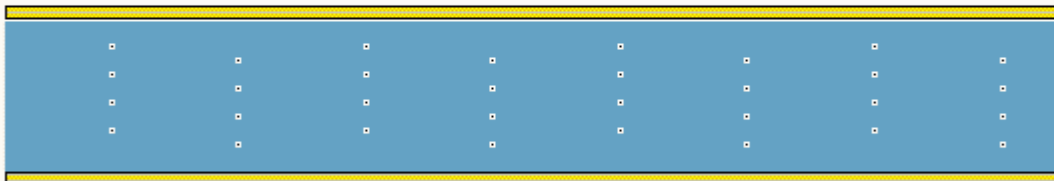
Bei Wahl der Option **Äquidistant verteilen** werden der Abstand des ersten oder letzten Verbindungsmittels vom Trägeranfang bzw. -ende sowie die Anzahl der Dübel und der Abstand untereinander gewählt.

Ist die gewählte Anzahl zu groß, werden die Dübel, die nicht mehr Platz finden, "abgeschnitten".

Die und - Buttons funktionieren als Wechselschalter, so dass wahlweise der Abstand des ersten oder letzten Dübels vom Abschnittsanfang oder -ende eingegeben werden kann.

Verbindungsmittelabstände
 Äquidistant verteilen Gruppirt Frei


TRÄGER RÜCKANSICHT (Verstärkung links)



TRÄGER (Verstärkung rechts)

Abstand vom Abschnittsanfang zum ersten Dübel mmAbstand vom Abschnittsende zum letzten Dübel autom. mmAbstand a1 der Dübel in Faserrichtung mmAnzahl -**gruppirt**

Bei Wahl der Option **Gruppirt** werden Verbindungsmittelgruppen an den Rändern des Abschnitts gebildet. Es werden der Abstand der Dübel von den Abschnittsenden, der Abstand untereinander und die Anzahl der Verbindungsmittel eingegeben.

Verbindungsmittelabstände
 Äquidistant verteilen Gruppirt Frei


TRÄGER RÜCKANSICHT (Verstärkung links)



TRÄGER (Verstärkung rechts)

Abstand vom Abschnittsanfang zum ersten Dübel mmAbstand vom Abschnittsende zum letzten Dübel mmAbstand a1 der Dübel in Faserrichtung mmAnzahl -**frei**

Bei Wahl der Option **Frei** kann die Anordnung der Dübel beliebig gewählt werden. Es erscheint eine Tabelle mit den Abständen.

Verbindungsmittelabstände

Äquidistant verteilen
 Gruppieret
 Frei



TRÄGER RÜCKANSICHT (Verstärkung links)



TRÄGER (Verstärkung rechts)

Abstände $a_{1,i}$ [mm] vom Abschnittsanfang

1:			200
2:			240
3:			240
4:			690
5:			240
6:			240

neu →

Register 5 - Nachweise

Die Aktivierung der zu führenden Nachweise erfolgt unter den globalen [Einstellungen](#).

Alle Nachweisparameter, die nur für bestimmte Stababschnitte gelten, werden hier eingestellt.

Der Kippbeiwert k_m nach /16/, Gl. 6.30 u. 6.34, kann nach Vorgabe der Ersatzstablänge l_{ef} vom Programm ermittelt werden.

Alternativ kann der Wert durch Deaktivieren der Option direkt vorgegeben werden.

Kippsicherheitsnachweis

k_{crit} nach DIN EN 1995-1-1 Gl.(6.30,6.34)

$l_{ef} =$ m

$\Rightarrow k_{crit} = 1.00000$

Die Vergleichslänge zur Berechnung der zulässigen Durchbiegung kann direkt eingegeben oder automatisch vom Programm ermittelt werden.

Bei automatischer Ermittlung wird als Vergleichslänge der Abstand der Vertikallager des betreffenden Abschnitts eingesetzt. Dies entspricht i.A. der Feldlänge.

Bei aktivierter [Kragarmoption](#) wird die zulässige Verformung entspr. /16/, 7.2 (2), für Kragarme erhöht.

Verformungsnachweis

für Verformungen:

Vergleichslänge automatisch

Vergleichslänge des Stabes: l_v m Kragarm

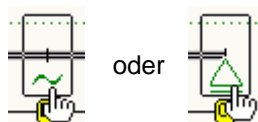
Lager- und Gelenkbedingungen

Beim Durchlaufträger stehen zwei Freiheitsgrade zur Verfügung, die unabhängig voneinander gelagert werden können.

Es handelt sich dabei um die Verschiebung in z-Richtung und die Verdrehung um die y-Achse.

Ist der Träger verstärkt, können Lager unter dem Träger und/oder unter den Verstärkungen angeordnet werden.

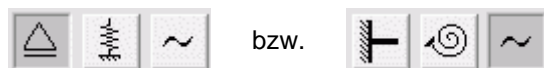
Das Fenster zur Eingabe der Lagerbedingungen wird durch einen Doppelklick auf den betreffenden Knoten im Haupteingabefenster geöffnet.



LAGER/GELENKE		
VERSCHIEBUNG <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Cf in kN/m <input type="text" value="0.00"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Verstärkung links <input checked="" type="checkbox"/> Hauptträger <input checked="" type="checkbox"/> Verstärkung rechts
VERDREHUNG <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Cm in kNm/- <input type="text" value="0.00"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Verstärkung links <input checked="" type="checkbox"/> Hauptträger <input checked="" type="checkbox"/> Verstärkung rechts
GELENK <input type="checkbox"/>	<input type="text" value="100"/> %	nur am Hauptträger
<input type="button" value="X"/> <input type="button" value="Mülleimer"/> <input type="button" value="Hilfe"/> <input type="button" value="OK"/>		

Die Wahl der Lagerbedingung für Verschiebung und Verdrehung erfolgt über die Optionsschalter.

Bei elastischer Lagerung wird das entsprechende Eingabefeld für die Federsteifigkeit freigeschaltet.



Bei elastischer Lagerung muss die entsprechende Federsteifigkeit ermittelt und eingegeben werden.

Senkfeder

Bei Senkfedern kann die Federsteifigkeit aus der Dehnsteifigkeit der Lagerkonstruktion bzw. der Stütze unterhalb des Lagers berechnet werden. Es gilt:

Cf in kN/m
1000.00

$$\frac{E \cdot A}{h}$$

E Elastizitätsmodul der Stütze
 A Stützenquerschnitt
 h Stützhöhe

Drehfeder

Die Steifigkeit von Drehfedern ist von der Biegesteifigkeit der entsprechenden Stütze abhängig.

Bei der Steifigkeitsberechnung muss zwischen Stützen mit Fußspannung und solchen mit gelenkigem Anschluss unterschieden werden.

Bei einer Stütze mit Fußspannung errechnet sich die Federsteifigkeit zu

$$\frac{E \cdot I}{4 \cdot h}$$

und bei gelenkiger Lagerung zu

$$\frac{E \cdot I}{3 \cdot h}$$

gelagertes Bauteil

Mit den Optionsschaltern wird festgelegt, welche Trägerteile gelagert werden.

Wenn z.B. ein Träger im Bereich des Stützmomentes verstärkt wird, kann die Verstärkung durchaus eine geringere Höhe aufweisen als der Hauptträger und damit nicht aufgelagert sein.

Verstärkung links
 Hauptträger
 Verstärkung rechts

In einem solchen Fall ist die entsprechende Lagerbedingung für die Verstärkungen ggf. zu lösen.

Gelenk

Gelenke werden durch Setzen des Häkchens aktiviert.

Gelenkbedingungen sind nur im Hauptträger möglich.

Über die %-Angabe kann eine Gelenkfeder gesetzt werden. 0% entspricht einem Vollgelenk.

GELENK %



Das Löschen des gesamten Lagers erfolgt durch einen Klick auf den [Mülleimerbutton](#).

Belastung

Begriffsdefinition Lastbild - Lastfall - Einwirkung

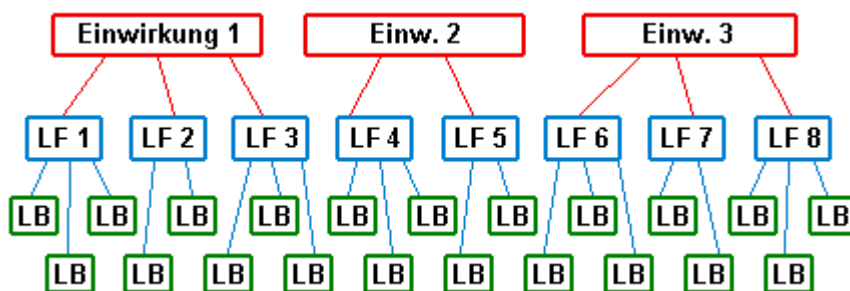
Weiterführende Informationen s. [pcae-Nachweiskonzept](#).

Lastbild

Ein Lastbild (LB) ist entweder eine Linienlast oder eine Einzellast.

Die Eigenschaften eines Lastbildes sind durch seine geometrische Lage, seine Lastordinaten und seine Zuordnung zu Lastfall und Einwirkung gegeben.

Ein Lastbild ist ein auswählbares Objekt im Konstruktionsfenster.



Lastfall

Ein Lastfall (LF) ist immer eindeutig einer Einwirkung zugeordnet.

Er kann beliebig viele Lastbilder aufnehmen. Die Lastbilder eines Lastfalles wirken immer gemeinsam.

Ein Lastfall ist daher die kleinste auswählbare Einheit bei der Ergebnisdarstellung.

Die Rechenergebnisse (Verformungen und Schnittgrößen) eines einzelnen Lastbildes können folglich nur dann betrachtet werden, wenn dem Lastfall keine weiteren Lastbilder zugeordnet sind.

Eine Differenzierung zwischen den Ergebnisanteilen unterschiedlicher Lastbilder innerhalb eines Lastfalls kann auch bei der Extremwertbildung nicht mehr vorgenommen werden.

Neben der Lastfallnummer und der Lastfallbezeichnung ist der Lastfalltyp die wesentliche Eigenschaft eines Lastfalls.

Der Lastfalltyp legt fest, ob die Schnittgrößen und Verformungen des Lastfalls additiv oder gruppenweise alternativ zu überlagern sind.

Eine additive Überlagerung besagt, dass die Verformungen und Schnittgrößen eines Lastfalles bei der Extremwertbildung dann berücksichtigt werden, wenn sie ungünstig wirken.

Weist der Lastfalltyp die Zuordnung zu einer alternativen Gruppe aus, so wird bei der Extremwertbildung nur der Lastfall berücksichtigt, der sich am betrachteten Punkt am ungünstigsten von allen Lastfällen dieser Gruppe herausstellt.

Speziell bei den [pcae](#)-Durchlaufträgern gibt es zusätzlich den Lastfalltyp *aufteilen*.

Dieser nur für Verkehrslasten relevante Typ versteht sich als Eingabehilfe.

Ein über den gesamten Träger definiertes Streckenlastbild kann hierdurch mehreren Lastfällen gleichzeitig zugeordnet werden; und zwar für jeden Trägerabschnitt jeweils einem (Unter)-Lastfall.

Was zunächst wie ein Widerspruch zum Vorangesagten aussieht, erweist sich hier als bequeme Eingabe.

Würde diese Möglichkeit nicht bestehen, müssten (bei einem n-Feldträger) n Streckenlasten definiert und n verschiedenen Lastfällen zugeordnet werden, um sicherzustellen, dass eine feldweise korrekte Überlagerung durchgeführt wird.

Lastfälle vom Typ *aufteilen* werden im Konstruktionsfenster mit einem # gekennzeichnet und tun damit kund, dass es sich im Grunde genommen um eine Gruppe additiver Lastfälle handelt.

Einwirkung

Eine Einwirkung kann beliebig viele Lastfälle enthalten.

Neben der Einwirkungsnummer und der Einwirkungsbezeichnung ist der Einwirkungstyp die wesentliche Eigenschaft einer Einwirkung.

Er legt fest, ob die der Einwirkung zugeordneten Lastfälle ständige Lasten (wie etwa Eigengewicht) oder veränderliche Lasten (Verkehrslasten) enthalten.

Die Ergebnisse einer Einwirkung (es sind dies die extremalen Schnittgrößen und Verformungen der zur Einwirkung gehörenden Lastfälle) können im Ergebnisfenster eingesehen werden.

Die Lastbilder derselben Einwirkung werden im Konstruktionsfenster in einem eigenen Rahmen dargestellt.

Lastbilder, Lastfälle und Einwirkungen in der hier vorgestellten Form stellen gemeinsam ein Ordnungsprinzip dar, das auch den neuen Normen (wie etwa der DIN 1045-1), die in starker Anlehnung an Eurocode entwickelt wurden, gerecht wird.

Der Anwender von 4H-DULAH sollte das Ordnungsprinzip nutzen, um das vorliegende Problem möglichst übersichtlich darzustellen.

Weitere Informationen zum Thema finden Sie im Handbuch *das pcae-Nachweiskonzept*.

Linienbelastung

An dieser Stelle können streckenweise Belastungen in Form von Linienlasten verschiedener Lastgeometrien, Eigengewichts- oder Temperaturlasten erzeugt werden.

Die Lasten können an beliebiger Stelle auf dem Durchlaufträger angeordnet sein und werden bezüglich zweier Ankerpunkte definiert und verwaltet.



Es ist zu beachten, dass es sich bei den eingegebenen Lasten immer um Vertikallasten handelt! Horizontallasten können nicht verarbeitet werden.

Das Fenster zur Eingabe der Linienlasten wird wie folgt geöffnet

Stab oder Stabzug markieren

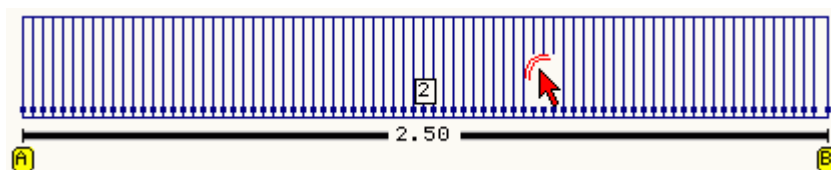


Button klicken



Button klicken

Ist bereits eine Linienlast vorhanden, kann das Eingabefenster auch durch einen Doppelklick auf die Last im Haupteingabefenster geöffnet werden.




UNIENBELASTUNG

NEU ERZEUGEN LASTANGABEN IN KN/M/°K

Art der Belastung Linienlast

Lastgeometrie

 Anker A A a 0.000 m

Anker E B e 0.000 m

Lastordinaten

qa 10.000

qe 10.000

Einwirkung 1: ständige Lasten

Lastfall 1

Lastangriff Hauptträger

Verstärkung links
Hauptträger
Verstärkung rechts

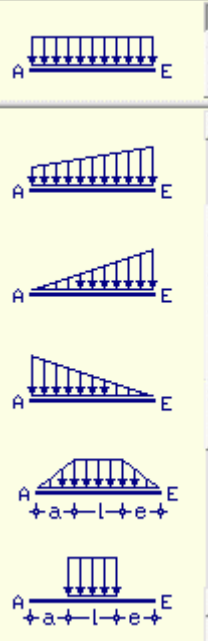
Als Lastarten können Temperatur-, Eigengewichts- oder Linienlast gewählt werden.

Linienlast

Linienlast
Eigengewicht
Temperatur

Über die Lastgeometrie-Listbox können verschiedene Lastfiguren gewählt werden.

Lastgeometrie



Die Anker legen Anfangs- und Endpunkt der Lastausdehnung fest.

Anker A A

Anker E C

Bei trapezförmigen Lasten müssen die Lastordinaten am Anfang und am Ende eingegeben werden.

Bei linearen Lastverläufen wird nur eine Ordinate erwartet.

Im Falle einer Eigengewichtslast wird die Materialwichte γ und bei einer Temperaturlast die Temperaturänderung in °K eingegeben.

Lastordinaten

qa 6.000

qe 5.000

Die Zuordnung zum Lastfall erfolgt über eine Listbox.

Ein Klick auf den **Einwirkungsbutton** öffnet die Einwirkungs- und Lastfallverwaltung.

Einwirkung
 1: Eigengewicht

Lastfall
 1

Der Lastangriff kann auf dem Hauptträger oder auf einer der Verstärkungen liegen.

Hauptträger
 Verstärkung links
 Hauptträger
 Verstärkung rechts

 eine Last kann durch einen Klick auf den Mülleimer gelöscht werden


Punktbelastung

Es kann entweder eine punktförmige Einzellast (Kraft oder Biegemoment) oder eine Lagerzwangsverformung erzeugt werden.




Die Einzellast kann an beliebiger Stelle auf dem Durchlaufträger angeordnet sein.

Die Zwangsverformung ist stets einem Lager zuzuordnen.

Weiterhin kann angegeben werden, ob die Last auf dem Hauptträger oder der Verstärkung angreift.

 Es ist zu beachten, dass es sich bei den eingegebenen Lasten immer um Vertikallasten handelt; Horizontallasten können nicht verarbeitet werden!


Das Fenster zur Eingabe der Punktlasten wird wie folgt geöffnet:

-  Stabpunkt markieren
-  Button klicken
-  Button klicken

PUNKTBELASTUNG

NEU ERZEUGEN

Art der Belastung: Einzellast

Lastordinaten F: 5.000 kN M: 0.000 kNm	Position Anker: A a: 0.000 m	
--	------------------------------------	--

Einwirkung: 1: ständige Lasten

Lastfall: 1

Als Lastart kann eine Einzellast- oder Lagerzwangsverformung (Drehung oder Verschiebung) gewählt werden.

Einzellast
 Einzellast
 Lagerzwangsverformung

Der Anker und der Abstand a vom Anker legen den Lastangriffspunkt fest.

Anker	A
a	0,000

Als Last kann eine Vertikallast F und/oder ein Moment M eingegeben werden.

F	5,000	kN
M	0,000	kNm

Im Falle einer Zwangsverformung werden Verschiebung Δw in z-Richtung und/oder eine Verdrehung $\Delta \phi$ eingegeben.

Die Zuordnung zum Lastfall erfolgt über eine Listbox.

Ein Klick auf den **Einwirkungsbutton** öffnet die Einwirkungs- und Lastfallverwaltung.

Einwirkung	
1: Eigengewicht	
Lastfall	1

 eine Last kann durch einen Klick auf den Mülleimer gelöscht werden

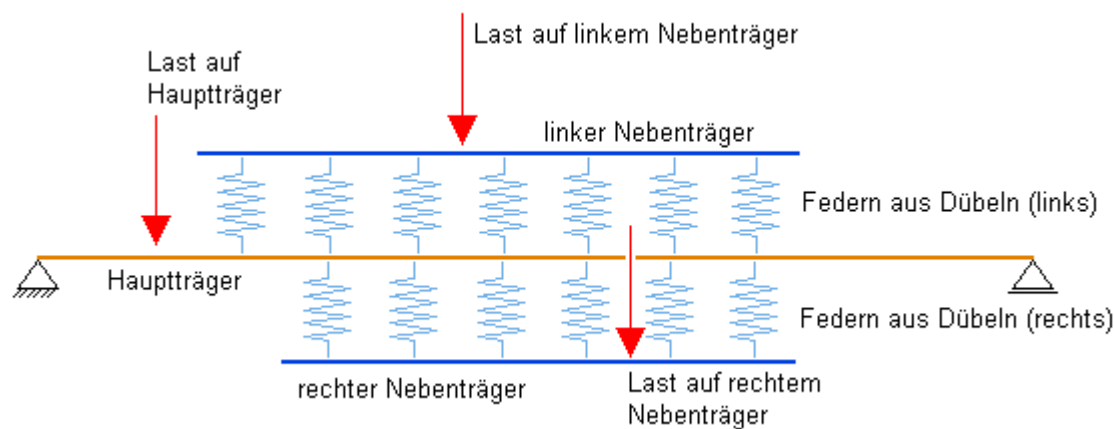
Berechnungsverfahren

Allgemeines

Das Rechenverfahren zur Untersuchung des verstärkten Holzträgers simuliert den Träger und die Verstärkungen durch mehrere nebeneinander liegende Einzelträger, die durch Federelemente (Dübel) miteinander gekoppelt sind.

Bei einem beidseitig verstärkten Träger gibt es im Bereich der Verstärkung drei parallele Träger, die über die Dübel miteinander gekoppelt sind.

Für die Steifigkeit der Federelemente werden hier die entsprechenden Verschiebungsmoduln nach /16/, 7.1, eingesetzt.



Verstärkte Holzträger werden häufig nach einem vereinfachten Verfahren berechnet.

Grundlage dieses Rechenverfahrens ist die Annahme, dass die Verformung des Holzbalkens gleich der Verformung der Verstärkung ist.

Mit Hilfe dieser Annahme können die vorhandene Belastung und die Schnittgrößen anteilig auf den Holzbalken und auf die Verstärkung aufgeteilt werden.

Bei einem beidseitig durch Stahlträger verstärkten und mit einer Streckenlast q belasteten Holzbalken z.B. kann dann der Lastanteil q_s , der auf die Stahlträger übertragen wird, mit Hilfe der Gleichung

$$q_s = \frac{E_S \cdot I_S}{E_H \cdot I_H + E_S \cdot I_S} \cdot q$$

berechnet werden.

Mit Hilfe der Last- und Schnittgrößenanteile kann dann der Spannungsnachweis für das eingegebene Biegemoment und der Schubspannungsnachweis für die Querkraft geführt werden.

Schließlich ergibt sich die erforderliche Dübelanzahl aufgrund des Lastanteils q_s .

Bei dem beschriebenen Rechenverfahren wird vorausgesetzt, dass die Stahlträger über die gesamte Trägerlänge durchlaufen und an den Trägerenden aufgelagert werden.

Weiterhin muss eine annähernd gleichmäßige Lastverteilung vorliegen, damit die vereinfachte Berechnung der Dübelkräfte korrekte Ergebnisse liefert.

Da diese Voraussetzungen in der Praxis i.d.R. nicht vorliegen, ist die Anwendbarkeit des vereinfachten Verfahrens stark eingeschränkt.

Im vorliegenden Programm *Verstärkter Holzträger* wird ein Rechenverfahren eingesetzt, das auf beliebige Träger und Verstärkungen anwendbar ist.

Die Verstärkungen können einseitig oder beidseitig angebracht werden.

Als Verstärkung sind sowohl Holzbalken als auch Winkelprofile und U-Profile möglich.

Weiterhin können Träger und Verstärkung getrennt voneinander gelagert und belastet werden.

Wenn die Last auf der Verstärkung eingetragen wird, entsteht ein zusätzliches Torsionsmoment, das vom Hauptträger aufgenommen werden muss.

Die Lasten sollten also möglichst zentrisch in den Hauptträger eingeleitet werden.



Es ist zu beachten, dass der Nachweis der Schubspannungen infolge eines Torsionsmomentes vom Programm nicht durchgeführt wird!

Weiterhin ist zu beachten, dass auch Horizontallasten nicht berücksichtigt werden können!

das Rechenverfahren

Das Rechenverfahren zur Untersuchung des verstärkten Holzträgers simuliert den Träger und die Verstärkungen durch mehrere nebeneinander liegende Einzelträger, die durch Federelemente (Verbindungsmittel) miteinander gekoppelt sind.

Z.B. gibt es dann bei einem beidseitig verstärkten Träger im Bereich der Verstärkung drei parallele Träger, die über die Verbindungsmittel miteinander gekoppelt sind.

Für die Steifigkeit der Federelemente werden hier die entsprechenden Verschiebungsmoduln nach /16/, 7.1, eingesetzt.

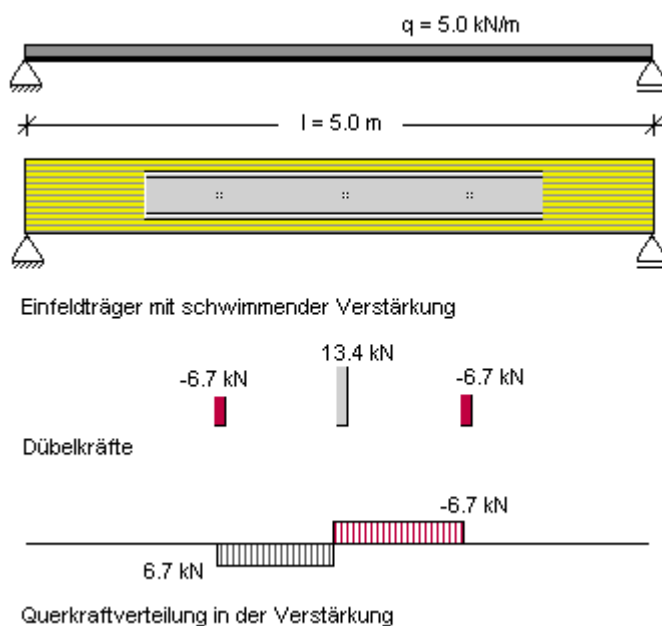
Werden mehrere Verbindungsmittel übereinander angeordnet, so ergibt sich als Ersatzfeder eine Kraft- und zusätzlich eine Momentenfeder. Bei einreihiger Anordnung resultiert lediglich eine Kraftfeder.

Jeder dieser Träger kann in einzelnen Punkten getrennt gelagert oder belastet sein. Die Verstärkung kann von Lager zu Lager durchgehen oder auch im Feld enden. In diesem Fall spricht man von einer schwimmenden Verstärkung.

Die Kraft- und Verformungsgrößen werden nun für das gekoppelte System berechnet.

Damit erhält der Anwender eine genaue Übersicht über den Verlauf der Durchbiegungen sowie der Biegemomente und der Querkräfte im Hauptträger und in den Verstärkungen.

Weiterhin wird für jeden Dübel der auf ihn entfallende Kraftanteil ermittelt.



Die obige Abbildung zeigt neben der Systemdarstellung beispielhaft den Verlauf der Querkräfte für die Verstärkung und die Größe der zugehörigen Verbindungsmittelkräfte.

Auf diese Weise können alle Schnittgrößen und Verformungen für die einzelnen Trägeranteile dargestellt werden.

Neben der grafischen Ausgabe ist auch eine tabellarische Ergebnisdarstellung verfügbar.

Holzbaunachweise EC 5, DIN 1052:2008-12 und DIN 4102-22:2004

hier Informationen zu

- [Allgemeines](#)
- **Nachweise nach DIN 1052:2008-12**
 - [Tragfähigkeitsnachweis](#) (Th. I. Ord.)
 - [Gebrauchstauglichkeitsnachweis](#) in der seltenen Bemessungssituation
 - [Gebrauchstauglichkeitsnachweis](#) in der quasiständigen Bemessungssituation
 - [Brandschutznachweis](#) für Holzbauten
- **Nachweise nach EN 1995-1-1 und EN 1995-1-2 (EC 5)**
 - [Tragfähigkeitsnachweis](#) (Th. I. Ord.)
 - [Gebrauchstauglichkeitsnachweis](#)
 - [Brandschutznachweis](#) für Holzbauten

Allgemeines

Im Folgenden werden die Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise für Holztragwerke n. EC 5, DIN 1052:2008-12 sowie der Brandschutznachweis für Holzbauten n. DIN 4102-22:2004 und ihre Implementierung in 4H-DULAH beschrieben.

Mit der Norm wurden auch neue Materialbezeichnungen eingeführt. In den [pcae](#)-Programmen wird unterschieden in

Nadelholz	C14, C16 (S7), C18, C20, C22, C24 (S10), C27, C30 (S13), C35, C40, C45, C50
Laubholz	D30, D35, D40, D50, D60, D70 und nur für EC 5 D18 und D24
Brettschichtholz	GL24h (BS11), GL28h (BS14), GL32h (BS16), GL36h (BS18), (homogen) GL24c (BS11), GL28c (BS14), GL32c (BS16), GL36c (BS18), (kombiniert)

Um einen der nachfolgend beschriebenen Nachweise führen zu können, muss dem Hauptträger eines der o. a. Materialien zugeordnet werden.

DIN 1052:2008-12 setzt grundsätzlich eine Schnittgrößenermittlung n. DIN 1055-100 voraus.

Beim Tragfähigkeitsnachweis in der ständigen und vorübergehenden Bemessungssituation sowie bei den Gebrauchstauglichkeitsnachweisen ergeben sich zusätzliche zu berücksichtigende Eigenarten. Hierauf wird bei der Beschreibung der einzelnen Nachweise eingegangen.

In Eurocode 5 wurden mit D18 und D24 zwei weitere Laubholzklassen eingeführt.

Nutzungsklassen

Bauwerke müssen einer Nutzungsklasse zugeordnet werden.

Nutzungsklasse 1	ist gekennzeichnet durch eine Holzfeuchte, die einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchte der umgebenden Luft entspricht, die nur für einige Wochen pro Jahr einen Wert von 65 % übersteigt, z.B. in allseitig geschlossenen und beheizten Bauwerken.
Nutzungsklasse 2	ist gekennzeichnet durch eine Holzfeuchte, die einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchte der umgebenden Luft entspricht, die nur für einige Wochen pro Jahr einen Wert von 85 % übersteigt, z.B. bei überdachten offenen Bauwerken.
Nutzungsklasse 3	erfasst Klimabedingungen, die zu höheren Holzfeuchten führen als in Nutzungsklasse 2 angegeben, z.B. für Konstruktionen, die der Witterung ausgesetzt sind.

Die Nutzungsklasse des Bauteils wird im Eigenschaftsblatt *Globale Einstellungen*, Reg. *Norm/Globale Werte* festgelegt.

Die Festlegungen bzgl. der Nutzungsklasse eines Bauwerks gelten auch für die Nachweise nach EC 5.

Eurocode und die nationalen Anwendungsdokumente

Eurocode ist eine europäische Norm, die in den Mitgliedsländern der EU durch ein jeweiliges nationales Anwendungsdokument (NAD) verbindlich eingeführt wird.

Eurocode erlaubt den Mitgliedsländern in den NADs bestimmte Parameter, die in den Eurocodes als Empfehlungen

ausgewiesen sind, verbindlich zu überschreiben (NDP: national determined parameters, national festzulegende Parameter).

Darüber hinaus kann ein NAD ergänzende, nicht widersprechende Angaben zur Anwendung der Eurocodes enthalten (NCI: noncontradictory complementary information).

pcae ermöglicht, statische Berechnungen für Bauwerke in allen Mitgliedsländern Europas zu erstellen. Die vollständige Einführung von Eurocode bietet hierzu eine hervorragende Chance.

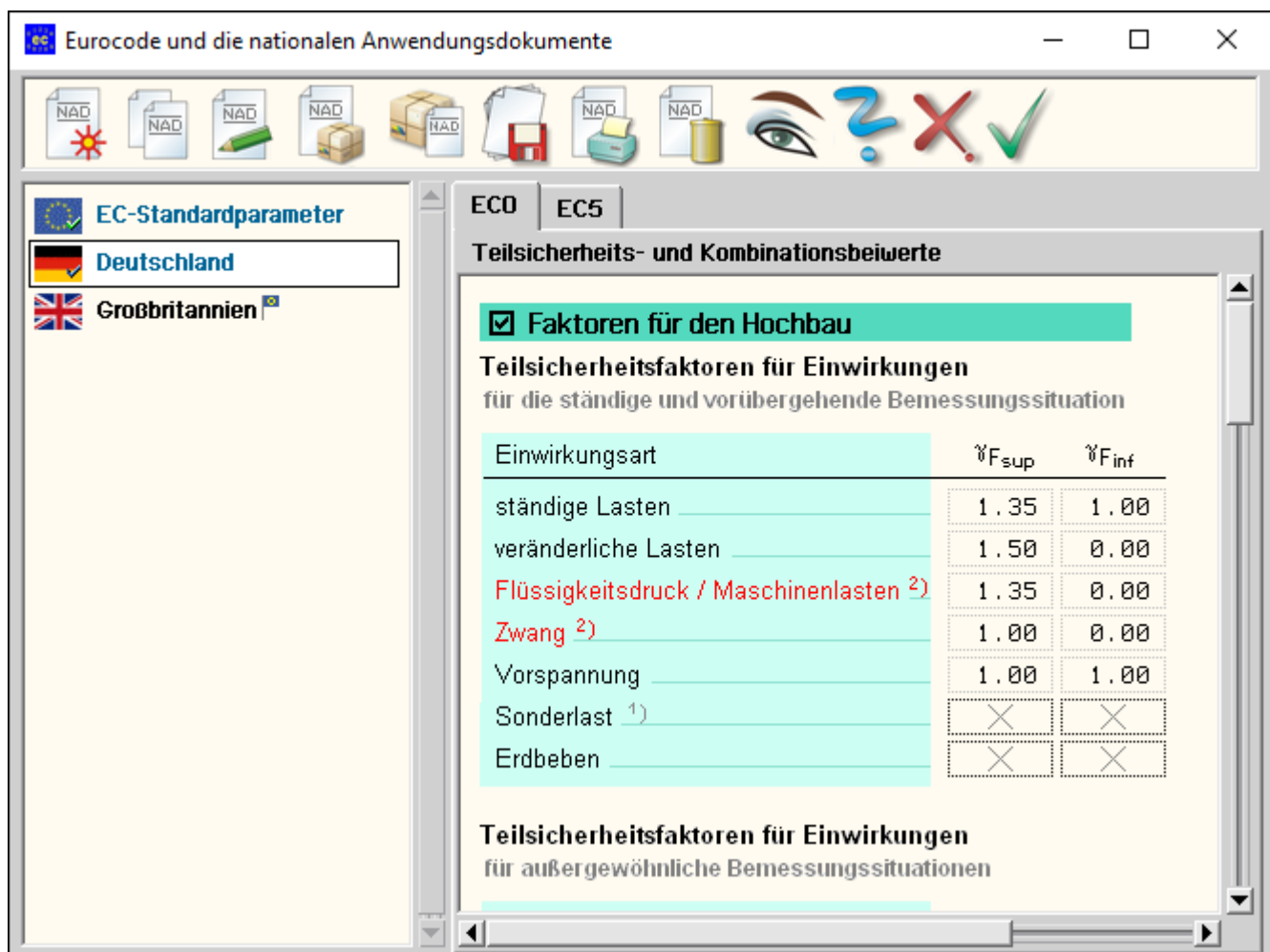
Allein die nationalen Anwendungsdokumente der teilnehmenden Staaten müssen in die Software eingepflegt werden.

pcae bietet hierzu ein Werkzeug an, das von allen Programmen, die Eurocodenachweise anbieten, aufgerufen werden kann und die NADs unterschiedlicher europäischer Mitgliedsländer verwaltet.

Das Modul wird durch Anklicken des **Flaggensymbols** im Register *Norm/Globale Werte* und im Eigenschaftsblatt zur Auswahl der *Nationalen Anwendungsdokumente* gestartet.



Das nachfolgend dargestellte Fenster erscheint.



Im linken Fenster sind die einzelnen definierten NADs aufgelistet. Hier befinden sich mindestens zwei Objekte: Zum einen die **EC-Standardparameter**, die die Eurocode-Empfehlungen enthalten, sowie das nationale Anwendungsdokument **Deutschland**. Diese beiden Objekte werden von **pcae** mitgeliefert und sind nicht editierbar.

Über die Schalttafeln im Kopf des Eigenschaftsblatts können neue NADs erzeugt sowie ausgewählte NADs kopiert, umbenannt oder gelöscht werden.

Auf der rechten Seite werden in dem registergesteuerten Fenster die Parameter des aktuell ausgewählten NADs zur Einsicht bzw. zur Bearbeitung angeboten.

Sind hier Änderungen vorgenommen worden, sollten diese ggf. schreibtsichglobal durch Anklicken des **Diskettensymbols** gesichert werden.

Das Eigenschaftsblatt hat für das grafische Eingabemodul auch einen reinen Auswahlcharakter; nach Verlassen des Eigenschaftsblatts über den **grünen Haken** wird das aktuell ausgewählte NAD dem zu berechnenden Bauteil zugeordnet.

Nachfolgend geführte Nachweise werden dann mit den hierdurch festgelegten Parametern geführt. Da dies von Relevanz für Ergebnisse des Rechenlaufs sein kann, erscheint eine entsprechende Meldung auf dem Sichtgerät.

Das Eigenschaftsblatt weist i.d.R. nur eine für das Programm relevante Untermenge der möglichen Parameter aus. Ihre Bedeutungen werden, so sie nicht selbsterklärend sind, bei der Beschreibung des Nachweises erklärt, bei dem sie zur Anwendung kommen.

Nachweise n. DIN 1052:2008-12

Tragfähigkeitsnachweis (Theorie I. Ordnung)

Kurzbezeichnung:	DIN 1052:2008 Tragfähigkeit (Th. I. Ord.)
Zusatzbezeichnung:	Tragfähigkeit nach DIN 1052:2008 10.2.11 und 10.3
Nachweisobjekte:	Stabträger aus Holz
Kombinationsregel:	DIN 1055-100
Überlagerungsvorschrift:	Extremalbildungsvorschriften und Lastkollektive
Interne Nummer:	121
Optionale Einstellungen:	keine

Bei diesem Nachweis werden die vorhandenen Spannungen den zulässigen Größen gegenübergestellt.

Der Ausnutzungsgrad, der überall ≤ 1.0 sein muss, um den Nachweis als erbracht anzusehen, ergibt sich direkt.

- Nachweis für Stäbe mit Biegung entspr. DIN 1052:2008-12, Abs. 10.2.6

$$k_{\text{red}} \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

- Nachweis für Stäbe mit Biegung n. DIN 1052:2008-12, Abs. 10.3.3 (Ersatzstabverfahren)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m \cdot f_{m,d}} \leq 1$$

- Nachweis für Stäbe mit Querkraft n. DIN 1052:2008-12, Abs. 10.2.9

$$\frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$\sigma_{m,y,d}$ Normalspannung aus Moment um y-Achse

$\tau_{z,d}$ Schubspannung aus Querkraft in z-Richtung

berechnet aus den nach DIN 1055-100 faktorisierten Bemessungsschnittgrößen.

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot f_{m,k} \quad \text{Festigkeitskennwert für Biegebeanspruchung (Bemessungswert)}$$

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot f_{c,0,k} \quad \dots \text{ Druck parallel zur Faser (Bemessungswert)}$$

$$f_{t,0,d} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot f_{t,0,k} \quad \dots \text{ Zug parallel zur Faser (Bemessungswert)}$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot f_{v,k} \quad \dots \text{ Schubbeanspruchung (Bemessungswert)}$$

k_{mod} Modifikationsbeiwert

γ_M Material Sicherheitsbeiwert
 = 1.0 für außergewöhnliche Bemessungssituationen
 = 1.3 sonst

$f_{m,k}, f_{c,0,k}, f_{t,0,k}, f_{v,k}$ Festigkeitskennwerte auf charakteristischem Niveau
 gem. Tab. DIN 1052:2008-12 F.5, F.7, F.9

$k_{c,y}$ Knickbeiwert für Knicken um die y-Achse (Ersatzstabverfahren)

$k_{c,z}$ Knickbeiwert für Knicken um die z-Achse (Ersatzstabverfahren)

k_m Kippbeiwert (Ersatzstabverfahren)

k_{red} Reduktionsfaktor

Sonderheiten der Lastfallüberlagerung

Der Modifikationsbeiwert k_{mod} ist abhängig von der Nutzungsklasse des Bauwerks und der Art der beteiligten Einwirkungen, die zu den extremalen Schnittgrößen führen. Hierbei ist die Zuordnung der Einwirkung zur Klasse der Lasteinwirkungsdauer maßgebend.

Modifikationsbeiwerte in Abhängigkeit der Klassen der Lasteinwirkungsdauer (KLED):

Klasse der Lasteinwirkungsdauer		Nutzungsklasse		
		1	2	3
ständig	länger als 10 Jahre	0.60	0.60	0.50
lang	6 Monate bis 10 Jahre	0.70	0.70	0.55
mittel	1 Woche bis 6 Monate	0.80	0.80	0.65
kurz	kürzer als eine Woche	0.90	0.90	0.70
sehr kurz	kürzer als 1 Minute	1.10	1.00	0.90

Die hier angegebenen Werte gelten für die in [pcae](#)-Programmen vorhandenen Vollholz- und Brettschichtholzgütern.

DIN 1055:2008-12 "Der Einfluss der Nutzungsklasse und der Klasse der Lasteinwirkungsdauer auf die Festigkeitseigenschaften werden" ... "durch den Modifikationsbeiwert berücksichtigt. Bei Lastkombinationen aus Einwirkungen, die zu verschiedenen Klassen der Lasteinwirkungsdauer gehören, gilt die Einwirkung mit der kürzesten Dauer als maßgebend."

: ... "dabei sind sämtliche Lastfallkombinationen zu überprüfen"

... "Der Einfluss des Modifikationsbeiwertes auf den Bemessungswert der Festigkeitseigenschaft kann bewirken, dass eine Einwirkungskombination maßgebend ist, die nicht den maximalen Bemessungswert der zugehörigen Beanspruchung liefert."

Es kann (und wird) folglich durchaus passieren, dass allein das Eigengewicht (ständige Lasten) den maßgeblichen Bemessungsfall darstellt, da diesem der kleinste k_{mod} -Wert zugeordnet ist.

Beispiel

Die Lastfallüberlagerung ist am besten an einem Beispiel zu erläutern.

Gegeben sei ein Bauwerk der Nutzungsklasse 1 mit den Einwirkungen

1: Eigengewicht	Typ = ständige Lasten	KLED = ständig	$k_{mod} = 0.60$
2: Verkehr	Typ = veränderliche Lasten	KLED = mittel	$k_{mod} = 0.80$
3: Wind	Typ = veränderliche Lasten	KLED = kurz	$k_{mod} = 0.90$
4: Schnee	Typ = veränderliche Lasten	KLED = kurz	$k_{mod} = 0.90$

Bei Einrichten des hier zu beschreibenden Tragfähigkeitsnachweises wird automatisch eine Extremalbildungsvorschrift vom Typ *standard* erzeugt, die den Normalfall der ständigen und vorübergehenden Bemessungssituation berücksichtigt.

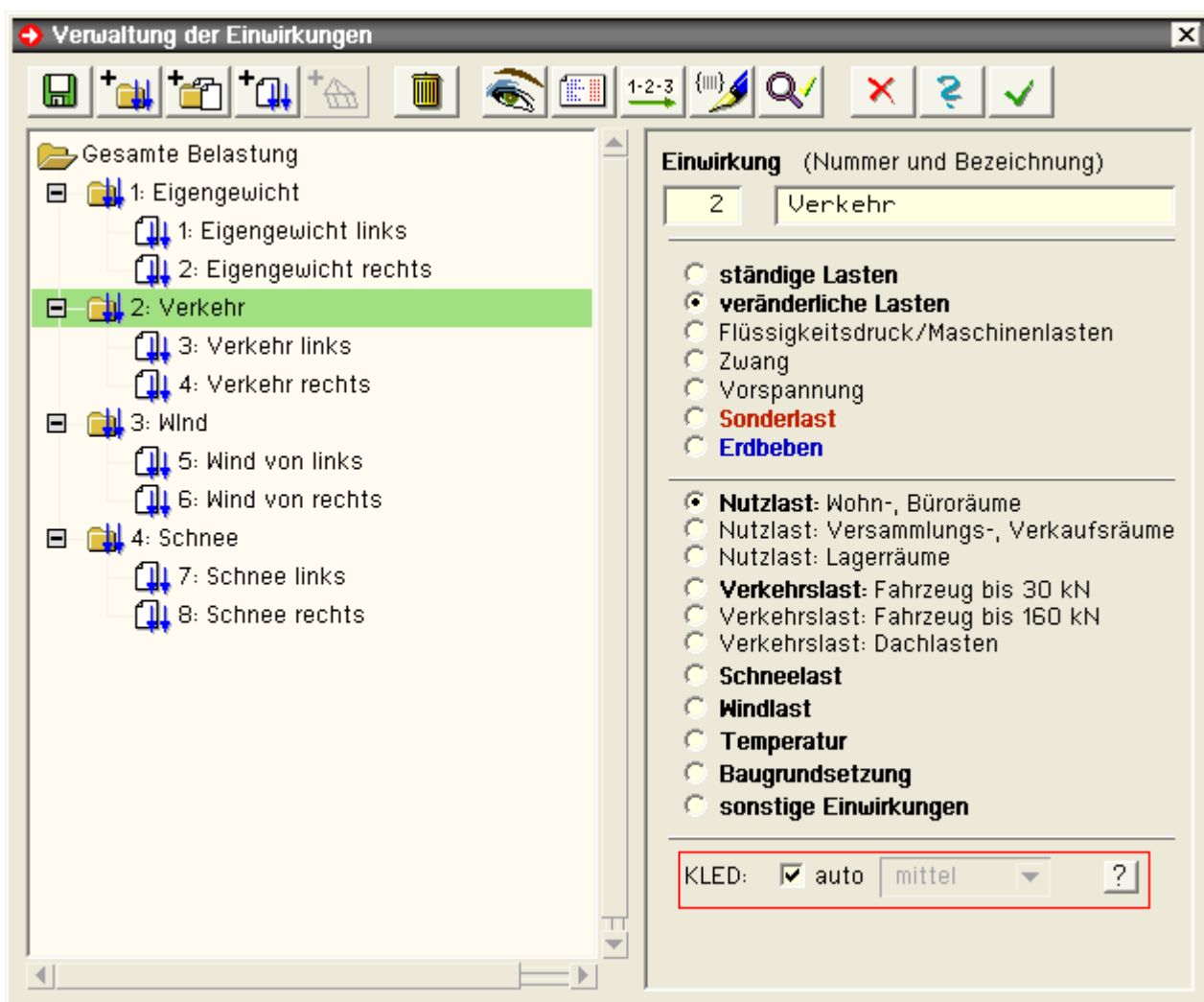
Die Extremalbildungsvorschrift sortiert zunächst die ihr zugeordneten Einwirkungen in Abhängigkeit der Größenordnung ihrer k_{mod} -Werte. Nun werden Gruppen gebildet

- die erste Gruppe besteht allein aus der Einwirkung *Eigengewicht*, da dieser Einwirkung der kleinste k_{mod} -Wert (0.60 zugeordnet ist)
- die zweite Gruppe wird von den Einwirkungen *Eigengewicht* und *Verkehr* gebildet
- die Extremalen dieser beiden Einwirkungen sind mit $k_{\text{mod}} = 0.80$ nachzuweisen
- in der dritten Gruppe kommen die Einwirkungen *Wind* und *Schnee* hinzu. Dieser Gruppe ist der k_{mod} -Wert 0.90 zugeordnet.

In den ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen wird jede Gruppe für sich extremiert und mit dem ihr zugeordneten k_{mod} -Wert nachgewiesen.

Die Festlegung, welche Klasse der Lasteinwirkungsdauer einer Einwirkung zuzuordnen ist, legt der Benutzer im Eigenschaftsblatt zur *Verwaltung der Einwirkungen* fest.

Entscheidungshilfen bietet die Norm in DIN 1052:2008-12 Tab. 4.



Nachweis der Gebrauchstauglichkeit in der seltenen Bemessungssituation

Kurzbezeichnung:	DIN 1052:2008 Verformungen (selten)
Zusatzbezeichnung:	Gebrauchstauglichkeit nach DIN 1052:2008 9 (seltene BS)
Nachweisobjekte:	Stabträger aus Holz
Kombinationsregel:	DIN 1055-100 (seltene Kombination)
Überlagerungsvorschrift:	Extremalbildungsvorschriften
Interne Nummer:	122
Optionale Einstellungen:	keine

Der Nachweis beschränkt sich auf Eingrenzung der Verformungen im Vergleich zu den empfohlenen Grenzwerten. Mit diesem Nachweis sollen Schäden an Trennwänden, Installationen, Verkleidungen oder dergleichen vermieden werden. Aus diesem Grunde spielen die Verformungen aus veränderlichen Lasten eine übergeordnete Rolle.

Die beiden nachfolgend dargestellten Teilnachweise sind zu erbringen.

- Teilnachweis A $w_{Q,inst} \leq \frac{l_V}{300}$ Kragträger $\frac{l_V}{150}$
- Teilnachweis B $w_{fin} - w_{G,inst} \leq \frac{l_V}{200}$ Kragträger $\frac{l_V}{100}$

- $w_{G,inst}$ maximale Durchbiegung der ständigen Lasten ohne Kriecheinfluss
- $w_{Q,inst}$... der veränderlichen Einwirkungen ohne Kriecheinfluss
- $w_{G,fin}$... der ständigen Lasten mit Kriecheinfluss
- $w_{Q,fin}$... der veränderlichen Einwirkungen mit Kriecheinfluss
- $w_{fin} = w_{G,fin} + w_{Q,fin}$ maximale Durchbiegung aller Einwirkungen mit Kriecheinfluss
- l_V Vergleichslänge als Länge zwischen zwei Lagerpunkten bzw. Kragarmlänge

Der Kriecheinfluss ist n. DIN 1052:2008-12, Absatz 8.3, (zeitabhängige Verformungen) wie folgt zu berücksichtigen.

- ständige Einwirkungen $w_{G,fin} = w_{G,inst} \cdot (1 + k_{def})$
- führende veränderliche Einwirkung $w_{Q,1,fin} = w_{Q,1,inst} \cdot (1 + \psi_{2,1} \cdot k_{def})$
- nicht führende veränderliche Einw. $w_{Q,i,fin} = w_{Q,i,inst} \cdot (\psi_{0,i} + \psi_{2,i} \cdot k_{def})$

- k_{def} Verformungsbeiwert entspr. DIN 1052:2008-12, Tab. F.2
- Nutzungsklasse 1: $k_{def} = 0.60$
- 2: $k_{def} = 0.80$
- 3: $k_{def} = 2.00$

ψ_0, ψ_2 Kombinationsbeiwerte gem. DIN 1055-100

Sonderheiten der Lastfallüberlagerung

Der Wert für (Teilnachweis A) kann direkt mit der Extremalbildungsvorschrift für Gebrauchstauglichkeitsnachweise in der seltenen Kombination gewonnen werden, wenn die Faktoren der ständigen Einwirkungen zu 0 gesetzt werden.

Es gilt

	ψ_{dom}	ψ_{sub}	γ_{sup}	γ_{inf}
ständige Lasten	0	0	0	0
veränderliche Lasten	1	ψ_0	1	0

Für Teilnachweis B erfolgt zunächst eine Umformung

$$w_{fin} - w_{G,inst} = w_{G,fin} + w_{Q,fin} - w_{G,inst} = (1 + k_{def}) \cdot w_{G,inst} + w_{Q,fin} - w_{G,inst} = k_{def} \cdot w_{G,inst} + w_{Q,fin}$$

Die ständigen Lasten können folglich direkt mit k_{def} multipliziert werden.

Bei den veränderlichen Lasten wird wie oben beschrieben zwischen führenden und nicht führenden Einwirkungen unterschieden.

Es ergibt sich

	ψ_{dom}	ψ_{sub}	γ_{sup}	γ_{inf}
ständige Lasten	k_{def}	k_{def}	1	1
veränderliche Lasten	$(1 + \psi_2 \cdot k_{def})$	$(\psi_0 + \psi_2 \cdot k_{def})$	1	0

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit in der quasiständigen Bemessungssituation

Kurzbezeichnung:	DIN 1052:2008 Verformungen (quasiständig)
Zusatzbezeichnung:	Gebrauchstauglichkeit nach DIN 1052:2008 9 (quasiständige BS)
Nachweisobjekte:	Stabträger aus Holz
Kombinationsregel:	DIN 1055-100 (quasiständige Kombination)
Überlagerungsvorschrift:	Extremalbildungsvorschriften

Interne Nummer:	123
Optionale Einstellungen:	keine

Der Nachweis beschränkt sich auf Eingrenzung der Verformungen im Vergleich zu den empfohlenen Grenzwerten. Mit diesem Nachweis sollen die allgemeine Benutzbarkeit und das Erscheinungsbild gewährleistet werden.

- Nachweis $w_{fin} - w_0 \leq \frac{l_v}{200}$ Kragträger $\frac{l_v}{100}$
 - w_{fin} maximale Durchbiegung der ständigen Lasten mit Kriecheinfluss
 - w_0 Überhöhung im lastfreien Zustand (falls vorhanden)
 - l_v Vergleichslänge als Länge zwischen zwei Lagerpunkten bzw. Kragarmlänge

In der quasiständigen Bemessungssituation gilt:

$$w_{fin} = w_{G,fin} + w_{Q,fin}$$

$$w_{G,fin} = w_{G,inst} \cdot (1 + k_{def}) \quad \text{..... maximale Durchbiegung aus ständigen Lasten mit Kriecheinfluss}$$

$$w_{Q,i,fin} = \psi_{2,i} \cdot w_{Q,i,inst} \cdot (1 + k_{def}) \quad \text{... aus veränderlichen Lasten mit Kriecheinfluss}$$

k_{def} Verformungsbeiwert entspr. DIN 1052:2008-12, Tab. F.2

Nutzungsklasse 1: $k_{def} = 0.60$

..... 2: $k_{def} = 0.80$

..... 3: $k_{def} = 2.00$

ψ_2 Kombinationsbeiwert gem. DIN 1055-100

Sonderheiten der Lastfallüberlagerung

Um den Kriecheinfluss bei der quasiständigen Bemessungssituation zu berücksichtigen, müssen die Teilsicherheitsbeiwerte nur mit dem Wert $(1 + k_{def})$ multipliziert werden.

	ψ_{dom}	ψ_{sub}	γ_{sup}	γ_{inf}
ständige Lasten	1	1	$1 + k_{def}$	$1 + k_{def}$
veränderliche Lasten	ψ_2	ψ_2	$1 + k_{def}$	$1 + k_{def}$

Brandschutznachweis für Holzbauten

Kurzbezeichnung:	DIN 4102-22:2004-11 Brandschutz
Zusatzbezeichnung:	Brandschutznachweis nach DIN 4102-22:2004-11 5.5.2.1.a oder b
Nachweisobjekte:	Stabträger aus Holz
Kombinationsregel:	DIN 1055-100 (außergewöhnliche Bemessungssituation)
Überlagerungsvorschrift:	Extremalbildungsvorschriften und Lastkollektive
Interne Nummer:	124

Mit dem Brandschutznachweis soll sichergestellt werden, dass das Tragwerk auch im Brandfalle eine gewisse vorgebbare Zeit tragfähig bleibt, um Personen im Gebäude eine geregelte Räumung zu ermöglichen.



der Brandschutznachweis wird nur für den Hauptträger geführt.

DIN 4102-22:2004-11 stellt zwei unterschiedliche Verfahren vor.

- genaueres Verfahren n. DIN 4102-22:2004-11, 5.5.2.1b
Nachgewiesen wird hierbei der (nach Abbrand) verbleibende Restquerschnitt mit reduzierten Festigkeitswerten auf Grund der erhöhten Temperatureinwirkung.
- vereinfachtes Verfahren n. DIN 4102-22:2004-11, 5.5.2.1a
Auf die Reduzierung der Festigkeitswerte wird verzichtet. Dafür wird der ideelle Restquerschnitt nachgewiesen, der an den beflamten Seiten um 7 mm kleiner ist, als der verbleibende Restquerschnitt.

Beide Verfahren sind in 4H-DULAH enthalten und können alternativ ausgewählt werden.

Verfahren

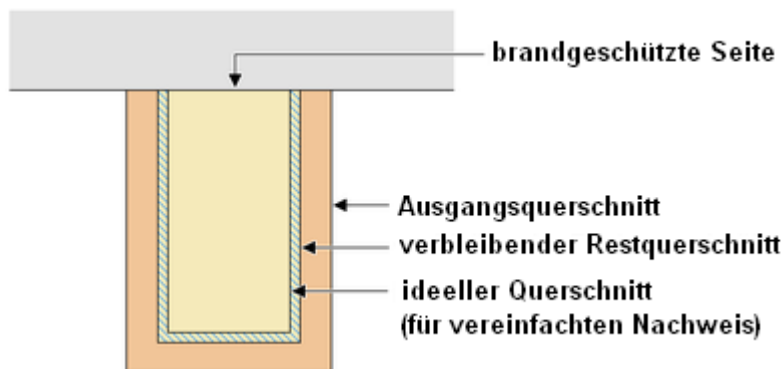
Beim Brandschutznachweis wird zwischen 3- und 4-seitiger Brandbeanspruchung unterschieden.

Es wird davon ausgegangen, dass nach einer gewissen Branddauer ein tragfähiger Restquerschnitt verbleibt, der im Rahmen einer außergewöhnlichen Bemessungssituation nachgewiesen werden kann.

Die Reduzierung des Ausgangsquerschnitts berechnet sich zu

$$d(t_f) = \beta_n \cdot t_f \quad \text{mit der Abbrandrate } \beta_n \text{ in mm/min n. DIN 4102-22:2004-11, Tab.74,} \\ \text{und der geforderten Feuerwiderstandsdauer } t_f \text{ in min}$$

Nach dieser Reduzierung ergibt sich der verbleibende Restquerschnitt wie nachfolgend am Beispiel eines dreiseitig brandbeanspruchten Rechteckquerschnitts dargestellt.



Während beim genaueren Verfahren der verbleibende Restquerschnitt nachgewiesen wird, ist beim vereinfachten Verfahren der ideelle Querschnitt, der sich durch eine weitere Reduzierung um 7 mm ergibt, zu Grunde zu legen.

Die für den Normalspannungsnachweis benötigten Festigkeitskennwerte auf Designebene (Bemessungswerte) ergeben sich beim Brandschutznachweis zu

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot \frac{f_k}{\gamma_{M,fi}}$$

f_k Festigkeitskennwerte auf charakteristischem Niveau gem. Tab. DIN 1052:2008-12 F.5, F.7, F.9

k_{fi} Faktor zur Ermittlung des 20%-Fraktilwertes der Festigkeit (DIN 4102-22 – Tab. 75)

$\gamma_{M,fi}$ Materialsicherheitsbeiwert (=1.0)

Beim vereinfachten Verfahren wird mit dem Modifikationsbeiwert $k_{mod,fi} = 1.0$ gerechnet.

Beim genaueren Verfahren gilt

$$\text{Biegesteifigkeit} \dots\dots\dots k_{mod,fi} = 1 - \frac{1}{225} \cdot \frac{u_r}{A_r} \quad \rightarrow f_{m,d,fi}$$

$$\text{Druckfestigkeit parallel zur Faser} \quad k_{mod,fi} = 1 - \frac{1}{125} \cdot \frac{u_r}{A_r} \quad \rightarrow f_{c,0,d,fi}$$

$$\text{Zugfestigkeit} \dots\dots\dots k_{mod,fi} = 1 - \frac{1}{333} \cdot \frac{u_r}{A_r} \quad \rightarrow f_{t,0,d,fi}$$

Hierin ist u_r der Restquerschnittsumfang der beflamten Seiten in m und A_r die Fläche des verbleibenden Restquerschnitts in m^2 .

Der formale Nachweis entspricht unter Anwendung dieser Eingangswerte dem allgemeinen Tragfähigkeitsnachweis für Normalspannungen.



Im Folgenden werden die Formeln in vollständiger Form für Normalbeanspruchung und zweiachsige Biegung gezeigt; 4H-DULAH führt den einachsigen Nachweis ohne Normalbeanspruchung, so dass nur die mit Index y behafteten Terme angesetzt werden.

- ♦ Nachweis für Stäbe mit Biegung und Druck n. DIN 1052:2008-12, Abs. 10.3.3

$$\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{k_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{k_{m,fi} \cdot f_{m,d,fi}} + k_{red} \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,d,fi}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{k_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + k_{red} \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{k_{m,fi} \cdot f_{m,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,d,fi}} \leq 1$$

- Nachweis für Stäbe mit Biegung und Zug n. DIN 1052:2008-12, Abs. 10.3.4

$$\frac{\sigma_{t,0,d,fi}}{f_{t,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{k_{m,fi} \cdot f_{m,d,fi}} + k_{red} \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,d,fi}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d,fi}}{f_{t,0,d,fi}} + k_{red} \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{k_{m,fi} \cdot f_{m,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,d,fi}} \leq 1$$

Die Normalspannungen $\sigma_{c,0,d,fi}$, $\sigma_{m,y,d,fi}$, $\sigma_{m,z,d,fi}$ und $\sigma_{t,0,d,fi}$ sind hierbei beim genaueren Verfahren am verbleibenden Restquerschnitt und beim vereinfachten Verfahren am ideellen Querschnitt zu ermitteln.

Beim Stabilitätsnachweis mit Hilfe des Ersatzstabverfahrens sind die Knickbeiwerte $k_{c,y,fi}$ und $k_{c,z,fi}$ sowie der Kippbeiwert $k_{m,fi}$ grundsätzlich unter Verwendung des verbleibenden Restquerschnitts und einer Reduzierung der Festigkeits- und Steifigkeitsparameter zu ermitteln.

Die Steifigkeitsparameter sind hierbei wie folgt zu reduzieren

$$E_{d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot \frac{E_{0,05}}{\gamma_{M,fi}}$$

$$G_{d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot \frac{2/3 \cdot G_{05}}{\gamma_{M,fi}} \dots \text{für Vollholz}$$

$$G_{d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot \frac{G_{05}}{\gamma_{M,fi}} \dots \text{für Brettschichtholz}$$

Der Modifikationsbeiwert ist hierin wie folgt anzunehmen

$$k_{mod,fi} = 1 - \frac{1}{333} \cdot \frac{u_f}{A_f}$$

Der Brandschutznachweis arbeitet nach dem hier beschriebenen Verfahren mit den „kalt“ berechneten Schnittgrößen. Umlagerungseffekte wegen unterschiedlicher Abbrandraten können hierdurch nicht berücksichtigt werden.

Nachweise n. Eurocode 5

Die Holzbaunachweise n. Eurocode 5 entsprechen denen der DIN 1052:2008-12 in hohem Maße. Aus diesem Grunde werden hier nur die Unterschiede beschrieben.

Tragfähigkeitsnachweis (Theorie I. Ordnung)

Kurzbezeichnung:	EC 5 Tragfähigkeit (Th. I. Ord.)
Zusatzbezeichnung:	Tragfähigkeit nach DIN EN 1995
Nachweisobjekte:	Stabträger aus Holz
Kombinationsregel:	Eurocode
Überlagerungsvorschrift:	Extremalbildungsvorschriften und Lastkollektive
Interne Nummer:	221
Optionale Einstellungen:	keine

Der Nachweis entspricht bis auf die folgenden Anmerkungen dem Tragfähigkeitsnachweis n. [DIN 1052:2008-12](#).

- Umbenennungen: k_{red} (DIN 1052) heißt im EC 5 k_m ; k_m (DIN 1052) heißt im EC 5 k_{crit}
- die charakteristischen Festigkeitswerte für Biegung und Zug dürfen u.U. mit dem Faktor k_h erhöht werden
 - für Rechteckquerschnitte aus Vollholz ist $k_h = (150/h)^{0.2}$, jedoch nicht größer als 1.3

- für Rechteckquerschnitte aus Brettschichtholz ist $k_h = (600/h)^{0.1}$, jedoch nicht größer als 1.1
→ vgl. EN 1995-1-1, (3.1) und (3.2)
- es gelten die in EC 5 angegebenen k_{mod} -Werte, die mit denen der DIN 1052 zunächst identisch sind
Das deutsche Anwendungsdokument legt zusätzlich fest, dass der k_{mod} -Wert bei Einwirkungen vom Typ *Wind* aus dem Mittelwert der Lasteinwirkungsdauern *kurz* und *sehr kurz* berechnet werden darf.
Dies macht faktisch (programmintern) die Einrichtung einer neuen Klasse der Lasteinwirkungsdauer erforderlich.
→ vgl. EN 1995-1-1, Tab. 3.1, sowie DIN EN 1995-1-1/NA, Tab. NA.1, Fußnote b
- es gelten die in EC 5 angegebenen Festigkeitswerte, die mit den Festigkeitswerten von DIN 1052 im Großen und Ganzen übereinstimmen. Augenfällig ist jedoch eine durchgängig höhere Schubfestigkeit.
Dafür wird in EC 5 der Rissfaktor k_{cr} für die Beanspruchbarkeit auf Schub eingeführt.
Für Voll- und Brettschichtholz ist $k_{cr} = 0.67$.
 k_{cr} dient der Festlegung der effektiven (wirksamen) Breite bei der Berechnung der Schubspannungen nach der Formel $b_{ef} = k_{cr} \cdot b$ mit b = tatsächliche Breite.
Da bei der Ermittlung der Spannungen b linear eingeht (Dübelformel), entspricht dies einer künstlichen Erhöhung der gegebenen Bemessungswerte, die dann den erhöhten Schubfestigkeitswerten gegenübergestellt werden.
→ vgl. EN 1995-1-1, (6.13a)
Das deutsche nationale Anwendungsdokument widerspricht dieser Vorgehensweise für Nadel- und Brettschichtholz.
Hierin wird der Parameter k_{cr} so festgelegt, dass die Festigkeitswerte für Nadel- und Brettschichtholz durch k_{cr} geteilt gerade die Festigkeitswerte der DIN 1052:2008-12 widerspiegeln.
- der im EC 5 empfohlene Materialsicherheitsbeiwert für Vollholz beträgt 1.3 - der für Brettschichtholz 1.25
→ vgl. EN 1995-1-1, Tab. 2.3
Das deutsche nationale Anwendungsdokument legt den Materialsicherheitsbeiwert für Vollholz wie auch für Brettschichtholz mit 1.3 fest.
→ vgl. DIN EN 1995-1-1/NA, Tab. NA. 2

Gebrauchstauglichkeitsnachweis

Kurzbezeichnung:	EC 5 Verformungen
Zusatzbezeichnung:	Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995
Nachweisobjekte:	Stabträger aus Holz
Kombinationsregel:	Eurocode / EC5-Spezial
Überlagerungsvorschrift:	Extremalbildungsvorschriften
Interne Nummer:	222
Optionale Einstellungen:	Auswahl Unternachweise

Der Nachweis besteht aus drei Einzelnachweisen, die jeder für sich optional (de)aktiviert werden können.

Allen Nachweisen gemeinsam ist, dass nachgewiesen werden muss, dass die unter bestimmten Lastkombinationen berechneten Verformungen bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten.

• 1. Nachweis - w_{inst}

w_{inst} ist die Verformung in der charakteristischen (in DIN 1055 *selten* genannten) Kombination ohne Kriecheinfluss

• 2. Nachweis - $w_{fin} = w_{inst} + w_{creep}$

mit w_{inst} s.o.

w_{creep} ist die Kriechverformung, die sich zusätzlich zur elastischen Anfangsverformung im Laufe der Zeit einstellt.

Die Kriechverformung ist die mit k_{def} multiplizierte, in der quasiständigen Kombination ermittelte Verformung.

Die Werte werden vom Programm durch Setzen von $\psi_{dom} = 1 + \psi_2 \cdot k_{def}$ und $\psi_{sub} = \psi_0 + \psi_2 \cdot k_{def}$ ermittelt.

• 3. Nachweis - $w_{net,fin}$

Lt. EN 1995-1-1 ist hier die im 2. Nachweis ermittelte Verformung w_{fin} unter Berücksichtigung einer evtl. vorgegebenen Vorverformung nachzuweisen.

Das deutsche NAD widerspricht dem in der 1. Änderung DIN EN 1995-1-1/NA/A1 (vom Febr. 2012).

Demnach gilt: $w_{\text{net,fin}}$ ist die Endverformung in der quasiständigen Kombination abzgl. einer evtl. vorgegebenen Vorverformung.

Die Endverformung ermittelt sich aus der Anfangsverformung durch Multiplikation mit dem Faktor $(1 + k_{\text{def}})$.

Die den einzelnen Nachweisen zugeordneten Grenzwerte sind in EN 1995-1-1 als Empfehlungen angegeben und vom NAD Deutschland als Empfehlung bestätigt. Sie können vom Benutzer jedoch (ggf. nach Absprache mit dem Bauherrn) geändert werden.

Brandschutznachweis für Holzbauten

Kurzbezeichnung:	EC 5 Brandschutz
Zusatzbezeichnung:	Brandschutznachweis nach DIN EN 1995
Nachweisobjekte:	Stabträger aus Holz
Kombinationsregel:	Eurocode
Überlagerungsvorschrift:	Extremalbildungsvorschriften und Lastkollektive
Interne Nummer:	222
Optionale Einstellungen:	Auswahl der Methode

An dieser Stelle werden nur die minimalen Unterschiede zum Nachweis n. **DIN 4102-22:2004-11** herausgestellt.

- die Nachweismethode *mit reduziertem Querschnitt* entspricht i.W. dem vereinfachten Nachweis n. DIN 4102-22, Abs.5.5.2 a).
Die Nachweismethode *mit reduzierten Eigenschaften* entspricht i.W. dem genaueren Nachweis n. DIN 4102-22, Abs.5.5.2 b).
- bei der Nachweismethode *mit reduziertem Querschnitt* darf die Querschnittsreduzierung (bei DIN 4102-22: $d_0 = 7 \text{ mm} = \text{const.}$) bei kurzer Branddauer ($< 20 \text{ min}$) zwischen 0 und 7 mm interpoliert werden.
→ vgl. EN 1995-1-2, Abs. 4.2.2, Tab. 4.1
- bei der Methode *mit reduzierten Eigenschaften* sind die Formeln zur Ermittlung der Modifikationsbeiwerte im Brandfall geringfügig geändert worden. Für die

$$\begin{aligned} \text{Biegesteifigkeit} & \dots\dots\dots k_{\text{mod,fi}} = 1 - \frac{1}{200} \cdot \frac{\rho}{A_r} \\ \text{Druckfestigkeit} & \dots\dots\dots k_{\text{mod,fi}} = 1 - \frac{1}{125} \cdot \frac{\rho}{A_r} \\ \text{Zugfestigkeit und E-Modul} & \dots\dots\dots k_{\text{mod,fi}} = 1 - \frac{1}{330} \cdot \frac{\rho}{A_r} \end{aligned}$$

ρ Umfang des dem Feuer ausgesetzten Restquerschnitts

A_r Fläche des Restquerschnitts

→ vgl. EN 1995-1-2, Abs. 4.2.3, (4.2) - (4.4)

- die o.a. $k_{\text{mod,fi}}$ -Werte gelten für eine Branddauer $t \geq 20 \text{ min}$
Für $t = 0$ gilt: $k_{\text{mod,fi}} = 1.0$.
Für $0 < t < 20 \text{ min}$ darf linear interpoliert werden.
→ vgl. EN 1995-1-2, Abs. 4.2.3, Anwendungsregel (4)
- bei der Bestimmung des Bemessungswertes für den Schubmodul im Brandfall $G_{d,fi}$ für Vollholz entfällt der Faktor 2/3

Stahlbaunachweise EC 3 (DIN EN 1993) und DIN 18800

Nachweis DIN EN 1993

Der Tragsicherheitsnachweis der Stahlverstärkungen erfolgt nach dem Nachweisverfahren

- Elastisch-Elastisch (E-E) (DIN EN 1993-1-1, Abschnitt 6.2.1(5))
Die Schnittgrößen (Beanspruchungen) werden hierbei auf Grundlage der Elastizitätstheorie bestimmt.

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

$\sigma_{x,Ed}$ Bemessungswert der Normalspannung in Längsrichtung am betrachteten Punkt

$\sigma_{z,Ed}$ Bemessungswert der Normalspannung in Querrichtung am betrachteten Punkt

τ_{Ed} ... der Schubspannung am betrachteten Punkt

Nachweis DIN 18800

Der Tragsicherheitsnachweis der Stahlverstärkungen erfolgt nach dem Nachweisverfahren

- Elastisch-Elastisch (E-E) (DIN 18800, EI. 747)

Die Schnittgrößen (Beanspruchungen) werden hierbei auf Grundlage der Elastizitätstheorie bestimmt.

$$\frac{\sigma}{\sigma_{R,d}} \leq 1 \quad \text{für die Normalspannungen } \sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$$

$$\frac{\tau}{\tau_{R,d}} \leq 1 \quad \text{... Schubspannungen } \tau_{xy}, \tau_{xz}, \tau_{yz}$$

$$\frac{\sigma_v}{\sigma_{R,d}} \leq 1 \quad \text{... gleichzeitige Wirkung mehrerer Spannungen}$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y - \sigma_x \cdot \sigma_z - \sigma_y \cdot \sigma_z + 3 \cdot \tau_{xy}^2 + 3 \cdot \tau_{xz}^2 + 3 \cdot \tau_{yz}^2}$$

Verbindungsmittel

Ringdübel

Ringdübel DIN EN 1995-1-1

Bemessungswert der Tragkraft

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ringdübel DIN 1052:2008

Bemessungswert der Tragkraft

$$R_{c,0(\alpha),d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot R_{c,0(\alpha),k}}{\gamma_M} \dots\dots\dots //, \text{ Gl. (263)}$$

$$R_{c,\alpha,k} = k_{\alpha} \cdot R_{c,0,k} \dots\dots\dots //, \text{ Gl. (258)}$$

$$R_{c,0,k} = \min \{ 35 \cdot d_c^{1.5}; 35 \cdot d_c \cdot h_e \} \dots\dots\dots //, \text{ Gl. (257)}$$

$$k_{\alpha} = \frac{1}{(1.3 + 0.001 \cdot d_c) \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \dots\dots\dots //, \text{ Gl. (259)}$$

ist die Rohdichte $\rho_k < 350 \text{ kg/m}^3$ wird $R_{c,0,k}$ um den Faktor $\rho_k / 350$ abgemindert

$\rho_k > 350 \text{ kg/m}^3$ wird $R_{c,0,k}$ um den Faktor k_p vergrößert

$$k_p = \min \left\{ 1.75, \frac{\rho_k}{350} \right\} \dots\dots\dots //, \text{ Gl. (260)}$$

weichen die Holzdicken t_1 des Seitenholzes oder t_2 des Mittelholzes von den Bedingungen n. DIN 1052:2008-12, 13.3.3.2 (1) ab, wird $R_{c,0,k}$ um den Faktor k_t abgemindert

$$k_t = \min \left\{ 1, \frac{t_1}{3 \cdot h_e}, \frac{t_2}{5 \cdot h_e} \right\} \dots\dots\dots //, \text{ Gl. (262)}$$

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

$$n_{\text{ef}} = \left[2 + \left(1 - \frac{n}{20}\right) \cdot (n-2) \right] \cdot \frac{90 - \alpha}{90} + n \cdot \frac{\alpha}{90} \dots\dots\dots //, \text{ Gl. (265)}$$

α Winkel zwischen Kraft und Faser

Scheibendübel

Scheibendübel DIN EN 1995-1-1

Bemessungswert der Tragkraft

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

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

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

für Typen C1 bis C9

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

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

für Typen C10 bis C11

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

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

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

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

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

Scheibendübel DIN 1052:2008**Bemessungswert der Tragkraft**

$$R_{j,\alpha,d} = R_{c,d} + R_{b,\alpha,d} \dots\dots\dots //, \text{ Gl. (270)}$$

$$R_{c,0(\alpha),d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot R_{c,0(\alpha),k}}{\gamma_M} \dots\dots\dots //, \text{ Gl. (263)}$$

$$R_{c,k} = \begin{cases} 18 \cdot d_c^{1.5} & \text{in N für Dübeltypen C1 bis C5} \\ 25 \cdot d_c^{1.5} & \dots\dots\dots \text{C10 bis C11} \end{cases} \dots\dots\dots //, \text{ Gl. (267)}$$

ist die Rohdichte $\rho_k < 350 \text{ kg/m}^3$ wird $R_{c,k}$ um den Faktor $\rho_k / 350$ abgemindert
 $\rho_k > 350 \text{ kg/m}^3$ wird $R_{c,k}$ um den Faktor k_p vergrößert

$$k_p = \frac{\rho_k}{350} \dots\dots\dots //, \text{ Gl. (271)}$$

weichen die Holzdicken t_1 des Seitenholzes oder t_2 des Mittelholzes von den Bedingungen
 n. DIN 1052:2008-12, 13.3.3.2 (1) ab, wird $R_{c,k}$ um den Faktor k_t abgemindert

$$k_t = \min \left\{ 1, \frac{t_1}{3 \cdot h_e}, \frac{t_2}{5 \cdot h_e} \right\} \dots\dots\dots //, \text{ Gl. (262)}$$

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

$$n_{\text{ef}} = \left[2 + \left(1 - \frac{n}{20}\right) \cdot (n-2) \right] \cdot \frac{90 - \alpha}{90} + n \cdot \frac{\alpha}{90} \dots\dots\dots //, \text{ Gl. (265)}$$

α Winkel zwischen Kraft und Faser

Stabdübel**Stabdübel DIN EN 1995-1-1****vereinfachtes Rechenverfahren**

Bei Wahl des vereinfachten Rechenverfahrens nach DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12, 8.6, errechnet sich der Bemessungswert der Tragkraft zu

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

a_1 Abstand der Stabdübel untereinander in Faserrichtung

d Dübeldurchmesser in mm

Stabdübel DIN 1052:2008

vereinfachtes Rechenverfahren

$$R_{c,0(\alpha),d} = \frac{k_{mod} \cdot R_{c,0(\alpha),k}}{\gamma_M} \quad \dots //, \text{ Gl. (263)}$$

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

$$R_k = \sqrt{2} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,k} \cdot d} \quad \dots //, \text{ Gl. (197), für Verbindungen mit Stahlblechen}$$

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

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

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

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad \dots //, \text{ Gl. (202)}$$

$$f_{h,0,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot d) \cdot \rho_k \quad \dots //, \text{ Gl. (203)}$$

$$k_{90} = 1.35 + 0.015 \cdot d \quad \dots //, \text{ Gl. (204), für Nadelhölzer}$$

$$k_{90} = 0.90 + 0.015 \cdot d \quad \dots //, \text{ Gl. (205), für Laubhölzer}$$

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

$$n_{\text{ef}} = \left[\min \left\{ n_j, n^{0.9} \cdot \sqrt[4]{\frac{a_1}{10 \cdot d}} \right\} \right] \cdot \frac{90 - \alpha}{90} + n \cdot \frac{\alpha}{90} \quad // /, \text{ Gl. (210)}$$

α Winkel zwischen Kraft und Faser

a_1 Abstand der Stabdübel untereinander in Faserrichtung

Alternativ kann mit dem **genaueren Verfahren** nach Anhang G.2 gerechnet werden.

Schrauben

Schrauben DIN EN 1995-1-1 NAD

Bemessungswert der Tragkraft vereinfachtes Rechenverfahren

Bei Wahl des vereinfachten Rechenverfahrens nach DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12, 8.2, errechnet sich der Bemessungswert der Tragkraft zu:

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

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

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

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

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

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

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

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

ohne vorgebohrte Löcher

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

mit vorgebohrten Löchern

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

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

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

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

k_{ef} nach EC 5, Tab. 8.1

charakteristische Tragfähigkeit genaueres Verfahren

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

• einschnittige Verbindungen

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

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

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

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

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

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

• **zweischrittige Verbindungen**

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

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

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

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

Schrauben DIN 1052:2008

Bemessungswert der Tragkraft vereinfachtes Rechenverfahren

Bei Wahl des vereinfachten Rechenverfahrens n. DIN 1052, 12.2.3, errechnet sich der Bemessungswert der Tragkraft zu

$$R_{c,0(\alpha),d} = \frac{k_{mod} \cdot R_{c,0(\alpha),k}}{\gamma_M} \dots\dots\dots //, Gl. (263)$$

$$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \dots\dots\dots //, Gl. (191), für Verbindungen aus Holz$$

$$R_k = \sqrt{2} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,k} \cdot d} \dots\dots\dots //, Gl. (197), für Verbindungen mit Stahlblechen$$

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

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

$$M_{y,k} = 0.15 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2.6} \dots\dots\dots //, Gl. (230)$$

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \dots\dots\dots //, Gl. (202)$$

$$f_{h,0,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot d) \cdot \rho_k \dots\dots\dots //, Gl. (203)$$

$$k_{90} = 1.35 + 0.015 \cdot d \dots\dots\dots //, Gl. (204), für Nadelhölzer$$

$$k_{90} = 0.90 + 0.015 \cdot d \dots\dots\dots //, Gl. (205), für Laubhölzer$$

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

$$n_{\text{ef}} = \left[\min \left\{ n; n^{0,9} \cdot \sqrt[4]{\frac{a_1}{10 \cdot d}} \right\} \right] \cdot \frac{90 - \alpha}{90} + n \cdot \frac{\alpha}{90} \quad \text{//, Gl. (210)}$$

α Winkel zwischen Kraft und Faser

a_1 Abstand der Stabdübel untereinander in Faserrichtung

Alternativ kann mit dem **genaueren Verfahren** nach Anhang G.2 gerechnet werden.

charakteristische Tragfähigkeit genaueres Verfahren

Bei Wahl des genaueren Verfahren nach DIN 1052:2008-12, Anhang G.2 (s. auch Erl. DIN 1052:2008-12, E12.6), berechnet sich die charakteristische Tragfähigkeit nach folgenden Gleichungen, von denen der kleinste Wert maßgebend ist.

• einschnittige Verbindungen

$$R_k = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \quad \text{mit } \gamma_M = 1.3 \quad \text{//, Gl. (G.1)}$$

$$R_k = f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta \quad \text{mit } \gamma_M = 1.3 \quad \text{//, Gl. (G.2)}$$

$$R_k = \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \cdot \left[\sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 + \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \cdot \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \cdot \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] \quad \text{mit } \gamma_M = 1.3 \quad \text{//, Gl. (G.3)}$$

$$R_k = \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{2 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] \quad \text{mit } \gamma_M = 1.2 \quad \text{analog /2/, E12.6 (5)-(7)}$$

$$R_k = \frac{f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d}{1 + 2 \cdot \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1 + \beta) + \frac{2 \cdot \beta \cdot (1 + 2 \cdot \beta) \cdot M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] \quad \text{mit } \gamma_M = 1.2 \quad \text{analog /2/, E12.6 (5)-(7)}$$

$$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \quad \text{mit } \gamma_M = 1.1 \quad \text{analog /2/, E12.6 (5)-(7)}$$

• zweischnittige Verbindungen

$$R_k = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \quad \text{mit } \gamma_M = 1.3 \quad \text{//, Gl. (G.7)}$$

$$R_k = 0.5 \cdot f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta \quad \text{mit } \gamma_M = 1.3 \quad \text{//, Gl. (G.8)}$$

$$R_k = \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{2 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] \quad \text{mit } \gamma_M = 1.2 \quad \text{analog /2/, E12.6 (5)-(7)}$$

$$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \quad \text{mit } \gamma_M = 1.1 \quad \text{analog /2/, E12.6 (5)-(7)}$$

SPAX- und ASSY-Schrauben

Die Berechnung von SPAX-Schrauben mit Teil- oder Vollgewinde erfolgt gemäß /9/, /10/, /11/ und /13/;
Würth ASSY Vollgewindeschrauben und Selbstbohrende Schrauben entspr. /14/ und /15/.

Nägel / stiftförmige Verbindungsmittel**Nägel und stiftförmige Verbindungsmittel vereinfachtes Rechenverfahren DIN 1052 u. NAD****Verbindungen von Bauteilen aus Holz und Holzwerkstoffen**

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

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

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

Stahlblech-Holz-Verbindungen

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

Die Mindestholzdicke 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

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

Holz-Holz-Nagelverbindungen

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

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

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

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

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

d Nageldurchmesser in mm

Alternativ kann mit dem [genaueren Verfahren](#) nach Anhang G.2 gerechnet werden.

Nachweis mit stiftförmigen Verbindungsmittel DIN EN 1995-1-1

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

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

Der kleinste Wert ist maßgebend.

einschnittige Verbindungen

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

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

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

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

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

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

zweischrittige Verbindungen

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

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

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

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

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

• dünne Bleche

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

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

• dicke Bleche

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

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

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

Bemessungsverfahren für stiftförmige Verbindungsmittel DIN EN 1995-1-1

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

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

Der kleinste Wert ist maßgebend.

einschnittige Verbindungen

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

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

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

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

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

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

zweischrittige Verbindungen

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

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

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

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

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

• dünne Bleche

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

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

• dicke Bleche

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

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

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

Genauerer Verfahren DIN 1052:2008 für den Nachweis mit stiftförmigen Verbindungsmitteln

Für Verbindungen aus Holz berechnet sich die charakteristische Tragfähigkeit nach folgenden Gleichungen. Der kleinste Wert ist maßgebend.

einschnittige Verbindungen

$$R_k = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \quad \dots \text{mit } \gamma_M = 1.3 \quad \dots //, \text{ Gl. (G.1)}$$

$$R_k = f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta \quad \dots \text{mit } \gamma_M = 1.3 \quad \dots //, \text{ Gl. (G.2)}$$

$$R_k = \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \cdot \left[\sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 + \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \cdot \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \cdot \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] \quad \dots \text{mit } \gamma_M = 1.3 \quad \dots //, \text{ Gl. (G.3)}$$

$$R_k = \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] \quad \dots \text{mit } \gamma_M = 1.2 \quad \dots //, \text{ Gl. (G.4)}$$

$$R_k = \frac{f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d}{1 + 2 \cdot \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1 + 2 \cdot \beta) \cdot M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] \quad \dots \text{mit } \gamma_M = 1.2 \quad \dots //, \text{ Gl. (G.5)}$$

$$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \quad \dots \text{mit } \gamma_M = 1.1 \quad \dots //, \text{ Gl. (G.6)}$$

zweischnittige Verbindungen

$$R_k = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \quad \dots \text{mit } \gamma_M = 1.3 \quad \dots //, \text{ Gl. (G.7)}$$

$$R_k = 0.5 \cdot f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta \quad \dots \text{mit } \gamma_M = 1.3 \quad \dots //, \text{ Gl. (G.8)}$$

$$R_k = \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] \quad \dots \text{mit } \gamma_M = 1.2 \quad \dots //, \text{ Gl. (G.9)}$$

$$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \quad \dots \text{mit } \gamma_M = 1.1 \quad \dots //, \text{ Gl. (G.10)}$$

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

$$R_k = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \quad \dots \text{mit } \gamma_M = 1.3 \quad \dots //, \text{ Gl. (G. 16)}$$

$$R_k = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \cdot \left[\sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - 1 \right] \quad \dots \text{mit } \gamma_M = 1.2 \quad \dots //, \text{ Gl. (G. 17)}$$

$$R_k = \sqrt{2} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \quad \dots \text{mit } \gamma_M = 1.1 \quad \dots //, \text{ Gl. (G. 18)}$$

Bemessungsverfahren DIN 1052:2008 für stiftförmige Verbindungsmitteö

Für Verbindungen aus Holz gemäß Erl. DIN 1052:2008-12, E 12.2.2(3), kann der Bemessungswert der Tragfähigkeit nach den Gleichungen DIN 1052:2008-12, Anhang G.2, durch Einsetzen der Bemessungswerte $M_{y,d}$ und $f_{h,d}$ direkt berechnet werden.

Der kleinste Wert ist maßgebend.

einschnittige Verbindungen

$$R_d = f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (G.1b)}$$

$$R_d = f_{h,1,d} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (G.2b)}$$

$$R_d = \frac{f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d}{1+\beta} \cdot \left[\sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 + \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \cdot \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \cdot \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (G.3b)}$$

$$R_d = \frac{f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d}{2+\beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1+\beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2+\beta) \cdot M_{y,d}}{f_{h,1,d} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (G.4b)}$$

$$R_d = \frac{f_{h,1,d} \cdot t_2 \cdot d}{1+2 \cdot \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1+\beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1+2 \cdot \beta) \cdot M_{y,d}}{f_{h,1,d} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (G.5b)}$$

$$R_d = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1+\beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,d} \cdot f_{h,1,d} \cdot d} \dots \text{ mit } \gamma_M = 1.1 \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (G.6b)}$$

zweischrittige Verbindungen

$$R_d = f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (G.7b)}$$

$$R_d = 0.5 \cdot f_{h,1,d} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (G.8b)}$$

$$R_d = \frac{f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d}{2+\beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1+\beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2+\beta) \cdot M_{y,d}}{f_{h,1,d} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (G.9b)}$$

$$R_d = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1+\beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,d} \cdot f_{h,1,d} \cdot d} \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (G.10b)}$$

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

$$R_d = f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (G.16b)}$$

$$R_d = f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d \cdot \left[\sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{y,d}}{f_{h,1,d} \cdot d \cdot t_1^2}} - 1 \right] \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (G.17b)}$$

$$R_d = \sqrt{2} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,d} \cdot f_{h,d} \cdot d} \dots\dots\dots /1/, \text{ Gl. (G.18b)}$$

Ausziehwiderstand

Erhöhung der Tragfähigkeit durch Berücksichtigung des Ausziehwiderstands DIN EN 1995-1-1

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 Ausziehwiderstand des Verbindungsmittels.

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

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

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

Nägel

Nach /16/, 8.2.2 (2), darf bei Verwendung metallischer, stiftförmiger Verbindungsmittel der Einfluss der Seilwirkung berücksichtigt werden. Bei runden Nägeln ist er auf 15% vom 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 /4/ 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 Ausziehwiderstandes $F_{ax,Rk}$ darf für alle zulässigen Verbindungsmittel der charakteristische Wert des Kopfziehparameters $f_{head,k} = 15 \text{ N/mm}^2$ angenommen werden.

Klammern

Für Klammern gilt das Gleiche wie für Verbindungen mit Nägeln.

Nach /41/, NCI zu 8.4 (NA.13), können beharzte Klammern wie 2 glattschaftige Nägel behandelt werden.

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

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

b_r Klammerrückenbreite

Sondernägel

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

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

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.

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

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.121) um einen Anteil $\Delta F_{v,Rk}$ erhöht werden.

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

Nach /41/, NCI Zu 8.3.2 (NA.12), dürfen für Nägel, die nach /21/ einer Tragfähigkeitsklasse zugeordnet wurden, die charakteristischen Werte für die Ausziehparameter und die Kopfdurchziehparameter n. Tab. NA. 16 bestimmt werden.

Schrauben

Nach /16/, 8.7.2 (4) darf für Verbindungen mit Schrauben n. /27/ 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

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

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

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

$F_{ax,\alpha,Rk}$ 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 $\alpha \geq 30^\circ$

Passbolzen

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

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

Maßgebend für $\Delta F_{v,Rk}$ ist die Querdruckspannung unter der Unterlegscheibe. Die wirksame Fläche unter der Scheibe kann nach /16/, 8.5.2(2), zu $A \cdot 3.0 \cdot f_{c,90,k}$ berechnet werden.

Bolzen und Gewindestangen

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

Ring- und Scheibendübel

Ring- oder Scheibendübel bieten keinen Widerstand gegen Herausziehen.

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

Erhöhung der Tragfähigkeit durch Berücksichtigung des Auszieh Widerstands DIN 1052:2008

In bestimmten Fällen darf die Tragfähigkeit R_k um einen Anteil ΔR_k erhöht werden.

Dieser Anteil resultiert aus dem Auszieh Widerstand des Verbindungsmittels.

Nägel

Bei Verbindung mit glattschaftigen Nägeln sieht DIN 1052 unter Verwendung üblicher Materialien keine Möglichkeit der Erhöhung der Tragfähigkeit vor.

Bei Verwendung von Fermacellplatten ist gemäß /4/ 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:"

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

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

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

Klammern

Für Klammern gilt das Gleiche wie für Verbindungen mit Nägeln.

Bei Verwendung von Fermacellplatten gilt entsprechend /4/ für den Ausziehwiderstand $R_{ax,k}$:

$$R_{ax,k} = \min \{ 2 \cdot f_{1,k} \cdot d \cdot l_{ef}; f_{2,k} \cdot d \cdot b_r \}$$

b_r Klammerrückenbreite

Sondernägel

Bei einschnittigen Holzwerkstoff-Holz-Nagelverbindungen mit Sondernägeln der Tragfähigkeitsklasse 3 - nicht jedoch bei Gipskarton-Holz-Verbindungen - darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit R_k n. /1/, Gl. (226), um einen Anteil ΔR_k erhöht werden.

$$\Delta R_k = \min \{ 0.5 \cdot R_{k,i}; 0.25 \cdot R_{ax,k} \} \quad \dots \text{DIN 1052, Gl. (227)}$$

$$R_{ax,k} = \min \{ f_{1,k} \cdot d \cdot l_{ef}; f_{2,k} \cdot d_k^2 \} \quad \dots \text{DIN 1052, Gl. (233)}$$

$f_{1,k}$ charakteristischer Wert des Ausziehparameters

$f_{2,k}$... des Kopfdurchziehparameters

d Nenndurchmesser des Nagels

d_k Außendurchmesser des Nagelkopfs

l_{ef} wirksame Nageleinschlagtiefe

Beim Anschluss von Brettsperrholz, Sperrholz, OSB-Platten, kunstharz- oder zementgebundenen Spanplatten dürfen die charakteristischen Werte des Kopfdurchziehparameters $f_{2,k}$ n. Tab. 14 nur dann in Rechnung gestellt werden, wenn diese Platten mindestens 20 mm dick sind.

Die charakteristische Rohdichte ρ_k ist dabei mit 380 kg/m^3 in Rechnung zu stellen.

Für Platten mit einer Dicke zwischen 12 mm und 20 mm darf in allen Fällen nur mit $f_{2,k} = 8 \text{ N/mm}^2$ gerechnet werden.

Bei geringeren Plattendicken als 12 mm darf mit $R_{ax,k} = 400 \text{ N}$ gerechnet werden.

Bei einschnittigen Stahlblech-Holz-Nagelverbindungen mit Sondernägeln der Tragfähigkeitsklasse 3 darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit R_k n. Gl. (228) um einen Anteil ΔR_k erhöht werden.

$$\Delta R_k = \min \{ 0.5 \cdot R_{k,i}; 0.25 \cdot R_{ax,k} \} \quad \dots \text{DIN 1052, Gl. (229)}$$

$$R_{ax,k} = \min \{ f_{1,k} \cdot d \cdot l_{ef}; f_{2,k} \cdot d_k^2 \} \quad \dots \text{DIN 1052, Gl. (233)}$$

Schrauben

Bei einschnittigen Verbindungen mit Holzschrauben darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit R_k um einen Anteil ΔR_k erhöht werden.

$$\Delta R_k = \min \{ R_{k,i}; 0.25 \cdot R_{ax,k} \} \quad \dots \text{DIN 1052, Gl. (231)}$$

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstands von Holzschrauben, die unter einem Winkel $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ zur Faserrichtung in das Holz eingeschraubt sind, darf wie folgt berechnet werden.

$$R_{ax,k} = \min \left\{ \frac{f_{1,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{\sin^2 \alpha + \frac{4}{3} \cos^2 \alpha}; f_{2,k} \cdot d_k^2 \right\} \quad \text{DIN 1052, Gl. (235)}$$

Für $f_{1,k}$ und $f_{2,k}$ dürfen die in /1/, Tab. 15, angegebenen Werte in Rechnung gestellt werden.

Holzschrauben mit einem Gewinde n. DIN 7998 dürfen ohne Nachweis in die Tragfähigkeitsklasse 2A eingestuft werden.

Für den Nachweis der Tragfähigkeit einer Holzschraube mit einem Gewinde n. DIN 7998 auf Zug in Schafrichtung darf die charakteristische Tragfähigkeit der Schraube angenommen werden zu.

$$R_{ax,k} = 300 \cdot \pi \cdot \frac{d_{Kern}^2}{4} \quad \dots \dots \dots \text{DIN 1052, Gl. (236)}$$

d_{Kern} Kerndurchmesser der Schrauben in mm

Beim Anschluss von Brettsperrholz, Sperrholz, OSB-Platten, kunstharz- oder zementgebundenen Spanplatten dürfen die charakteristischen Werte des Kopfdurchziehparameters $f_{2,k}$ n. Tab. 14 nur dann in Rechnung gestellt werden, wenn diese Platten mindestens 20 mm dick sind.

Die charakteristische Rohdichte ρ_k ist dabei mit 380 kg/m^3 in Rechnung zu stellen.

Für Platten mit einer Dicke zwischen 12 mm und 20 mm darf in allen Fällen nur mit $f_{2,k} = 8 \text{ N/mm}^2$ gerechnet werden.

Bei geringeren Plattendicken als 12 mm darf mit $R_{ax,k} = 400 \text{ N}$ gerechnet werden.

Passbolzen

Bei Verbindungen mit Passbolzen darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit R_k n. 12.2 um einen Anteil ΔR_k erhöht werden.

$$\Delta R_k = \min\{0.25 \cdot R_k; 0.25 \cdot R_{ax,k}\} \quad \dots \dots \text{DIN 1052, Gl. (209)}$$

Für die Berechnung von R_{ax} wird i.d.R. die Querdruckpressung der Unterlegscheibe auf das Holz maßgebend.

Die effektive Querdruckfläche ist abhängig vom Unterlegscheiben- und vom Bolzendurchmesser und berechnet sich gemäß /8/, 8.3, zu

$$A_{ef} = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} + d_2 \cdot (a_1 - d_2) - \frac{\pi \cdot d_2^2}{4}$$

Bolzen und Gewindestangen

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

Ring- und Scheibendübel

Ring- oder Scheibendübel bieten keinen Widerstand gegen Herausziehen.

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

Dieser Herausziehewiderstand kann auch gemäß /1/, 12.3(8), zur Erhöhung der Schertragfähigkeit herangezogen werden.

zur Hauptseite [4H-DULAH](#), Holzträger mit Verstärkungen

