

Fassung Oktober 2020

## Zusatzmodul

# **RF-/JOINTS**

Bemessung von Stahl- und Holzbauverbindungen

# Programmbeschreibung

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung der DLUBAL SOFTWARE GMBH ist es nicht gestattet, diese Programmbeschreibung oder Teile daraus auf jedwede Art zu vervielfältigen.



© Dlubal Software GmbH 2022 Am Zellweg 2 93464 Tiefenbach Deutschland

Tel.: +49 9673 9203-0 Fax: +49 9673 9203-51 E-mail: info@dlubal.com Web: www.dlubal.de

# Inhalt

#### Inhalt

#### Seite

	Finloitung	Л
1 1	Zusatzmodul PE /IOINITS	
1.1	Cobrauch des Handbuchs	
1.2		0
1.5	Aurar des Modals RF-/JOINTS	
2.	Angemeine Eingabedaten	••••••••••••••••••••••••••••••••••••••
2.1	Basisangaben	ð 11
2.2	Rhoten und Stabe	II 15
2.3	Belastung bzw. Schnittgroßen	
2.3.1	Belastung	
2.3.2	Schnittgroßen	
2.4	Nationaler Annang	
3.	Stahl - Stützenfuß	
3.1	Basisangaben	
3.2	Knoten und Stäbe	
3.3	Belastung	
3.4	Stützenfuß	
3.5	Fußplatte und Schweißnähte	
3.6	Anker	
3.7	Schubübertragung	
3.8	Steifen	
4.	Stahl - Gelenkig	
4.1	Basisangaben	
4.2	Knoten und Stäbe	
4.3	Belastung	
4.4	Geometrie	
5.	Stahl - Biegesteif	41
5.1	Basisangaben	
5.2	Knoten und Stäbe	
5.3	Belastung	
5.4	Geometrie	
6.	Stahl - Mast	
6.1	Basisangaben	
6.2	Knoten und Stäbe	
6.3	Belastung	
6.4	Geometrie 1 / Geometrie 2	
6.5	Geometrie Bleche	
6.6	Diagonal 1,1 Verbindung / Diagonal 1,2 Verbindung	
6.7	Eingabe der Verbindungsmittel	
7.	Stahl - DSTV	
7.1	Basisangaben	
7.2	Knoten und Stäbe	
7.3	Belastung	61
7.4	Verbindungstypen	62
8.	Stahl - Sikla	65
81	Basisangaben	66
8.7	Knoten und Stäbe	20
0.2		

4 Dlubal



8.3	Belastung	69
8.4	Geometrie	70
8.5	Details	70
9.	Holz - Stahl zu Holz	71
9.1	Basisangaben	71
9.2	Knoten und Stäbe	77
9.3	Belastung	79
9.4	Lasteinwirkungsdauer und Nutzungsklasse	80
9.5	Geometrie	82
9.6	Details	90
10.	Holz - Holz zu Holz	93
10.1	Basisangaben	93
10.2	Knoten und Stäbe	96
10.3	Belastung	97
10.4	Lasteinwirkungsdauer und Nutzungsklasse	97
10.5	Geometrie	98
11.	Berechnung	101
12.	Ergebnisse	102
12.1	Geometrie	103
12.2	Nachweise - Zusammenfassung	104
12.3	Nachweise lastfallweise	105
12.4	Nachweise knotenweise	106
12.5	Nachweise - Details	107
12.6	Grafik	108
12.7	Hinweise	109
13.	Ergebnisauswertung	110
13.1	Grafik der Verbindung in RF-/JOINTS	111
13.2	Grafik der Verbindung im RFEM/RSTAB-Modell	113
14.	Ausdruck	114
14.1	Ausdruckprotokoll	114
14.2	Grafikausdruck	114
14.2.1	RF-/JOINTS-Grafik	114
14.2.2	RFEM/RSTAB-Grafik	116
15.	Allgemeine Funktionen	117
15.1	Bemessungsfälle	117
15.2	Einheiten und Dezimalstellen	119
15.3	Datenexport	119
16.	Beispiele	122
16.1	Stahl - Stützenfuß	122
16.1.1	System und Belastung	122
16.1.2	Eingabe in RF-/JOINTS	123
16.1.2.1	Basisangaben	123
16.1.2.2	Knoten und Stäbe	124
16.1.2.3	Schnittgrößen	125
16.1.2.4	Stützenfuß	125
16.1.2.5	Fußplatte und Schweißnähte	126
16.1.2.6	Anker	127
16.1.2.7	Schubübertragung	128
16.1.3	Berechnung	128
16.1.4	Nachweise	129
16.1.4.1	Teil der Verbindung im Druckbereich	129
16.1.4.2	Schubtragfähigkeit der Verbindung	131

⊿ Dlubal



16.1.4.3	Schweißnähte	132
16.2	Stahl - Gelenkig	134
16.2.1	System und Belastung	134
16.2.2	Eingabe in RF-/JOINTS	136
16.2.2.1	Basisangaben	136
16.2.2.2	Knoten und Stäbe	137
16.2.2.3	Schnittgrößen	138
16.2.2.4	Geometrie	138
16.2.3	Berechnung	139
16.2.4	Nachweise	140
16.2.4.1	Anforderungen an gelenkige Verbindungen	140
16.2.4.2	Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger	142
16.2.4.3	Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs	144
16.2.4.4	Querkrafttragfähigkeit des Trägers	150
16.3	Stahl - Biegesteif	154
16.3.1	System und Belastung	154
16.3.2	Eingabe in RF-/JOINTS	156
16.3.2.1	Basisangaben	156
16.3.2.2	Knoten und Stäbe	157
16.3.2.3	Schnittgrößen	158
16.3.2.4	Geometrie	158
16.3.3	Berechnung	159
16.3.4	Nachweise	160
16.3.4.1	Tragfähigkeit des Trägers 1	160
16.3.4.2	Tragfähigkeit der Stirnplatte am Träger 1	162
16.4	Holz - Stahl zu Holz	165
16.4.1	System und Belastung	165
16.4.2	Querschnittswerte	166
16.4.3	Nachweise Zusammenfassung	167
16.4.3.1	Stahlblech bei Normalkraft, Schub und Biegung	168
16.4.3.2	Lochleibung	169
16.4.3.3	Tragfähigkeit je Stabdübel	170
16.4.3.4	Tragfähigkeit je Scherfuge und Stabdübel	171
16.4.3.5	Blockscherversagen	173
16.4.3.6	Effektive Anzahl an Verbindungsmitteln n <sub>eff</sub>	177
16.4.3.7	Querzugtragfähigkeit für schräg wirkende Kraft	177
16.4.3.8	Querzugtragfähigkeit infolge Moment	178
16.4.3.9	Schubspannungsnachweis	179
16.4.3.10	Mindestabstände der Verbindungsmittel	182
16.4.3.11	Verbindungsmittel mit unterschiedlichem Durchmesser	183
Α.	Literatur	184
В.	Index	185
	16.1.4.3 16.2 16.2.1 16.2.2 16.2.2.1 16.2.2.2 16.2.2.3 16.2.2.4 16.2.3 16.2.4 16.2.4.1 16.2.4.2 16.2.4.3 16.3.1 16.3.2 16.3.2.1 16.3.2.1 16.3.2.3 16.3.2.1 16.3.2.3 16.3.2.1 16.3.2.3 16.3.2.4 16.3.2.1 16.3.2.2 16.3.2.3 16.3.4.1 16.3.4.1 16.4.3.1 16.4.3.1 16.4.3.5 16.4.3.5 16.4.3.6 16.4.3.7 16.4.3.8 16.4.3.10 16.4.3.10 16.4.3.10 16.4.3.10 16.4.3.10 16.4.3.11 <b>A.</b> <b>B.</b>	<ul> <li>16.1.4.3 Schweißnähte</li> <li>16.2 Stahl - Gelenkig</li> <li>16.2.1 System und Belastung.</li> <li>16.2.2 Eingabe in RF-/JOINTS</li> <li>16.2.2.1 Basisangaben</li> <li>16.2.2.2 Knoten und Stäbe</li> <li>16.2.2.3 Schnittgrößen</li> <li>16.2.4 Geometrie</li> <li>16.2.4 Geometrie</li> <li>16.2.4 Geometrie</li> <li>16.2.4 Nachweise</li> <li>16.2.4.1 Anforderungen an gelenkige Verbindungen</li> <li>16.2.4.2 Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger</li> <li>16.2.4.3 Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs</li> <li>16.2.4.4 Querkrafttragfähigkeit des Trägers</li> <li>16.3 Stahl - Biegesteif.</li> <li>16.3.1 System und Belastung</li> <li>16.3.2 Eingabe in RF-/JOINTS</li> <li>16.3.2 Knoten und Stäbe</li> <li>16.3.2 Knoten und Stäbe</li> <li>16.3.2 Knoten und Stäbe</li> <li>16.3.2 Knoten und Stäbe</li> <li>16.3.3 Schnittgrößen</li> <li>16.3.4 Nachweise</li> <li>16.4 Holz - Stahl zu Holz</li> <li>16.4.3 Nachweise Zusammenfassung</li> <li>16.4.3 Nachweise Zusammenfassung</li> <li>16.4.3 Tragfähigkeit je Scherfuge und Stabübel</li> <li>16.4.3.5 Blockscherversagen</li> <li>16.4.3.6 Effektive Anzahl an Verbindungsmittel n<sub>eff</sub>.</li> <li>16.4.3.9 Cuerzugtragfähigkeit für schräg wirkende Kraft</li> <li>16.4.3.9 Schubspannungsnachweis</li> <li>16.4.3.1 Verbindungsmittel mit unterschiedlichem Durchmesser</li> <li>16.4.3.1 Verbindungsmittel mit unterschiedlichem Durchmesser</li> <li>16.4.3.1 Verbindungsmittel mit unterschiedlichem Durchmesser</li> </ul>

# 1 Einleitung

## 1.1 Zusatzmodul RF-/JOINTS

Mit der Einführung der Eurocodes kommt der Bemessung von Verbindungen eine große Bedeutung zu. Für Stahlbauverbindungen sind die Nachweise in EN 1993-1-8 [1] geregelt. Die Bemessung von Holzbauanschlüssen wird in EN 1995-1-1 [2] behandelt. Die Zusatzmodule RF-JOINTS (für RFEM) und JOINTS (für RSTAB) umfassen die Verbindungsmodule für Stabelemente in einer Oberfläche. Bei der Neukonzeption wurde der Funktionsumfang der Module erweitert und an die aktuellen Erfordernisse angepasst.



Dieses Handbuch beschreibt die Zusatzmodule der beiden Hauptprogramme gemeinsam unter der Bezeichnung **RF-/JOINTS**.

Zurzeit sind im Zusatzmodul RF-/JOINTS die Stahl-Kategorien Stützenfuß, Gelenkig, Biegesteif, Mast, DSTV und Sikla sowie die Holz-Kategorien Stahl zu Holz und Holz zu Holz implementiert.

RF-/JOINTS Stahl - Stützenfuß führt die Nachweise für gelenkige oder eingespannte Stützenfüße.

Bei gelenkigen Stützenfüßen kann zwischen folgenden Fußplattenverbindungen gewählt werden:

- Stützenfußplatte ohne Steifen
- Konischer Stützenfuß
- Stützenfußplatte für Rechteck-Hohlprofile
- Stützenfußplatte für Rundrohre

Bei eingespannten Stützenfüße stehen folgende Ausführungsvarianten für I-Profile zur Auswahl:

- Stützenfußplatte ohne Steifen
- Stützenfußplatte mit Steifen in der Mitte der Flansche
- Stützenfußplatte mit Steifen an beiden Seiten der Stütze
- Stützenfußplatte mit U-Profilverstärkungen an beiden Seite der Stütze und mit Querträgern
- Stütze in Köcher einbetoniert

RF-/JOINTS Stahl - Gelenkig führt den Nachweis für folgende Querkraftanschlüsse von I-Trägern:

- Verbindung mit Stegwinkeln
- Fahnenblechanschluss
- Stirnplattenverbindung
- Anschluss mit Knagge und Stirnplatte

RF-/JOINTS Stahl - Biegesteif bemisst folgende momententragfähe Verbindungen von I-Trägern:

- Trägeranschluss an Stütze mit Stirnplatte
- Trägerstoß mit Stirnplatte
- Trägerstoß mit Laschen

**RF-/JOINTS Stahl - Mast** bemisst gelenkige Schraubverbindungen von Gittermaststäben für folgende Fälle:

- Diagonalenanschluss ohne Knotenblech in einer Ebene
- Diagonalenanschluss ohne Knotenblech in zwei Ebenen
- Stützenstoß mit Laschen

**RF-/JOINTS Stahl - DSTV** bemisst momententragfähige und gelenkige I-Trägeranschlüsse gemäß dem Regelwerk "Typisierte Anschlüsse im Hochbau" [3] [[error 1]]. Die Beanspruchbarkeiten werden nach DIN EN 1993-1-8 [1] ermittelt.

Bei momententragfähigen Verbindungen stehen folgende Ausführungsvarianten zur Auswahl:

- Stirnplatte ohne Stütze (Typ IH/IM)
- Trägerstoß mit Stirnplatte (Typ IH/IM)
- Einseitiger Träger mit Stirnplatte (Typ IH/IM)
- Beidseitige Träger mit Stirnplatten (Typ IH/IM)
- Pfettenstoß mit Laschen (Typ PM)

Bei gelenkigen Anschlüssen kann zwischen folgenden Ausführungen gewählt werden:

- Stirnplatte (Typ IS), ggf. mit Ausklinkungen (Typ IK)
- Winkel (Typ IW), ggf. mit Ausklinkungen (Typ IK)
- Gestreckte Winkel (Typ IG)
- Pfettenstoß mit Laschen (Typ PM)

**RF-/JOINTS Stahl - Sikla** untersucht die Verbindungen für Profile des Befestigungssystem-Herstellers Sikla.

**RF-/JOINTS Holz - Stahl zu Holz** bemisst Stabdübel-, Bolzen-, Nagel- und Schraubenverbindungen von Holzstäben, die über Stahlbleche indirekt verbunden sind.

Es stehen gelenkige, nachgiebige und biegesteife Stabdübelverbindungen für folgende Fälle zur Auswahl:

- Einzelstab
- Durchlaufender Stab mit Nebenstäben
- Anschluss mehrerer Einzelstäbe

RF-/JOINTS Holz - Holz zu Holz führt die Nachweise für Schraubenverbindungen von Holzstäben.

Es sind folgende Anschlusstypen möglich:

- Einzelstab oder Anschluss mehrerer Einzelstäbe
- Stirn zu Seite
- Stirn zu Stirn

Die Ergebnisse werden tabellarisch und grafisch mitsamt Abmessungen aufbereitet. Über sogenannte Bemessungsfälle können Nachweisvarianten untersucht werden.

Da RF-/JOINTS in die Benutzeroberfläche des Hauptprogramms integriert ist, sind nicht nur sämtliche Eingabedaten des Modells, sondern auch die Stabschnittgrößen für die Bemessung verfügbar. Einige Module ermöglichen auch die Berücksichtigung der Anschlusssteifigkeiten und Exzentrizitäten bei der Schnittgrößenermittlung. Die Ergebnisse können im Arbeitsfenster von RFEM bzw. RSTAB visualisiert und in das zentrale Ausdruckprotokoll eingebunden werden.

Wir wünschen Ihnen viel Freude und Erfolg mit den RF-/JOINTS-Zusatzmodulen.

Ihr DLUBAL-Team



Da die Themenbereiche Installation, Benutzeroberfläche, Ergebnisauswertung und Ausdruck im RFEM- bzw. RSTAB-Handbuch erläutert sind, wird hier auf eine Beschreibung verzichtet. Der Schwerpunkt dieses Handbuchs liegt auf den Besonderheiten, die sich im Rahmen der Arbeit mit den Zusatzmodulen der RF-/JOINTS-Verbindungen ergeben.

Das Handbuch orientiert sich an der Reihenfolge und am Aufbau der Eingabe- und Ergebnismasken. Kapitel 2 beschreibt die Parameter der Eingabe, die für alle Stahl- und Holzbauverbindungen gelten. In den anschließenden Kapiteln werden die spezifischen Eingabeparameter der einzelnen Verbindungsmodule erläutert. Das letzte Kapitel enthält eine Beispielsammlung von Verbindungsnachweisen.

2

Im Text sind die beschriebenen **Schaltflächen** (Buttons) in eckige Klammern gesetzt, z. B. [Neu]. Zugleich sind sie am linken Rand abgebildet. Die Begriffe, die in Dialogen, Tabellen und Menüs erscheinen, sind in *Kursivschrift* hervorgehoben, sodass die Erläuterungen gut nachvollzogen werden können.

Am Ende des Handbuchs befindet sich ein Stichwortverzeichnis. Sollten Sie dort nicht fündig werden, können Sie die Suchfunktion für die Knowledge Base auf unserer Website nutzen, um unter den Beiträgen zu den Zusatzmodulen für Verbindungen eine Lösung zu finden. Auch unsere FAQs bieten eine Reihe an Hilfestellungen.



In RFEM bzw. RSTAB bestehen folgende Möglichkeiten, das Zusatzmodul RF-/JOINTS zu starten.

#### Menü

Sie können das Zusatzmodul aufrufen mit dem RFEM- bzw. RSTAB-Menü

```
Zusatzmodule \rightarrow Verbindungen \rightarrow RF-/JOINTS.
```

Zus	atzmodule	<u>F</u> enster	<u>H</u> ilfe			
Aktuelles Modul		2	××× 🕼 📾 🕬 🗮	羅 😰 伊 唐 🎾 👌 🏠 🗙 🐨 🖉 🦿		
Stahlbau 🕨		91	🕅 🕅 🛱 🛪 🛪	•   🕲 • <sup> </sup> 17 🖘   🎿 🗢 🗊 🚏 🚧 🚼 • 🎩 🔡   🎚		
	Stahlbeton	ibau	•			
	Holzbau		►			
	Aluminium	bau	•			
	Dynamik		•			
	Verbindun	gen	•	C	RF-STIRNPL	Bemessung von Stirnplattenanschlüssen
	Fundamen	te	×	Þ	RF-VERBIND	Bemessung von Querkraftanschlüssen
	Stabilität		•		RF-JOINTS	Bemessung von Verbindungen
	Gittermast	en	•	P	RF-RAHMECK Pro	Bemessung von geschraubten Rahmenecken
	Sonstige		•		V-ECK (nicht installiert)	Bemessung von leichten biegesteifen Rahmenecken
	Externe Zu	satzmodule	•	Ľ,	RF-DSTV	Bemessung von typisierten I-Trägeranschlüssen
				4	RF-STABDÜBEL	Bemessung von Stabdübelverbindungen
	Einzelprog	ramme	•	$\mathbf{\underline{v}}$	RF-HOHLPROF	Bemessung von Hohlprofilverbindungen
					RF-LIMITS	Vergleich von Ergebnissen mit definierten Grenzzuständen

Bild 1.1: Menü Zusatzmodule  $\rightarrow$  Verbindungen  $\rightarrow$  RF-JOINTS

## Navigator

Alternativ rufen Sie das Zusatzmodul im *Daten*-Navigator auf durch Anklicken des Eintrags **Zusatzmodule**  $\rightarrow$  **RF-/JOINTS**.



Bild 1.2: Daten-Navigator: Zusatzmodule  $\rightarrow$  RF-JOINTS

# 2 Allgemeine Eingabedaten



OK

Abbrechen

Dieses Kapitel beschreibt die Parameter der Eingabe, die für alle Kategorien von Stahl- und Holzbauverbindungen gelten. In den folgenden Kapiteln sind die spezifischen Eingabeparameter der einzelnen Verbindungsmodule erläutert.

Nach dem Aufruf von RF-/JOINTS erscheint ein neues Fenster. Links wird ein Navigator angezeigt. Im oberen Bereich werden die Bemessungsfälle (siehe Kapitel 15.1, Seite 117) mit den ausgewählten Knoten, im unteren Bereich die modulspezifischen Masken verwaltet.

Die Eingabedaten sind in mehreren Masken zu definieren. Beim ersten Aufruf von RF-/JOINTS werden folgende Parameter automatisch eingelesen:

- Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen sowie dynamische Kombinationen
- Materialien
- Querschnitte
- Schnittgrößen (im Hintergrund sofern berechnet)

Eine Maske lässt sich durch Anklicken des Eintrags im Navigator aufrufen. Mit den links dargestellten Schaltflächen wird die vorherige bzw. nächste Maske eingestellt. Das Blättern durch die Masken ist auch mit den Funktionstasten [F2] (vorwärts) und [F3] (rückwärts) möglich.

[OK] sichert die Eingaben. RF-/JOINTS wird beendet und es erfolgt die Rückkehr in das Hauptprogramm. [Abbrechen] beendet das Zusatzmodul, ohne die Daten zu speichern.

## 2.1 Basisangaben

In Maske 1.1 Basisangaben sind die Grundeinstellungen zu treffen, die für den Nachweis der Verbindung erforderlich sind. Über die Filterfunktionen kann der Anschlusstyp gezielt ausgewählt werden.



Bild 2.1: Maske 1.1 Basisangaben

#### Material

● Stahl ◎ Holz
<ul> <li>Stahl</li> </ul>
Material

Bild 2.2: Filter für Stahl- und Holzbauverbindungen

Im Abschnitt *Material* ist anzugeben, ob eine Stahl- oder eine Holzbauverbindung vorliegt. Diese Vorgabe steuert die Auswahlmöglichkeiten in den übrigen Abschnitten der Maske.

## Anschlussgruppe

Anschlussgruppe
Stützenfuß 🔻
🏦 듣 🚈 🧾 🖦
Bild 2.3: Filter für Stahlbau-Anschlussgruppen
Anschlussgruppe
Stahl-Holzverbindung 🗸

Bild 2.4: Filter für Holzbau-Anschlussgruppen

Dieser Abschnitt verwaltet die Art der Verbindung. Die gewünschte Anschlussgruppe kann über die Liste oder die Verbindungssymbol-Schaltflächen festgelegt werden.



Die grünen Punkte in den Icons illustrieren, welche Verbindungsmodule in Ihrer Lizenz hinterlegt sind.

## Anschlusskategorie

Anschlusskategorie					
Gelenkiger Stützenfuß 🔹					
Bild 2.5: Filter für Stützenfuß-Anschlusskategorien					

Anschlusskategorie	
Stabdübel 👻	

Bild 2.6: Filter für Stahl-Holzverbindungskategorien

Über die Liste oder die Schaltflächen kann die relevante Kategorie des Anschlusses ausgewählt werden.

## Anschlusstyp



Bild 2.7: Filter für gelenkige Stützenfuß-Anschlusstypen

Anschlusstyp Mit Durchlaufstab		•	
	ŀ		

Bild 2.8: Filter für Stabdübel-Anschlusstypen

In diesem Abschnitt kann der genaue Typ des Anschlusses festgelegt werden. Die Auswahl ist auch hier über die Liste oder die Verbindungssymbol-Schaltflächen möglich.

## Nach Norm / Nationaler Anhang

E DIN: 2010-12	-
CEN	Europäische Union
BDS:2011-04	Bulgarien
BS:2008-11	Vereinigtes Königreich
ESN:2012-02	Tschechische Republik
CYS:2010-06	Zypern
💻 DIN: 2010-12	Deutschland
DK:2013-09	Dänemark
I.S.:2010-03	Irland
LST:2010-09	Litauen
LU:2011-09	Luxemburg
LVS:2014-01	Lettland
NBN:2010-12	Belgien
EN:2011-12	Niederlande
NF:2007-07	Frankreich
NP:2010-03	Portugal
NS:2009-10	Norwegen
CNORM: 2010-12	Österreich
PN:2011-08	Polen
+ SFS:2009-11	Finnland
E SIST: 2006-05	Slowenien
SR:2008-01	Rumänien
SS:2013-10	Schweden
STN:2008-10	Slovakei
E:2013-04	Spanien
UNI:2007-07	Italien

Nach Norm / Nationaler Anhang							
EN 1993-1-8 👻 IDIN:2010-12 💌							
<u> </u>							

Bild 2.9: Norm und Nationaler Anhang

Stahlbauverbindungen werden automatisch nach EN 1993-1-8 [1], Holzbauverbindungen nach EN 1995-1-1 [2] bemessen. Für Stahl-Holzverbindungen ist auch eine Bemessung nach ANSI/AWC NDS-2018 [4] möglich. In der Liste rechts neben der Norm kann der Nationale Anhang ausgewählt werden, dessen Parameter für die Nachweise gelten sollen.

Die Schaltfläche 💽 öffnet einen Dialog, in dem die Parameter des gewählten Nationalen Anhangs überprüft werden können. Dieser Dialog ist im Kapitel 2.4 auf Seite 18 beschrieben.

### Kommentar

Dieses Eingabefeld steht für eine benutzerdefinierte Anmerkung zur Verfügung, die z. B. den aktuellen Anschluss beschreibt.

## 2.2 Knoten und Stäbe

In der zweiten Eingabemaske ist festzulegen, welche Knoten nachgewiesen werden sollen. Hier sind auch die Eigenschaften der Stäbe zu definieren, die an den Knoten anschließen.

Nr. Knoten Nr. Verhältnis	1.2 Knoter	n und Stä	ibe					
1 3	Definitionsart							
2 8,9								
	Manuel definieren							
	Anschluss an							
	Knoten N	in::						
	8,9				3	8		
Eingabedaten						7		
Basisangaben					X	<b>9</b>		
-Knoten und Stäbe								
Belastung								
Eußplatte								
Anker	Paramete	er.						
Schubübertragung	Parameter  Kroten Sab Querschnitt Material							
	Nr.	Nr.	Status	Bezeichnung	Bezeichnung	Kommentar		
	8	7	Stütze	HEA 120 (ohne Norm)	Baustahl S 235			
	9	8	Stütze	HEA 120 (ohne Norm)	Baustahl S 235			
		9	Inaktiv	RD 16 (Ferona - DIN 670)	Baustahl S 235			
			≫ ⋟			۲		

Bild 2.10: Maske 1.2 Knoten und Stäbe

### Definitionsart

Die Knoten lassen sich aus dem *Strukturmodell übernehmen*. Damit werden die geometrischen Parameter wie Anzahl und Eigenschaften der anschließenden Stäbe automatisch aus RFEM bzw. RSTAB eingelesen. Alternativ lässt sich der Anschluss *Manuell definieren*.

## Anschluss an Knoten Nr.



Die Nummern der nachzuweisenden Knoten können direkt im Eingabefeld eingetragen werden. Über die Schaltfläche [Auswählen] lassen sich die Knoten auch grafisch im RFEM/RSTAB-Arbeitsfenster per Mausklick bestimmen.



Eine Mehrfachauswahl von Knoten ist nur sinnvoll, wenn diese identische Eingabeparameter aufweisen. Liegen unterschiedliche Voraussetzungen für die Bemessung vor, können sie nicht in dieser Maske zusammengefasst werden. Es ist ein neuer Bemessungsfall anzulegen. Dies ist über das Menü **Datei**  $\rightarrow$  **Neuer Fall** oder die Schaltflächen  $\ge$  und  $\ge$  im Abschnitt *Parameter* unten möglich (siehe Beschreibung für folgenden Abschnitt).

Bei der Option *Manuell definieren* ist die Übernahme aus RFEM bzw. RSTAB gesperrt. Im Eingabefeld erscheint der Hinweis *Benutzerdefiniert*. Die *Parameter* lassen sich dann unabhängig vom Modell eingeben.

Definitionsart	
Aus Strukturmodell übernehmen	
Manuell definieren	
Anschluss an	
Knoten Nr.:	
Benutzerdefiniert	1

Bild 2.11: Manuelle Definition eines Anschlusses

#### Parameter

Dieser Abschnitt verwaltet die Eigenschaften der Bauteile, die an den oben angegebenen Knoten anschließen.

Paramete	er				
Knoten	Stab		Querschnitt	Material	
Nr.	Nr.	Status	Bezeichnung	Bezeichnung	Kommentar
8	7	Stütze	HEA 120 (ohne Norm)	Baustahl S 235	
9	8	Stütze	HEA 120 (ohne Norm)	Baustahl S 235	
	9	Inaktiv	RD 16 (Ferona - DIN 670)	Baustahl S 235	
		Stütze			
		Inaktiv			
		N			

Bild 2.12: Abschnitt *Parameter* mit Schaltfläche [Inaktive Stäbe ein/aus]

#### Status



Stäbe können hier für die Bemessung klassifiziert werden. Die Auswahlmöglichkeiten für diese Spalte sind von der gewählten Anschlussgruppe und -kategorie abhängig.

#### **Querschnitt Bezeichnung**

Bei der Knotenübernahme aus RFEM bzw. RSTAB sind die Stabquerschnitte voreingestellt.

Um einen Querschnitt zu ändern, klicken Sie den Eintrag an und setzen so das Feld aktiv. Mit der Schaltfläche im Feld (siehe Bild 2.10) oder der Taste [F7] rufen Sie die Querschnittsbibliothek auf.



Bild 2.13: Querschnittbibliothek

Das Kapitel 4.13 des RFEM-Handbuchs bzw. Kapitel 4.3 des RSTAB-Handbuchs beschreibt, wie Querschnitte in der Bibliothek ausgewählt werden können.

Ein geänderter Querschnitt wird dann mit blauer Schrift gekennzeichnet.

#### **Material Bezeichnung**

Bei der Knotenübernahme aus RFEM bzw. RSTAB sind auch die Materialien der Querschnitte voreingestellt.

Um ein Material zu ändern, klicken Sie den Eintrag an und setzen so das Feld aktiv. Mit der Schaltfläche im Feld (siehe Bild 2.10) oder der Taste [F7] rufen Sie die Materialbibliothek auf.

Material aus Bibliothek übernehmer	n			×	
Filter	Material zum Übernehmen				
Materialkategorie-Gruppe:	Materialbezeichnung	Norm		<u>^</u>	
Metall	Baustahl S 235	🔯 EN 199	3-1-1:2005-05		
	Baustahl S 275	I EN 199	3-1-1:2005-05	E	
Material-Kategorie:	Baustahl S 355	IN 199	3-1-1:2005-05		
Stahl 👻	Baustabl S 450	IN 199	3-1-1:2005-05		
	Baustabl S 275 N	EN 199	3-1-1-2005-05		
Norm-Gruppe:	Baustabl S 275 NI	EN 199	3-1-1-2005-05		
EN 👻	Baustabl S 355 N	EN 199	3.1.1.2005.05		
	Paustahi S 355 NI	EN 193	2 1 1-2005-05		
Nom.	Paustahi S 420 N	EN 100	2.1.1.2005-05		
EN 1993-1-1:2005-05	Doustanii 5 420 Ni	EN 193	311.2003-05		
	Baustani 5 420 NL	EN 199	3-1-1:2005-05		
	Baustahi S 460 N	EN 199	3-1-1:2005-05		
	Baustahi S 460 NL	EN 199	3-1-1:2005-05		
	Baustahl S 275 M	EN 199	3-1-1:2005-05		
Inklusive ungültiger	Baustahl S 275 ML	EN 199	3-1-1:2005-05	-	
Nur Favoriten	<u>h</u>			×	
Materialkennwerte		Baustahl	S 235   EN 199	3-1-1:2005-05	
Haupt-Kennwerte				]	
Elastizitätsmodul		E	210000.0	N/mm <sup>2</sup>	
Schubmodul	15	G	80769.2	N/mm <sup>2</sup>	
Poissonsche Zahl (Querdehnzah	l)	V	0.300	1 11 / 2	
- Spezifisches Gewicht		γ	/8.50	KN/m <sup>o</sup>	
Temperaturdennzanii (Warneden	irizarii)	a	1.2000E-05	1/0	
Koeffizient für Grenz-Schweißnah	ntspannungen	αω	0.950		
Korrelationsbeiwert für Kehlnähte	)	βw	0.800		
⊟ Dickenbereich t ≤ 40.0 mm		1.			
- Streckgrenze f			235.0	N/mm <sup>2</sup>	
Zugfestigkeit fu			360.0	N/mm <sup>2</sup>	
□ Dickenbereich t > 40.0 mm und t ≤ 80.0 mm					
Streckgrenze	- Streckgrenze			N/mm <sup>2</sup>	
Zugrestigkeit		ſu	360.0	N/mm*	
			ОК	Abbrechen	

Bild 2.14: Materialbibliothek

Das Kapitel 4.3 des RFEM-Handbuchs bzw. Kapitel 4.2 des RSTAB-Handbuchs beschreibt, wie Materialien in der Bibliothek ausgewählt werden können.

Die Schaltflächen im Abschnitt Parameter sind mit folgenden Funktionen belegt:

Schaltfläche	Funktion		
	Stellt die Standardwerte für die Verbindung ein		
×	Löscht den Knoten, der in der Tabelle oben selektiert ist		
•	Übergibt den selektierten Knoten in einen neuen Bemessungsfall		
8	Übergibt alle ungeeigneten Knoten in einen neuen Bemessungsfall		
▶♥	Setzt den Verbindungstyp für alle Knoten des Bemessungsfalls		
<b>%</b>	Blendet inaktive Stäbe in der Tabelle ein oder aus		
۲	Zeigt das RFEM/RSTAB-Arbeitsfenster zur Änderung der Ansicht an		

Tabelle 2.1: Schaltflächen im Abschnitt Parameter



Eine wichtige Funktion kommt den Schaltflächen gewiesen werden sollen, deren Randbedingungen wie z. B. Anzahl anschließender Stäbe oder Stabquerschnitte sich unterscheiden, so ist mit diesen Schaltflächen eine manuelle bzw. automatische Verteilung auf neue Bemessungsfälle möglich. In den verschiedenen Bemessungsfällen können dann die Parameter knotenspezifisch vorgegeben werden. Alternativ steht hierfür auch das Menü **Datei**  $\rightarrow$  **Neuer Fall** zur Verfügung.



(H) (H) (H)

Im Navigator oben werden die Bemessungsfälle mit den knotenspezifischen Daten verwaltet. Die Maske 1.2 Knoten und Stäbe zeigt immer die Parameter derjenigen Knoten an, die in der Navigatorliste selektiert sind. Zum Wechseln des Bemessungsfalls klicken Sie einfach den relevanten Listeneintrag an.

## Grafikfenster

Das Grafikfenster erleichtert die Übersicht über die nachzuweisenden Verbindungen. Es zeigt dynamisch einen Ausschnitt des Modells an. Der im Abschnitt *Parameter* selektierte Knoten ist mit einem Pfeil gekennzeichnet; die anschließenden Stäbe sind in der Selektionsfarbe hervorgehoben.



Bild 2.15: Grafik mit Selektionspfeil

Die Grafik lässt sich mit den gleichen Mausfunktionen wie in RFEM bzw. RSTAB steuern, um die Ansicht zu zoomen, verschieben und drehen.

Die Schaltflächen neben der Grafik sind mit folgenden Funktionen belegt:

Schaltfläche	Funktion
<b>x</b>	Zeigt die Ansicht in Richtung der X-Achse
-x6	Zeigt die Ansicht entgegen der X-Achse
Y.	Zeigt die Ansicht in Richtung der Y-Achse
Z	Zeigt die Ansicht in Richtung der Z-Achse
	Stellt die isometrische Ansicht dar
<b>X</b>	Stellt die Gesamtansicht des Ausschnitts dar

Tabelle 2.2: Schaltflächen im Grafikfenster

#### 

2.3 Belastung bzw. Schnittgrößen

Das Aussehen der Maske 1.3 hängt von der *Definitionsart* ab, die in der vorherigen Maske 1.2 eingestellt ist (siehe Bild 2.10, Seite 11).

Die Eingaben in dieser Maske beziehen sich immer auf den Bemessungsfall, der links oben im Navigator eingestellt ist. Zum Wechseln des Bemessungsfalls klicken Sie einfach den relevanten Listeneintrag an.

## 2.3.1 Belastung

Bei der Definitionsart *Aus Strukturmodell übernehmen* sind in Maske *1.3 Belastung* sind die Lastfälle oder Kombinationen anzugeben, deren Schnittgrößen für die Bemessung angesetzt werden sollen.

1.3 Belastung	
Vorhandene Lastfälle und Kombinationen	Zu bemessen
Vorhandene Lastfälle und Kombinationen           GL ET         Egengewicht           GS LET         Schnee           GW LES         Wind in +X           GW LEG         Imperfektion in +Y           GW LEG         Imperfektion in +Y           GW LEG         Imperfektion in +Y           GW LEG         1.35°LET + LF5           GW LK1         1.35°LET + 1.5°LF2 + LF5           GW LK3         1.35°LET + 1.5°LF2 + 0.3°LF3 + LF5           GW LK4         1.35°LET + 1.5°LF2 + 0.3°LF3 + LF5           GW LK3         1.35°LET + 1.5°LF2 + 0.3°LF4 + LF6           GW LK3         1.35°LET + 1.5°LF3 + 0.75°LF4 + LF5           GW LK1         1.35°LET + 1.5°LF3 + LF5           GW LK1         1.35°LET + 1.5°LF4 + LF5           GW LK1         1.35°LET + 0.75°LF2 + 1.5°LF3 + LF5           GW LK1         1.35°LET + 0.75°LF2 + 1.5°LF3 + LF5           GW LK1         1.35°LET + 0.75°LF2 + 1.5°LF3 + LF5           GW LK1         1.35°LET + 0.75°LF2 + 1.5°LF3 + LF5           GW LK1         1.35°LET + 0.75°LF2 + 1.5°LF3 + LF6           GW LK1         1.35°LET + 0.75°LF2 + 1.5°LF3 + LF6	Zu berressen         EK1         GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Alle (13)	

Bild 2.16: Maske 1.3 Belastung

## Vorhandene Lastfälle und Kombinationen

In dieser Spalte sind alle Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen aufgelistet, die in RFEM bzw. RSTAB angelegt wurden. Ebenso lassen sich Kombinationen von RF-/DYNAM Pro untersuchen.



Die Bemessung eines Anschlusses erfordert eine eindeutige Schnittgrößenkonstellation. Bei den Max- und Min-Werten einer Ergebniskombination ist diese gegeben, wenn die Überlagerung der Schnittgrößen mit den Kriterien "Ständig" und ggf. "oder" erfolgt. Daher ist keine Bemessung von EKs möglich, in denen eine oder mehrere Einwirkungen als "Veränderlich" klassifiziert sind.

Mit der Schaltfläche **>** lassen sich selektierte Einträge in die Liste *Zu bemessen* nach rechts übertragen. Die Übergabe kann auch per Doppelklick erfolgen. Die Schaltfläche **>** übergibt die komplette Liste nach rechts.

Die Mehrfachauswahl von Lastfällen ist – wie in Windows üblich – mit gedrückter [Strg]-Taste möglich. So lassen sich mehrere Lastfälle gleichzeitig übertragen.

Ist die Nummer eines Lastfalls rot dargestellt wie z. B. LF 5 oder LF 6 in Bild 2.16, so kann dieser nicht bemessen werden: Hier handelt es sich um einen Lastfall ohne Lasten, einen Imperfektionslastfall oder eine unzulässige EK (siehe oben). Bei der Übergabe erscheint eine entsprechende Warnung.

#### 2 Allgemeine Eingabedaten

Am Ende der Liste sind mehrere Filteroptionen verfügbar. Sie erleichtern es, die Einträge nach Lastfällen, Kombinationen oder Einwirkungskategorien geordnet zuzuweisen. Die Schaltflächen sind mit folgenden Funktionen belegt:

2

🖁🖌 🛛 Alle Lastfälle in der Liste w	verden selektiert
------------------------------------	-------------------

Bie Auswahl der Lastfälle wird umgekehrt.

Tabelle 2.3: Schaltflächen im Abschnitt Vorhandene Lastfälle und Kombinationen

#### Zu bemessen

LF LK EK

Qw Wind A Außergewöhnlich

Lastfälle Lastkombinationen

EK Ergebniskombinationen G Ständige Lasten Qs Schnee (H ≤ 1000 m über NN)

> In der rechten Spalte werden die zur Bemessung gewählten Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen aufgelistet. Mit oder per Doppelklick lassen sich selektierte Einträge wieder aus der Liste entfernen. Die Schaltfläche einer die ganze Liste.

Auch hier ist eine Mehrfachauswahl mit gedrückter [Strg]-Taste möglich.

## 2.3.2 Schnittgrößen

Bei der Definitionsart *Manuell definieren* (siehe Kapitel 2.2, Seite 11) sind in Maske 1.3 Schnittgrößen die Schnittgrößen einzutragen, die für die Bemessung angesetzt werden sollen.





#### LF

Die Schnittgrößen werden in einem Lastfall verwaltet. Beim ersten Öffnen der Maske ist der Lastfall Nr. 1 voreingestellt.

Über die Schaltfläche 🛅 kann ein neuer Lastfall erzeugt werden. Anhand von Lastfällen ist es möglich, unterschiedliche Schnittgrößenkonstellationen für die Bemessung vorzugeben.

## Stab

In dieser Spalte kann eine Stabnummer angegeben werden, die die Zuordnung der Schnittgrößen erleichtert.

## Kraft / Symbol

Diese beiden Spalten beschreiben, welche Schnittgrößenart jeweils vorliegt.

### Wert / Einheit

Die Werte der Schnittgrößen sind hier einzutragen.

Die Einheiten und Nachkommastellen der Schnittgrößen lassen sich über das Menü **Einstellungen** → **Einheiten und Dezimalstellen** anpassen (siehe Kapitel 15.2, Seite 119).

Die Schaltflächen am Ende der Liste sind mit folgenden Funktionen belegt:

Ein neuer Lastfall für weitere Schnittgrößen wird angelegt.



Der oben selektierte Lastfall wird gelöscht.

Tabelle 2.4: Schaltflächen in Maske 1.3 Schnittgrößen

## 2.4 Nationaler Anhang

In der Liste rechts oben in Maske *1.1 Basisangaben* kann der Nationale Anhang ausgewählt werden, dessen Parameter für die Bemessung gelten (siehe Bild 2.9 auf Seite 10). Über die Schaltfläche [Bearbeiten] lassen sich die voreingestellten Parameter überprüfen. Die Dialoge sind von der Materialvorgabe (Stahl- oder Holzbauverbindung) abhängig.

## Stahlbauverbindungen



Bild 2.18: Dialog Parameter des Nationalen Anhangs - DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12

Parameter des Nationalen Anhangs - DIN	EN 1995-1-1/NA:2010	-12/A1:2013-08	3		×
Materialbeiwerte Stabdübel Bolzen Nä	gel Schrauben Diver	se Einstellungen			
Faktor-Kategorie	Teilsicherheitsbeiwert	e nach 2.4.1			
Vollholz Brettschichtholz	Holzstab:	γм:	1.30		
	Stahlblech: (DIN EN 1993)	γмо: γм2:	1.00 × 1.25 ×		
	Verbindung:	γм:	1.30 🔶 - geb	ogenes stiftförmiges	Verbindungsmittel
	Modifikationsbeiwerte	nach Tabelle 3.1			
	Klasse der Lasteinwirk (KLED)	kungsdauer	1	Nutzungsklasse 2	3
	- Ständig	Kmod :	0.60 🛓	0.60	0.50
	- Lang	kmod :	0.70	0.70 🚊	0.55 🛓
	- Mittel	kmod :	0.80	0.80 🚊	0.65 🚔
	- Kurz	Kmod :	0.90	0.90 🛬	0.70 🛓
	- Kurz / Sehr kurz	kmod :	1.00	1.00 🔺	0.80 🛓
	- Sehr kurz	k <sub>mod</sub> :	1.10	1.10 🔺	0.90 🛓
7					
				ОК	Abbrechen

## Holzbauverbindungen

Bild 2.19: Dialog Parameter des Nationalen Anhangs - DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12/A1:2013-08

In diesen Dialogen werden die verschiedenen Beiwerte des Nationalen Anhangs wie z. B. Material-, Modifikations- und Schubkorrekturbeiwerte angezeigt. Die Werte können in der Regel nicht verändert werden, da sie in den Nationalen Anhängen festgeschrieben sind.

1

Mit [Neu] kann ein eigendefinierter Nationaler Anhang erstellt werden. Dort lassen sich dann die Beiwerte benutzerdefiniert festlegen.

Nat. Anhang...

In allen Eingabemasken steht die Schaltfläche [Nat. Anhang] zur Verfügung. Auch sie ruft den Dialog *Parameter des Nationalen Anhangs* auf.

Die Schaltflächen im Dialog *Parameter des Nationalen Anhangs* sind mit folgenden Funktionen belegt:

Schaltfläche	Funktion
<b>&gt;</b>	Stellt die programmseitigen Voreinstellungen wieder her
	Liest benutzerdefinierte Standardeinstellungen ein
	Speichert geänderte Einstellungen als Standard
×	Löscht einen benutzerdefinierten Nationalen Anhang

Tabelle 2.5: Schaltflächen im Dialog Parameter des Nationalen Anhangs

# 3 Stahl - Stützenfuß

Dieses Kapitel beschreibt die Masken, die speziell für das Modul RF-/JOINTS Stahl - Stützenfuß relevant sind. Die allgemeinen Eingabeparameter sind im Kapitel 2 erläutert.

ſ		~	
I	1	1	Ð.
I	•	ŧ	Ľ.
L			

Die Eingabemasken des Zusatzmoduls sind zugänglich, wenn das Material Stahl und die Anschlussgruppe Stützenfuß ausgewählt werden.

Material	
Stahl	
─ Holz	
Anschlussgruppe	
Stützenfuß 🗸	
👚 📁 🚈 🗊 🖦	

Bild 3.1: Zusatzmodul RF-/JOINTS Stahl - Stützenfuß

Nr.	Knoten Nr.	Verhältnis	
1	3		
2	8		
3	1,4		
Einga	abedaten		
· E	lasisangaben		
···· <b>k</b>	inoten und Stäbe	2	
E	lelastung		
	Stützenfuß		
F	ußplatte		
/	··· Anker		
i 5	Schubübertragun	g	

Die Eingaben beziehen sich immer auf den Bemessungsfall, der links oben im Navigator eingestellt ist. Zum Wechseln des Bemessungsfalls klicken Sie einfach den relevanten Listeneintrag an.

Wenn im Navigator die Einträge Stützenfuß, Fußplatte, Anker etc. fehlen, so überprüfen Sie in Maske 1.2 Knoten und Stäbe, ob die Randbedingungen zur Eingabe des Stützenfußes korrekt sind. Es kann z. B. erforderlich sein, anschließende Stäbe für die Bemessung zu deaktivieren (siehe Bild 3.8, Seite 25).

Die Eingabemasken des Moduls RF-/JOINTS Stahl - Stützenfuß sind zweigeteilt: Links werden die Eingabeparameter des Stützenfuß-Bauteils angezeigt; rechts sind diese durch Grafiken erläutert (siehe Bild 3.9, Seite 26). Die obere Grafik zeigt eine Systemskizze des aktuellen Parameters, die untere Grafik eine 3D-Visualisierung des Stützenfußmodells.



Bild 3.2: 3D-Visualisierung des Stützenfußes

Die Schaltflächen unterhalb der 3D-Grafik sind in folgender Tabelle erläutert.

Schaltfläche	Funktion
X	Blendet die Bemaßung ein oder aus
a a a a a a a a a a a a a a a a a a a	Stellt die Werte oder die Symbole der Bemaßung dar
<b>x</b>	Zeigt die Ansicht in Richtung der X-Achse
	Zeigt die Ansicht entgegen der X-Achse
Ŷ	Zeigt die Ansicht in Richtung der Y-Achse
<b>₽</b>	Zeigt die Ansicht in Richtung der Z-Achse
	Stellt die isometrische Ansicht dar
X	Stellt die Gesamtansicht des Ausschnitts dar
	Blendet nicht relevante Teile dieser Maske ein oder aus

Tabelle 3.1: Schaltflächen für 3D-Grafik

## 3.1 Basisangaben



Bild 3.3: Maske 1.1 Basisangaben

3

## Anschlusskategorie

Anschlusskategorie	
Gelenkiger Stützenfuß	
Bild 3.4: Anschlusskategorie	

Gelenkiger Stützenfuß Gelenkiger Stützenfuß Eingespannter Stützenfuß Es ist anzugeben, ob ein *Gelenkiger* oder *Eingespannter* Stützenfuß vorliegt. Die Kategorie kann über die Liste oder die Verbindungssymbol-Schaltflächen festgelegt werden.

## Anschlusstyp

Einfacher Stützenfuß

Die Auswahlmöglichkeiten sind von der Anschlusskategorie abhängig.

Anschlusstyp
Einfacher Stützenfuß

Bild 3.5: Abschnitt Anschlusstyp für Kategorie Gelenkiger Stützenfuß

Die Kategorie Gelenkiger Stützenfuß bietet folgende Ausführungsvarianten:

Stützenfußplatte ohne Steifen
Konischer Stützenfuß
Stützenfußplatte für Rechteck-Hohlprofile
Stützenfußplatte für Rundrohre

Tabelle 3.2: Anschlusstypen für gelenkige Stützenfüße

#### 3 Stahl - Stützenfuß



Bild 3.6: Abschnitt Anschlusstyp für Kategorie Eingespannter Stützenfuß

Die Kategorie Eingespannter Stützenfuß bietet folgende Ausführungsvarianten für I-Profile:

	Stützenfußplatte ohne Steifen
	Stützenfußplatte mit Steifen in der Mitte der Flansche
	Stützenfußplatte mit Steifen an beiden Seiten der Stütze
	Stützenfußplatte mit U-Profilverstärkungen an beiden Seiten der Stütze und mit Querträgern
Ł	Köcherfundamente

Tabelle 3.3: Anschlusstypen für eingespannte Stützenfüße

B

## Zusätzliche Einstellungen

anwenden	en Mendele de en en
raπverteilung in di Plastisch	er verbindung:
/erankerungstyp:	
Einbetonierte Anke	er 🗸
Mörtelschicht Betonankerplatt	e
Mörtelschicht Betonankerplatt	e
Mörtelschicht Betonankerplatt	e
<ul> <li>Mörtelschicht</li> <li>Betonankerplatt</li> </ul>	e
Mörtelschicht Betonankerplatt	e
) Mörtelschicht ) Betonankerplatt	e
<ul> <li>Mörtelschicht</li> <li>Betonankerplatt</li> </ul>	e

Bild 3.7: Abschnitt Zusätzliche Einstellungen

Ist das Kontrollfeld *Stützenmaterial auch für andere Verbindungsteile anwenden* angehakt, so wird für Fußplatte, Anker und Schubdübel automatisch das Material der Stützenprofils benutzt. In diesem Fall sind die Materialien nicht separat einstellbar.

Es wird eine plastische *Kraftverteilung in der Verbindung* angenommen. Als *Verankerungstyp* sind einbetonierte Anker voreingestellt.

Die Verbindung zwischen Stahlfußplatte und Fundament kann über eine *Mörtelschicht* oder eine einbetonierte *Betonankerplatte* (in Vorbereitung) hergestellt werden.

## 3.2 Knoten und Stäbe

Die Auswahl der Knoten und Stäbe ist im Kapitel 2.2 auf Seite 11 beschrieben.

Im Abschnitt *Parameter* können die Randbedingungen der anschließenden Bauteile überprüft werden. Falls dort ein *Unzulässiger Querschnitt* ausgewiesen wird, sollte die Profilreihe mit dem Anschlusstyp abgeglichen werden, der in Maske 1.1 eingestellt ist.

3



Schließen mehrere Stäbe wie z. B. Diagonalen an einen Stützenfußknoten an, so können die überflüssigen Stäbe *Inaktiv* gesetzt werden.



Bild 3.8: Diagonalenstab Inaktiv setzen

## 3.3 Belastung

Die Eingabe der Belastung bzw. Schnittgrößen ist im Kapitel 2.3 auf Seite 15 beschrieben.

## 3.4 Stützenfuß

In Maske *1.4 Stützenfuß* sind die Vorgaben bezüglich des Fundaments zu treffen und die Lage der Fußplatte anzugeben.



Bild 3.9: Maske 1.4 Stützenfuß

## Fundament

In diesem Abschnitt sind das Material und die Abmessungen des Fundaments zu definieren. Die Kennwerte verschiedener Betonsorten sind in einer Bibliothek hinterlegt, die über die Schaltfläche zugänglich ist.

#### Mörtelschicht

Hier sind die Dicke, die charakteristische Mörtelfestigkeit und die Reibungszahl (Reibbeiwert) der Mörtelschicht zwischen Fußplatte und Fundament anzugeben.

### Betonankerplatte (in Vorbereitung)

Wurde in Maske 1.1 Basisangaben eine einbetonierte Betonankerplatte vorgegegeben, so können in diesem Abschnitt die Abmessungen dieser Platte festgelegt werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit einer geschweißten Verbindung von Anker- und Fußplatte.

## **Zusätzliche Parameter**

Über die Parameter der *Exzentriztität der Fußplatte* ist eine exzentrische Anordnung der Fußplatte auf dem Fundament möglich.

In diesem Abschnitt kann auch angegeben werden, ob eine *Randbewehrung* vorhanden ist und in welcher Form sie vorliegt.

Das Kontrollfeld *Risse im Beton* steuert, ob die Berechnung mit Beton im gerissenen Zustand geführt wird.

## Eingespannter Stützenfuß - Anschlusstyp E (Köcherfundament)

Wurde in Maske 1.1 Basisangaben der Anschlusstyp Eingespannter Stützenfuß - Typ E vorgegeben (siehe Bild 3.6, Seite 23), so zeigt die Maske 1.4 Stützenfuß folgende Oberfläche.



Bild 3.10: Maske 1.4 Stützenfuß für Anschlusstyp Eingespannter Stützenfuß - Typ E (Köcherfundament)

Die Materialien des Fundaments können über die Al-Schaltflächen in einer Bibliothek ausgewählt werden.

In den einzelnen Eingabefeldern sind die Abmessungen der Fundamentplatte und des Köchers anzugeben.

## 3.5 Fußplatte und Schweißnähte

In Maske 1.5 Fußplatte und Schweißnähte sind die Fußplattenparameter zu definieren.



Bild 3.11: Maske 1.5 Fußplatte und Schweißnähte

### Fußplatte

In diesem Abschnitt sind das Material und die Abmessungen der Fußplatte zu definieren. Die Kennwerte verschiedener Stahlgüten sind in einer Bibliothek hinterlegt, die über die Schaltfläche zugänglich ist.

### Fußplatte-Schweißnähte

Über das Kontrollfeld Druckübertragung durch Kontakt zwischen Stützen und Fußplatte ermöglichen kann die Schweißnahtbeanspruchung reduziert werden - sofern es sich bei der Bemessungskraft um eine Druckkraft handelt. Zugkräfte werden ausnahmslos durch die Schweißnähte übertragen.

Die Schweißnähte des Stützenquerschnitts an die Fußplatte werden gemäß Skizze rechts oben in der Maske angelegt. Es sind die Parameter *Schweißnaht am Flansch* und *Schweißnaht am Steg* anzugeben. Bei rechteckigen und runden Hohlprofilen ist die *Schweißnaht an der Stütze* zu definieren.

Bei der Berechnung überprüft das Modul auch konstruktive Details. Sind z. B. die Schweißnahtdicken zu groß für die Fußplattenabmessungen gewählt, erscheint eine entsprechende Meldung.



Bild 3.12: Konflikt in konstruktiven Details

### Eingespannter Stützenfuß - Anschlusstyp E (Köcherfundament)

Wurde in Maske 1.1 Basisangaben der Anschlusstyp Eingespannter Stützenfuß - Typ E vorgegeben (siehe Bild 3.6, Seite 23), so trägt die Maske 1.5 den Titel Stütze und zeigt folgende Oberfläche.



Bild 3.13: Maske 1.5 Stütze für Anschlusstyp Eingespannter Stützenfuß - Typ E (Köcherfundament)

Das Kontrollfeld *Die Fußplatte ist am Ende der Stütze angeschweißt* steuert, ob eine Stützenfußplatte vorhanden ist. Ist dies der Fall, so können die Parameter der Fußplatte und der Schweißnähte wie oben beschrieben festgelegt werden.

Über das Kontrollfeld *Kraftübertragung mit beiden Flanschen* kann die Berechnung beeinflusst werden. Ist das Häkchen gesetzt, wird die elastische Stauchung des Betons berücksichtigt. Sie wirkt sich auf die Lasteinleitungslänge aus.

Falls erforderlich, kann der voreingestellte Wert der *Reibungszahl*  $\mu$  für die Zugbeanspruchbarkeit angepasst werden.

Über die Parameter einer *Exzentrizität der Stütze* lässt sich die ausmittige Anordnung der Stütze im Fundament erfassen.

## 3.6 Anker

Maske 1.6 Anker verwaltet die Parameter der Stützenfußanker.



Bild 3.14: Maske 1.6 Anker

#### Anker

Die Anzahl der Anker ist derzeit mit zwei Ankern (gelenkige Stützenfüße) bzw. vier Ankern (eingespannte Stützenfüße) festgesetzt.

Über die Listen kann der *Durchmesser* und die *Festigkeitsklasse* der Anker festgelegt werden.

Ankerbolzen mit Kopf Gerade Rippenanker Ankerbolzen mit Kopf Gerade Anker Nomale Installationssicherheit Hohe Installationssicherheit Normale Installationssicherheit Normale Installationssicherheit

Es stehen drei *Ankertyp*-Varianten zur Auswahl. Diese haben Einfluss auf die Tragfähigkeit bezüglich Herausziehens der Anker bei Zugbelastung.

Über die Einstellungen zu den *Verbundbedingungen* sowie zur *Installationssicherheit* werden die Teilsicherheitsbeiwerte für die Bemessung gesteuert.

Je nach Ausführung der Ankerschrauben kann eine *Reduktion* der ermittelten Tragfähigkeit nach [1], Tabelle 3.4 um den Beiwert  $\beta_A = 0.85$  berücksichtigt werden (siehe [1], Abschnitt 3.6.1(3)).

#### Ankerabmessungen

Die Anordnung der Anker auf der Fußplatte kann über die Parameter *Einbindetiefe* und *Abstand* zu den Rändern der Fußplatte angepasst werden.

## Zusätzliche Einstellungen

In diesem Abschnitt sind Form, Größe und Dicke der *Unterlegscheiben* und *Ankerplatten* anzugeben. Die Grafik rechts bietet eine dynamische Visualisierung der Eingabeparameter.

## 3.7 Schubübertragung

In Maske 1.7 Schubübertragung sind die Eingaben für die Schubdübel vorzunehmen.



Bild 3.15: Maske 1.7 Schubübertragung

### Schubdübel

Es stehen drei Möglichkeiten zur *Schubkraftübertragung* zur Verfügung, die jedoch nicht beliebig miteinander kombiniert werden können: Reibung, Anker, Schubdübel. Durch das Anhaken von Komponenten kann der Widerstand gegen Schubversagen erhöht werden. Der Reibungswiderstand wird berücksichtigt, wenn eine Druckkraft vorliegt. Er reduziert die vorhandene Schubkraft, sodass Anker oder Schubdübel eine geringere Schubaufnahme leisten müssen.

Bei der Verwendung eines Schubdübels kann in der Liste ein Profil ausgewählt werden, das im RFEM/RSTAB-Modell vorliegt. Über die Alle-Schaltfläche kann auch ein anderer Querschnitt festgelegt werden. 💽 zeigt die Kennwerte des Profils an. Mit 📴 lässt sich der Querschnitt nachträglich ändern.

Für den Schubdübel kann über die 201-Schaltfläche ein eigenes Material definiert werden (sofern nicht in Maske 1.1 Basisangaben das Kontrollfeld Stützenmaterial auch für andere Verbindungsteile anwenden aktiviert ist). Die Materialien von Stütze, Fußplatte und Schubdübel müssen somit nicht identisch sein.

Die Länge des Schubdübels ist im Eingabefeld vorzugeben.

#### Schweißnähte Schubdübel

In diesem Abschnitt ist die Dicke der umlaufenden Schweißnaht anzugeben, die den Schubdübel mit der Fußplatte verbindet.

## 3.8 Steifen

Die Maske 1.8 Steifen wird für folgende Anschlusstypen angezeigt:

Konischer Stützenfuß
Eingespannter Stützenfuß mit Steifen in der Mitte der Flansche
Eingespannter Stützenfuß mit Steifen an beiden Seiten der Stütze

Tabelle 3.4: Anschlusstypen mit Steifen



Bild 3.16: Maske 1.8 Steifen

### Steifen

In diesem Abschnitt sind sind die geometrischen Parameter der Steifen festzulegen. Das Material kann über die 2. Schaltfläche separat definiert werden, sofern nicht in Maske 1.1 Basisangaben das Kontrollfeld Stützenmaterial auch für andere Verbindungsteile anwenden aktiviert ist.

3

## Abschrägung

1.8 Steifen und Querbalken

Bei eingespannten Stützenfüßen mit Steifen können hier die Längen der vertikalen und horizontalen Abschrägungen angegeben werden.

## Steifenschweißnähte

Die Dicken der Steifenschweißnähte sind hier je nach Anschlusstyp festzulegen. In der 3D-Grafik ist die Bedeutung der einzelnen Parameter erkennbar.

## Schweißnähte der horizontalen Steifen

Bei gelenkigen Stützenfüßen mit Steifen kann in diesem Abschnitt angegeben werden, ob eine horizontale Steife vorliegt. Ist das Kontrollfeld angehakt, sind die Eingabefelder zur Definition der Dicken von Steife und Schweißnaht gemäß Skizze zugänglich.

## Eingespannter Stützenfuß - Anschlusstyp D (Steifen/Querbalken)

Wurde in Maske 1.1 Basisangaben der Anschlusstyp Eingespannter Stützenfuß - Typ D vorgegeben (siehe Bild 3.6, Seite 23), so trägt die Maske 1.8 den Titel Steifen und Querbalken und zeigt folgende Oberfläche.



Bild 3.17: Maske 1.8 Steifen und Querbalken für Anschlusstyp Eingespannter Stützenfuß - Typ D

In den beiden Listen kann jeweils der *Querschnitt* der U-Verstärkungsprofile ausgewählt werden. Über die Schaltfläche 🔊 kann auch ein anderes Profil festgelegt werden. Mit 🕞 lässt sich das Profil nachträglich ändern.

Das *Material* der Querschnitte kann über die D-Schaltflächen in einer Bibliothek ausgewählt werden.

Die geometrischen Parameter werden über die Eingabefelder für Länge und Abstand zwischen Querbalken erfasst.





## 4 Stahl - Gelenkig

Dieses Kapitel beschreibt die Masken, die speziell für das Modul **RF-/JOINTS Stahl - Gelenkig** relevant sind, um Querkraftanschlüsse von I- und H-Trägern nachzuweisen. Die allgemeinen Eingabeparameter sind im Kapitel 2 erläutert.

Δ

1-2

Die Funktionalität dieses Zusatzmoduls wird in einem DLUBAL-Webinar vorgestellt: https://www.dlubal.com/de/support-und-schulungen/schulungen/webinare/000274

Î=

Die Eingabemasken des Zusatzmoduls sind zugänglich, wenn das Material *Stahl* und die Anschlussgruppe *Gelenkige Anschlüsse* ausgewählt werden.

Material
Stahl
Holz
Anschlussgruppe
Gelenkige Anschlüsse 🔹
🏦 들 ⇐ 🏄 🧊 🖦

Bild 4.1: Zusatzmodul RF-/JOINTS Stahl - Gelenkig



Die Eingaben beziehen sich immer auf den Bemessungsfall, der links oben im Navigator eingestellt ist. Zum Wechseln des Bemessungsfalls klicken Sie einfach den relevanten Listeneintrag an.

Wenn im Navigator der Eintrag *Geometrie* fehlt, so überprüfen Sie in Maske 1.2 Knoten und Stäbe, ob die Randbedingungen des Anschlusses korrekt sind. Es kann z. B. erforderlich sein, anschließende Stäbe für die Bemessung zu deaktivieren (siehe Bild 4.6, Seite 37).

## 4.1 Basisangaben



Bild 4.2: Maske 1.1 Basisangaben



## Anschlusskategorie

Träger - Stütze	-
Träger - Stütze	
Träger - Träger	

Träger - Stütze	-
nagor otatzo	

Bild 4.3: Anschlusskategorie

Für RF-/JOINTS Stahl - Gelenkig sind die Anschlusskategorien *Träger - Stütze* und *Träger - Träger* verfügbar. Die Kategorie kann über die Liste oder die Verbindungssymbol-Schaltflächen festgelegt werden.

Δ

## Anschlusstyp

Anschlusstyp		1
Stegwinkel	 	

Bild 4.4: Anschlusstyp



Es stehen folgende Anschlussvarianten zur Auswahl:

Stegwinkel - beidseitig am Träger angeordnete Winkelprofile
Fahnenblech - einseitig angeordnete, an Stütze angeschweißte Lasche
Stirnplatte - geschraubte Verbindung über aufgeschweißte Kopfplatte
Knagge und Stirnplatte zur Lagesicherung (für Kategorie <i>Träger - Stütze</i> )

Tabelle 4.1: Anschlusstypen
#### Zusätzliche Einstellungen

Zusätzliche Einstellungen	
Verbindung durch Normalkraft im Träger beansprucht	
Nachweis der Duktilität	
Kategorie der Verbindung:	
Verschraubt - Kategorie A 👻	

Bild 4.5: Abschnitt Zusätzliche Einstellungen

Mit dem Kontrollfeld *Verbindung durch Normalkraft am Träger beansprucht* können zusätzliche Nachweise für Zug- und Druckbelastungen im Anschluss gesteuert werden. Diese Vorgabe ist standardmäßig aktiviert.

Im Hinblick auf den *Nachweis der Duktilität* liegt bei gelenkigen Anschlüssen eine Besonderheit vor: Etliche Verbindungen dieser Anschlussgruppe müssten bei einer Klassifizierung nach ihrer Rotationssteifigkeit gemäß [1] in die Zone 2 (verformbar) eingeordnet werden. Damit hätten sie eine gewisse Momententragfähigkeit und müssten im statischen System als Feder berücksichtigt werden. Tatsächlich stellt sich im Grenzzustand der Tragfähigkeit aber eine gelenkartige Situation ein, da sich Teile des Anschlusses plastisch verformen. Gemäß [5] kann deshalb auf eine Steifigkeitsklassifizierung verzichtet werden, sofern folgende Kriterien erfüllt sind:

- Ausreichende Rotationskapazität: Sicherstellen von geometrischen Randbedingungen, um Verdrehungen nicht zu behindern.
- Ausreichende Duktilität: Sicherstellen, dass sich der Anschluss plastisch verformen kann und spröde Komponenten wie Schrauben oder Schweißnähte nicht vorher versagen.

Die beiden Kriterien sind nicht in [1] enthalten und deshalb nicht normativ. Deshalb besteht die Möglichkeit, den Duktilitätsnachweis zu deaktivieren. Die Rotationskapazität wird jedoch immer überprüft.



Weitere Erläuterungen zum Duktilitätsnachweis finden Sie in folgendem Fachbeitrag: https://www.dlubal.com/de/support-und-schulungen/support/knowledge-base/001128

Die Kategorie der Verbindung ist gemäß Norm [1] voreingestellt. Sie kann nicht verändert werden.

## 4.2 Knoten und Stäbe

Die Auswahl der Knoten und Stäbe ist im Kapitel 2.2 auf Seite 11 beschrieben.

Gewalzt Ι 0 ۷ <u>.</u> - Di Τ Т Ι Τ Т Τ Y Г

Zulässige Querschnitte

Im Abschnitt Parameter können die Randbedingungen der anschließenden Bauteile überprüft werden. Ein Profil, das keinen I- oder H-förmigen Querschnitt aufweist, ist als Unzulässiger Querschnitt gekennzeichnet.

Schließen weitere Stäbe wie z. B. Querträger oder Diagonalen am Knoten an, so können die überflüssigen Stäbe wie in folgendem Bild gezeigt Inaktiv gesetzt werden.



Bild 4.6: Maske 1.2 Knoten und Stäbe: Pfostenstab Inaktiv setzen



Da der Anschluss keine Momente überträgt, muss für den Trägerstab in RFEM bzw. RSTAB ein Momentengelenk vorliegen.

Die Stützenstäbe können auch um 90° gedreht sein.



Werden alle Stäbe bis auf den anschließenden Träger Inaktiv gesetzt, erfolgt der Anschluss an eine sogenannte "Ankerplatte". Damit sind beispielsweise Anschlüsse an unzulässige Stützenguerschnitte (Betonstützen) möglich.

Die Modellierung einer Ankerplatte ist in folgendem Fachbeitrag beschrieben: https://www.dlubal.com/de/support-und-schulungen/support/knowledge-base/001034

# 4.3 Belastung

Die Eingabe der Belastung bzw. Schnittgrößen ist im Kapitel 2.3 auf Seite 15 beschrieben.





## 4.4 Geometrie

In Maske *1.4 Geometrie* sind die geometrischen Parameter des Querkraftanschlusses festzulegen. Es sind bereits Standardwerte voreingestellt.

4 Geometrie							
Parameter							
🗆 Anordnung							
Anschluss an Flansch/Steg		Stützenflansch 2		1			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Anpassung des Stützenendes		durchlaufende Stüt					
Spalt zwischen Träger und Stütze	a	20.0	mm				
Ausklinkungen	-	Keine					
Verbindungselement							iic iii
- Winkel		L 120x80x10/EN 10				5T	
Material		Baustahl S 235					© © 8.18
<ul> <li>Ausrichtung der Schenkel</li> </ul>		Längerer Schenkel				۵. ۲	n n ft h
<ul> <li>Anordnung am Trägersteg</li> </ul>		Beide Seiten				٥Ì	
<ul> <li>Vertikale Lage</li> </ul>		Höchste Position					© © Q+p /
Abstand von Trägeroberkante	P con	30.7	mm			. · · · ·	
Abmessung der Winkel						7	1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.
Winkellänge	hel	225.0	mm				e2 p2 e2
<ul> <li>Schenkelbreite am Träger</li> </ul>	b cl.Tr	120.0	mm	==			
Schenkelbreite an der Stütze	b cl.St	80.0	mm				
Dicke der Schenkel	d	10.0	mm			~	
Schrauben am Träger					1		
<ul> <li>Gewinde in Scherfuge</li> </ul>		<b>v</b>					
Normales Lochspiel		<u> </u>					
<ul> <li>Horizontal-symmetrische Anordnung</li> </ul>							
Vertikal-symmetrische Anordnung							
<ul> <li>Schraubendurchmesser</li> </ul>		M12 •	1				beit beib
<ul> <li>Schraubenfestigkeitsklasse</li> </ul>		4.8					TIME
- Lochdurchmesser	do	13.0	mm				2 V Z
<ul> <li>Horizontale Schraubenreihen</li> </ul>	nr	4					
<ul> <li>Vertikale Schraubenreihen</li> </ul>	ne	1					<u>ř</u>
<ul> <li>Vertikaler Randabstand</li> </ul>	e1	24.0	mm				
<ul> <li>Vertikaler Schraubenabstand</li> </ul>	P1	59.0	mm				
<ul> <li>Vertikaler Randabstand</li> </ul>	e'1	24.0	mm				- 2 P -
Horizontaler Randabstand	e2	60.0	mm				1 p2
Horizontaler Schraubenabstand	P2	0.0	mm	-			1021
Horizontaler Randabstand	e'2	40.0	mm				
Schrauben an der Stütze							
<ul> <li>Gewinde in Scherfuge</li> </ul>		<b>v</b>					
<ul> <li>Normales Lochspiel</li> </ul>		2					
<ul> <li>Horizontal-symmetrische Anordnung</li> </ul>		<u> </u>		-			

Bild 4.7: Maske 1.4 Geometrie

### Anordnung

Dieser Abschnitt verwaltet allgemeine Angaben zur Verbindung. Bei geneigten Anschlüssen kann eine Anpassung des Stützenendes erfolgen. Ferner ist es möglich, den *Spalt* zwischen Träger und Stütze anzupassen und *Ausklinkungen* anzuordnen.

Die Position der Trägerausklinkung kann in der Liste ausgewählt werden. Die weiteren Geometrie-

vorgaben (Länge, Höhe, Radius) lassen sich dann im Detail festlegen.

#### Ausklinkungen

Verbindungselement

Keine Keine Oberer Flansch Unterer Flansche Beide Flansche gleich Beide Flansche ungleich

#### Winkel L 100x75x8 (EN ...

Die Parameter des Verbindungselements hängen vom gewählten Anschlusstyp ab. Der voreingestellte Stegwinkel kann über die Querschnittsbibiliothek geändert werden: Beim Klick in das *Winkel*-Eingabefeld wird die Schaltfläche ... zugänglich (siehe Bild links). Sie ermöglicht den Zugang zur Profilbibliothek von RFEM bzw. RSTAB. Dort kann ein anderer Winkel ausgewählt



Höchste Position Mitte des Trägerstegs Höchste Position Niedrigste Position Manuelle Eingabe Die *Ausrichtung der Schenkel* kann über die Liste angepasst werden. Es ist nur eine beidseitige Anordnung der Stegwinkel möglich.

Die Vertikale Lage beschreibt die Position des Winkels am Träger. Hier ist ebenfalls die Auswahl in der Liste möglich, die auch eine manuelle Eingabe vorsieht.

werden (siehe Bild 4.8).

Querschnittstyp	Auswählen		Auswählen	L 100x75x8 LEN 10056-1:1998
	Reihe	Hersteller/Norm	Querschnitt	
ILTL	1.1	BS EN 10056-2: 100	1 30×20×3	
		ISO R 657/1 1968 (	L 30x20x3	
			L 40x20x4	
	LIU		1 40x25x4	
	LL	Arbed	L 45x30x4	
	LU	Arbed	L 50x30x5	8.0
	Ē.	EN 10056-1:1998	L 60x30x5	00
_	Lu	EN 10056-1:1998	L 60x40x5	Ψ Ψ α
2	LIS	🔳 DIN 1022:1963	L 60x40x6	
Filter	L L	🚟 British Steel	L 65x50x5	• • • •
i iitoi	LLU	🚟 British Steel	L 70x50x6	3
Hersteller-/Norm-Gruppe:	LL	GOST 8509-72	L 75x50x6	
Alle 👻	LL	GOST 8509-93	L 75x50x8	
Linestelles Alexes	LU	GOST 8510-72	L 80x40x6	18.7
Hersteller/worm:	LU	GOST 8510-86	L 80x40x8	75.0
Alle	LL	CNORM M 3246	L 80x60x7	v +
Ouerschnittsform:	LU	CNORM M 3247	L 100x50x6	z
Alla –	LL	JIS G 3192	L 100x50x8	
Alle	LU	JIS G 3192	L 100x65x7	
Anmerkung:	L L	💯 GB 4227-84	L 100x65x8	Imm
Alle 👻	L KL	•	L 100x65x10	
	L KLU	•	L 100x75x8	
	L KL	📕 GOST 19771-93, Ta	L 100x75x10	
	L KL	📕 GOST 19771-93, Ta	L 100x75x12	
_	LKLU	GOST 19772-93, Ta	L 120x80x8	
🗖 Inklusive ungültiger 🛛 🔤	LKLU	GOST 19772-93, Ta	L 120x80x10	
Favoriten-Gruppe	L L	KS D 3503, 3515/35	L 120x80x12	
	LLU	KS D 3503, 3515/35	L 125x75x8	L 100x75x8   EN 10056-1:1998
		I I CAN/CSA-S16-01	125x75x10	

Bild 4.8: Stegwinkel in Bibliothek auswählen

## Abmessungen

Für jeden Anschlusstyp können die spezifischen Geometrieparameter (Höhe, Breite, Dicke) der Winkel, Laschen, Stirnplatten und Knaggen festgelegt werden.

Abmessungen des Fahnenblechs			
Plattenhöhe	hpi	225.0	mm
- Plattenbreite	bpl	125.0	mm
Plattendicke	tpl	15.0	mm
Schrauben am Träger			
<ul> <li>Gewinde in Scherfuge</li> </ul>		V	
<ul> <li>Normales Lochspiel</li> </ul>		V	
<ul> <li>Horizontal-symmetrische Anordnung</li> </ul>			
<ul> <li>Vertikal-symmetrische Anordnung</li> </ul>		V	
<ul> <li>Schraubendurchmesser</li> </ul>		M16	
<ul> <li>Schraubenfestigkeitsklasse</li> </ul>		4.8	
<ul> <li>Lochdurchmesser</li> </ul>	do	18.0	mm
<ul> <li>Horizontale Schraubenreihen</li> </ul>	nr	4	
<ul> <li>Vertikale Schraubenreihen</li> </ul>	ne	1	
<ul> <li>Vertikaler Randabstand</li> </ul>	e1	32.0	mm
Vertikaler Schraubenabstand	P1	53.7	mm
<ul> <li>Vertikaler Randabstand</li> </ul>	e'1	32.0	mm
<ul> <li>Horizontaler Randabstand</li> </ul>	e2	62.5	mm
<ul> <li>Horizontaler Schraubenabstand</li> </ul>	P2	0.0	mm
Horizontaler Randabstand	e'2	42.5	mm
Schwei ßnähte			
<ul> <li>Schwei              ßnahtdicke         </li> </ul>	aw	6.0	mm
Schweißnahtlänge	Iw	225.0	mm

Bild 4.9: Abmessungen des Fahnenblechs, Schrauben- und Schweißnahtparameter festlegen

## Schrauben an Träger / Stütze

	M12 🔳
M12	
M14	
M16	
M18	
M20	
M22	
M24	
M27	
M30	
M36	

Die Schraubenparameter (Durchmesser, Festigkeitsklasse, Anzahl der horizontalen und vertikalen Schraubenreihen, Randabstände etc.) sind in den entsprechenden Eingabefeldern festzulegen oder in Listen auszuwählen.

Für eine vereinfachte Eingabe können auch Symmetriebedingungen vorgegeben werden.

#### Schweißnähte

Bei den Anschlusstypen Fahnenblech, Stirnplatte und Knagge und Stirnplatte sind die Schweißnahtdicken und -längen festzulegen.

4



Die zur Lagesicherheit erforderliche Stirnplatte bei einem Knaggenanschluss muss am Steg <u>und</u> am Flansch des Trägers angeschweißt werden.

#### **Rippenanschluss Träger - Träger**



Für die Anschlusskategorie *Träger - Träger* können die Geometrieparameter analog festgelegt werden.



Bild 4.10: Maske 1.4 Geometrie für Anschlusskategorie Träger - Träger mit Stegwinkeln



Im Kapitel 16.2 ab Seite 134 ist ein Beispiel zur Bemessung mit dem Modul RF-/STAHL Gelenkig vorgestellt.

Auch auf unserer Website finden Sie einen Fachbeitrag, in dem verschiedene Formen gelenkiger Anschlüsse von ausgeklinkten Nebenträgern mit Fahnenblech diskutiert werden: https://www.dlubal.com/de/support-und-schulungen/support/knowledge-base/001532

# 5 Stahl - Biegesteif

Dieses Kapitel beschreibt die Masken, die speziell für das Modul **RF-/JOINTS Stahl - Biegesteif** relevant sind, um momententragfähige Anschlüsse von I- und H-Trägern nachzuweisen. Die allgemeinen Eingabeparameter sind im Kapitel 2 erläutert.

۶-
<u> </u>

Die Eingabemasken des Zusatzmoduls sind zugänglich, wenn das Material *Stahl* und die Anschlussgruppe *Biegesteife Verbindungen* ausgewählt werden.

Material	
Stahl	
⊖ Holz	
Anschlussgruppe	
Biegesteife Verbindungen $\sim$	
1 📜 😕 🚺 🏎	





Die Eingaben beziehen sich immer auf den Bemessungsfall, der links oben im Navigator eingestellt ist. Zum Wechseln des Bemessungsfalls klicken Sie einfach den relevanten Listeneintrag an.

Wenn im Navigator der Eintrag *Geometrie* fehlt, so überprüfen Sie in Maske *1.2 Knoten und Stäbe*, ob die Randbedingungen des Anschlusses korrekt sind. Es kann z. B. erforderlich sein, anschließende Stäbe für die Bemessung zu deaktivieren (siehe Bild 5.6, Seite 44).

## 5.1 Basisangaben



Bild 5.2: Maske 1.1 Basisangaben



## Anschlusskategorie

-	
Träger - Stütze	
Träger - Träger	

Anschlusskategorie	
Träger - Stütze	~
백 뿌	

Bild 5.3: Anschlusskategorie

Für RF-/JOINTS Stahl - Biegesteif sind die Anschlusskategorien *Träger - Stütze* und *Träger - Träger* verfügbar. Die Kategorie kann über die Liste oder die Verbindungssymbol-Schaltflächen festgelegt werden.

## Anschlusstyp

Anschlusstyp		
Biegesteifer Stirnpla	attenanschluss	~

Bild 5.4: Anschlusstyp

Biegesteifer Stirnplattenanschluss V Biegesteifer Stirnplattenanschluss Starre Laschenblechverbindung Es stehen folgende Anschlussvarianten zur Auswahl:

Stirnplattenanschluss - geschraubte Träger-Stützen-Verbindung über aufgeschweißte Kopfplatte
Stirnplattenstoß - geschraubter Trägerstoß über aufgeschweißte Kopfplatten
Laschenblech - geschraubter Trägerstoß über Laschenbleche

Tabelle 5.1: Anschlusstypen

## Zusätzliche Einstellungen

Zusätzliche Einstellungen	
Kraftverteilung in der Verbir	ndung:
Elastisch	$\sim$
Kategorie der Verbindung:	
Verschraubt - Kategorie D	$\sim$
Material des Hauptträgen Verbindungskomponente	rs für andere en anwenden

Bild 5.5: Abschnitt Zusätzliche Einstellungen



Über die Liste zur *Kraftverteilung in der Verbindung* kann gesteuert werden, ob eine elastische oder plastische Verteilung der Schraubenkräfte im Anschluss angenommen werden soll. Die Standard-vorgabe ist *Elastisch*.

Das Kontrollfeld Material des Hauptträgers für andere Verbindungskomponenten anwenden ermöglicht es, ein Material global für alle Komponenten zu benutzen. Hiervon ausgenommen sind die Schrauben, für die immer die Festigkeitsklasse anzugeben ist. Ist das Kontrollfeld deaktiviert (Voreinstellung), können in Maske 1.2 Knoten und Stäbe die Materialien für jede Komponente separat festgelegt werden.

# 5.2 Knoten und Stäbe

Die Auswahl der Knoten und Stäbe ist im Kapitel 2.2 auf Seite 11 beschrieben.

Im Abschnitt *Parameter* können die Randbedingungen der anschließenden Bauteile überprüft werden. Ein Profil, das keinen I- oder H-förmigen Querschnitt aufweist, ist als *Unzulässiger Querschnitt* gekennzeichnet.

Schließen weitere Stäbe wie z. B. Querträger oder Diagonalen am Knoten an, so können die überflüssigen Stäbe wie im Bild 5.6 gezeigt *Inaktiv* gesetzt werden.

U		0	4
l	•	$\sim$	•
Parametri	ische - D	ünnwand	lige
I	Ι	Γ	Т
Т	L	L	

Gewalzte

Zulässige Querschnitte

Τ

#### 5 Stahl - Biegesteif



Bild 5.6: Maske 1.2 Knoten und Stäbe: Bühnenträger und Verbandstab Inaktiv setzen

Im Gegensatz zur Anschlussgruppe *Gelenkige Anschlüsse* ist es für *Biegesteife Verbindungen* nicht möglich, den Stützenstab um 90° zu drehen. Die in einem Knoten verbundenen Träger bzw. Stützen müssen stets in ihrer Hauptebene angeschlossen sein. Für einen geschraubten Träger-Stützenanschluss beispielsweise bedeutet dies, dass ein mit dem Steg senkrecht stehender Träger am Stützenflansch angeschlossen sein muss.



Obgleich der Anschluss Biegemomente in der Ebene überträgt, stellt es grundsätzlich kein Problem dar, wenn der Trägerstab in RFEM/RSTAB ein Momentengelenk am zu bemessenden Knoten aufweist.



Werden für den Anschlusstyp *Biegesteifer Stirnplattenanschluss* alle Stäbe bis auf einen anschließenden Träger *Inaktiv* gesetzt, erfolgt der Anschluss an eine sogenannte "Ankerplatte". Damit sind beispielsweise Anschlüsse an unzulässige Stützenquerschnitte (Betonstützen) möglich. In diesem Fall werden alle Bemessungskomponenten, die sich auf den "inaktiven Teil" der Verbindung beziehen, nicht berücksichtigt (z. B. die Verankerung in Beton).

Die Modellierung einer Ankerplatte ist in folgendem Fachbeitrag beschrieben: https://www.dlubal.com/de/support-und-schulungen/support/knowledge-base/001034

# 5.3 Belastung

Die Eingabe der Belastung bzw. Schnittgrößen ist im Kapitel 2.3 auf Seite 15 beschrieben.

## **5.4 Geometrie**

In Maske *1.4 Geometrie* sind die geometrischen Parameter des momententragfähigen Anschlusses festzulegen. Es sind bereits Standardwerte voreingestellt.

Geometrie					
rameter					
Seite des Trägers 1					a <sub>wf,u</sub> n <sub>c</sub>
				1	
Obere Flanschanordnung		Keine Anordnung			
Untere Flanschanordnung		Keine Anordnung			aww 5
<ul> <li>Stabanordnung (f ür Berechnung der Exz</li> </ul>		Obere Seite			
Exzentrizitätwerte zusammen verbunden					
Vertikale Exzentrizität am Stabanfang	es	0.0	mm		
Vertikale Exzentrizität am Stabende	ee	0.0	mm		
Richtung der Projektion auf der Stützenf		Obere Trägerseite			
□ Stimplatte		,			
Material		Baustahl S 235			
Lage der Stimplattennaht		Auf Flanschfläche			
Plattenhöhe	hpl	220.0	mm		awfi
- Plattenbreite	bol	220.0	mm		1 <sup>e</sup> <sub>2</sub>   p' <sub>2</sub>  e' <sub>2</sub>
Plattendicke	tol	20.0	mm		
Länge des Plattenüberstands	dt	-16.0	mm		b <sub>pl</sub>
Schrauben					
Regelmäßige Schraubenabstand		<b>v</b>			
Gewinde in Scherfuge		- n			
Schraubendurchmesser		M16			
<ul> <li>Schraubenfestigkeitsklasse</li> </ul>		10.9			h_pist
Horizontale Schraubenreihen	nr	2			2 12
Vertikale Schraubenreihen	ne	2			BZ h pist
Lochdurchmesser	do	18.0	mm		
Vertikaler Randabstand	e1	50.0	mm		
Schraubenabstand	P1	120.0	mm		
Vertikaler Randabstand	e'1	50.0	mm		1
<ul> <li>Horizontaler Randabstand</li> </ul>	e2	60.0	mm		-
<ul> <li>Horizontaler Schraubenabstand</li> </ul>	p'2	100.0	mm		5
Horizontaler Randabstand	e'2	60.0	mm		
Schweißnähte					
Abmessung der oberen Flanschnaht	awf.o	5.0	mm		
Abmessung der unteren Flanschnaht	awf.u	5.0	mm		
Dicke der Stegnaht	aww	5.0	mm		b_p
Stegrippe anwenden		Keine			
Unterlegbleche auf Stützenseite					
Unterlegbleche anwenden				~	

Bild 5.7: Maske 1.4 Geometrie für geschraubten Träger-Stützenanschluss

## Anordnung



Dieser Abschnitt verwaltet allgemeine Angaben zur Verbindung. Hier können beispielsweise Beulsteifen oder Vouten an der Ober- und Unterseite des Trägers am Stützenanschluss definiert werden.

Bei einer Laschenblechverbindung kann in diesem Abschnitt der Abstand (Spalt) zwischen den Trägern sowie die vertikale Position des Stegstoßes festgelegt werden.

#### Stirnplatte

Dieser Abschnitt ist verfügbar, wenn eine Anschlusskonfiguration mit Stirnplatte vorliegt:

- Biegesteifer Stirnplattenanschluss für Träger Stütze
- Biegesteifer Stirnplattenanschluss für Träger Träger

Hier sind die grundlegenden Eigenschaften der Stirnplatte zu definieren: Plattenhöhe, -breite und -dicke. Des Weiteren ist anzugeben, ob es sich um eine an der Oberseite "eingezogene" Stirnplatte handelt oder ob ein *Plattenüberstand* vorhanden ist.



Sollte eine Verbindungskonfiguration vorliegen, die (auch) an der Unterseite des Trägers eine "eingezogene" Stirnplatte vorsieht, so ist dies über die Plattenhöhe zu steuern.

Wenn in Maske 1.1 Basisangaben die Option Material des Hauptträgers für andere Verbindungskomponenten anwenden ausgewählt wurde, kann hier auch das Material der Stirnplatte festgelegt werden.

#### 5 Stahl - Biegesteif

Schrauben

	M12	•
M12		
M14		
M16		
M18		
M20		
M22		
M24		
M27		
M30		
M36		

Dieser Abschnitt ist ebenfalls nur für geschraubte Stirnplattenanschlüsse verfügbar. Hier sind alle wichtigen Angaben zu tätigen, die das Schraubenbild betreffen. Die meisten Eingaben werden durch die interaktive Grafik unterstützt, sodass Änderungen in der Geometrie sofort nachvollzogen werden können. In diesem Abschnitt ist auch die Schraubenfestigkeitsklasse zu definieren.

Es sind zwei- oder vierreihige Anschlusskonfigurationen möglich.

Schrauben							_ p2	p2'			
<ul> <li>Regelmäßige Schraubenabstand</li> </ul>						_ [	-		-		
<ul> <li>Gewinde in Scheifuge</li> </ul>					_	1					+
<ul> <li>Schraubendurchmesser</li> </ul>		M16			ω	+					
<ul> <li>Schraubenfestigkeitsklasse</li> </ul>		10.9				ŧ (		🔵 b_ple	st 🕖 🛛	$\bigcirc$	
<ul> <li>Horizontale Schraubenreihen</li> </ul>	nr	2				1					-
<ul> <li>Vertikale Schraubenreihen</li> </ul>	ne	4									
<ul> <li>Lochdurchmesser</li> </ul>	do	18.0	mm								
<ul> <li>Vertikaler Randabstand</li> </ul>	e1	50.0	mm								=
<ul> <li>Schraubenabstand</li> </ul>	P1	200.0	mm		۹ م	·					
<ul> <li>Vertikaler Randabstand</li> </ul>	e'1	50.0	mm								
<ul> <li>Horizontaler Randabstand</li> </ul>	e2	25.0	mm								
<ul> <li>Horizontaler Schraubenabstand</li> </ul>	p'2	65.0 🗮	mm								
<ul> <li>Horizontaler Schraubenabstand</li> </ul>	P2	52.5	mm			+ (	0	0	0	0	
Horizontaler Randabstand	e'2	25.0	mm			1		<b>U</b>	-	-	
□ Schweißnähte							+				
<ul> <li>Abmessung der oberen Flanschnaht</li> </ul>	awf,o	5.0	mm			_ I		b p	l i	1	
<ul> <li>Abmessung der unteren Flanschnaht</li> </ul>	a <sub>wf,u</sub>	5.0	mm			-				-	
Dicke der Stegnaht	aww	5.0	mm	¥	X a 🔂 🥽	•	1	1	-Z	1 🐹	<b>1</b>
					0X X	• Y	0-Y.	0 Z 0		2	

Bild 5.8: Parameter für Schrauben und Schraubenbild

#### Schweißnähte

Auch dieser Abschnitt ist nur für Stirnplattenverbindungen relevant. Hier können die Kehlnahtdicken für die Verbindung des oberen und unteren Flansches an die Stirnplatte sowie für die Verbindung des Trägersteges an die Stirnplatte getrennt festgelegt werden.



Es werden stets Kehlnähte angenommen; die Eingabe von Stumpfnähten ist nicht möglich.

#### Stegrippe anwenden

Stegrippe auf Trägerseite 🔳
Keine
Stegrippe auf Trägerseite
Stegrippe auf Stützenseite
Stegrippe auf beiden Seiten

Dieser Abschnitt ist nur bei biegesteifen Träger-Stützenanschlüssen verfügbar. Hier kann vorgegeben werden, ob zusätzliche, horizontale Stegrippen vorliegen und wo diese anzuordnen sind. Die Liste für *Stegrippe anwenden* ermöglicht es, am Träger, in der Stütze oder in beiden Bauteilen eine oder mehrere Stegrippen anzuordnen.

In den zusätzlichen Zeilen können die geometrischen Parameter festgelegt werden, die die Abmessungen und Position der Steifen betreffen. Des Weiteren ist die Kehlnahtdicke für den Anschluss der Steifen anzugeben.

Stegrippe anwenden		Stegrippe auf Träger	
Material		Baustahl S 235	
<ul> <li>Vertikale Position der Steife</li> </ul>	р	121.0	mm
<ul> <li>Anzahl der Steifen</li> </ul>	nst	1	
Steifenabstand	P1,st	120.0	mm
Steifenlänge	Ist	140.0 🗄	mm
- Steifenbreite	bst	100.0	mm
- Steifendicke	tst	10.0	mm
<ul> <li>Abmessung der Steifenabschrägung</li> </ul>	Cst	50.0	mm
<ul> <li>Schwei         ßnahtabmessung an der Stegrip</li> </ul>	aw,st	3.0	mm
Unterlegbleche auf Stützenseite			
<ul> <li>Unterlegbleche anwenden</li> </ul>		V	
Material		Baustahl S 235	
<ul> <li>Beginnt mir Schraubenreihe-Nummer</li> </ul>		1	
<ul> <li>Endet mit Schraubenreihe-Nummer</li> </ul>		2	
Unterlegblechlänge	Ibp	280.0	mm
Unterlegblechbreite	b <sub>bp</sub>	55.0	mm
Unterlegblechdicke	tbp	10.0	mm
Stützenteil			

Bild 5.9: Parameter f
ür Stegrippe und Unterlegbleche

#### Unterlegbleche auf Stützenseite

Bei geschraubten, biegesteifen Träger-Stützenanschlüssen kann in diesem Abschnitt festgelegt werden, ob der Stützenflansch durch Unterlegbleche verstärkt werden soll. In [1], Abschnitt 6.2.4.3 werden diese Unterlegbleche als "Verstärkungsbleche" bezeichnet.

Nach dem Anhaken der Option *Unterlegbleche anwenden* können in den Zeilen unterhalb die Parameter festgelegt werden, die die Unterlegbleche am Stützenflansch betreffen (siehe Bild 5.9).



Unterlegbleche ("Verstärkungsbleche") werden lose eingelegt. Es ist nicht möglich, diese Bleche fest in den Stützenquerschnitt einzuschweißen.

#### Stützenteil

Der Abschnitt *Stützenteil* ist nur für geschraubte, biegesteife Träger-Stützenanschlüsse von Bedeutung und entsprechend nur für diese Anschlusskonfiguration verfügbar.

Steife der Deckplatte Keine Steife der Deckplatte Vollständige Steife Unvollständige Steife In diesem Abschnitt sind alle für die Bemessung der Stützenkomponenten wichtigen Angaben zu treffen. Dies sind die Ausbildung des oberen Stützenteils, die Anordnung von Steifen in der Ebene des oberen bzw. unteren Flansches des angeschlossenen Trägers sowie die Möglichkeit der Verstärkung des Stützensteges durch eine *Stegrippe* für Schubbeanspruchungen (Blechverstärkung oder Diagonalversteifung des Stützensteges).



Bild 5.10: Maske 1.4 Geometrie mit Vorgaben für Stützenteil

## Laschenbleche an Flanschen

Der Abschnitt Laschenbleche an Flanschen ist nur für den Anschlusstyp Starre Laschenblechverbindung verfügbar. Hier können sämtliche Geometrievorgaben für die äußeren und inneren Laschenbleche erfolgen.

I.4 Geometrie					
Parameter					
Anschlussanordnung					<sup>t</sup> pl,t,i <sup>l</sup> pl,t,i
Abstand zwischen Träger	a	5.0	mm	-	
Vertikale Position des Stegstoßes	D	40.0	mm		
Gleiche Laschenbleche am Ober- und Unter	-				
Material der Laschenbleche		Stabl S 235			
E Laschenbleche an Flanschen		010111 0 200			
Außenblechlänge, Oberflansch	lolte	335.0	mm	-	
Außenblechbreite. Oberflansch	Wolte	220.0	mm		
Außenblechdicke, Oberflansch	totte	12.0	mm		pl,t,e
Innenblechlänge, Oberflansch	Initi	335.0	mm		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Innenblechbreite. Oberflansch	Wolti	80.0	mm		
Innenblechdicke, Oberflansch	Initi	12.0	mm		
Laschenbleche am Steg	- Printe			-	↓
Stegblechlänge	lpl.w	225.0	mm		
Stegblechbreite	Wolw	140.0	mm		
Stegblechdicke	tolw	8.0	mm		
Schrauben an Flanschen					tpl,t,e
<ul> <li>Gewinde in Scherfuge</li> </ul>					
<ul> <li>Schraubenfestigkeitsklasse</li> </ul>		4.6			
Schraubendurchmesser		M16			
<ul> <li>Horizontale Schraubenreihen</li> </ul>	nr	2			
Vertikale Schraubenreihen	ne	2			
Lochdurchmesser	do	18.0	mm		
<ul> <li>Vertikaler Randabstand</li> </ul>	e1	45.0	mm		
Schraubenabstand	P1	80.0	mm		
Vertikaler Randabstand	e'1	40.0	mm		
Horizontaler Randabstand	e2	45.0	mm		
Schraubenabstand	P2	130.0	mm		
Horizontaler Randabstand	e'2	45.0	mm		
Schrauben am Steg					
<ul> <li>Gewinde in Scherfuge</li> </ul>		<b>V</b>			
Schraubenfestigkeitsklasse		4.6			
Schraubendurchmesser		M16		1	
Horizontale Schraubenreihen	nr	2		1	
Vertikale Schraubenreihen	nc	2		1	
Lochdurchmesser	do	18.0	mm	1	
Horizontaler Abstand des Bolzens zum Rand	e1	30.0	mm	V	
		50.0	-	-	🚔 🚔 8x x8 x8 x8 4x 8z 👫 🛃 🖓 👫

Bild 5.11: Maske 1.4 Geometrie für starre Laschenblechverbindung



Zurzeit werden nur Laschenblechverbindungen unterstützt, die über äußere <u>und</u> innere Laschenbleche an den Flanschen verfügen. Konfigurationen, die lediglich äußere Laschenbleche aufweisen, sind nicht möglich.

### Laschenbleche am Steg

Auch dieser Abschnitt ist nur für den Anschlusstyp *Starre Laschenblechverbindung* verfügbar. Hier sind die geometrischen Vorgaben für die Steglaschen zu treffen.

### Schrauben an Flanschen

Dieser Abschnitt verwaltet die Vorgaben, die das Schraubenbild einer starren Laschenblechverbindung betreffen. Des Weiteren können hier die Schraubenfestigkeitsklasse und die Schraubendurchmesser vorgegeben werden.



Es werden zurzeit nur Verbindungen mit einheitlichem Schraubendurchmesser und mit einer Schraubenreihe je Flanschseite unterstützt. Die Eingabe von vierreihigen Konfigurationen ist daher nicht möglich.

### Schrauben am Steg

In diesem Abschnitt können die Schraubenparameter festgelegt werden, die bei einer starren Laschenblechverbindung für den Steg anzusetzen sind: Schraubenbild, Schraubendurchmesser und -festigkeitsklasse.

# 6 Stahl - Mast

Dieses Kapitel beschreibt die Masken, die speziell für das Modul RF-/JOINTS Stahl - Mast relevant sind. Die allgemeinen Eingabeparameter sind im Kapitel 2 erläutert.

Die Eingabemasken des Zusatzmoduls sind zugänglich, wenn das Material Stahl und die Anschlussgruppe Mast ausgewählt werden.

Material	
Stahl	
─ Holz	
Anschlussgruppe	
Mast	
👚 들 📥 🚺 🖦	

Bild 6.1: Zusatzmodul RF-/JOINTS Stahl - Mast

Nr.	Knoten Nr.	Verhältnis
1	55	
2	128	
3	1	

Die Eingaben beziehen sich immer auf den Bemessungsfall, der links oben im Navigator eingestellt ist. Zum Wechseln des Bemessungsfalls klicken Sie einfach den relevanten Listeneintrag an.

Wenn im Navigator die Einträge Geometrie 1, Diagonal 1,1 Verbindung etc. fehlen, so überprüfen Sie in Maske 1.2 Knoten und Stäbe, ob die Randbedingungen des Knotens korrekt sind. Es kann z. B. erforderlich sein, den Status der anschließenden Stäbe anzupassen (siehe Bild 6.9, Seite 53).

Die Eingabemasken des Moduls RF-/JOINTS Stahl - Mast sind zweigeteilt: Links werden die Eingabeparameter des Mast-Bauteils angezeigt; rechts sind diese durch Grafiken erläutert (siehe Bild 6.10, Seite 54). Die obere Grafik zeigt eine Systemskizze des aktuellen Parameters, die untere Grafik eine 3D-Visualisierung des Knotens.



Bild 6.2: 3D-Visualisierung des Knotens

Die Schaltflächen unterhalb der 3D-Grafik sind in Tabelle 3.1 auf Seite 21 erläutert.

#### Eingabedaten Basisangaber Knoten und Stäbe Belastung Geometrie 1 Geometrie 2 Diagonal 1,1 Verbindung Diagonal 1,2 Verbindung Diagonal 1,3 Verbindung Diagonal 2,1 Verbindung Diagonal 2,2 Verbindung Diagonal 2,3 Verbindung

# 6.1 Basisangaben

Material <ul> <li>Scahl</li> <li>Holz</li> </ul> <ul> <li>Anschlussgruppe</li> </ul> Mast <ul> <li>Anschlusskategorie</li> </ul> <ul> <li>Anschlusstyp</li> </ul> <ul> <li>Masten</li> </ul> <th></th>	
<ul> <li>Skahl</li> <li>Holz</li> <li>Anschlussgruppe</li> <li>Anschlussgruppe</li> <li>Asschlusskategorie</li> <li>Anschlusskategorie</li> <li>Anschlusskategorie</li> <li>Anschlusskategorie</li> <li>Anschlusskategorie</li> <li>Anschlusskategorie</li> <li>Anschlusskategorie</li> <li>Anschlusskategorie</li> <li>Anschlusskategorie</li> <li>Anschlusse der Reibungsfläche:</li> <li>Klasse der Reibungsfläche:</li> <li>Klasse A (0,5)</li> </ul>	
Holz   Anschlussgruppe   Mast   Mast   Mast   Image: Construction of the state of the	Y
Anschlussgruppe   Mast   Mast   Mast   Image: Constraint of the constrain	
Mast   Mast   Image: State and State an	
Image: The second s	
Image: Second secon	
Anschlusskategorie Anschlusse in Masten Anschlusse in Masten Anschlusstyp Matten = Diverbindung	
Anschlüsse in Masten  Klasse der Reibungsfläche:  Klasse A (0,5)  Klasse A (0,	
Anschlusstyp	
Anschlusstyp	
Anschlusstyp	
Masten - 10. Markinghung	
K         K         Bernessung von Winkelverbindungen nach Ex 1939-18	
in Fachwerk-Masten	
1. Anordnung 2. Anordnung Kommentar	

Bild 6.3: Maske 1.1 Basisangaben

## Anschlusskategorie

Anschlusskategorie	
Anschlüsse in Masten	
Bild 6.4: Anschlusskategorie	

Für RF-/JOINTS Stahl - Mast ist nur die Anschlusskategorie Anschlüsse in Masten verfügbar.

## Anschlusstyp

Anschlusstyp									
Masten - 3D-Verbindung 🔹									
K	*								
L									

Bild 6.5: Anschlusstyp

6

#### 6 Stahl - Mast

Masten - 3D-Verbindung Masten - 2D-Verbindung Masten - 3D-Verbindung Masten - Zulagen Es stehen folgende Anschlusstypen zur Auswahl:

K	Ebener Diagonalenanschluss an einem Schenkel der Stütze
	Räumlicher Diagonalenanschluss an beiden Schenkeln der Stütze
	Laschenstoß mit Blechen

Tabelle 6.1: Mast-Anschlusstypen

## 1. Anordnung / 2. Anordnung

1. Anordnung	2. Anordnung
ТККТ	ТККТ

Bild 6.6: 1. und 2. Anordnung

In diesem Abschnitt ist die geometrische Grundform des Anschlusses für die Ebenen 1 und ggf. 2 (bei 3D-Verbindungen) festzulegen.

Die Buchstaben symbolisieren durch ihre Form, wie viele Stäbe am Anschlussknoten vorliegen und welche Funktion sie erfüllen:

т	Hauptgurt, Nebengurt, eine Strebe
к	Hauptgurt, Nebengurt, zwei Streben
кт	Hauptgurt, Nebengurt, drei Streben

Tabelle 6.2: Anordnung



6

## Zusätzliche Einstellungen

Zusätzliche Einstellungen	
Berechnungshypothese für den Anschluss:	
Vereinfacht (§ 3.10.3)	
Kategorie der Verbindung:	
Verschraubt - Kategorie B 💌	
Gleitflächenklasse:	
Klasse B (0,4)	
Bild 6 8: Abschpitt Zusätzlicha	Einstal

Bild 6.8: Abschnitt Zusätzliche Einstellungen

Es wird die vereinfachte *Berechnungshypothese für den Anschluss* gemäß [1], Abschnitt 3.10.3 angesetzt, die für einschenklige Schraubenanschlüsse zugbeanspruchter Winkelprofile möglich ist (vgl. [1], Abschnitt 2.7 (2)).

Verschraubt - Kategorie A Verschraubt - Kategorie A Verschraubt - Kategorie B Verschraubt - Kategorie B Die *Kategorie der Verbindung* gemäß [1], Abschnitt 3.4 kann in der Liste ausgewählt werden. Es stehen die Kategorien A bis C für Schraubenverbindungen mit Scherbeanspruchung zur Auswahl.

- Kategorie A: Scher-/Lochleibungsverbindungen
- Kategorie B: Gleitfeste Verbindungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
- Kategorie C: Gleitfeste Verbindungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Klasse B (0,4) 🔹
Klasse A (0,5)
Klasse B (0,4)
Klasse C (0,3)
Klasse D (0,2)

Für hochfeste vorgespannte Schraubenverbindungen (Kategorie B oder C) kann in der Liste die *Gleitflächenklasse* ausgewählt werden. Die Klassen mit den zugehörigen Reibungszahlen  $\mu$  sind in [1], Tabelle 3.7 geregelt.

## 6.2 Knoten und Stäbe

Die Auswahl der Knoten und Stäbe ist im Kapitel 2.2 auf Seite 11 beschrieben.

Im Abschnitt *Parameter* können die Randbedingungen der anschließenden Bauteile überprüft werden. Falls dort ein *Unzulässiger Querschnitt* ausgewiesen wird, sollte die Profilreihe mit dem Anschlusstyp und der Anordnung abgeglichen werden, die in Maske 1.1 eingestellt sind.



Bild 6.9: Status der Stäbe anpassen

Zur Information werden Winkel und Priorität der anschließenden Stäbe angegeben.

Die Winkel basieren auf den geometrischen Gegebenheiten des RFEM/RSTAB-Modells. Falls in Maske 1.2 die Definitionsart *Manuell definieren* gewählt wurde, können die Winkel der anschließenden Stäbe benutzerdefiniert vorgegeben werden.



Die Priorität der Streben steuert die Zuordnung für die Eingabemasken *Diagonal 1,1 Verbindung, Diagonal 1,2 Verbindung* etc. Die Ziffer vor dem Komma weist die Streben der Ebene *1* ("1. Anordnung") oder der Ebene *2* ("2. Anordnung" - nur bei 3D-Verbindungen) zu. Die Ziffer <u>nach</u> dem Komma nummeriert die Stäbe innerhalb der jeweiligen Ebene. Die Reihenfolge ist dabei für die Bemessung irrelevant.

**Beispiel:** Priorität 1,2 bedeutet "Ebene 1, Strebe 2". Die Schraubenparameter dieser Strebe sind in Maske *Diagonal 1,2 Verbindung* anzugeben.



Beim Klicken in eine Zeile wird der aktuelle Stab in der Grafik farbig hervorgehoben.

## 6.3 Belastung

Die Eingabe der Belastung bzw. Schnittgrößen ist im Kapitel 2.3 auf Seite 15 beschrieben.

## 6.4 Geometrie 1 / Geometrie 2

Die Maske *Geometrie* verwaltet die geometrischen Randbedingungen der Stäbe am Verbindungsknoten. Für die beiden Ebenen stehen separate Masken zur Verfügung: Maske *Geometrie 1* ist für Ebene 1 ("1. Anordnung") zuständig, Maske *Geometrie 2* für Ebene 2 ("2. Anordnung" - nur bei 3D-Verbindungen).



Bild 6.10: Maske Geometrie 1

#### **Orientierung der Diagonalen**

Bei der Datenübernahme aus dem RFEM/RSTAB-Modell (siehe Bild 6.9, Seite 53) ist die Anordnung der Diagonalen am Knoten voreingestellt. Die Eingabefelder dieses Abschnitts sind gesperrt.

C - Außerhalb der Stütze, mit freiem Schenkel oben V A - Außerhalb der Stütze, mit freiem Schenkel unten B - Innerhalb der Stütze, mit freiem Schenkel oben O - Innerhalb der Stütze, mit freiem Schenkel oben

Werden Geometrie und Schnittgrößen manuell definiert, können Anordnung und Orientierung der Diagonalen benutzerdefiniert festgelegt werden (siehe Bild oben). Die Kontrollfelder und Listeneinträge beschreiben, welcher Schenkel jeweils angeschlossen ist und in welcher Lage er sich befindet.

#### Verbindungsgeometrie

Die Verbindungsexzentrizität beschreibt die Ausmitte der Diagonalen. Sie ist auf den Schnittpunkt der Profil-Schwerelinien bezogen. Wie die Systemskizze zeigt, rücken positive Werte den Anschluss in Richtung des freien Stützenschenkels, negative Werte in Richtung Winkelecke.

In der Feldern unterhalb wird der lokale *Versatz* der Diagonalen in Stablängsrichtung automatisch aktualisiert.

Die Grafik rechts bietet eine dynamische Visualisierung der geometrischen Parameter.





6.5 Geometrie Bleche

Wurde in Maske 1.1 Basisangaben der Anschlusstyp Masten - Zulagen vorgegeben (siehe Bild 6.5, Seite 50), erscheint die Maske Geometrie, Bleche.

eometrie, Bleche			
Verbindungsgeometrie			
Spalt	g :	15.0 ≑ 📐 [mm]	
Anordnug der Zusatzblec	he: Nur Au	ißenbleche 🔻	
🔽 Die Abmessungen de	r Bleche werden aus de	n Schraubenabständen berechnet	
Blechmaterial:	🔝 Ba	ustahl S 235 🛛 👻 🔝	Außenblech
Einlagen für Außenble	eche anwenden		
Einlagen für Innenble	che anwenden		
Außenbleche - Ebene 1			Innenblech
Dicke	tp,e :	8.0 🔶 🕨 [mm]	
Länge	Ip,e :	245.0 ÷ [mm]	
Breite	b <sub>p,e</sub> :	100.0 ÷ [mm]	
Innenbleche - Ebene 1			
Dicke	t <sub>P,i</sub> :	[mm]	
Lange	lp.; :	[mm]	
Breite	bp,i:	[mm]	
Außenbleche - Ebene 2			
Dicke	t <sub>p,e</sub> :	8.0 🜩 🕨 [mm]	2 x M16 (4.6)
Länge	Ip,e :	245.0 ÷ [mm]	2 x M16 (4.6)
Breite	b <sub>p,e</sub> :	100.0 🔶 🕨 [mm]	2 x M16 (4.6)
Innenbleche - Ebene 2			2 x M16 (4.6)
Dicke	tp.i :	[	
Länge	lp.i :	(mm)	
Breite	b <sub>p,i</sub> :	[mm]	

Bild 6.11: Maske Geometrie, Bleche für Anschlusstyp Masten - Zulagen

#### Verbindungsgeometrie

In diesem Abschnitt ist die *Spalt*-Größe des Laschenstoßes anzugeben, die zwischen den Profilen vorliegt.



Hinsichtlich der Laschenanordnung stehen *Außenbleche* und/oder *Innenbleche* zur Auswahl. Die Systemskizze rechts veranschaulicht die Lage der Bleche.

Werden die Abmessungen der Bleche aus den Schraubenabständen berechnet, sind die Eingabefelder der Blechlängen und -breiten in den Abschnitten unterhalb gesperrt.

Das *Blechmaterial* kann in der Liste oder über die Schaltfläche [11] in einer Bibliothek ausgewählt werden.

Bei unterschiedlichen Querschnitten ist es möglich, *Einlagen* für Außen- und Innenbleche anzusetzen, um die Dickenunterschiede auszugleichen.

#### Außen-/Innenbleche Ebene 1/2

In den Eingabefeldern kann die *Dicke, Länge* und *Breite* der Außen- bzw. Innenbleche festgelegt werden. Die Ebenen 1 und 2 sind auf die beiden Schenkel des Winkels bezogen.



Wenn im Abschnitt oberhalb das Kontrollfeld Abmessungen der Bleche werden aus Schraubenabständen berechnet angehakt ist, ist nur die Eingabe der Dicken möglich.

Bei der Berechnung überprüft das Modul auch konstruktive Details. Sind z. B. die Laschenabmessungen zu klein für die Schrauben, erscheint eine entsprechende Meldung.



In den Masken Diagonal X, Y Verbindung sind die Parameter der Diagonalen zu definieren.



Für jede Ebene und jede Strebe steht eine separate Maske zur Verfügung: Maske *Diagonal 1,1 Verbindung* ist z. B. für die Ebene 1 ("1. Anordnung") und Strebe 1 zuständig, Maske *Diagonal 1,2 Verbindung* für Ebene 1 und Strebe 2. Maske *Diagonal 2,1 Verbindung* verwaltet die Parameter, die in Ebene 2 für Strebe 1 gelten.



Bild 6.12: Maske Diagonal 1,1 Verbindung

#### Schrauben



Die *Festigkeitsklasse* und der *Durchmesser* der Schrauben kann in den beiden Listen ausgewählt werden. Für jede Verbindung sind nur gleichartige Schrauben zulässig.

In den Eingabefeldern sind der *Lochdurchmesser*, die *Anzahl der Reihen* (aktuell nur eine Reihe), die *Anzahl der Schrauben in einer Reihe* sowie der *Abstand* anzugeben, der jeweils zu den Rändern und zwischen den Schrauben existiert. Die Systemskizze rechts veranschaulicht die einzelnen Parameter.

### Schweißnähte

Dieser Abschnitt ist für die Schweißnaht-Parameter von Knotenblechen vorgesehen. Da diese Anschlussvarianten noch nicht implementiert sind, sind die Eingabefelder gesperrt.



4.1	

Wurde in Maske 1.1 Basisangaben der Anschlusstyp Masten - Zulagen vorgegeben (siehe Bild 6.5, Seite 50), so können in Maske Eingabe der Verbindungsmittel die Schraubenparameter festgelegt werden.

6



Bild 6.13: Maske Eingabe der Verbindungsmittel

## Schrauben



Die *Festigkeitsklasse* und der *Durchmesser* der Schrauben kann in den Listen ausgewählt werden. Für die Verbindung sind nur gleichartige Schrauben zulässig.

Über die beiden Kontrollfelder lässt sich die Lage der *Scherfuge* und der Schraubentyp (rohe Schrauben oder *Passschrauben*) spezifizieren. Der *Lochdurchmesser* ist separat anzugeben.

#### Abmessungen in Ebene 1 / 2

Für jede Winkelebene steht ein eigener Abschnitt zur Verfügung.

In den Eingabefeldern kann die Anzahl der Reihen (aktuell nur eine Reihe), die Anzahl der Schrauben in einer Reihe sowie der Abstand festgelegt werden, der jeweils zu den Rändern und zwischen den Schrauben existiert. Die Systemskizze rechts veranschaulicht die einzelnen Parameter.

# 7 Stahl - DSTV

Dieses Kapitel beschreibt die Masken, die speziell für das Modul **RF-/JOINTS Stahl - DSTV** relevant sind. Die allgemeinen Eingabeparameter sind im Kapitel 2 erläutert.



Die Funktionalität dieses Zusatzmoduls wird in einem DLUBAL-Webinar vorgestellt: https://www.dlubal.com/de/support-und-schulungen/schulungen/webinare/000274



Verhältnis

Die Eingabemasken des Zusatzmoduls sind zugänglich, wenn das Material *Stahl* und die Anschlussgruppe *Normierte Verbindungen - DSTV* ausgewählt werden.

Material
Stahl
C Holz
Anschlussgruppe
Nomierte Verbindungen - DSTV 🔹
🏦 들 🚈 🧾 🖦

Bild 7.1: Zusatzmodul RF-/JOINTS Stahl - DSTV

Die Eingaben beziehen sich immer auf den Bemessungsfall, der links oben im Navigator eingestellt ist. Zum Wechseln des Bemessungsfalls klicken Sie einfach den relevanten Listeneintrag an.

Wenn im Navigator der Eintrag *Verbindungstypen* fehlt, so überprüfen Sie in Maske *1.2 Knoten und Stäbe*, ob die Randbedingungen zur Eingabe der Verbindung korrekt sind. Es kann z. B. erforderlich sein, anschließende Stäbe für die Bemessung zu deaktivieren (siehe Bild 7.7, Seite 61).

## 7.1 Basisangaben

1.1 Basisangaben		
Material	Nach Norm / Nationaler Anhang	
Stahl	☑EN 1993-1-8 ∨ ■DIN:2010-12 ∨	
⊖ Holz	P 19	
Anschlussgruppe	Zusätzliche Einstellungen	
Normierte Verbindungen - DSTV V	Nachweis der Duktilität durchführen	
1		S
Anschlusskategorie		
Biegesteife Verbindungen $\sim$		
		9 >
Anschlusstyp		
IH/IM - Stirnplatte ohne Stütze $$		L SAL
		Typisierte Anschlüsse im Stahlhochbau nach EN 1993-1-8 – DSTV-Ringbuch
	Kommentar	4

Bild 7.2: Maske 1.1 Basisangaben



Nr. Knoten Nr.



#### Anschlusskategorie

Anschlusskategorie	
Gelenkige Verbindungen	$\sim$
Bild 7.3: Anschlusskategorie	

Gelenkige Verbindungen iegesteife Verbindungen Es ist anzugeben, ob eine Gelenkige Verbindung oder eine Biegesteife Verbindung vorliegt. Die Kategorie kann über die Liste oder die Verbindungssymbol-Schaltflächen festgelegt werden.

## Anschlusstyp

Die Auswahlmöglichkeiten sind von der Anschlusskategorie abhängig.



Bild 7.4: Abschnitt Anschlusstyp für Kategorie Biegesteife Verbindungen

Die Kategorie Biegesteife Verbindungen bietet folgende Ausführungsvarianten:

	Stirnplatte ohne Stütze
Ĩ	Trägerstoß
	Einseitiger Träger an Stütze
<b>I</b>	Beidseitige Träger an Stütze
	Pfettenstoß

Tabelle 7.1: Anschlusstypen für biegesteife Verbindungen





#### 7 Stahl - DSTV



Bild 7.5: Abschnitt Anschlusstyp für Kategorie Gelenkige Verbindungen

Die Kategorie Gelenkige Verbindungen bietet folgende Ausführungsvarianten:

Stirnplatte
Winkel
Gestreckte Winkel
Pfettenlaschen

Tabelle 7.2: Anschlusstypen für gelenkige Verbindungen

#### Zusätzliche Einstellungen



Bild 7.6: Abschnitt Zusätzliche Einstellungen

Das Kontrollfeld *Nachweis der Duktilität durchführen* ist bei gelenkigen Anschlüssen zugänglich. Damit kann überprüft werden, ob der Anschluss an die lastabtragenden Bauteile das Duktilitätskriterium nach der Europäischen Empfehlung zur Bemessung von gelenkigen Verbindungen [5] erfüllt. Auf diese Weise soll ein vorzeitiges und sprödes Versagen vor vollständiger Ausbildung des Gelenks in der Verbindung vermieden werden.



Es wird nur überprüft, ob das Nachweiskriterium für die Schrauben zum Blech des lastabtragenden Bauteils erfüllt ist. Die übrigen Komponenten des Anschlusses – Winkel, Schrauben am angeschlossenen Bauteil und das angeschlossene Bauteil selbst – werden nicht überprüft, obwohl sie auch einen großen Einfluss auf die Duktilität haben!

## 7.2 Knoten und Stäbe

Die Auswahl der Knoten und Stäbe ist im Kapitel 2.2 auf Seite 11 beschrieben.

Im Abschnitt *Parameter* können die Randbedingungen der anschließenden Bauteile überprüft werden. Falls dort ein *Unzulässiger Querschnitt* ausgewiesen wird, sollte die Profilreihe mit dem Anschlusstyp abgeglichen werden, der in Maske 1.1 eingestellt ist.



Schließen mehrere Stäbe wie z. B. Riegel, Pfetten und Diagonalen am Knoten an, so sind die überflüssigen Stäbe *Inaktiv* zu setzen.



Bild 7.7: Diagonalenstab Inaktiv setzen

Beim Kommentar "Falscher Winkel zwischen den Stäben" ist zu überprüfen, ob die Anschlussgeometrie den Voraussetzungen der typisierten Anschlüsse entspricht.

## 7.3 Belastung

Die Eingabe der Belastung bzw. Schnittgrößen ist im Kapitel 2.3 auf Seite 15 beschrieben.

## 7.4 Verbindungstypen

In Maske *1.4 Verbindungstypen* sind die spezifischen Eingabeparameter der Verbindung gemäß DSTV-Typenkatalog festzulegen.

.4 Verbin	dungstypen						
				Schr	auben-		
Nr.	Benutzt	Tvp		Größe	Klasse	Ausnutz	una
1		1 E 30 27		M 27	10.9	(	1.77
2		1 E 30 16		M 16	10.9		49
3		1 E 30 20		M 20	10.9		00
4		1 E 30 24		M 24	10.9	(	83
5		1 E 30 20		M 20	8.8		23
6	নি H1	1 E 30 24		M 24	8.8	(	87
7		1 E 30 27		M 27	8.8		177
8		1 E 30 16		M 16	8.8		87
					0.0		
							唱
Detaileins	stellungen						
🖃 Ansch	luss: IH 1.1 E 30 2	24 (8.8, S235)					
Que	erschnitt				IPE 300		
- Mat	erial				S235		
- Sch	raubengröße				M 24		
Sch	raubenfestigkeitsk	lasse			8.8		
Stimple	atte						
Dick	ke		tp		35.0	mm	
Brei	te		bp		180.0	mm	
Höh	ne		hp		340.0	mm	
Stimple	attengeometrie						
- Obe	erer Rand		e1		80.0	mm	=
- Vert	iikaler Abstand		P1.1		180.0	mm	
Unt	erer Rand		e 1n		80.0	mm	
- Obe	ere Überlappung		U1		25.0	mm	
- Unt	ere Überlappung		U 1n		20.0	mm	
Hori	izontaler Abstand		w		110.0	mm	1
Hori	izontaler Rand		e2		35.0	mm	1
⊡ Schwe	eißnähte						
- Nah	nt am Steg		aw		3.0	mm	
Nah	nt am Flansch		af		7.0	mm	1
🖃 Tragfä	higkeit						1
Ben	nessungswert der I	Momententrag	Mj1,Rd		100.60	kNm	
— M-T	ragfähigkeit (Umke	ehmoment)	Mj2,Rd		100.60	kNm	1
Que	erkrafttragfähigkeit		Vj,Rd		174.20	kN	1
- Mor	mententragfähigkei	it des Trägerc	M <sub>c,Rd</sub>		147.70	kNm	-

Bild 7.8: Maske 1.4 Verbindungstypen

Die Maske ist zweigeteilt: Links werden die Parameter der Verbindung angezeigt; rechts sind diese durch Grafiken erläutert. Die obere Grafik zeigt eine Systemskizze des aktuellen Parameters, die untere Grafik eine 3D-Visualisierung der Verbindung.

Die Schaltflächen unterhalb der 3D-Grafik sind in Tabelle 3.1 auf Seite 21 erläutert.

Im Abschnitt links oben werden die Verbindungsausführungen angezeigt, die nach dem DSTV-Ringbuch [3] [[error 1]] möglich sind. Jeder *Typ* ist durch seine Kennung und die verwendete *Schraubengröße* und *Schraubenklasse* charakterisiert.

Der Verbindungstyp kann durch Anhaken in Spalte *Benutzt* festgelegt werden. Im Abschnitt *Detaileinstellungen* unterhalb werden die Parameter dieses Anschlusses angegeben. Die 3D-Grafik stellt die Verbindungsgeometrie dynamisch dar.

Lässt man über die Schaltfläche den [Besten Typ vorschlagen], führt RF-/JOINTS eine schnelle Auslegung des Anschlusses durch. In der letzten Spalte wird dann die *Ausnutzung* einer jeden Variante angezeigt (siehe Bild oben). Sie erleichtert es, die geeignete Verbindung für den Nachweis auszuwählen.

#### Detaileinstellungen

偱

Dieser Abschnitt enthält alle Informationen zum ausgewählten Anschluss wie Querschnitts- und Stirnplattengeometrie, Schrauben, Schweißnähte sowie Tragfähigkeiten und Steifigkeiten.

Für einige Kategorien bestehen weitere Modifikationsmöglichkeiten.

#### Verbindungstypen IH 3 / IH 4



Der Überstand der Stirnplatte kann mit der Option *Gespiegelte Stirnplatte* oben oder unten angeordnet werden. Diese Vorgabe wirkt sich auf die Ergebnisse aus, da eventuell das Umkehrmoment maßgebend wird.

1.4 Verbin	dungstype	n					
			Schr	auben-			
Nr.	Benutzt	Тур	Größe	Klasse	Ausnut	zung	e <sub>2</sub> w e <sub>2</sub>
1		IH 1.1 E 30 27	M 27	10.9		-	<del>4 − + 4 − + </del>
2	2	IH 3.1 E 30 16	M 16	10.9			
3		IH 1.1 E 30 20	M 20	10.9			
4	- T	IH 1.1 E 30 24	M 24	10.9			
5	- n	IH 1.1 E 30 20	M 20	8.8			
6		IH 1.1 E 30 24	M 24	8.8			
7		IH 1.1 E 30 27	M 27	8.8			
8		IH 3.1 E 30 16	M 16	8.8			27
						JE	
						- Le	
Detaileins	stellungen						
🖃 Ansch	luss: IH 3.1	E 30 16 (10.9, S235)					
Ges	spiegelte Plat	te			<b>V</b>		b <sub>p</sub>
- Que	erschnitt			IP	E 300		H
- Mat	terial				S235		
- Sch	nraubengröß	e			M 16		
- Sch	nraubenlochd	lurchmesser			18.0	mm	
- Sch	nraubenfestig	keitsklasse			10.9		
Stimple	atte						
- Dick	ke		tp		20.0	mm	
- Brei	ite		bp		150.0	mm	
- Höh	ne		hp		375.0	mm	
Stimple	attengeomet	rie					
- Obe	erer Rand		e1		25.0	mm	
- Vert	tikaler Absta	nd	P1,1		70.0	mm	
- Vert	tikaler Absta	nd	P 1,2		220.0	mm	
- Unt	erer Rand		e 1n		60.0	mm	
- Obe	ere Überlapp	ung	U1		55.0	mm	
- Unt	ere Überlapp	oung	Utn		20.0	mm	
- Hori	izontaler Abs	tand	w		80.0	mm	
Hori	izontaler Rar	nd	e2		35.0	mm	H 3 1 E 30 16 (IPE 300)
Schweiter	eißnähte						6 × M 16 10.9
- Nah	nt am Steg		aw		4.0	mm	tp=20 mm
- Nah	nt am Flanscl	h	ar		7.0	mm	Material S235
Tragfä	ähigkeit						
	keit						

Bild 7.9: IH 3-Verbindung mit Option Gespiegelte Platte

#### Verbindungstypen IS / IW



Die gelenkigen Verbindungen der Typen IS (Verbindungen mit Stirnplatte) und IW (Verbindungen mit Winkeln) können auch mit dem Typ **IK** (Ausklinkungen) kombiniert werden.

Detaileinstellungen					
E Riegelausklinkungen					
Riegelbearbeitung		Beide Flansche gleich 💌			
— Тур		Nicht angewendet			
Länge	а	Oberer Flansch	mm		
Höhe	е	Unterer Flansch	mm		
Ausrundungsradius	r	Beide Flansche gleich	mm		
	ha	280.0	mm		*e*
Querkrafttragfähigkeit	Vj.Rd	190.30	kN		T
Anschluss: IW 16 12 (IPE 360, S235); II	(23,5.4	4			
Querschnitt		L 150x75x9			
Material		S235			
- Schraubengröße		M 16		-	
<ul> <li>Schraubenfestigkeitsklasse</li> </ul>		4.6			
<ul> <li>Anzahl der Schrauben in horizontaler</li> </ul>	<b>D1</b>	1			2 E
<ul> <li>Anzahl der Schrauben in vertikaler R</li> </ul>	n2	2			
Erforderliche Dicke des lastannehme	tu	3.0	mm		
Winkel					/19211
Querschnitt		L 150x75x9			
Höhe	hw	120.0	mm		
Horizontaler Abstand	w	109.0	mm		
Vertikaler Abstand	P1	50.0	mm		6×M164.6
Oberer Rand	e1	35.0	mm		2 x L 150x75x9
Horizontaler Rand	e2,1	50.0	mm	1	Material S235
Horizontaler Rand	e2,2	50.0	mm		
Minimaler Ausklinkung Abstand	u	19.0	mm	-	

Bild 7.10: IW-Verbindung mit *Riegelbearbeitung* für Ausklinkung (Typ IK)

#### 7 Stahl - DSTV

In den weiteren Feldern können die Geometrieparameter der Ausklinkung festgelegt werden: Länge, Höhe und Ausrundungsradius.

Detaileinstellungen			
🕀 Riegelausklinkungen			
Riegelbearbeitung		Beide Flansche gleich	
— Тур		IK 2 4.6	
Länge	а	60.0	mm
Höhe	е	40.0 💌	mm
Ausrundungsradius	r	35.0	mm
	ha	40.0	mm
Querkrafttragfähigkeit	Vj,Rd	50.0	kN
Anschluss: IW 16 12 (IPE 360, S235);	IK 2 3,5.4	60.0	
Winkel		70.0	
Querschnitt		L 150x75x9	

Bild 7.11: Auswahl der Geometrieparameter für Ausklinkung



Für den Nachweis wird die Tragfähigkeit der Stirnplatten- bzw. Winkelverbindung (IS/IW) und die Tragfähigkeit der Ausklinkung (IK) untersucht. Der kleinere der beiden Werte ist maßgebend.

# 8 Stahl - Sikla

Dieses Kapitel beschreibt die Masken, die speziell für das Modul **RF-/JOINTS Stahl - Sikla** relevant sind. Die allgemeinen Eingabeparameter sind im Kapitel 2 erläutert.



Die Anschlüsse des Moduls sind auf Profile des Befestigungssystem-Herstellers Sikla abgestimmt. In der Querschnittsbibliothek von RFEM bzw. RSTAB stehen diese Profile unter den gewalzten Quadrat- und Rechteckhohlprofilen zur Auswahl (siehe auch Bild 8.9, Seite 69).



Bild 8.1: Sikla-Querschnitt in RFEM bzw. RSTAB



Die Eingabemasken des Zusatzmoduls sind zugänglich, wenn das Material Stahl und die Anschlussgruppe Normierte Verbindungen - Sikla ausgewählt werden.

Material	
Stahl	
Holz	
Anschlussgruppe	
Nomierte Verbindungen - Sikla 🗸	
👚 들 🚈 🚺 🔤	

Bild 8.2: Zusatzmodul RF-/JOINTS Stahl - Sikla

Ñr.	Knoten Nr.	Verhältnis
1	3	
2	2	
3	4,5	0.67
Fingal	redaten	
- Ra	eisangahen	
Kn	oten und Stäb	P
Be	lastungen	-
Ge	eometrie	

Die Eingaben beziehen sich immer auf den Bemessungsfall, der links oben im Navigator eingestellt ist. Zum Wechseln des Bemessungsfalls klicken Sie einfach den relevanten Listeneintrag an.

Wenn im Navigator der Eintrag *Geometrie* fehlt, so überprüfen Sie in Maske *1.2 Knoten und Stäbe*, ob die Randbedingungen zur Eingabe der Verbindung korrekt sind. Es kann z. B. erforderlich sein, anschließende Stäbe für die Bemessung zu deaktivieren (siehe Bild 7.7, Seite 61).

# 8.1 Basisangaben



Bild 8.3: Maske 1.1 Basisangaben

## Anschlusskategorie

Anschlusskategorie		
Kragarm	~	

Bild 8.4: Anschlusskategorie



Es ist anzugeben, ob ein *Kragarm* oder eine *Stirnplatte* vorliegt. Letztere wird von SIKLA als "Stirnadapter" bezeichnet. Die Kategorie kann über die Liste oder die Verbindungssymbol-Schaltflächen festgelegt werden.

#### Anschlusstyp



Die Auswahlmöglichkeiten sind von der Anschlusskategorie abhängig.

Anschlusstyp	
AK	~

Bild 8.5: Abschnitt Anschlusstyp für Kategorie Kragarm

8

#### 8 Stahl - Sikla

Die Kategorie Kragarm bietet folgende Ausführungsvarianten:



Tabelle 8.1: Anschlusstypen für Kragarme



Bild 8.6: Abschnitt Anschlusstyp für Kategorie Stirnplatte

Die Kategorie Stirnplatte bietet folgende Ausführungsvarianten:

Stirnadapter – Typ <i>STA</i>
Wand-/Boden-/Decken-Halter – Typ <i>WBD</i>
Winkelverbinder – Typ <i>WD</i>

Tabelle 8.2: Anschlusstypen für Stirnplatten

## **Nach Norm**

In diesem Abschnitt bestehen keine Einstellmöglichkeiten. Die Verbindungen werden gemäß Gutachterlicher Stellungnahme (GS) mit Prüfbericht Nr. K14-6005-3 nachgewiesen.

Die SIKLA-Anwenderrichtlinie für Verbindungen enthält Hinweise zur zulässigen Belastbarkeit typischer SIKLA-Konstruktionen für die Gebäudeausrüstung und den Industrie- und Anlagenbau. Sie ist auf der Website des Herstellers unter den Downloads verfügbar.



#### Zusätzliche Einstellungen

Zusätzliche Einstellungen
Torsion ignorieren
Weitere Bemessung zulassen, falls Schub- spannungen infolge Torsion folgenden Grenzwert nicht überschreiten:
τt,Ed/τt,Rd ≤ 0.05 ★ [-]

Bild 8.7: Abschnitt Zusätzliche Einstellungen

EN 1993 gibt keine klaren Empfehlungen für planmäßige Torsion. Die beiden Kontrollfelder bieten daher die Möglichkeit, die Torsionsbeanspruchungen gänzlich zu *ignorieren* oder bis zu einem benutzerdefinierten *Grenzwert* zu vernachlässigen. Als maximales Verhältnis von vorhandener Torsionsspannung  $\tau_{t,Ed}$  zur Torsionsschubtragfähigkeit  $\tau_{t,Rd}$  ist 5 % voreingestellt. Wird der Wert bei der Bemessung überschritten, erscheint eine entsprechende Fehlermeldung.

## 8.2 Knoten und Stäbe

Die Auswahl der Knoten und Stäbe ist im Kapitel 2.2 auf Seite 11 beschrieben.

Im Abschnitt *Parameter* können die Randbedingungen der anschließenden Bauteile überprüft werden. Falls dort ein *Unzulässiger Querschnitt* ausgewiesen wird, sollte die Profilreihe mit dem Anschlusstyp abgeglichen werden, der in Maske 1.1 eingestellt ist.



Schließen mehrere Stäbe wie z. B. Konsolen oder Traversen am Knoten an, so sind die überflüssigen Stäbe *Inaktiv* zu setzen.



Bild 8.8: Status für Bauteile anpassen



Material Bezeichnung S355MC 1.0976 Als Material kommt nur **S355MC 1.0976** gemäß EN 10149-2 infrage, da die SIKLA-Produkte ausschließlich in dieser Stahlgüte gefertigt werden. Das Modell sollte daher in RFEM bzw. RSTAB mit dem passenden Material erstellt werden. Die Bemessung im Modul RF-/JOINTS Stahl - Sikla lässt keine Varianten zu.

Die SIKLA-Querschnitte können in der Profilbibliothek unter den gewalzten Quadrat- und Rechteckhohlprofilen ausgewählt werden.

Gewalzte Profile - Quadrat- und R	echteckhohlprofile			
Querschnitistyp         I       I         I <td>Auswählen Rehe C TP F 80 TP F 80/30 TP F 100 C TP F 100 TP F 100/160</td> <td>Hersteller/Norm</td> <td>Auswählen Querschnitt A TP F 100</td> <td>TP F 100   Sikia</td>	Auswählen Rehe C TP F 80 TP F 80/30 TP F 100 C TP F 100 TP F 100/160	Hersteller/Norm	Auswählen Querschnitt A TP F 100	TP F 100   Sikia
Ale				Image: Control of the second
				OK Abbrechen

Bild 8.9: Querschnittsdatenbank für SIKLA-Profile



Beim Kommentar "Falscher Winkel zwischen den Stäben" ist zu überprüfen, ob die Anschlussgeometrie den Voraussetzungen der SIKLA-Systeme entspricht.

# 8.3 Belastung

Die Eingabe der Belastung bzw. Schnittgrößen ist im Kapitel 2.3 auf Seite 15 beschrieben.

## 8.4 Geometrie

In Maske *1.4 Geometrie* sind die Eingabeparameter der Verbindung gemäß SIKLA-Typenkatalog festzulegen.

STA F 100-E 📩
TP F 100   Sikla
S355MC 1.0976
-42.5 mm
<b>v</b>
15.00 kN
16.50 kN
13.90 kN
3 18 kNm
0.81 kNm
0.01
7.45 MN/m
11.00 MN/m
10.00 kN
0.11 MNm/rad
0.11 MNm/rad
2.12 kNm
0.05 MNm/rad
0.05 MNm/rad
0.05 Minin/140
0.54 KNm

Bild 8.10: Maske 1.4 Geometrie

Die Maske ist zweigeteilt: Links werden die Parameter der Verbindung angezeigt; rechts sind diese durch Grafiken erläutert. Die obere Grafik zeigt eine Systemskizze des Anschlusstyps, die untere Grafik eine 3D-Visualisierung der Verbindung.

Die Schaltflächen unterhalb der 3D-Grafik sind in Tabelle 3.1 auf Seite 21 erläutert.



Im Abschnitt *Anschlusstyp* werden die Verbindungsausführungen angezeigt, die nach dem SIKLA-Typenkatalog möglich sind. Jeder Anschluss ist durch seine Typenkennung charakterisiert.

Für den ausgewählten Anschlusstyp wird die *Tragfähigkeit* und *Steifigkeit* gemäß Zulassung angegeben.

## 8.5 Details



Im Dialog *Detaileinstellungen* lassen sich weitere Vorgaben für die Bemessung treffen (siehe Bild 9.36). Dieser Dialog ist in jeder Eingabemaske über die Schaltfläche [Details] zugänglich.

Der Dialog Detaileinstellungen ist auf Seite 90 beschrieben.

# 9 Holz - Stahl zu Holz

Dieses Kapitel beschreibt die Masken, die speziell für das Modul **RF-/JOINTS Holz - Stahl zu Holz** relevant sind. Die allgemeinen Eingabeparameter sind im Kapitel 2 erläutert.



Die Funktionalität dieses Zusatzmoduls wird in einem DLUBAL-Webinar vorgestellt: https://www.dlubal.com/de/support-und-schulungen/schulungen/webinare/000055



Verhältnis

Nr.

1 60-63

2 58,59

Eingabedaten Basisangaben

Geometrie

Knoten und Stäbe Belastungen

Lasteinwirkungsdauer und Nut;

Knoten Nr.

Die Eingabemasken des Zusatzmoduls sind zugänglich, wenn das Material *Holz* und die Anschlussgruppe *Stahl-Holzverbindung* ausgewählt werden.

Material
🔘 Stahl
Holz
Anschlussgruppe
Stahl-Holzverbindung 🔹

Bild 9.1: Zusatzmodul RF-/JOINTS Holz - Stahl zu Holz

Die Eingaben beziehen sich immer auf den Bemessungsfall, der links oben im Navigator eingestellt ist. Zum Wechseln des Bemessungsfalls klicken Sie einfach den relevanten Listeneintrag an.

Wenn im Navigator die Einträge *Lasteinwirkung und Nutzungsklasse* und *Geometrie* fehlen, so überprüfen Sie in Maske *1.2 Knoten und Stäbe*, ob die Randbedingungen des Knotens korrekt sind und Lastfälle für die Bemessung vorliegen. Es kann z. B. erforderlich sein, den Status der anschließenden Stäbe anzupassen (siehe Bild 9.16, Seite 77).

## 9.1 Basisangaben

1.1 bassangaben		
Material	Nach Norm / Nationaler Anhang	
Stahl	■EN 1995-1-1 ▼ ■DIN:2013-08 ▼	
Holz		
Anschlussgruppe	Zusätzliche Einstellungen	
Stahl-Holzverbindung 🗸	Befestigungssystem WS-T von SFS intec	
	Stahlblechmaterial:	ST S
Anschlusskategorie	Dübelmeterint	
Stabdübel 🗸		
	Mindestabstand zwischen Dübeln in der momentenbeanspruchten Gruppe überprüfen	Q Z
Anschlusstyp	Feuerwiderstandsnachweis (vereinfachte	
Ohne Durchlaufstab 🔹	Regel nach 6.2.1 in EN 1995-1-2)	
	Feuerwiderstandsdauer:	
	treg: 20 V [min]	
		Verbindungen mit stiftför-
	Bemessung der Stabdübelgruppe mittels Summe der Kräfte	und Stahlblechen nach EN 1995-1-1
Rangfolge Anschnitt - Hauptstab Rangfolge Anschnitt - Nebenstab		
	Kommentar	
	×	

Bild 9.2: Maske 1.1 Basisangaben


### Anschlusskategorie

Stabdübel	-
Stabdübel Bolzen	
Nägel	
Schrauben	

nschlusskategorie	
Stabdübel	•

Bild 9.3: Anschlusskategorie

In der Liste der Stahl-Holz-Anschlusskategorien stehen die Verbindungsmittel *Stabdübel*, *Bolzen*, *Nägel* und *Schrauben* zur Auswahl.

## Anschlusstyp

Anschlusstyp	
Mit Durchlaufstab	•

Bild 9.4: Anschlusstyp



#### Es stehen folgende Anschlusstypen zur Auswahl:

Nur Hauptstab	Befestigung eines Stabes an ein vorhandenes Bauteil (oder auch beliebig vieler Stäbe) unter einem beliebigen Winkel
Mit Durchlaufstab	Anschluss von maximal sechs Diagonalen an einen durch- laufenden Träger ( <i>Hauptstab</i> und <i>Durchlaufträger</i> )
Ohne Durchlaufstab	Freie Definition eines Knotens mit bis zu acht anschließen- den Stäben

Tabelle 9.1: Stabdübel-Anschlusstypen

## **Rangfolge Anschnitt - Hauptstab**



Bild 9.5: Rangfolge Anschnitt - Hauptstab

Der Nebenstab kann symmetrisch oder unsymmetrisch an den Hauptstab angeschlossen werden.



Tabelle 9.2: Anschlussmöglichkeiten Hauptstab

© DLUBAL SOFTWARE 2022



Bild 9.6: Symmetrischer Anschluss (links), durch Nebenstab (Mitte) und rechtwinklig abgeschnitten (rechts)

## **Rangfolge Anschnitt - Nebenstab**



Bild 9.7: Rangfolge Anschnitt - Nebenstab

Beim Anschluss von zwei Füllstäben kann der Anschnitt symmetrisch oder durchlaufend ausgeführt werden.

Symmetrischer Anschluss
Durchlaufender Anschluss

Tabelle 9.3: Anschlussmöglichkeiten Nebenstab



Bild 9.8: Durchlaufender Anschlussstab

### Nach Norm / Nationaler Anhang

Nach Norm / Nationaler Anhang						
EN 1995-1-1	✓ ■DIN:2013-08	$\sim$				
	<u> </u>	7				

Bild 9.9: Abschnitt Nach Norm / Nationaler Anhang

#### EN 1995-1-1 V

ANSI/AWC - NDS 2018 Vereinigte Staaten

Auswahl der Norm

Die bemessungsrelevanten Beiwerte sind gemäß Norm (EN 1995-1-1 [2] oder ANSI/AWC [4]) und ggf. Nationalem Anhang vorgegeben (siehe Bild 2.19, Seite 19). Sollen benutzerdefinierte Faktoren für die Nachweise angesetzt werden, so ist zunächst über die Schaltfläche 🛅 eine neue Norm bzw. ein neuer Nationaler Anhang anzulegen. Danach können die Beiwerte im Dialog *Normeinstellungen* bzw. *Einstellung des Nationalen Anhangs* individuell angepasst werden.

Einstellung des Nat	ionalen Anhar	ngs - DIN - D	übel - Basie	rend auf DIN EN 1995	5-1-1/NA:2010-12/A1:2	2013-08	×
Materialbeiwerte	Stabdübel Bo	lzen Nägel	Schrauben	Diverse Einstellungen			
Mindestabstände	untereinander						
Nach Tabelle	8.5						
Benutzerdefin	ierte Werte						
Rel	ativ	Abso	lut				
aı	5.00 🚔 * 0	dst	* [/	nm]			
a2	3.00 🚔 * 0	dst	* [r	nm]			
a <sub>3,t</sub>	7.00 ≑ *	dst	* [r	nm]			
a3,c	3.00 🚔 * (	dst	* [f	nm]			
84,t	3.00 🚔 * (	dst	* [r	mm]			
84,c	3.00 🚔 * 0	dst	* [r	nm]			
Mindestabstand fi	ür die momenter	nbeanspruchte	e Stabdübelgr	ruppe			
Relativ		Absolut					
Abstand zwisch	ien Kreisen (Re	chtecken)					
	÷đạt	60	.0 🚔 [mm]				
Abstand zwisch	en Stabdübeln	im Kreis (Rech	iteck)				
	≜ °dist	72	.0 🚔 [mm]				
9 🐧 📭						OK Abt	prechen

Bild 9.10: Dialog Einstellung des Nationalen Anhangs, Register Stabdübel

In den Registern *Stabdübel, Bolzen, Nägel* und *Schrauben* können benutzerdefinierte Mindestabstände zwischen den Stabdübeln, Bolzen bzw. Nägeln sowie den momentenbeanspruchten Dübel-, Bolzen- bzw. Nagelgruppen festgelegt werden. Anpassungen sind beispielsweise für das Verbindungssystem der Firma BSB erforderlich, dessen Zulassung auf anderen Werten basiert. Benutzerdefinierte Mindestabstände zwischen Stabdübelgruppen sind beispielsweise sinnvoll für Stabdübelkreise einer Rahmenecke. In der Bemessungsnorm sind sie nicht eindeutig geregelt.

Im Register *Diverse Einstellungen* können die Schubkorrekturfaktoren k<sub>cr</sub> bei Bedarf angepasst werden.

Materialbei	werte	Stabdübel	Bolzen	Nägel	Schrauben	Diverse	Einstellungen
Beiwert f	ür Schub	)					
Nach	6.1.7						
Benut	zerdefin	ierte Werte					
Nadel	holz			kor :	0.6	7 🚖	
Laubh	olz			kor :	0.6	7 🚔	
Bretts	chichtho	lz		ker :	0.6	7 🌲	
Ander	re Holzw	/erkstoffpro	dukte	k <sub>or</sub> :	1.0	0 🚖	

Bild 9.11: Dialogregister Diverse Einstellungen

### Zusätzliche Einstellungen

Zusätzliche Einstellungen	Zusätzliche Einstellungen	Zusätzliche Einstellungen
Befestigungssystem WS-T von SFS intec Stahlblechmaterial:	Stahlblechmaterial:	Stahlblechmaterial:
Dübelmaterial:	Schraubenfestigkeitsklasse	Nagelzugfestigkeit: fu: 60.00 (kN/cm <sup>2</sup> ]
Mindestabstand zwischen Dübeln in der momentenbeanspruchten Gruppe überprüfen	<ul> <li>Mindestabstand zwischen Schrauben in der momentenbeanspruchten Gruppe überprüfen</li> <li>Kontakt der Stäbe überprüfen</li> </ul>	Nagelyp: Kreisförmig, glatt 🔹
Kontakt der Stäbe überprüfen  Bemessung der Stabdübelgruppe mittels Summe der Kräfte	✓ Bemessung der Schraubengruppe mittels Summe der Kräfte	<ul> <li>Feuchtes Holz wird mit einer Feuchte gleich oder nahe dem Fasersättigungspunkt nach 8.3.2(8) eingebaut</li> <li>Mindestabstand zwischen Nägeln</li> </ul>
		in der momentendeanspruchten Gruppe überprüren
		Bemessung der Nagelgruppe mittels der Summe der Kräfte

Bild 9.12: Abschnitte Zusätzliche Einstellungen für Stabdübel, Bolzen/Schrauben und Nägel

Über die Listen und Al-Schaltflächen können die Materialgüten des eingeschlitzten Stahlblechs bzw. der Stabdübel, Schrauben oder Nägel festgelegt werden.

Falls das *Befestigungssystem WS-T von SFS intec* zum Einsatz kommt, werden die Materialgüten gemäß Herstellerzulassung unveränderbar voreingestellt.

Das Anhaken der Option Mindestabstand zwischen Dübeln/Schrauben/Nägeln in der momentenbeanspruchten Gruppe überprüfen bewirkt, dass im Zuge der Berechnung auch die Mindestabstände



Abstand zwischen

zwischen einzelnen Verbindungsmittelgruppen kontrolliert werden. Dies gilt sowohl für kreisförmige als auch für rechteckige Anschlüsse. Die Berechnung der Mindestabstände zwischen den einzelnen Gruppen ist normativ nicht geregelt. Daher wird hier der Mindestabstand gemäß [6] überprüft. Dieser Wert kann im Dialog *Einstellung des Nationalen Anhangs* angepasst werden (siehe Bild 9.10).

Nach der Berechnung wird der Nachweis aller Mindestabstände bei den Details ausgewiesen.

LF3 OK 6510) Hauptstab	1 - Stabdüb	elgeometrie - N	linimale	r Abstand zwiso	chen
Max. Ausnutzung: 0.51 ≤ 1					
Nachweisdetails - Knoten Nr. 1					
Schnittgrößen					
Stabdübelgruppeabstand				******	-
<ul> <li>Minimaler Abstand zwischen Kreisen (Rechtecken)</li> </ul>	C1,min	50.0	mm		
Abstand zwischen Kreisen (Rechtecken)	C1	50.0	mm	OK	
<ul> <li>Minimaler Abstand zwischen Stabdübeln im Kreis (Rechteck)</li> </ul>	C2,min	60.0	mm		
<ul> <li>Abstand zwischen Stabdübeln im Kreis (Rechteck)</li> </ul>	C2	114.9	mm	OK	=
— Stabdübel-Nr.		4			
<ul> <li>Kraft-Faserwinkel</li> </ul>	α	81.96	•		
<ul> <li>Mindestabstand zwischen Verbindungsmittel und unbeanspruch</li> </ul>	a3,c,min	79.2	mm		
Abstand zwischen Verbindungsmittel und unbeanspruchtem En	a3,c	80.0	mm	OK	
— Stabdübel-Nr.		3			
<ul> <li>Kraft-Faserwinkel</li> </ul>	α	30.31	•		
<ul> <li>Mindestabstand zwischen Verbindungsmittel und beanspruchte</li> </ul>	a 4,t,min	30.1	mm		
Abstand zwischen Verbindungsmittel und beanspruchtem Rand	a 4.t	61.2	mm	OK	

Bild 9.13: Details zu Nachweis Nr. 6510: Überprüfung der Mindestabstände

Mit der Option *Kontakt der Stäbe überprüfen* kann die Verformung der gesamten Verbindung kontrolliert werden. Hierzu ist in Maske *1.5 Geometrie* der Abstand zwischen den Hölzern über den Parameter o<sub>g</sub> anzugeben.

Einstellungen für Stabdübelgruppe				[					
Form		Rechteck							
Durchmesser	dst	10.0	mm						
Holzstopfenlänge	Iplug	0.0	mm						
Stabdübellänge	Ist	160.0	mm						
Anzahl der Dübelspalten (x-Richtung)	n dx	4							
Anzahl der Dübelreihen (z-Richtung)	n dz	3							
Versetzte Reihen									
Auslegung Stabdübel		Minimaler Randabsta							•
Ausrichtung von Zeilen und Spalten		Basis						•	
Verbindung verstärkt mit Schrauben (nef = r							1	۰.	16
Einstellungen für Stab								 •	<b>\</b> •
Stimversatz	og	10.0 🗄	mm					ి	X
Stabexzentrizität in X-Richtung	Х	70.0	mm					° ,	
Stabexzentrizität in Z-Richtung	Z	130.0	mm					_	

Bild 9.14: Vorgabe für Option Kontakt der Stäbe überprüfen

Im Nachweis Nr. 6530 wird überprüft, ob die Gesamtverformung der Verbindung größer ist als der vorgegebene Abstand o<sub>g</sub>. Falls der Nachweis nicht erfüllt ist, stehen die Stäbe im Kontakt.

R

Diese Kontakteigenschaften werden vom Modul RF-/JOINTS nicht automatisch berücksichtigt! Bei einem nicht erfüllten Nachweis sind daher geeignete Maßnahmen vorzusehen.

Das Kontrollfeld *Bemessung der Stabdübel-/Schrauben-/Nagelgruppe mittels Summe der Kräfte* steuert, ob der Nachweis über die einzelnen Schnittgrößen der Stabenden geführt wird oder ob die resultierende Schnittgröße verwendet wird, die aus zwei oder mehr am Knoten anschließenden Stäben vorliegt. Beim Anschlusstyp *Hauptstab* ist diese Option zwangsläufig nicht verfügbar.





Q

Bild 9.15: Schnittgrößen am Stab

Bei der Schnittgrößenkonstellation des obigen Bildes wird <u>ohne</u> Summe der Kräfte die Normalkraft -238,62 kN und die Querkraft -9,60 kN für die Bemessung verwendet, die im Obergurt vorliegt – beispielsweise wenn die Normalkraft der Verbindung direkt in das Auflager eingeleitet wird.

<u>Mit</u> der Option *Summe der Kräfte* hingegen wird die resultierende Normal- und Querkraft für die Bemessung des Traufknotens verwendet.

## 9.2 Knoten und Stäbe

Die Auswahl der Knoten und Stäbe ist im Kapitel 2.2 auf Seite 11 beschrieben.

Im Abschnitt *Parameter* können die Randbedingungen der anschließenden Bauteile überprüft werden. Falls erforderlich, kann dort der *Status* angepasst werden.

g

L.2 Knoter	n und Stä	ibe					
Definition	sart					~	
Aus S	ta ikturmo	dell ühemehmen				-	0X
© / 63 5					-		
Manue	ell definier	ren				-	
Anschlus	s an				· ·		
Knoten N	r.:				· .	1.1	
60-63			1		•	108	
				116			
				X	A CONTRACTOR OF		
					· .		
				z			₹
-							
Paramete	Chall	1	Oursehalt	Meterial	Mislaal		
Nr.	Nr	Statue	Bezeichnung	Bezeichpung	rel	Priorität	Kommentar
60	77	Usuntatab	Desetents 160/200	Prottachichthola GL 29h		THORE	Nominerica
	105	Durchlaufträger	Rechteck 160/280	Brettschichtholz GL201	180.00		
	117	Angeschlossener Stab	Rechteck 80/180	Pappel und Nadelholz C24	90.00	1	
61	78	Hauptstab	Rechteck 160/280	Brettschichtholz GI 28h	00.00		
	106	Durchlaufträger	Rechteck 160/280	Brettschichtholz GL28h	180.00		
	117	Angeschlossener Stab	Rechteck 80/180	Pappel und Nadelholz C24	90.00	1	
62	75	Hauptstab	Rechteck 160/280	Brettschichtholz GL28h			
	108	Durchlaufträger	Rechteck 160/280	Brettschichtholz GL28h	180.00		
	116	Angeschlossener Stab	Rechteck 80/180	Pappel und Nadelholz C24	90.00	1	
63	76	Angeschlossener Stab	Rechteck 160/280	Brettschichtholz GL28h			
	109	Durchlaufträger	Rechteck 160/280	Brettschichtholz GL28h	180.00		
	113	Hauptstab	Rechteck 80/180	Pappel und Nadelholz C24	90.00	1	
		Inaktiv					
	()>	> 🔊 🍞					۲
_							

Bild 9.16: Maske 1.2 Knoten und Stäbe - Status der Stäbe anpassen

Zur Information werden Winkel und Priorität der anschließenden Stäbe angegeben.

Die Winkel basieren auf den geometrischen Gegebenheiten des RFEM- bzw. RSTAB-Modells. Falls in Maske 1.2 die Definitionsart *Manuell definieren* gewählt wurde, können die Winkel der anschließenden Stäbe benutzerdefiniert vorgegeben werden.

Beim Klicken in eine Zeile wird der aktuelle Stab in der Grafik farbig hervorgehoben.

Diese Maske ist wichtig für die Definition der Priorität eines Anschlusses. Wenn wie im Bild links dargestellt der Obergurt des Traufknotens durchlaufen soll, muss dieser als Hauptstab definiert werden (in Maske 1.1 ist zuvor der Anschlusstyp *Ohne Durchlaufstab* einzustellen).



Bild 9.17: Traufknoten mit durchlaufendem Obergurt



Traufknotenanschluss

#### 9 Holz - Stahl zu Holz

Hauptstab Angeschlossener Stab Durchlaufträger Hauptstab Inaktiv Wenn mehr als zwei Stäbe an einem Knoten anschließen, bestehen für den *Status* der Stäbe folgende Definitionsmöglichkeiten:

9

- Hauptstab steuert alle anderen Stäbe sowie den Anschnitt und dessen Priorität
- Durchlaufträger ist nur beim Anschlusstyp Mit Durchlaufstab verfügbar
- Angeschlossener Stab weist dem Stab eine geringere Priorität zu (z. B. Strebe, Pfosten)
- Inaktiv schließt den Stab von der Bemessung aus



Bei der Definition von Haupt- und Anschlussstäben sind geometrische Bedingungen einzuhalten:

- Höchstanzahl anschließender Stäbe: 8
- Mindestlänge eines Stabes: 42 cm
- Mindestwinkel zwischen Stäben: 15°

Im Bild 9.18 sind mehr als acht Stäbe am Knoten angeschlossen. Ferner ist der Winkel des Stabes 26 zu gering. Die Geometrie der Verbindung ist nur funktionsfähig, wenn der Stab 26 *Inaktiv* gesetzt wird.



Bild 9.18: Funktionsfähige Verbindungsgeometrie mittels inaktivem Stab



#### 9 Holz - Stahl zu Holz

Mit dem Status *Hauptstab* für sämtliche Stäbe ist es möglich, auch mehr als acht Stäbe am Knoten anzuschließen (siehe Bild 9.19). Dies ist vorteilhaft, wenn in einer komplexen Anschlussgeometrie nur die Verbindung bemessen werden soll.

9

Beim Anschlusstyp Hauptstab sind Neigung, Anschnitt und Exzentrizität frei wählbar.

1.2 Knoter	n und Stä	äbe					
Definition	sart				•		
ο Αμο 9	truk turroc	dell i ibernehmen				59 58	
Mus J	uakanno	den übennenmen			Cin .		ST /
🔘 Manu	ell definie	ren				N/N	<b>56</b>
Anschlus	is an				<b>S11</b>		
Knoten N	r.:						50
2					S12		E E E E E E E E E E E E E E E E E E E
2				4			
					S13		
				×		<b>51</b>	S2
				Y		/ Τ	
				+			
				z			<u> </u>
Paramete	r						
Knoten	Stab		Querschnitt	Material	Winkel		
Nr.	Nr.	Status	Bezeichnung	Bezeichnung	["]	Priorität	Kommentar
2	1	Hauptstab	Rechteck 100/200	Brettschichtholz GL24h			
	2	Hauptstab	Rechteck 100/200	Brettschichtholz GL24h			
	3	Hauptstab	Rechteck 100/200	Brettschichtholz GL24h			
	4	Hauptstab	Rechteck 100/200	Brettschichtholz GL24h			
	5	Hauptstab	Rechteck 100/200	Brettschichtholz GL24h			
	6	Hauptstab	Rechteck 100/200	Brettschichtholz GL24h			
	7	Hauptstab	Rechteck 100/200	Brettschichtholz GL24h			
	8	Hauptstab	Rechteck 100/200	Brettschichtholz GL24h			
	9	Hauptstab	Rechteck 100/200	Brettschichtholz GL24h			
	10	Hauptstab	Rechteck 100/200	Brettschichtholz GL24h			
	11	Hauptstab	Rechteck 100/200	Brettschichtholz GL24h			
	12	Hauptstab	Rechteck 100/200	Brettschichtholz GL24h			
	13	Hauptstab	Rechteck 100/200	Brettschichtholz GL24h			
	14	Hauptstab	Rechteck 100/200	Brettschichtholz GL24h			

Bild 9.19: Anschluss vieler Stäbe mit Status Hauptstab

## 9.3 Belastung

Die Eingabe der Belastung bzw. Schnittgrößen ist im Kapitel 2.3 auf Seite 15 beschrieben.

## 9.4 Lasteinwirkungsdauer und Nutzungsklasse

Die feuchtigkeitsabhängige Festigkeitsänderung des anisotropen Baustoffs Holz wird über die Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) und die Nutzungsklasse (NKL) erfasst.

	A	B	С	Nutzungsklasse (NKL)
as-			Klasse der Lasteinwirkungsdauer	
g	Bezeichnung	Belastungstyp	KLED	Stabsätze
1 Eiger	ngewicht und Aufbau	Ständig	Ständig	
2 Schn	ee	Nutzlasten	Kurz	NKL: 2 🔻
3 Wind	in +X	Wind	Kurz	
Wind	in +Y	Wind	Kurz	O Unterschiedlich
Beme	essungsschnittgrößen	-	Ständig	
2 Beme	essungsschnittgrößen 2	-	Lang	Nutrin and James 1.
3 Beme	essungsschnittgrößen 3	-	Mittel	Nutzungsklasse 1:
4 Beme	essungsschnittgrößen 4	-	Kurz	Gesamtholzfeuchte 5-15 %.
			Kurz / Sehr kurz	Nadelhölzer < 12 %
			Sehr kurz	Naucilloizer 2 12 76.
				Reispiels
				beispiel:
				Allseitig geschlossene Gebäude
				und beheizte Bauwerke
				Nutzungsklasse 2:
				Gesamtholzfeuchte 10-20 %. Mittlere
				Holzfeuchte der meisten
				Nadelhölzer ≤ 20 %.
				Beispiel:
				Überdachte offene Bauwerke
				Nutzungsklasse 3:
				Gesamtholzfeuchte 12-24 %.
				Beispiel:
				Frei der Witterung ausgesetzte
				Bauteile

Bild 9.20: Maske 1.4 Lasteinwirkungsdauer und Nutzungsklasse

## Belastung

Es sind alle Einwirkungen aufgelistet, die in Maske *1.3 Belastungen* für die Nachweise ausgewählt wurden. Bei Kombinationen werden auch die enthaltenen Lastfälle angegeben.

### Bezeichnung

Die Lastfallbezeichnungen erleichtern die Klassifizierung.

### Belastungstyp

Diese Spalte zeigt die Einwirkungstypen der Lastfälle an, wie sie beim Erstellen in RFEM bzw. RSTAB festgelegt wurden. Sie bilden die Grundlage der Voreinstellungen in der folgenden Spalte.

### Klasse der Lasteinwirkungsdauer KLED

Für die Nachweise sind die Lasten und deren Überlagerungen bestimmten Klassen der Lasteinwirkungsdauer zuzuweisen. Die Klassifizierung von Einwirkungen ist in [2] Tabelle 2.1 geregelt.

Klasse der Lasteinwirkungsdauer KLED	
Mittel	-
Ständig	
Lang	
Mittel	
Kurz	
Kurz / Sehr kurz	
Sehr kurz	
	_

Nat. Anhang...

Bei Lastfällen und Ergebniskombinationen kann die Lasteinwirkungsdauer über die Liste geändert werden. Bei Lastkombinationen und *Oder*-Ergebniskombinationen nimmt RF-/JOINTS die Klassifizierung automatisch unter Berücksichtigung der jeweils führenden Einwirkung bzw. der enthaltenen Lastfälle vor.

Die Klasse der Lasteinwirkungsdauer wird für die Ermittlung des Modifikationsbeiwerts k<sub>mod</sub> benötigt, der die Festigkeitseigenschaften des Materials beeinflusst (siehe [2] Tabelle 3.1). Die Beiwerte k<sub>mod</sub> können im Dialog *Einstellung des Nationalen Anhangs* überprüft und bei Bedarf angepasst werden (siehe Bild 2.19, Seite 19).

## Nutzungsklasse (NKL)

Die Einteilung in Nutzungsklassen ermöglicht es, Festigkeitskennwerte unter Berücksichtigung der Umweltbedingungen zuzuordnen. Die Nutzungsklassen sind z. B. in [2] Abschnitt 2.3.1.3 geregelt.

Ċ,

Als Voreinstellung sind alle Stäbe der gleichen Nutzungsklasse zugewiesen. Um Objekte in verschiedene Nutzungsklassen einzuteilen, ist das Auswahlfeld *Unterschiedlich* zu aktivieren. Über die Schaltfläche 📷 kann dann folgender Dialog aufgerufen werden.

täbe den jeweiligen Nutzungsklassen zuordnen						
Nutzungsklasse 1 Stab Nr.: 75-78	<ul> <li>Nutzungsklasse 1: Gesamtholzfeuchte 5-15 %. Mittiere Holzfeuchte der meisten Nadelhölzer ≤ 12 %.</li> <li>Beispiel: Allseitig geschlossene Gebäude und beheizte Bauwerke</li> </ul>					
Nutzungsklasse 2 Stab Nr.: 105, 106, 108, 109, 113, 116, 117	<ul> <li>Nutzungskässe 2: Gesamtholzfeuchte 10-20 %. Mittlere Holzfeuchte der meisten Nadelhölzer ≤ 20 %.</li> <li>Beispiel: Überdachte offene Bauwerke</li> </ul>					
Nutzungsklasse 3 Stab Nr.:	Nutzungsklasse 3: Gesamtholzfeuchte 12-24 %. Beispiel: Frei der Witterung ausgesetzte Bauteile					
9	OK Abbrechen					

Bild 9.21: Dialog Stäbe den jeweiligen Nutzungsklassen zuordnen

Die Stäbe können hier individuell in Nutzungsklassen eingeteilt werden. Die Schaltflächen neben den Eingabefeldern erleichtern die Zuweisung. Sie bedeuten:

Schaltfläche	Funktion
<b>\$</b>	Ermöglicht die grafische Auswahl der Stäbe im RFEM/RSTAB-Arbeitsfenster
	Weist alle Stäbe dieser Nutzungsklasse zu
9	Weist alle noch nicht zugeteilten Stäbe dieser Nutzungsklasse zu

Tabelle 9.4: Schaltflächen im Dialog Stäbe den jeweiligen Nutzungsklassen zuordnen



## 9.5 Geometrie

In Maske 1.5 Geometrie sind die Stahlblech- und Verbindungsmittelparameter zu definieren.

.5 Geometrie				
Stahlbleche				
Anzahl der Stahlbleche		npl 2		í
Stahlblechdicke		tpl 10.0	mm	
Abstand der Stabdübel zum Blechrand		e1 24.0	mm	
Lochbreite gleich Blechdicke	ti=tы			
Schlitzbreite für Stahlblech	tsi 11.0	mm	Z	
Seitenplatten				d <sub>st</sub>
Gleichmäßige Verteilung der Platten über der	Stabbreite			
Abstand zwischen den Blechen im Stab		ti 40.0	mm	n <sub>z</sub>
Verbindungsgeometrie 52   Hauptstab Einstellungen für Stabdübelgruppe	• •			
Form		Rechteck		
Durchmesser	det	12 (	mm	
Holzstopfenlänge	lolug	0.0	mm	n <sub>x</sub>
Stabdübellänge	Ist	160.0	mm	
Anzahl der Dübelspalten (x-Richtung)	n dx	4		
Anzahl der Dübelreihen (z-Richtung)	n dz	3		Z
Versetzte Reihen				
Auslegung Stabdübel		Minimaler Randabstand		
Ausrichtung von Zeilen und Spalten		Basis		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
Verbindung verstärkt mit Schrauben (nef = n)				
			<b>*</b>	

Bild 9.22: Maske 1.5 Geometrie

Diese Maske ist zweigeteilt: Links werden die Eingabeparameter des Anschlussknotens angezeigt; rechts sind diese durch Grafiken erläutert. Die obere Grafik zeigt eine Systemskizze des aktuellen Parameters, die untere Grafik eine 3D-Visualisierung des Knotens.

Die Grafik-Schaltflächen sind in Tabelle 3.1 auf Seite 21 erläutert.

### Stahlbleche

In diesem Abschnitt können die Eigenschaften der Stahlbleche festgelegt werden. Dabei ist Folgendes zu beachten.

- Es ist eine maximale Anzahl von fünf Schlitzblechen möglich.
- Die Stahlblechdicke muss zwischen 1 mm (bei Nägeln) und 40 mm liegen (bei SFS: 3 mm).
- Der Abstand der Verbindungsmittel zum Blechrand muss den Normanforderungen genügen, damit die Lochleibungsnachweise erfüllt werden (siehe [1], Tabelle 3.3 und 3.4).
- Im Regelfall ist die Schlitzbreite gleich der Blechdicke. Falls die Verbindung mit Toleranzen gefertigt wird, kann die Schlitzbreite um maximal 1 mm vergrößert werden. Bei Verwendung des SFS intec-Systems ist der Grenzwert von 2 mm einzuhalten. Für die Berechnung macht diese Einstellung allerdings keinen Unterschied, da hier lediglich Geometriebeschränkungen abgefragt werden.
- Die Bleche können auch als *Seitenplatten* ausgeführt werden. Hierzu sind mindestens zwei Schlitzbleche vorzusehen.

Geänderte Schlitzblechausführungen werden in der Grafik dynamisch visualisiert.

#### 9 Holz - Stahl zu Holz

Wenn mehr als ein eingeschlitztes Stahlblech verwendet wird, besteht u. U. ein Problem bei der Generierung der vorherrschenden Versagensmechanismen gemäß [2] Abschnitt 8.2.3, Bild 8.3. Der vorherrschende (maßgebende) Versagensmechanismus der Verbindungsmittel in der entsprechenden Fuge muss mit jedem anderen verträglich sein. Die Kombination der Versagensmechanismen (c), (f) und (j/l) mit anderen Versagensmoden ist damit nicht zulässig.

Q



Bild 9.23: Versagensmechanismen gemäß [2] Bild 8.3

Für den Fall von mehr als einem eingeschlitzen Blech müssen die Versagensmodi dünner und dicker Bleche ausgewertet werden.

Die Tragfähigkeit dünner Bleche ergibt sich aus den Versagensmodi f/g/h und j/k.

$$F_{v,Rk,thin} = \min(f;g;h) + \min(f;g;h) + (\text{Scherfugen} - 2)\min(j;k)$$
(9.1)

Bei dicken Blechen aus den Modi I und m.

$$F_{v,Bk,thick} = (Scherfugen)min(l;k)$$
(9.2)

Zwischen den Tragfähigkeiten dünner und dicker Bleche wird im weiteren interpoliert. Werte:

$$A_{Start} = 0.5$$

$$A_{End} = 1$$

$$X = t_{pl}/d_i$$

$$B_{Start} = F_{v,Rk,thin}$$

$$B_{End} = F_{v,Rk,thick}$$
BEnd
FvRk
BStart
AStart X AEnd

Bild 9.24: Interpolation Tragfähigkeiten

RF-/JOINTS überprüft stets die Lochleibung im inneren und äußeren Schnitt einer mehrschnittigen Verbindung. Für die Schnitte am äußeren Rand der Bleche werden die Versagensmechanismen (f), (g) und (h) kontrolliert – sowohl für dicke als auch dünne Stahlbleche. Die Modi gemäß [2] Gleichung (8.9) und (8.10) sind zu diesen identisch.

Am Mittelteil werden die Versagensfälle gemäß [2] Gleichung (8.12) und (8.13) untersucht. Auch hier wird nach dicken Stahlblechen mit den Fällen (I), (m) und dünnen Stahlblechen mit den Fällen (j), (k) unterschieden.



Bild 9.25: Versagensmechanismen: grün gestrichelt (f), (g) und (h); violett gestrichelt (l), (m) oder (j), (k)

RF-/JOINTS ermittelt stets die maßgebende Versagensform in der jeweiligen Fuge. Sollte bei einem dünnen Blech an den inneren (violetten) Scherfugen der Versagensmechanismus (j) maßgebend und in den äußeren (grünen) Scherfugen der Mechanismus (g) sein, so ist die Berechnung nicht möglich. Wenn jedoch der Mechanismus (f) maßgebend wäre, könnte die Berechnung erfolgen.

#### Verbindungsgeometrie



Rechteck Rechteck Kreis In diesem Abschnitt wird das Verbindungsmittelbild über Parameter beschrieben. Die Angaben sind für jeden Stab gesondert vorzunehmen. Über die Liste oder die Schaltflächen **Mehr** kann zwischen den einzelnen Stäben gewechselt werden. Für die jeweiligen Kategorien (Stabdübel, Bolzen, Nägel, Schrauben) sind unterschiedliche Durchmesser und Abstände möglich.

- Die Form der Verbindungsmittelgruppe kann als Rechteck oder Kreis definiert werden.
- Der Durchmesser der Verbindungsmittel ist innerhalb der jeweils zulässigen Grenzen wählbar. Bei Stabdübeln beträgt der Mindestdurchmesser 6 mm, bei Schrauben 1,8 mm. Falls in Maske 1.1 das SFS intec-Befestigungssystem festgelegt wurde, sind 7 mm eingestellt. Eine Kombination verschiedener Durchmesser ist möglich (siehe Kapitel 16.4.3.11, Seite 183).
- Soll die Länge des Stabdübels kürzer sein als die Querschnittsbreite (z. B. für Brandschutz), so ist die *Holzstopfenlänge* einzutragen. Die Länge des Stabdübels wird dadurch automatisch reduziert. Bei Nägeln und Schrauben wird die Nagel- bzw. Schraubenlänge einseitig verkürzt.

#### Form der Verbindung

Stabdübel-, Bolzen-, Schrauben- und Nagelverbindungen können kreisförmig oder rechteckig ausgeführt werden.

Bei einer kreisförmigen Anordnung ist die *Anzahl der Kreise* durch die Querschnittshöhe begrenzt. In den Eingabezeilen kann die *Anzahl der Verbindungsmittel pro Kreis* festgelegt werden.

Einstellungen für Stabdübelgruppe			
Form		Kreis	
Durchmesser	dst	20.0	mm
Holzstopfenlänge	Iplug	0.0	mm
Stabdübellänge	Ist	140.0	mm
Anzahl der Kreise	ncr	3 🗄	
Anzahl der Stabdübel pro Kreis 1	Ndw,1	6	
Anzahl der Stabdübel pro Kreis 2	ndw,2	6	
Anzahl der Stabdübel pro Kreis 3	Ndw,3	6	
Auslegung Stabdübel		Minimaler Randabstand	
Verbindung verstärkt mit Schrauben (nef = n)			
Einstellungen für Stab			
Faser parallel zu		Stabachse	

Bild 9.26: Anzahl der Dübelkreise festlegen



#### 9 Holz - Stahl zu Holz

 $d_{\text{Ker}}$ 

Bei einer kreisförmigen Anordnung gilt zudem die Bedingung gemäß [6], dass der Radius des Kreises sechsmal größer als der Verbindungsmittel-Durchmesser sein muss. Im Programm wird dieses Kriterium über die Höhe des am weitesten vom Mittelpunkt entfernten Verbindungsmittel überprüft.

$$_{n,\max} = \frac{\frac{h}{6} \cdot \sin 60}{1 + \sin 60} \tag{9.3}$$

Q

Dübelkreis-Mindestradius

Bei einer rechteckigen Anordnung der Stabdübel ist die *Anzahl* der Verbindungsmittel in x-Richtung und in z-Richtung anzugeben.

Einstellungen für Stabdübelgruppe			
Form		Rechteck	
Durchmesser	dst	10.0	mm
Holzstopfenlänge	Iplug	0.0	mm
Stabdübellänge	Ist	280.0	mm
Anzahl der Dübelspalten (x-Richtung)	n dx	5 🗄	
Anzahl der Dübelreihen (z-Richtung)	n dz	3	
Versetzte Reihen		<b>V</b>	
Auslegung Stabdübel		Minimaler Randabstand	
Ausrichtung von Zeilen und Spalten		Basis	
Verbindung verstärkt mit Schrauben (nef = n)			

Bild 9.27: Anzahl der Dübelspalten festlegen

Es können auch *Versetzte Reihen* angeordnet werden, um das Rissverhalten des Anschlusses zu verbessern.

Die *Auslegung* kann auf den kleinstmöglichen Abstand der Verbindungsmittel untereinander oder den minimalen Randabstand abzielen. Zusätzlich sind benutzerdefinierte Abstände möglich.

Für die Ausrichtung der Verbindungsmittelspalten und -reihen bestehen folgende Möglichkeiten:

- Basis Orientierung am lokalen Stab-Koordinatensystem
- Gedreht Orientierung am globalen Koordinatensystem
- Schräg Orientierung an Rändern mit versetzten Reihen
- Benutzerdefiniert Freie Definition von Neigung und Drehung

Wird die *Verbindung verstärkt mit Schrauben* gegen Aufreißen gesichert, braucht die effektive Anzahl der Verbindungsmittel nicht reduziert werden. Die Parameter der Verstärkung sind dann gesondert zu definieren (siehe Seite 87).



Basis Basis Gedreht Schräg Benutzerdefiniert



Beim Anschlusstyp *Nur Hauptstab* kann der Stab unter einem beliebigen Winkel angeschnitten werden. Damit lässt sich beispielsweise der Anschluss an eine Stahlbetonwand realisieren.

g

Einstellungen für Stabdübelgruppe				
Form		Rechteck		
Durchmesser	dst	20.0	mm -	
Holzstopfenlänge	Iplug	3.0	mm -	
Stabdübellänge	Ist	134.0	mm	
Anzahl der Dübelspalten (x-Richtung)	n dx	5		
Anzahl der Dübelreihen (z-Richtung)	n dz	5		
Versetzte Reihen				
Auslegung Stabdübel		Minimaler Randabstand		
Ausrichtung von Zeilen und Spalten		Basis		
Verbindung verstärkt mit Schrauben (nef				
Einstellungen für Stab				
Schnittwinkel	δ	64.50 🛨	٠	
Biegung der Seitenstäbe vermeiden		V		

Bild 9.28: Schnittwinkel festlegen

Für die angeschlossenen Füllstäbe eines Trägers kann eine *Stabexzentrizität* definiert werden, die die Umrisse der Stäbe geometrisch erfasst. Das lokale Stab-Koordinatensystem ist in der Grafik dargestellt.

Einstellungen für Stabdübelgruppe				1
Form		Rechteck		
Durchmesser	dst	12.0	mm	
Stabdübellänge	Ist	200.0	mm	
Holzstopfenlänge	Iplug	0.0	mm	
Anzahl der Dübelspalten (x-Richtung)	n dx	4		
Anzahl der Dübelreihen (z-Richtung)	n dz	3		
Versetzte Reihen				
Auslegung Stabdübel		Minimaler Randabstand		
Ausrichtung von Zeilen und Spalten		Basis		
Verbindung verstärkt mit Schrauben (nef = n)				
Einstellungen für Stab				
Stabexzentrizität in X-Richtung	Х	0.0	mm	
Stabexzentrizität in Z-Richtung	Z	-100.0	mm	
Biegung der Seitenstäbe vermeiden		V		
				2
			Γ	Details - Liste de

Bild 9.29: Stabexzentrizität definieren

Mit der Option *Biegung der Seitenstäbe vermeiden* (siehe Bild 9.29) kann das zusätzliche Biegemoment infolge einer exzentrischen Lasteinleitung unterbunden werden. Das Programm setzt hierzu eine verminderte Zugtragfähigkeit der Anschlussstäbe an. Weitere Erläuterungen zu zugbeanspruchten Anschlüssen finden Sie in folgendem Fachbeitrag:

https://www.dlubal.com/de/support-und-schulungen/support/knowledge-base/001299

Details...

Die allgemeinen Parameter zur Reduzierung der Zugfestigkeit sind im Dialog *Detaileinstellungen*, Register *Holz* hinterlegt (siehe Bild 9.39, Seite 91).

#### Detaileinstellungen



Die Schaltfläche [Details] unten im Abschnitt (siehe Bild 9.29) ruft den Dialog *Detaileinstellungen* auf. Dort können Verbindungsmittel deaktiviert und die Durchmesser individuell angepasst werden.

9



Bild 9.30: Dialog Detaileinstellungen

Im Bild oben ist die Aktivität des Stabdübels Nr. 1 aufgehoben.

#### Verbindung verstärkt mit Schrauben

Um mit  $n_{ef} = n$  zu rechnen, können benutzerdefinierte Verstärkungen mit Schrauben definiert werden. Die Schraubenverstärkung ist für alle stiftförmigen Verbindungsmittel identisch.

Einstellungen für Stabdübelgruppe			
Form		Rechteck	
Durchmesser	dst	16.0	mm
Holzstopfenlänge	Iplug	0.0	mm
Stabdübellänge	lst	200.0	mm
Anzahl der Dübelspalten (x-Richtung)	ndx	5	
Anzahl der Dübelreihen (z-Richtung)	n dz	4	
Versetzte Reihen			
Auslegung Stabdübel		Minimaler Randab	
Ausrichtung von Zeilen und Spalten		Basis	
Verbindung verstärkt mit Schrauben (nef = n)			
Parameter der Verstärkung definieren		Automatisch 💌	
Auslegung der Verstärkung definieren		Automatisch	
Anzahl der verstärkenden Schrauben im Innen	n s,in	Manuell	
Anzahl der verstärkenden Schrauben im Außer	n <sub>s,out</sub>	1	
Schraubenverlängerung	lext	10.0	mm
Schraubenlänge	lef	246.0	mm
Nenndurchmesser	d	6.0	mm
Manuelle Definition des Kerndurchmessers			
Kemdurchmesser	d Kern	3.6	mm
Ermittlung von Ausziehfestigkeit		nach 8.7.2(4)	
Grenzfestigkeit des Verbindungsmittel	f <sub>u,b</sub>	70.00	kN/cm <sup>2</sup>

Bild 9.31: Verbindung verstärkt mit Schrauben

Bei der Automatischen Definition ist die Grenzzugfestigkeit der Schraube vorzugeben.



Für die Auslegung der Verstärkung können die Schrauben zwischen jedem stiftförmigen Verbindungsmittel *Gleich* oder nur an den *Rändern* der Verbindungsmittel-Gruppe angeordnet werden.



Bild 9.32: Schrauben zwischen jedem Dübel Gleich (links) oder nur für Ränder (rechts)

Die Anzahl der verstärkenden Schrauben pro Dübelspalte wird standardmäßig paarweise definiert. Dies entspricht zwei Schrauben bei einem Stahlblech, drei Schrauben bei zwei Blechen usw.

g

Die *Schraubenlänge* ist bis zur Achse des am weitesten vom Einschraubpunkt entfernten Verbindungsmittel vorgegeben. Es ist auch eine *Schraubenverlängerung* mit dem Wert I<sub>ext</sub> bis zum Rand des Querschnitts möglich. Die Schraubenlänge wird dabei automatisch berechnet.



Bild 9.33: Definition der Schraubenlänge



nach 8.7.2(5)

Der *Nenndurchmesser* der Schraube kann in der Liste ausgewählt oder direkt eingetragen werden. Die Bemessung der Schrauben wird gemäß [2] Abschnitt 8.7.2 in Richtung der Schraubenachse geführt.

Bei der automatischen Definition der Schraubenverstärkung ist anzugeben, ob die *Ermittlung der Ausziehfestigkeit* gemäß [2] Abschnitt 8.7.2(4) oder 8.7.2(5) erfolgen soll.

Die Berechnung des Ausziehwiderstands erfolgt damit entweder nach

Gleichung (8.38)

$$F_{\text{ax},\alpha,\text{Rk}} = \frac{n_{\text{ef}} f_{\text{ax},k} d l_{\text{ef}} k_d}{1,2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}$$
(9.4)

oder Gleichung (8.40a)

$$F_{\text{ax},\alpha,\text{Rk}} = \frac{n_{\text{ef}} f_{\text{ax},k} d l_{\text{ef}}}{1,2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \left(\frac{\rho_k}{\rho_a}\right)^{0,8}$$
(9.5)

Da in [2] keine Angaben über die *Grenzfestigkeit des Verbindungsmittels* vorliegen, muss der Wert f<sub>u,b</sub> benutzerdefiniert festgelegt werden. Die Schraubenzugfestigkeit wird mit dem *Kerndurchmesser* der Schraube berechnet.

$$f_{\text{tens,k}} = f_{\text{u,k}} \left(\frac{d_{\text{Kern}}}{2}\right)^2 \pi \tag{9.6}$$

Die Schraubenwirkung wird als getrennt wirkend angenommen. Daher ist  $n = n_{ef}$  und somit  $F_{t,Rk} = n_{ef} f_{tens,k}$ . Dieser Nachweis der Zugfestigkeit wird im Modul mit der Nummer 6201 geführt.

Der Ausziehwiderstand der Schraube aus dem Holz wird im Nachweis 6200 bei der automatischen Definition mit Gleichung (8.38) bzw. (8.40) nachgewiesen (siehe oben).

Bei der manuellen Schraubenbemessung können die Durchziehtragfähigkeit und die Zugfestigkeit der Schraube frei vorgegeben werden.

Bei der **Ermittlung der Schraubenbeanspruchung** wird die resultierende Kraft F<sub>res</sub> in jeder Schraube über die Kraft F<sub>res</sub> in jedem Verbindungsmittel ausgerechnet. Die Kraft wird im Nachweis *6010* angezeigt (siehe Bild 9.34). Für die Schraubenbemessung wird die maximale Kraft in vertikaler Richtung F<sub>res,z</sub> des Stabes verwendet.

Nachweisdetails - Knoten Nr. 4						
Schnittgrößen						
Hauptstab, 3						
Normalkraft	N	8.000	kN		Ξ	
- Querkraft	Vz	5.000	kN			/ 10.390
Biegemoment	My	-10.0000	kNm			
Kraft / Verbindungsmittel						4.504
Stabdübel-Nr.		1				11.033
Koordinate	x	-165.00	mm			3.620
Koordinate	Z	60.00	mm			5.836 5.175
- Resultierende Kraft	Fres	11.033	kN			5.116 🚙 🖉
<ul> <li>Resultierende Stabdübelverformung</li> </ul>	dres	0.61	mm			
- Kraft-Faserwinkel	α	66.24	۰			9.901
Ausnutzung	η	1.299				
Stabdübel-Nr.		2				
Koordinate	x	-165.00	mm			Belastung: LE2 [kN]
Koordinate	Z	-60.00	mm			Doubtang. E. 2 Juni
Resultierende Kraft	Fres	10.390	kN		Ŧ	🔝 📅 🕱 🖾 🕰 🏹

Bild 9.34: Maximale Kraft jedes Stabdübels

Bei einem eingeschlitzten Stahlblech wird die Kraft jedes Stabdübels links und rechts des Blechs von je einer Schraube aufgenommen. Daher wird diese Kraft durch zwei geteilt und gemäß [7] mit 0,3 multipliziert. Damit erhält man  $F_{res,0.3}$ .

Für die Kraft F<sub>notch</sub> wird F<sub>res</sub> (bereits durch zwei geteilt) nochmal durch 4 geteilt (exemplarisch für ein eingeschlitztes Blech mit zwei Schrauben pro Stabdübel). Folglich funktioniert diese Aufteilung wie aufgezeigt auch nur für die Anordnung *Gleich* (siehe Bild 9.32).

Die zur Bemessung der Schrauben verwendete Kraft ist damit:

$$F_{k,split} = F_{res,0.3} + F_{notch}$$
(9.7)



Details.

Bei der Ermittlung der Kräfte in einer Schraube ist zu beachten, dass für die Bemessung nur resultierende Kräfte verwendet werden, die unter einem Winkel kleiner als 30° angreifen. Wenn auch Lasten berücksichtigt werden sollen, die unter einem steileren Winkel ansetzen, kann der Grenzwinkel im Dialog *Detaileinstellungen*, Register *Holz* angepasst werden (siehe Bild 9.39, Seite 91).

#### Einstellungen

$\overline{{\mathbb V}}$ Reduzierung des Verschiebungsmoduls K $_{\text{u}}$ mit $\gamma_{\text{M}}$
Nach 3.2(3) für Vollholz mit h < 150 mm (Biegung) oder max (b,h) < 150 mm (Zug)
■ Nach 3.3(3) für Brettschichtholz. Flachkant-Biege- beanspruchung (My) mit h < 600 mm (Biegung) oder b < 600 mm (Zug)
Nach 5.1.3(1) EN 14080 für Brettschichtholz t $\leq$ 40 mm (M $_{\rm Y}$ )
t: [mm]
Grenzwinkel für Versteifungsnachweis nach EN 1995-1-18.7.2
αι: 30.00 💌 [*]
Bild 9.35: Grenzwinkel anpassen

## 9.6 Details

Details..

Im Dialog *Detaileinstellungen* lassen sich weitere Vorgaben für die Bemessung treffen. Dieser Dialog ist in jeder Eingabemaske über die Schaltfläche [Details] zugänglich.

## Allgemein

Detaileinstellungen	×
Allgemein Holz	
Generierung am Tragwerksmodell	Einstellungen
Stabexzentrizität generieren	Vereinfachte Ergebnisse (für schnellere Berechnung)
Aus diesem Modul generierte Exzentrizitäten löschen	
Verbindungsmodell (Anschluss oder Gelenk) generieren	
Aus diesem Modul generierte Verbindungen löschen	
	OK Abbrechen

Bild 9.36: Dialog Detaileinstellungen, Register Allgemein

#### **Generierung am Tragwerksmodell**

Die Exzentrizitäten und Anschlüsse, die aufgrund der Geometrieparameter von RF-/JOINTS vorliegen, lassen sich auch für die Modellierung nutzen. Über die Kontrollfelder *Stabexzentrizität generieren* und *Verbindungsmodell generieren* ist der Export dieser spezifischen Stabinformationen nach RFEM bzw. RSTAB möglich. Dort wird jedoch kein weiteres statisches Modell erzeugt. Vielmehr werden beim Starten der RF-/JOINTS-Berechnung die Exzentrizität und Verbindung als Stabeigenschaft nach RFEM/RSTAB übergeben und in RFEM auch Knotenfreigaben erzeugt. Diese Informationen sind in den RSTAB-Tabellen 1.4 Stabendgelenke und 1.5 Stabexzentrizitäten bzw. den RFEM-Tabellen 1.14 Stabendgelenke, 1.15 Stabexzentrizitäten, 1.24 Knotenfreigaben und 1.30 Anschlüsse zu finden. Mit dem geänderten Modell werden dann die Schnittgrößen für die Nachweise ermittelt.



Exportmöglichkeiten bestehen für alle Stäbe, für die Exzentrizitäten und Gelenke definiert werden können. Falls im Modell bereits Stäbe mit Gelenken oder Fachwerkstäbe vorliegen, würden die zusätzlichen Anschlussgelenke zu Instabilitäten bei der Berechnung führen. Vor dem Schließen des Dialogs erscheint daher ein entsprechender Hinweis.



Bild 9.37: Hinweis für Modellierung

Die generierten Exzentrizitäten beispielsweise können im RFEM/RSTAB-Dialog *Stabexzentrizät bearbeiten* überprüft werden. Es ist jedoch nicht möglich, die Werte zu ändern.

g

Stabexzentrizität bearbeiten		X	
Stabexzentrizität Nr.		Absoluter Versatz	
Absoluter Versatz	Relativer Versatz	Y X Ey	
Bezugssystem: Lokal x, y, z Global X, Y, Z Stabanfang I ei, x 0.0 [1] [mm]	Querschnittsanordnung:		
ei, Y 0.0 (mm) ei, Z -160.0 (mm) V (M) Stabende j	anderen Stabes Stab Nr.; 1 • 1	Axialer Versatz	
ej, x 0.0 + [mm] ej, y 0.0 + [mm] ej, z 0.0 + [mm]	Axialer Versatz von		
	angrenzenden Stäben in: Stabanfang Stabende	Kommentar Generiert von RF-JOINTS, Fall Nr. 3.	
		OK Abbrechen	

Bild 9.38: Generierte Stabexzentrizität in RFEM bzw. RSTAB

#### Einstellungen

Die Option Vereinfachte Ergebnisse ist zu empfehlen, wenn viele Lastkombinationen untersucht werden sollen. In den Ergebnismasken wird dann nur eine Zusammenfassung der maßgebenden Ergebnisse angezeigt. Dadurch wird nicht nur die Berechnung, sondern auch die Auswertung der Ergebnisse beschleunigt.

### Holz

Detaileinstellungen	×
Allgemein Holz	
Bemessungswert-Einstellung	Einstellungen
Bemessungswert mittels Bearbeitung der charakteristischen Beanspruchbarkeit F v, Rk erstellen	$\overrightarrow{{\bf V}}$ Reduzierung des Verschiebungsmoduls K $_{u}$ mit $\gamma_{M}$
Bemessungswert mittels Bearbeitung der charakteristischen Lochleibungsfestigkeit f.h. k und des charakteristischen Streckmomentes des Verbindungsmittels My, Rk     Bemessungswert mittels Tragfähigkeit des Einzelstabdübels pach DNL EN 1005 1 1 NAV302 08 VICI NA 2.5 pachtellen	<ul> <li>Nach 3.2(3) für Vollholz mit h &lt; 150 mm (Biegung) oder max (b,h) &lt; 150 mm (Zug)</li> <li>Nach 3.3(3) für Brettschichtholz. Flachkant-Biege- beanspruchung (M<sub>y</sub>) mit h &lt; 600 mm (Biegung)</li> </ul>
URCH DTM EIN 1222-1-11/0415012-00 IACT IAN'0'S'S ELSTEIREN	oder b < 600 mm (Zug) Nach 5.1.3(1) EN 14080 für Brettschichtholz t ≤ 40 mm (M <sub>Y</sub> )
Reduzierung der Holzzugfestigkeit	t : [mm]
Abminderung des Bemessungswertes der Zugtragfähigkeit gemäß DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 NCI NA.8. 1.6	Grenzwinkel für Versteifungsnachweis nach EN 1995-1-1 8.7.2
Nicht vorgebohrte Nägel, Schrauben 0.40 👘 [-] und Bolzen gemäß (NA. 1)	αι: 30.00 👘 [*]
Vorgebohrte Nägel und Stabdübel mit Ver- hinderung der Verkrümmung gemäß (NA.2)	
Vorgebohrte Nägel und Stabdübel ohne Ver- hinderung der Verkrümmung gemäß (NA. 4)	
	OK Abbrechen

Bild 9.39: Dialog Detaileinstellungen, Register Holz

#### **Bemessungswert-Einstellung**

Wird der Bemessungswert durch *Bearbeitung der charakteristischen Beanspruchbarkeit*  $F_{v,Rk}$  erzeugt, so wird die Tragfähigkeit mit den Faktoren k<sub>mod</sub> und  $\gamma_{M}$  an das semiprobabilistische Sicherheitskonzept angepasst.

Der Bemessungswert der Tragfähigkeit je Dübel und Schlitzblech ist dann:

$$F_{\rm v,Rd} = k_{\rm mod} \cdot \frac{F_{\rm v,Rk}}{\gamma_{\rm M}} \tag{9.8}$$

Alternativ kann der Bemessungswert durch Bearbeitung der charakteristischen Lochleibungsfestigkeit  $f_{h,k}$  und des charakteristischen Streckmoments des Verbindungsmittels  $M_{y,Rk}$  gebildet werden. Die Lochleibungsfestigkeit und das Fließmoment werden in diesem Fall mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten angepasst.

Lochleibungsfestigkeit Holz:

$$F_{\rm h\alpha,d} = k_{\rm mod} \cdot \frac{f_{\rm h\alpha,k}}{\gamma_M}$$
(9.9)

Fließmoment des Stabdübels:

$$M_{\rm y,Rd} = \frac{M_{\rm y,Rk}}{\gamma_{\rm M0}} \tag{9.10}$$

Bei der dritten Möglichkeit wird der Bemessungswert durch die *Tragfähigkeit des Einzelstabdübels* unter Berücksichtigung der Mindestholzdicke bestimmt. Diese Methode ist nur im Deutschen Anhang zu [2] geregelt. Es wird die Mindestholzdicke gemäß Gleichung (NA.116) überprüft und dann der Nachweis der Tragfähigkeit nach Gleichung (NA.115) geführt. Diese Vorgehensweise entspricht einem recht vereinfachten Nachweis. Werden die Versagenskriterien gemäß JOHANSEN [8] überprüft, so erübrigt sich dieser Nachweis.

#### Reduzierung der Holzzugfestigkeit

Ist die Option Abminderung des Bemessungswerts der Zugtragfähigkeit aktiviert, wird beim Nachweis für Biegung und Druck gemäß [2] Abschnitt 6.2.3 die Zugfestigkeit des Holzes abgemindert. Diese Reduzierung kann entfallen, wenn die Verwölbung der Verbindung z. B. durch einen Passbolzen verhindert wird.

Für Nägel und Schrauben sind gemäß u. a. Deutschem Anhang zu [2] gesonderte Abminderungen erforderlich. Die Beiwerte können hier separat definiert werden.



Für jeden Anschlussstab kann separat festgelegt werden, ob die Reduzierung berücksichtigt werden soll (siehe Bild 9.29, Seite 86).

#### Einstellungen

Die Option *Reduzierung des Verschiebungsmoduls* reduziert die vom Modul ermittelte Steifigkeit des Anschlusses durch den Material-Teilsicherheitsbeiwert.

Mit den Kontrollfeldern *Nach 3.2(3) für Vollholz, Nach 3.3(3) für Brettschichtholz* und *Nach 5.1.3(1) für Brettschichtholz* lassen sich die Biege- und Zugfestigkeiten für die Nachweise erhöhen. Die Bedingungen und Beiwerte k<sub>h</sub> sind in den entsprechenden Normabschnitten [2] geregelt.

Das Eingabefeld *Grenzwinkel* regelt, welche Kraft einer optionalen Schraubenverstärkung zugewiesen wird (siehe Seite 89). Mit der Standardeinstellung werden nur Kräfte berücksichtigt, die unter einem flacheren Winkel als 30° im jeweiligen Verbindungsmittel angreifen.

# 10 Holz - Holz zu Holz

Dieses Kapitel beschreibt die Masken, die speziell für das Modul **RF-/JOINTS Holz - Holz zu Holz** relevant sind. Die allgemeinen Eingabeparameter sind im Kapitel 2 erläutert.

2

Die Eingabemasken des Zusatzmoduls sind zugänglich, wenn das Material *Holz* und die Anschlussgruppe *Holz-Holzverbindung* ausgewählt werden.

Material	
🔿 Stahl	
Holz	
Anaphunangunna	
Anschussgruppe	
Holz-Holzverbindung	~
·	

Bild 10.1: Zusatzmodul RF-/JOINTS Holz - Holz zu Holz



Das Modul setzt generell einen gelenkigen Anschluss der angeschlossenen Stäbe voraus.



Lasteinwirkungsdauer und Nuta

Basisangaben Knoten und Stäbe Belastungen

Geometrie

Die Eingaben beziehen sich immer auf den Bemessungsfall, der links oben im Navigator eingestellt ist. Zum Wechseln des Bemessungsfalls klicken Sie einfach den relevanten Listeneintrag an.

Wenn im Navigator die Einträge *Lasteinwirkung und Nutzungsklasse* und *Geometrie* fehlen, so überprüfen Sie in Maske *1.2 Knoten und Stäbe*, ob die Randbedingungen des Knotens korrekt sind und Lastfälle für die Bemessung vorliegen. Es kann z. B. erforderlich sein, den Status der anschließenden Stäbe anzupassen (siehe Bild 10.8, Seite 96).

## 10.1 Basisangaben

Material   ○ Slahl   ● Holz     Anschlussgruppe   Holz Holzverbindung   ● ●   ●	l.1 Basisangaben		
O Stahl   ● Hdz     Anschlussgruppe   Hdz     Anschlusskategorie   Schräge Schrauben     Anschlusstyp     Steht     Anschlusstategorie     Schräge Schrauben     Anschlusstategorie     Schräge Schrauben     Anschlusstategorie     Schräge Schrauben     Matchlusstategorie     Steht     Anschlusstategorie     Schräge Schrauben     Image Schrauben <th>Material</th> <th>Nach Norm / Nationaler Anhang</th> <th></th>	Material	Nach Norm / Nationaler Anhang	
<ul> <li>Hole</li> <li>Anschlussgruppe</li> <li>HolekHolzverbindung</li> <li>Mindesteindringtefe überprüfen</li> <li>tper.min 2</li> <li>I</li> <li>I</li></ul>	🔿 Stahl	EN 1995-1-1 V IDIN:2013-08 V	
Anschlussgruppe HobeHolzvetbindung Anschlusstategorie Schriege Schreuben Schriege Schreuben Sem zur Seite Tempfolge Anschritt - Hauptstab Rangfolge Anschritt - Hauptstab Momentar Kommentar	Holz	Y 💀 7	
Holz-Holzverbindung     Midezteidningtiefe überprüfen     Anschlusskategorie     Schräge Schräuben     Anschlusstyp     Stim zur Seite     Stim zur Seite     Stim Zur Seite     Rangfolge Anschnit - Hauptstab     Kommentar     Kommentar	Anschlussgruppe	Zusätzliche Einstellungen	
Image: Schrauben   Schräge Schrauben   Image: Schräuben   Image: Schräuben <t< td=""><td>Holz-Holzverbindung <math>\checkmark</math></td><td>Mindesteindringtiefe überprüfen</td><td>Í</td></t<>	Holz-Holzverbindung $\checkmark$	Mindesteindringtiefe überprüfen	Í
Anschlusskategorie Schräge Schrauben Anschlusstyp Stim zur Seite Stim Zur Seite Rangfolge Anschnit - Hauptstab Kommentar Kommentar	···· ·	tpen,min≥ 6 💌 *d	S
Schräge Schrauben     Image: Schräge Schrauben     Anschlusstyp     Stim zur Seite     Image: Schräge Schräuben     Image: Schräge Schräuben     Stim zur Seite     Image: Schräge Schräuben     Stim zur Seite     Image: Schräge Schräuben     Stim zur Seite     Image: Schräge Schräuben     Image: Schräge Schräuben     Image: Schräuben Schräuben	Anschlusskategorie		
Anschlusstyp   Stim zur Selte   Image: Construction of the sele of	Schräge Schrauben 🗸		<b>S P</b>
Anschlusstyp Stim zur Seite Stim zur Stim z			Q z
Stim zur Seite     Image: Stim zur Seite <	Anschlusstyp		
Rangfolge Anschritt - Hauptstab	Strn zur Seite V		Bemessung von direkten Verbindungen nach EN 1995-1-1
Kommentar	Rangfolge Anschnitt - Hauptstab		
		Kommentar	
		~	

Bild 10.2: Maske 1.1 Basisangaben

### Anschlusskategorie

Anschlusskatego	ie				
Schräge Schraub	ien			$\sim$	
$\times$		Ţ	gaaaaaa		
Bild 10 3	Anschlu	cckato	aorio		

Bild 10.3: Anschlusskategorie

Als Holz-Holz-Anschlusskategorie ist zurzeit nur das Verbindungsmittel *Schräge Schrauben* verfügbar.

## Anschlusstyp



Es stehen folgende Anschlusstypen zur Auswahl:

Bild 10.4: Anschlusstyp



Nur Hauptstab	Befestigung eines Stabes an ein vorhandenes Bauteil (oder auch beliebig vieler Stäbe) unter einem beliebigen Winkel
Stirn zur Seite	Anschluss von einem Diagonalstab an einen durchlaufenden Träger ( <i>Hauptstab</i> und <i>Durchlaufträger</i> )
Stirn zur Stirn	Freie Definition eines Knotens mit einem anschließenden Stab



## **Rangfolge Anschnitt - Hauptstab**

Rangfolge Anschnitt - Hauptstab

Bild 10.5: Rangfolge Anschnitt - Hauptstab

Dieser Abschnitt ist nur für den Anschlusstyp *Stirn zur Stirn* zugänglich. Bei einem geneigten Nebenstab kann der Anschluss symmetrisch oder unsymmetrisch erfolgen (vgl. Bild 9.6, Seite 73).

Symmetrischer Anschluss unter einem Winkel von 45°
Hauptstab rechtwinklig zur Stabachse abgeschnitten
Nebenstab rechtwinklig zur Stabachse abgeschnitten

Tabelle 10.2: Anschlussmöglichkeiten Hauptstab

## Nach Norm / Nationaler Anhang

Nach Norm / Nationa	aler Ar	nhang	
EN 1995-1-1	$\sim$	<b>DIN: 2013-08</b>	$\sim$
		<b>*</b>	7

Bild 10.6: Abschnitt Nach Norm / Nationaler Anhang

Die bemessungsrelevanten Beiwerte sind gemäß Norm und Nationalem Anhang vorgegeben (siehe Bild 2.19, Seite 19).

Sollen benutzerdefinierte Faktoren für die Nachweise angesetzt werden, so ist zunächst über die Schaltfläche 🛅 ein neuer Nationaler Anhang anzulegen. Danach können die Beiwerte im Dialog *Einstellung des Nationalen Anhangs* individuell angepasst werden (vgl. Bild 9.10, Seite 74).

## Zusätzliche Einstellungen

Zusätzliche Einstellungen
Mindesteindringtiefe überprüfen
tpen,min≥ 6 ▲ * d

Bild 10.7: Abschnitt Zusätzliche Einstellungen

Gemäß [2] 8.7.2(3) sollte die geringste Einbindetiefe des Gewindeteils auf der Seite der Schraubenspitze das Sechsfache des Schraubendurchmessers *d* betragen. Falls erforderlich, kann der Faktor zur Ermittlung der *Mindesteindringtiefe* t<sub>pen,min</sub> in diesem Abschnitt angepasst werden.

## 10.2 Knoten und Stäbe

Die Auswahl der Knoten und Stäbe ist im Kapitel 2.2 auf Seite 11 sowie im Kapitel 9.2 auf Seite 77 beschrieben.



Bild 10.8: Maske 1.2 Knoten und Stäbe - Status der Stäbe anpassen

Im Abschnitt *Parameter* können die Randbedingungen der anschließenden Bauteile überprüft werden. Falls erforderlich, kann dort der *Status* angepasst werden. Der aktuelle Stab ist im Grafikfester farbig hervorgehoben.

Die *Winkel* der Stäbe basieren auf den geometrischen Gegebenheiten des in RFEM bzw. RSTAB definierten Modells.



Wenn mehr als zwei Stäbe an einem Knoten anschließen, bestehen für den *Status* der Stäbe folgende Definitionsmöglichkeiten:

- Hauptstab steuert alle anderen Stäbe sowie den Anschnitt und dessen Priorität
- Durchlaufträger ist nur beim Anschlusstyp Mit Durchlaufstab verfügbar
- Angeschlossener Stab
- Inaktiv schließt den Stab von der Bemessung aus



Bei der Definition von Haupt- und Anschlussstäben sind geometrische Bedingungen einzuhalten:

- Es kann maximal ein Stab angeschlossen werden.
- Für die Mindestlänge des angeschlossenen Stabes gilt die Bedingung, dass die eingedrehte Schraube nicht aus dem Stab herausragen darf.
- Zwischen den Stäben ist ein Mindestwinkel von 30° in der xy-Ebene einzuhalten. In der xz-Ebene ist jeder beliebige Winkel möglich. Damit sind auch sogenannte Schifteranschnitte zwischen Stäben möglich (siehe Bild 10.9).



Bild 10.9: Schifteranschluss

- Für den Anschlusstyp *Hauptstab* sind die Anschnitte auf Winkel zwischen 75° und 105° begrenzt.
- Beim Anschlusstyp *Stirn zu Stirn* darf der Winkel des angeschlossenen Stabes maximal 60° betragen.



Mit dem Status *Hauptstab* für sämtliche Stäbe ist es wie im Modul Holz - Stahl zu Holz möglich, mehr als einen Stab am Knoten anzuschließen (siehe Bild 9.19, Seite 79). Dies ist vorteilhaft, wenn in einer komplexen Anschlussgeometrie nur die Verbindung bemessen werden soll.

Beim Anschlusstyp *Hauptstab* sind Neigung, Anschnitt und Exzentrizität in den beschriebenen Grenzen frei wählbar.

## 10.3 Belastung

Die Eingabe der Belastung bzw. Schnittgrößen ist im Kapitel 2.3 auf Seite 15 beschrieben.

## 10.4 Lasteinwirkungsdauer und Nutzungsklasse

Die Maske 1.4 Lasteinwirkungsdauer und Nutzungsklasse ist im Kapitel 9.4 auf Seite 80 erläutert.

## 10.5 Geometrie

In Maske 1.5 Geometrie sind die Detailvorgaben zum Anschluss der gewählten Stäbe zu treffen.



Bild 10.10: Maske 1.5 Geometrie

Diese Maske ist zweigeteilt: Links werden die Eingabeparameter des Anschlussknotens angezeigt; rechts sind diese durch Grafiken erläutert. Die obere Grafik zeigt eine Systemskizze des aktuellen Parameters, die untere Grafik eine 3D-Visualisierung des Knotens.

Die Grafik-Schaltflächen sind in Tabelle 3.1 auf Seite 21 erläutert.

Die Maske ist auf den Anschlusstyp abgestimmt. Nachfolgend werden die Eingaben für den Typ *Stirn zur Seite* vorgestellt. Dieser Anschluss ist die häufigste Ausführungsart für schräge Schrauben.



Wenn für die *Stabanordnung* im Modell eine Exzentritzität vorliegt, kann diese aus RFEM bzw. RSTAB übernommen werden. Mit den *Rand*-Optionen kann eine benutzerdefinierte Exzentrizität vorgegeben werden. Diese Exzentrizität wird jedoch nicht an das Hauptprogramm übergeben. Damit hat diese Exzentrizität keinen Einfluss auf die Schnittgrößen, sondern lediglich auf die geometrischen Randbedingungen des Anschlusses.



Für den angeschlossenen Stab kann als *Verbindungsebene* die Ebene x-y oder x-z ausgewählt werden. Je nach Vorgabe wird das Schraubenpaar entsprechend gedreht. Das Grafikfenster zeigt die Anordnung der Schrauben dynamisch an.

Der Punkt *Parameter der Schrauben definieren* bietet die Möglichkeit, die Schrauben automatisch, manuell oder in einer Bibliothek festzulegen. Die Verbindungsmittelbibliothek (siehe Bild 10.11)





Der Gewindetyp kann in der Liste ausgewählt werden.

ist im Eingabefeld unterhalb mit der Schaltfläche 🔜 aufrufbar.



	Verbindungsmittelbibliothek					×
	Filter	Durchmesser zum Wäh	Verbindungsmittel zum Wählen			Material zum Wählen
	Verbindungsmittelgruppe:	Durchmesser [mm]	Verbindungsmittel-Bezeichnung	Hersteller/Norm	^	Material
	Schraube 🗸	6.5	Power Full FPF-ZT 8,0 x 155 ZPF	P Fischer		
	Verbindungsmitteltyp:	7	Power Full FPF-ZT 8,0 x 195 ZPF	P Fischer	_	
	Alle ~	8.2	Power Full FPF-ZT 8.0 x 245 ZPF	P Fischer		
	Hersteller-/Norm-Gruppe:	9	Power Full FPF-ZT 8,0 x 295 ZPF	P Fischer		
	Hersteller 🗸	10	Power Full FPF-ZT 8,0 x 330 ZPF	P Fischer		
Norm:	Hersteller Norm		Power Full FPF-21 8,0 x 375 ZPF	P Fischer		
			POWERT UNTER-21 0,0 X 400 2PF			
<u> </u>	Alle					
er	Material:					
ntec	Alle 🗸					
oblaas					~	
			Suchen:			
		Verbindungsmitteleigenso	chaften	Power Full FPF-ZT 8,0 x 220 Z	PF   Fischer	
		Haupt-Kennwerte				
		Kemdurchmesser		D1 5.2	mm	
		Verbindungsmittellar	nge	L 220.0	mm	KDH
		Kopfdurchmesser		KD 10.0	mm	
		Materialkoopworte		KH 7.0	mm	
		Charakteristische St	reck gran ze	E I. 1000.00	N/mm2	× .
		Charakteristische Zu	iafestiakeit	fZug k 0.02	N/mm <sup>2</sup>	1 B
		Charakteriatiache Ze	groatighol	120g,K 0.02	TV/IIII	l B
						8
						l H
						1
						*
		1				
	2					OK Abbrechen

Bild 10.11: Verbindungsmittelbibliothek

10 Holz - Holz zu Holz

Bei der manuellen Definition der Schrauben ist Folgendes zu beachten:

- Der Durchmesser  $d_{st}$  der Schraube muss mindestens 6 mm und darf maximal 12 mm betragen.
- Die *Schraubenlänge I*<sub>st</sub> ist frei definierbar. Die Schraube darf allerdings nicht aus dem Holz herausragen.
- Die Kopflänge  $I_h$  ist auf maximal 50 mm begrenzt.
- Der Minimale Winkel zwischen Schraube und Faserrichtung  $\alpha_{lim}$  muss zwischen 0° und 90° liegen. Gemäß [2] 8.7.2 darf dieser Winkel nicht kleiner als 30° sein (Voreinstellung). Einige Hersteller bieten aber auch die Möglichkeit an, flachere Winkel gemäß Zulassung anzusetzen.
- Der *Charakteristische Ausziehwiderstand F<sub>ax,Rk</sub>* kann nach [2] Gleichungen (8.38), (8.40a) oder (8.40b) berechnet werden. Alternativ kann dieser Wert der Zulassung eines Schraubenherstellers entnommen werden.
- Die *Charakteristische Druckbeanspruchbarkeit*  $f_{c,k}$  im Knicknachweis der Schraube wird mit 50 kN angenommen.
- Die Charakteristische Zugfestigkeit der Schraube f<sub>tens,k</sub> wird gemäß Zulassung mit 20 kN angenommen.
- Kreuz Kreuz Parallel

Herstelle

SFS Roth

- Die Schraubenkonfiguration kann in der Liste ausgewählt werden.
- Mit der Option *Beide Schrauben von Seite des angeschlossenen Stabes* lässt sich die Einschraubrichtung der Schrauben steuern (siehe Bild 10.12).
- Die Option *Schraube mittig an der Scherfuge* ermöglicht es, einen Höhenversatz vom angeschlossenen Stab zum Hauptträger zu schaffen.



Bild 10.12: Einschraubrichtung: Beide Schrauben von Seite des angeschlossenen Stabes (links)

	Rand+y 📩
Rand+y	
Rand-y	

- Die *Definition des Bohrpunktes* legt fest, ob die Schraube vom unteren oder oberen Rand angeschlossen wird.
- Wird die Schraube nicht mittig an der Scherfuge platziert, so kann der Bohrpunktabstand, der Abstand der Bezugsschraube zur Scherfuge und der Abstand vom Kopf der folgenden Schraube zur Scherfuge in den Eingabefeldern angegeben werden.
- Abschließend ist die *Anzahl der Schrauben* festzulegen. Es sind maximal 20 Schraubenpaare bei kreuzweiser Anordnung bzw. 20 Schrauben bei paralleler Anordnung möglich.



• Wenn mehr als ein Schraubenpaar bzw. mehr als eine Schraube bei paralleler Anordnung festgelegt wird, sind Angaben zu den Schraubenabstände erforderlich. Die *Auslegung der Schraubengruppe* kann unter Berücksichtigung der minimalen bzw. maximalen Randabstände oder benutzerdefinerter Vorgaben erfolgen.



Auf unserer Website finden Sie einen Fachbeitrag, in dem die Ermittlung der Schraubenkräfte für einen Nebenträger erläutert wird, der an einen torsionssteifen Hauptträger angeschlossen ist: https://www.dlubal.com/de/support-und-schulungen/support/knowledge-base/001502

# 11 Berechnung



In jeder Maske von RF-/JOINTS kann die [Berechnung] über die gleichnamige Schaltfläche gestartet werden.

RF-/JOINTS sucht nach den Ergebnissen der zu bemessenden Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen. Werden diese nicht gefunden, startet zunächst die RFEM- bzw. RSTAB-Berechnung zur Ermittlung der bemessungsrelevanten Schnittgrößen. Falls eine direkte Eingabe der Schnittgrößen gewählt wurde (siehe Kapitel 2.3.2, Seite 16), sind die RFEM/RSTAB-Ergebnisse ohne Relevanz für die Bemessung.

Die Berechnung kann auch in der RFEM/RSTAB-Oberfläche gestartet werden: Im Dialog Zu berechnen (Menü **Berechnung**  $\rightarrow$  **Zu berechnen**) sind die Bemessungsfälle der Zusatzmodule wie Lastfälle oder Lastkombinationen aufgelistet.

Zu berechnen						X					
Lastfälle / Ko	Lastfälle / Kombinationen / Modulfälle Frnehnistahellen										
Nicht barach	Nicht berechnete Zur Berechnung ausgewählt										
Ne A	Paraishauna			Ne ^	Paraiahaung						
INF.	bezeichnung			INF.	BE LOW TO ONE A ONLY						
G LF1	Eigengewicht			FA1	RF-JOINTS - Stutzenfuß Giebel						
Qs LF2	Schnee										
Qw LF3	Wind in +X										
Qw LF4	Wind in +Y										
GZT LK1											
GZT LK2	1.30°LF1 + 1.0°LF2										
GZT LK3	1.35°LF1 + 1.5°LF2 + 0.9°LF3										
GZT LK5	1.35°LF1 + 1.5°LF3										
GZT LKO	1.30 LF1 + 1.5 LF4		>>								
GZT LK7	1.35 LF1 + 0.75 LF2 + 1.5 LF3	Ш	4								
GZT LKO	C7T (STR/GEO), Ständig / varüberrehend, GL 6 10										
GZT ENT	RE-STAHL EC3 - Remercuing nach Eurocode 3										
FA1	RF-DINTS - Stabdübel Rahmen B		4								
1/2		,									
		Ŧ				-					
Alle	▼	a									
(2)						K Abbrechen					

Bild 11.1: Dialog Zu berechnen

	Alle
	Alle
LF	Lastfälle
LK	Lastkombinationen
EK	Ergebniskombinationen
	Zusatzmodule

Falls die RF-/JOINTS-Fälle in der Liste *Nicht berechnete* fehlen, ist die Selektion am Ende der Liste auf *Alle* oder *Zusatzmodule* zu ändern.

Mit der Schaltfläche > werden die selektierten RF-/JOINTS-Fälle in die rechte Liste übergeben. [OK] startet dann die Berechnung.

9

Ein Bemessungsfall kann auch über die Liste der Symbolleiste direkt berechnet werden: Stellen Sie den RF-/JOINTS-Fall ein und klicken dann die Schaltfläche [Ergebnisse anzeigen] an.

E <u>x</u> tras	<u>T</u> abelle	<u>O</u> ptionen	<u>Z</u> usatzmodule	<u>F</u> enster	<u>H</u> ilfe
<u>₽</u> 3 R	F-JOINTS F	A1 - Stützen	uß Giebel 🔹 👻	۹ ۵	🖭 🍋 🛱 📾 📾 🔡 🎬 🎬 🖓 🛊 🏨 🎾
17 🖆	-   🕻	- 🌯 🏂 🏂	1 🗐 🖏 – 🛛 1	đ 🤁 🍳	🕼 🗗 🗗 Ergebnisse anzeigen 🎽 - 🛛 🌚 - 🗄 🎢 🖘   🎿

Bild 11.2: Direkte Berechnung eines RF-JOINTS-Falls in RFEM

Der Ablauf der Bemessung kann anschließend in einem Dialog verfolgt werden (siehe Bild 16.10, Seite 128).

# 12 Ergebnisse

Unmittelbar nach der Berechnung erscheint die Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung.

RF-JOINTS - [Van der Geest]						×						
Datei Einstellungen Hilfe												
Nr.         Knoten Nr.         Verhältnis         3.1 Nachweis - Zusammenfassung												
1 38,46 📀 0.99												
2 63,64 🜍 0.48	Maßgebend	Nachweis										
	Knoten Last	h Formel										
	🖃 Teil der Verbindung ir											
	- 64 LK7	0.24 ≤ 1 5814)										
	Schubtzafähigket der Verbindung											
E3 LK3 ■ 0.48 ≤ 1 5824) Schubtragfähigket der Anker einschließlich unter Einfluss von Reibung												
	- 63 LK9	0.07 ≤ 1 5803)	Lochleibungswiderstand d	er Anker								
	64 LK9	0.01 ≤ 1 5812)/	Abstutzversagen des Beto	ns in Z-Richtung								
Eingabedaten	64 LK9	0.03 ≤ 1 5813)1	Betonkantenbruch in Z-Ri	cntung								
Basisangaben	C4 LK9	0.02 < 1 5950	Ctútacoflanacha an Eußela	#0								
Knoten und Stäbe	64 LK3	0.00 ≤ 1 5550)	Stutzennansche an Fußplatte	lle								
Belastung	Schubtragfähigkeit de	U.00 S 1 0000	stutzensteg an Fulspiatte									
Stützenfuß	64 K7	0.00 < 1 5812)	Abstützversagen des Betg	ns in Y-Richtung								
Fußplatte	64 LK7	0.01 < 1 5813)	Betonkantenbruch in Y-Ri	shtuna								
Anker		0.01 21 00107		- nong								
Schubübertragung												
Ergebnisse												
···· Geometrie	Max. Ausnutzung:	0.48  ≤ 1				👻 🖄 📄 🔏						
Nachweise - Zusammenfassung	induction interaction biologo											
Nachweise Lastfallweise Nachwei	ISDETAILS - KNOTEN NR. 63											
Nachweise Knotenweise	ugroben straafäbiokait dar Varbind	100										
Nachweise - Details	ubtracfähickeit der Anke	ang r einschließich unter Finflus	s van Reihung									
Appedences	Reibungswiderstand der F	ußolatte	Fred 98	) kN	6 2 2(6)							
Annerkungen – A	An den Anker wirkende G	uerkraft, reduziert um den E	Fs 0.0	) kN								
	Feilsicherheitsbeiwert des	Materials	Ym.2 1.2	5	Tab. 2.1							
E	Beiwert für Abschertragfäl	nigkeit der Ankerschraube	α <sub>b</sub> 0.3	5	6.2.2(7)							
F	Hebelarmlänge		I <sub>sm</sub> 31.	) mm	CEB 4.2.1.3(c)							
- N	Niderstandsmoment des .	Ankers	Wel,a 0.1	7 cm <sup>3</sup>								
Ž	Zugtragfähigkeit des Anko	ers	NRd,s 21.0	3 kN	CEB 9.2.2							
2	Zugtragfähigkeit des Anko	ers	MRk,s 0.0	3 kNm	CEB 9.3.2.2							
1	Feilsicherheitsbeiwert des	Materials	γm,s 1.2	)	CEB 3.2.3.2							
E	Bemessungsabschertragf	ähigkeit der Ankerschraube	Fvb,Rd 11.8	) kN	6.2.2(7)	2 × M12						
	Schubbeanspruchbarkeit	der Anker mit Hebelarm	VRd,sm 4.1	) kN	CEB 9.3.2.2	tb=10 mm						
	aesamtschubtragfahigkei	der Verbindung	Fs_Rd 18.1	J KN	6.2.2(8)	Material Baustahl S 235						
	Ausnutzung		η 0.4	5 51								
۰						8x -x6 Y6 6Z 🔛 🔍 🔄						
Berechn	ung	Nat. Anhang	Grafik			OK Abbrechen						

Bild 12.1: Ergebnismaske mit Nachweisen, Ausnutzungen und Nachweisdetails

Nr.	Knoten Nr.	Verhältnis
1	3	0.43
2	8,9	S 0.77

Die Ausgabe bezieht sich immer auf den Bemessungsfall, der links oben im Navigator eingestellt ist. Zum Wechseln des Bemessungsfalls klicken Sie einfach den relevanten Listeneintrag an.

Der Inhalt der Ausgabemasken ist an die Ergebnisse der verschiedenen RF-/JOINTS-Module angepasst. Reihenfolge und Konzept der Masken sind identisch.

Maske 2.1 zeigt eine Übersichtsgrafik der geometrischen Parameter der Bauteile der Verbindung.

In den Ergebnismasken 3.1 bis 3.3 sind die Nachweise nach bestimmten Kriterien sortiert. Maske 3.4 listet die Zwischenwerte der einzelnen Nachweise auf.

In Maske 4.1 wird eine Grafik des Anschlusses mit allen geometrischen Details angezeigt, die auch gedruckt werden kann.

Maske 5.1 listet Anmerkungen auf, die für die Bemessung relevant sind.



Jede Maske lässt sich durch Anklicken des Eintrags im Navigator direkt ansteuern. Mit den links dargestellten Schaltflächen wird die vorherige bzw. nächste Maske eingestellt. Das Blättern durch die Masken ist auch mit den Funktionstasten [F2] und [F3] möglich.

OK

[OK] sichert die Ergebnisse. Das Modul RF-/JOINTS wird beendet und es erfolgt die Rückkehr in das Hauptprogramm.

Das Kapitel 12 stellt die Ergebnismasken der Reihe nach vor. Die Auswertung und Überprüfung der Resultate ist im Kapitel 13 ab Seite 110 beschrieben.

## **12.1 Geometrie**

Diese Maske listet alle geometrischen Parameter der Verbindung auf.

2.1 Geometrie				
Parameter				
I Stütze				
E Träger				
E Verbindungsgeometrie Spalt				
Anschluss an Flansch/Sten		Stützenflansc		11
Spalt zwischen Träger und Stütze	0	20.0	mm	
E Verbindungselement	3			
Winkel		L 120x80x10		
Material		Baustahl S 23		
Ausrichtung der Schenkel	-	Längerer Sch		
Anordnung am Trägersteg	-	Einseitig		
Vertikale Lage		Höchste Posi		-11
Abstand von Trägeroberkante	Deen	30.7	mm	-11
Winkellänge	hel	225.0	mm	-11
Schenkelbreite an der Stütze	beist	80.0	mm	
Schenkelbreite am Träger	belTr	120.0	mm	- 15
Dicke der Schenkel	d	10.0	mm	-11
El Schrauben am Träger	-	10.0		-1
Gewinde in Scherfuge		Ja		
Normales Lochspiel	-	Ja		
Horizontal-symmetrische Anordnung	-	Ja		
Vertikal-symmetrische Anordnung	-	Ja		
Schraubendurchmesser		M12		
Schraubenfestigkeitsklasse		4.8		
Lochdurchmesser	do	13.0	mm	-1
Horizontale Schraubenreihen	 nr	4		
Vertikale Schraubenreihen	0.0	1		
Vertikaler Randabstand	e1	24.0	mm	-Ш
Vertikaler Schraubenabstand	01	59.0	mm	-
Vertikaler Randabstand	e'1	24.0	mm	-
Horizontaler Bandabstand	e2	60.0	mm	-
Horizontaler Schraubenabstand	02	0.0	mm	-
Horizontaler Randabstand	e'2	40.0	mm	-
FI Schrauben an der Stütze	~ 2	10.0		-
Gewinde in Scherfuge		Ja		-
Nomales Lochspiel		Ja		-
Horizontal-symmetrische Anordnung		Ja		-
Vertikal-symmetrische Anordnung		Ja		-
Constant of ministration of Antonian and		00		

Bild 12.2: Maske 2.1 Geometrie

Die Listeneinträge lassen sich - wie in Windows üblich - mit ⊞ aufklappen und mit ⊟ reduzieren. In der Grafik wird die Komponente des in der Liste markierten Eintrags mitsamt Parametern dargestellt.

Die Schaltflächen sind im Kapitel 13 auf Seite 111 beschrieben.



Diese Maske listet die maximalen Ausnutzungen aller bemessenen Knoten auf. Die Ausnutzungen, die für die Schnittgrößen der maßgebenden Lastfälle und Kombinationen vorliegen, sind nach Nachweisarten sortiert.

A       B       C       D       E         Maßgebend       Nachweis       Nachweis       Nachweis       Nachweis nach Formel         Image Stress       Ausnutzung       Nachweis       Nachweis nach Formel         Image Stress       Image Stress       Stress       Nachweis nach Formel         Image Stress       Image Stress       Stress       Nachweis nach Formel         Image Stress       Image Stress       Stress       Stress       Nachweis nach Formel         Image Stress       Image Stress       Stress       Stress       Nachweis         Image Stress       Image Stress       Stress       Stress       Stress       Nachweis         Image Stress       Image Stress       Stress       Stress       Nachweis	weis - N	Nachweise - Z	usammenfassung	J											
Maßgebend       Nachweis       Nachweis         Knoten       Last       Ausnutzung       Nachweis nach Formel         Image: Interpret Control of Image State S	A	A B	C [	) (	E										
Kroten       Last       Ausnutzung       Nachweis nach Formel <ul> <li>Teil der Verbindung im Zugbereich</li> <li>Teil der Verbindung im Zugbereich</li> <li>3</li> <li>LK4</li> <li>0.00 ≤ 1</li> <li>5810) Anker im Zug</li> <li>3</li> <li>LK4</li> <li>0.00 ≤ 1</li> <li>5810) Betonkegelversagen</li> <li>3</li> <li>LK4</li> <li>0.00 ≤ 1</li> <li>5810) Settorsagen</li> <li>3</li> <li>LK4</li> <li>0.00 ≤ 1</li> <li>58119 Beton ruter der Fußplatte im Druck</li> </ul> <li>Schubtragfähigket der Verbindung</li> <li>Stalt 4</li> <li>0.00 ≤ 1</li> <li>5812) Settorsagen</li> <li>3</li> <li>LK4</li> <li>0.00 ≤ 1</li> <li>5812) Setonturer der Fußplatte im Druck</li> <li>Schubtragfähigket der Verbindung</li> <li>Stalt 4</li> <li>0.20 ≤ 1</li> <li>5813) Lochleiburgingswiderstand der Anker</li> <li>3</li> <li>LK4</li> <li>0.00 ≤ 1</li> <li>5813) Betonkartenbruch in Z-Richtung</li> <li>Schweißnähte</li> <li>Schweißnähte</li> <li>Schweißnähte</li> <li>Schweißnähte</li> <li>Nachweisdetaits - Knoten Nr. 3</li> <li>Betonittgrößen</li> <li>Teil der Verbindung im Zugbereich</li> <li>Betonittgrößen</li> <li>Teil der Verbindung im Zugbereich</li> <li>Fit.</li> <ul> <li>Nachweisdetaits - Knoten Nr. 3</li> <li>Betonittgrößen</li> <li>Teil der Verbindung im Zugbereich</li> <li>Anker im Zug</li> <li>Angewendete Zugkraft</li> <li>Ft.</li></ul>		Maßgebend	Nachweis												
$ \begin{array}{  c   c  } \hline \begin{tabular}{ c  c  c  c  c  c  c  c  c  c  c  c  c $	Knot	oten Last	Ausnutzung		Nachweis nach Formel										
Image: Second Secon	□ Teil der Verbindung im Zugbereich														
-3       LK4       0.00 ≤ 1       5810; Betonkegelversagen         -3       LK4       0.00 ≤ 1       5650; T-Stummel mit Zugbeanspruchung         -3       LK4       0.00 ≤ 1       5814; Beton unter der Fußplatte im Druck         -3       LK4       0.00 ≤ 1       5814; Beton unter der Fußplatte im Druck         -3       LK4       0.00 ≤ 1       58124; Schubtragfähigket der Anker einschleßlich unter Einfluss von Reibung         -3       LK4       0.00 ≤ 1       58124; Schubtragfähigket der Anker einschleßlich unter Einfluss von Reibung         -3       LK4       0.00 ≤ 1       5812; Absützversagen des Betons in Z-Richtung         -3       LK4       0.00 ≤ 1       5950; Stützenflansche an Fußplatte         -3       LK4       0.00 ≤ 1       5950; Stützenflansche an Fußplatte         Max: Ausnutzung:       0.24 ≤ 1         Max: Ausnutzung:       0.24 ≤ 1         Parkering Zugbereich	- 3	3 LK4	0.00 ≤	1 5800) Ank	5800) Anker im Zug										
-3       LK4       0.00 ≤ 1       5810 Betonkegelversagen         -3       LK4       0.00 ≤ 1       5560 T-Summel mit Zugbeanspruchung         -3       LK4       0.00 ≤ 1       5560 T-Summel mit Zugbeanspruchung         -3       LK4       0.00 ≤ 1       5560 T-Summel mit Zugbeanspruchung         -3       LK4       0.00 ≤ 1       5580 T-Summel mit Zugbeanspruchung         -3       LK4       0.00 ≤ 1       5813 Beton unter der Fußplatte im Druck         -3       LK4       0.00 ≤ 1       5813 Detonkardsfähigket der Anker einschließlich unter Einfluss von Reibung         -3       LK4       0.00 ≤ 1       5813 Detonkardsfähigket der Anker einschließlich unter Einfluss von Reibung         -3       LK4       0.00 ≤ 1       5813 Detonkardsfähigket der Anker einschließlich unter Einfluss von Reibung         -3       LK4       0.00 ≤ 1       5813 Betonkartenbruch in Z-Richtung         -3       LK4       0.00 ≤ 1       5950 Stützenflansche an Fußplatte         Max. Ausnutzung:       0.24 ≤ 1         Nachweisdetails - Knoten Nr. 3       B Schnittgrößen         ⊡	3	3 LK4	0.00 ≤	1 5802) Ank	5802) Ankerherausziehen										
$ \begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	3	3 LK4	0.00 ≤	1 5810) Bet	onkegelversagen										
□       3       LK4       0.00   ≤ 1       5650) T-Stummel mit Zugbeanspruchung         □       Teil der Verbindung in Druckbereich       5814) Beton unter der Fußplatte im Druck         □       3       LK4       0.00   ≤ 1       5814) Beton unter der Fußplatte im Druck         □       3       LK4       0.00   ≤ 1       5814) Beton unter der Fußplatte im Druck         □       3       LK4       0.02   ≤ 1       5803) Lochleibungswiderstand der Anker         □       3       LK4       0.02   ≤ 1       5803) Lochleibungswiderstand der Anker         □       3       LK4       0.00   ≤ 1       58124) Schubtragfähigkeit der Anker einschließlich unter Einfluss von Reibung         □       3       LK4       0.00   ≤ 1       5813) Betonkantenbruch in Z-Richtung         □       3       LK4       0.00   ≤ 1       5950) Stützenflansche an Fußplatte         □       3       LK4       0.00   ≤ 1       5950) Stützenflansche an Fußplatte         Max: Ausnutzung:       0.24   ≤ 1       1       5950) Stützenflansche an Fußplatte         ■ Arker im Zug       □       1       0.00   kN       3.6.1(3)         □ Arker im Zug       □       □       1.25       Tab. 2.1         Ankerzugbeanspruchbarkeit       Ft.Rd       25.80	3	3 LK4	0.00 ≤	1 5811) Spa	ltversagen										
□ Teil der Verbindung im Druckbereich         □ 3       LK4       0.00 ≤ 1       5814) Beton unter der Fußplatte im Druck         □ 3       LK4       0.02 ≤ 1       5803) Lochleibungswiderstand der Anker         □ 3       LK4       0.02 ≤ 1       5803) Lochleibungswiderstand der Anker         □ 3       LK4       0.00 ≤ 1       5812) Abstützversagen des Betons in Z-Richtung         □ 3       LK4       0.00 ≤ 1       5813) Betonkantenbruch in Z-Richtung         □ 3       LK4       0.00 ≤ 1       5950) Stützenflansche an Fußplatte         □ 3       LK4       0.00 ≤ 1       5950) Stützenflansche an Fußplatte         □ 3       LK4       0.00 ≤ 1       5950) Stützenflansche an Fußplatte         □ 3       LK4       0.00 ≤ 1       5950) Stützenflansche an Fußplatte         □ 3       LK4       0.00 ≤ 1       5950) Stützenflansche an Fußplatte         □ 3       LK4       0.00 ≤ 1       5950) Stützenflansche an Fußplatte         □ 3       LK4       0.00 ≤ 1       5950) Stützenflansche an Fußplatte         □ 3       LK4       0.00 ≤ 1       5950) Stützenflansche an Fußplatte         □ 3       □ 4 Aster im Zug       □ 3       □ 4 Aster im Zug         □ 16 der Verbindung im Zugbereich       □ 1       □ 1	- 3	3 LK4	0.00 ≤	1 5650) T-S	ummel mit Zugbe	anspruc	hung		E						
$ \begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	🗆 Teil	il der Verbindun	im Druckbereich												
$ \begin{array}{  c   c  } \hline Schubtgarbrigket der Verbindung \\ \hline 3 & LK4 & 0.24 & \leq 1 & 5824) Schubtragfähigket der Anker einschließlich unter Einfluss von Reibung \\ \hline 3 & LK4 & 0.02 & \leq 1 & 5803) Lochlebungswiderstand der Anker \\ \hline 3 & LK4 & 0.00 & \leq 1 & 5812) Abstützversagen des Betons in Z-Richtung \\ \hline 3 & LK4 & 0.00 & \leq 1 & 5813) Betonkantenbruch in Z-Richtung \\ \hline 3 & LK4 & 0.00 & \leq 1 & 5950) Stützenflansche an Fußplatte \\ \hline 3 & LK4 & 0.00 & \leq 1 & 5950) Stützenflansche an Fußplatte \\ \hline 8 & Ausnutzung: & 0.24 & \leq 1 \\ \hline 8 & Ausnutzung: & 0.24 & \leq 1 \\ \hline 8 & Ausnutzeng: & A$	- 3	3 LK4	0.00 ≤	1   5814) Bet	on unter der Fußp	latte im I	Druck								
$ \begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	Sch	hubtragtahigkei	der Verbindung												
3         LK4         0.02 ≤ 1         5803 Locriebungswiderstand der Anker           3         LK4         0.00 ≤ 1         5813 Detonkantenbruch in Z-Richtung           3         LK4         0.00 ≤ 1         5813) Betonkantenbruch in Z-Richtung           3         LK4         0.00 ≤ 1         5950) Stützenflansche an Fußplatte           Max. Ausnutzung:         0.24 ≤ 1           Nachweisdetais - Knoten Nr. 3           B Schnittgrößen           ∃ Teil der Verbindung im Zugbereich           B Anker im Zug           Apminderung der Tragfähigket für Anker mi βa           0.85         3.6.1(3)           Teilsicherheitsbeiwert des Materials           γm.2         1.25           Ankerzugbeanspruchbarkeit           Ft.Rd         25.80 kN           Tab. 3.4	- 3	3 LK4	0.24 ≤	1 5824) Sch	ubtragtahigkeit de	er Anker	einschlie	Sich unter Einflus	s von Reibung						
$\begin{tabular}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	- 3	3 LK4	0.02 ≤	1 5803) Loc	hleibungswidersta	ind der /	Anker								
□         3         LK4         0.00 ≤ 1         3513 betonkartenbruch in 2-hichtung           □         3         LK4         0.00 ≤ 1         5950) Stützenflansche an Fußplatte           Max. Ausnutzung:         0.24 ≤ 1           Nachweisdetails - Knoten Nr. 3         □           □         Ft         0.00 kN           □         Angewendete Zugkraft         Ft           □         Angewendete Zugkraft         Ft           □         0.85         3.6.1(3)           □         Teilschneftstbeiwerd des Materials         Ym.2           □         1.25         Tab. 2.1           Ankerzugbeanspruchbarket         Ft.Rd         25.80 kN           □         0.00 ≤ 1	- 3	3 LK4	0.00 ≤	1 5812) ADS	tutzversagen des	Z Dista	In Z-Richt	ung							
□ Schweinsrite           □ Schweinsrite           Max. Ausnutzung:         0.24 ≤ 1           Nachweisdetalis - Knoten Nr. 3           ⊡ Schnittgrößen           □ Teil der Verbindung im Zugbereich           □ Anker im Zug           Angewendete Zugkraft           Abminderung der Tragfähigket für Anker mi βa           0.85           3.6.1(3)           Teilsicherhetsbeiwert des Materials           γm.2         1.25           Ankerungbeanspruchbarket         Ft.Rid           4.usnutzung         η           0.00         ≤ 1	3	3 LN4	0.00 2	1 0813) Bet	onkantenbruch in	Z-RICH	ung								
3         LK4         0.00 ≤ 1         9300 Statzermansche ah Publiate           Max. Ausnutzung:         0.24 ≤ 1           Nachweisdetails - Knoten Nr. 3         B Schnittgrößen           ⊡ Teil der Vetbindung im Zugbereich         □           ⊡ Anker im Zug         Pt           Abminderung der Tragfahigkeit für Anker mi         βa           0.85         3.6.1(3)           Teilsicherhetsbeiwert des Materials         γm.2           Ankerzugbeanspruchbarkeit         Ft.Rd           4.usnutzung         η           0.00         ≤ 1	E Sch		0.00 <	1 5050 000		0-1-11-									
Max. Ausnutzung:         0.24 ≤ 1           Nachweisdetails - Knoten Nr. 3         B           B Schnittgrößen         B           Im Teil der Verbindung im Zugbereich         Ft           Angewendete Zugkraft         Ft.           Ausnutzung         n           0.00         ≤ 1		3 LR4	0.00 5	1 5950) 500	zennansche an r	uspiatte			•						
Nachweisdetails - Knoten Nr. 3       B Schnittgrößen       □ Teil der Verbindung im Zugbereich       □ Angewendete Zugkraft       Ft     0.00       kN       Abminderung der Tragfahigkett für Anker mi       βa     0.85       3.6.1(3)       Teilsichenhettsbeiwert des Materials       γm.2     1.25       Tabe. 2.1       Ankerzugbeanspruchbarket       Ft_Rd     25.80       kN       Tabe. 3.4	N	Max. Ausnutzur	g: 0.24 ≤ 1		💌 🐜 🖺 🖳										
$\begin{tabular}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	eisdetaik	ils - Knoten Nr.	1												
$\begin{tabular}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	ittgroßer	en Staduce in 70 alt													
$\begin{tabular}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	iker im Z	oinaung im 2uga Zug	ereich												
$\begin{tabular}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	Angewe	endete Zugkraf		Ft	0.00	kN			×						
Teilsicherheitsbeiwert des Materials         γm.2         1.25         Tab. 2.1           Ankerzugbeanspruchbarkeit         Ft.Rd         25.80         kN         Tab. 3.4           Ausnutzung         η         0.00         ≤ 1	Abminde	lerung der Trag	ähigkeit für Anker m	iβa	0.85			3.6.1(3)							
Ankerzugbeanspruchbarkeit         Ft_Rd         25.80         kN         Tab. 3.4           Ausnutzung         η         0.00         ≤ 1	Teilsiche	nerheitsbeiwert o	es Materials	γm,2	1.25			Tab. 2.1	ż						
Ausnutzung         η         0.00         ≤ 1	Ankerzu	ugbeanspruchb	arkeit	Ft,Rd	25.80	kN		Tab. 3.4							
	Ausnutz	zung		η	0.00		≤1								
2 × miz tb=8 mm Material									2 x M12 tb=8 mm Material Baustahi S 235						

Bild 12.3: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung

## Maßgebend - Knoten

Es wird jeweils die Nummer des Knotens angegeben, der die höchste Ausnutzung für den in Spalte E bezeichneten Nachweistyp aufweist.

### Maßgebend - Last

In dieser Spalte werden die Nummern der Lastfälle oder Lastkombinationen angegeben, deren Schnittgrößen zu den maximalen Ausnutzungen führen.

#### Nachweis - Ausnutzung

Max. Ausnutzung: 0.84 ≤ 1

In den Spalten C und D werden die Nachweisbedingungen gemäß EN 1993-1-8 [1] bzw. EN 1995-1-1 [2] ausgegeben.

Die Länge des farbigen Balkens stellt die jeweilige Ausnutzung in grafischer Form dar.

### **Nachweis nach Formel**

Diese Spalte benennt die einzelnen Nachweise gemäß [1] bzw. [2]. Die Nachweisnummern für das Modul RF-/JOINTS Holz - Stahl zu Holz sind in Tabelle 16.16 auf Seite 168 erläutert.

### Nachweisdetails

In diesem Abschnitt finden sich detaillierte Angaben zu den Bemessungsparametern des Nachweises, der in der Liste oben markiert ist.

## 12.3 Nachweise lastfallweise

Der obere Teil der Maske bietet eine nach Lastfällen und Lastkombinationen geordnete Auflistung der maßgebenden Nachweise. Im Abschnitt unterhalb finden sich detaillierte Angaben zu den Schnittgrößen und Nachweisparametern des Lastfalls, der im oberen Teil markiert ist.



Bild 12.4: Maske 3.2 Nachweise lastfallweise

## Bezeichnung

Zur Information werden die Bezeichnungen der Lastfälle und Lastkombinationen angezeigt, für die die Nachweise geführt wurden.

### Knoten Nr.

Es wird jeweils die Nummer des Knotens angegeben, der die höchste Ausnutzung für die bemessene Einwirkung aufweist.

#### Nachweis - Ausnutzung

Max. Ausnutzung: 0.84 ≤ 1

In den Spalten C und D werden die Nachweisbedingungen gemäß [1] bzw. [2] ausgegeben. Die Länge des farbigen Balkens stellt die jeweilige Ausnutzung in grafischer Form dar.

### **Nachweis nach Formel**

Diese Spalte listet die Gleichungen der Norm auf, mit denen die Nachweise geführt wurden.

## 12.4 Nachweise knotenweise

3 Nachweise knotenweise															
	А	B	C					D							
Knoten		Nachwe	eis												
Nr.	Last	Ausnutzung			Nachweis nach Formel										
58	LK3	0.81	≤1	6144) Hauptstab - Holzquersch	44) Hauptstab - Holzquerschnitt - Zug und Biegung im Nettoguerschnitt nach 6.2.3										
59	LK3	0.75	≤1	6144) Hauptstab - Holzquersch	nnitt - Zug	und Biegung i	im Nettoquerschr	nitt nach (	5.2.3						
Max. Au	snutzung:	0.81	≤1							<ul> <li>K</li> <li>K</li></ul>					
Nachwei	sdetails - K	noten Nr. 58													
FI Schnitt	tarößen														
E Holzau	erschnitt														
Einv	virkende No	ormalkraft			NEd	130.87	kN								
Einv	virkendes N	Noment			M <sub>V,d</sub>	-0.57	kNm		11						
Nett	oholzquers	chnitt formge	ebende	Stabdübel		3, 2, 1									
Holz	querschnit	tsdicke			b	160.0	mm								
Holz	querschnit	tshöhe			h	240.0	mm								
Anz	ahl der Stał	hlbleche			n pl	1									
Sch	litzbreite für	r Stahlblech			tsi	10.0	mm			The American					
Nett	ofläche				Anet	306.00	cm <sup>2</sup>								
- Zug	spannung				σt,0,d	0.43	kN/cm <sup>2</sup>								
- Träg	pheitsmome	ent			Inet	15407.30	cm <sup>4</sup>		-						
Abs	tand vom S	Schwerpunkt	der Ne	ttoquerschnittsfläche zum Zug	Zs,z	120.0	mm								
Biegespannung															
Abs	tand der Nu	ullachse zum	Zugra	nd	ez	240.0	mm								
Cha	rakteristisch	he Zugfestig	keit		ft,0,k	1.95	kN/cm <sup>2</sup>								
Cha	rakteristisch	he Biegefesti	igkeit		fm,k	2.80	kN/cm <sup>2</sup>		-						

Bild 12.5: Maske 3.3 Nachweise knotenweise

Diese Maske listet die maximalen Ausnutzungen auf, die an den bemessenen Knoten vorliegen.

## 12.5 Nachweise - Details

3.4 Nachweis - Nachweise - Details

			C .						-					
Nachw	~	Knoten	Nachwe	- U vis		L								
Nr.	Load	Nr.	Ausnutzung			Nachweis nach Formel								
5813	LK4		0.00		5813) Schubtra	13) Schubtragfähigkeit der Verbindung - Betonkantenbruch in Z-Richtung								
5812	LK4	3	0.00	≤1	5812) Schubtra	agfähigkeit der \	Verbindur	ng - Absti	itzversagen des Betons	in Z-Richtung				
5950	LK4	3	0.00	≤1	5950) Schweiß	nähte - Stützen	steg an F	ußplatte						
5650	LK4	3	0.00	≤1	5650) Teil der	Verbindung im 2	Zugbereic	h - T-Stu	mmel mit Zugbeanspruc	shung				
5814	LK4	3	0.00	≤1	5814) Teil der	Verbindung im [	Druckbere	eich - Bet	on unter der Fußplatte i	m Druck				
5811	LK4	3	0.00	≤1	5811) Teil der	Verbindung im 2	Zugbereic	h - Spalt	versagen					
5810	LK4	3	0.00	≤1	5810) Teil der	Verbindung im 2	Zugbereic	h - Betor	ikegelversagen					
5802	LK4	3	0.00	≤1	5802) Teil der	Verbindung im Z	Zugbereic	h - Anke	rherausziehen					
5800	LK4	3	0.00	≤1	5800) Teil der	Verbindung im Z	Zugbereic	:h - Anke	r im Zug					
5950	LK4	3	0.00	≤1	5950) Schweiß	nähte - Stützen	flansche	an Fußpl	atte					
5803	LK4	3	0.02	≤1	5803) Schubtra	agfähigkeit der \	Verbindur	ng - Loch	leibungswiderstand der	Anker				
5824	LK4	3	0.24	≤1	5824) Schubtra	agfähigkeit der \	Verbindur	ng - Schu	btragfähigkeit der Anke	er einschließlich unter Einfluss von Reibung				
	Max. Au	isnutzung:	0.24	≤1						<ul> <li>M</li> <li>M&lt;</li></ul>				
Nachwei	sdetalis - K	noten Nr. 3	·											
E Schnit	tgroisen	a des Veda												
E Schub	onkantenbr	uch in Z-Ri	naung chtuna							and the second sec				
K	raft wirkend	lauf Anker	in Z-Richtun	a	Fe 7	0.00	kN			X				
A	nkerbernes	sunaseinflu	55		72	1.20			CEB: 3231					
— T	eilsicherhei	tsbeiwert d	es Materials		70	1.50			EN 1992-1-1: Tab. (	2				
0	harakteristi	sche Tradi	ihiakeit des A	Ankers	VRkez	57.22	kN		CEB 9.3.4(a)					
— т	atsächliche	Betonkea	elfläche		Acz	2700.00	cm <sup>2</sup>		CEB 9.3.4(b)					
- F	läche des id	dealisierten	Betonkegels		Ac.z.0	4050.00	cm <sup>2</sup>	_	CEB 9.3.4(b)					
В	leiwert				WAz	0.67			CEB 9.3.4(b)					
B	leiwert				Wh.z	1.00			CEB 9.3.4(c)					
Beiwert Vsz 0.86								CEB 9.3.4(d)						
Beiwert					Vec.z	1.00			CEB 9.3.4(e)	Y *				
Beiwert					Va.z	1.00			CEB 9.3.4(f)	2 × M12				
Beiwert					Wucr.z	1.20			CEB 9.3.4(g)	tb=8 mm - Material Preventatel S 025				
В	letonkanten	bruchwide	stand in Z-Ri	chtung	Fve.Rd.z	21.96	kN		CEB 9.3.4	Waterial Daustarii 5 255				
A	usnutzung				η	0.00		≤1		K 🕄 📆 KZ 🖾 🐼 💁				

Bild 12.6: Maske 3.4 Nachweise - Details

Diese Ergebnismaske listet alle Einzelnachweise mit Ausnutzungen auf, die für die Verbindung geführt wurden.

Der untere Abschnitt bietet wieder detaillierte Angaben zu den Parametern des Nachweises, der im oberen Teil markiert ist.
# 12.6 Grafik

In dieser Maske wird die Verbindung einschließlich aller Komponenten grafisch dargestellt.



Bild 12.7: Maske 4.1 Grafik

Im Abschnitt *Zu zeigende Bauteile* sind die Komponenten der Verbindung aufgelistet. Über die Kontrollfelder lassen sich einzelne Bauteile in der Grafik ein- und ausblenden.

Mit der Schaltfläche 🗄 werden weitere Untereinträge zugänglich. Damit können auch die *Abmessungen* und *Konturen* bestimmter Bauteile angezeigt werden.



Die Grafikanzeige ist dynamisch. Mit den aus RFEM bzw. RSTAB bekannten Mausfunktionen kann die Ansicht gezoomt, verschoben oder gedreht werden.

Die Schaltflächen sind im Kapitel 13 auf Seite 111 beschrieben.

# 12.7 Hinweise

5.1 Hinwe	йse
Hinweis	
Nr.	Bezeichnung
100	Begemoment My wird in der Berechnung nicht berücksichtigt.
101	begemoment M <sub>2</sub> wira in der berechnung nicht berucksichtigt.

Bild 12.8: Maske 5.1 Hinweise

Die letzte Ergebnismaske enthält Anmerkungen in Form von Hinweisnummern und Erläuterungen, die für den Nachweis der Verbindung von Bedeutung sind.

# 13 Ergebnisauswertung

In den Masken 3.1 bis 3.4 werden die Ergebnisse nach verschiedenen Kriterien geordnet ausgegeben. Die Schaltflächen am Ende der Tabellen erleichtern die Auswertung.

achweis - Nach	weise - Zusa	ammenfassu	ung		
А	B	С	D	E	
Maßg	ebend	Nachwe	is		
Knoten	oten Last Ausnutzung			Nachweis nach Formel	
🕀 Teil der \	/erbindung im	Druckbereic	h		
9	LK7	0.17	≤1	5814) Beton unter der Fußplatte im Druck	
🕀 Schubtra	gfähigkeit de	r Verbindung		·	
- 8	LK7	0.48	≤1	5824) Schubtragfähigkeit der Anker einschließlich unter Einfluss von Reibung	
- 8	LK7	0.06	≤1	5803) Lochleibungswiderstand der Anker	
- 9	LK7	0.00	≤1	5812) Abstützversagen des Betons in Z-Richtung	
9	LK7	0.00	≤1	5813) Betonkantenbruch in Z-Richtung	
🖃 Schweiß	nähte				
- 9	LK7	0.05	≤1	5950) Stützenflansche an Fußplatte	
9	LK7	0.05	≤1	5950) Stützensteg an Fußplatte	
					× 1
					<b>X</b>
Max. /	Ausnutzung:	0.48	≤1		<ul> <li>%</li> </ul>

Bild 13.1: Schaltflächen zur Ergebnisauswertung in den Tabellen

Die Schaltflächen sind mit folgenden Funktionen belegt:

Schaltfläche	Bezeichnung	Funktion
۲	Ansichtsmodus	Ermöglicht den Wechsel in das Arbeitsfenster von RFEM bzw. RSTAB, um die Ansicht zu ändern
<b>%</b> 1	Überschreitung	Stellt nur Zeilen dar, in denen die Ausnutzung größer als 1 und damit der Nachweis nicht erfüllt ist
	Relationsbalken	Blendet die farbigen Bezugsskalen in den Ergebnismasken ein und aus
×	Excel-Export	Exportiert die Tabelle nach MS Excel oder als CSV-Datei $\rightarrow$ Kapitel 15.3, Seite 120

Tabelle 13.1: Schaltflächen in den Ergebnismasken 3.1 bis 3.4

# 13.1 Grafik der Verbindung in RF-/JOINTS

In jeder Ergebnismaske wird eine dynamische Grafik des Anschlusses angezeigt. Sie erleichtert die Übersicht und veranschaulicht die Parameter.



Die Schaltflächen unterhalb der Grafik sind mit folgenden Funktionen belegt:

Schaltfläche	Funktion
X	Blendet die Bemaßung ein oder aus
a	Stellt die Werte oder die Symbole der Bemaßung dar
<b>x</b>	Zeigt die Ansicht in Richtung der X-Achse
-x	Zeigt die Ansicht entgegen der X-Achse
T.	Zeigt die Ansicht in Richtung der Y-Achse
<b>Z</b>	Zeigt die Ansicht in Richtung der Z-Achse
	Stellt die isometrische Ansicht dar
X	Stellt die Gesamtansicht des Ausschnitts dar
	Blendet nicht relevante Bauteile ein oder aus
	Druckt die aktuelle 3D-Grafik

Tabelle 13.2: Grafik-Schaltflächen in Ergebnismasken

(H) (H) (H)

۰.

Mit der Maus kann die Ansicht gezoomt, verschoben oder gedreht werden. Diese Funktionen sind im Kapitel 3.4.9 des RFEM- bzw. RSTAB-Handbuchs beschrieben.

B

Mit der Schaltfläche [Nicht selektierte Teile transparent anzeigen] ist es möglich, nur ausgewählte Bauteile wie z. B. Anker mit Vermaßungen darzustellen.



Bild 13.3: Schaltfläche Nicht selektierte Teile transparent anzeigen

Diese Grafik kann mit i auch ausgedruckt werden. Diese Möglichkeit ist im Kapitel 14.2.1 auf Seite 114 beschrieben.



13.2 Grafik der Verbindung im RFEM/RSTAB-Modell

Die Grafik der Verbindung kann auch grafisch am RFEM- bzw. RSTAB-Modell dargestellt werden: Klicken Sie die Schaltfläche [OK] an, um das Modul RF-/JOINTS zu verlassen. Stellen Sie dann in der RFEM/RSTAB-Menüleiste den RF-/JOINTS-Bemessungsfall ein.

Im Arbeitsfenster von RFEM bzw. RSTAB werden nun die Verbindungen im 3D-Rendering visualisiert.



Bild 13.4: Darstellung der Verbindungen im RFEM-Arbeitsfenster

2

Analog zur Schnittgrößenanzeige blendet die Schaltfläche [Ergebnisse ein/aus] die Darstellung der Modulergebnisse ein oder aus.

RFEM/RSTAB stellt keinen separaten *Ergebnisse*-Navigator für die RF-/JOINTS-Bemessungsfälle zur Verfügung. Auch die Tabellen von RFEM bzw. RSTAB sind für RF-/JOINTS nicht relevant.



1

Für die Darstellung in RFEM bzw. RSTAB können auch die Möglichkeiten der *Sichtbarkeiten* genutzt werden (siehe RFEM-Handbuch, Kapitel 9.9.1 bzw. RSTAB-Handbuch, Kapitel 9.7.1), um die Knoten der Verbindungen zu filtern.

Die Grafik der Verbindung lässt sich direkt ausdrucken oder in das Ausdruckprotokoll übergeben (siehe Kapitel 14.2.2, Seite 116).



# 14.1 Ausdruckprotokoll

Für die Daten des Moduls RF-/JOINTS wird – wie in RFEM oder RSTAB – ein Ausdruckprotokoll generiert, das mit Grafiken und Erläuterungen ergänzt werden kann. Die Selektion im Ausdruckprotokoll steuert, welche Daten des Verbindungsmoduls schließlich im Ausdruck erscheinen.



Das Ausdruckprotokoll ist im RFEM- bzw. RSTAB-Handbuch beschrieben. Das Kapitel 10.1.3.5 *Selektion der Zusatzmodul-Daten* erläutert, wie die Ein- und Ausgabedaten von Zusatzmodulen für den Ausdruck aufbereitet werden können.

Bei großen Systemen mit Bemessungsfällen verschiedener Verbindungsmodule trägt die Aufteilung der Daten in mehrere Ausdruckprotokolle zur Übersichtlichkeit bei.

Die Parameter der Eingabemasken 1.4 bis 1.8 werden im Ausdruckprotokoll in der Tabelle 1.4 *Geometrie-Details* zusammengefasst.



Bild 14.1: Ausdruckprotokoll-Tabelle 1.4 Geometrie-Details

# 14.2 Grafikausdruck

Es können sowohl Grafiken des Moduls RF-/JOINTS als auch des RFEM/RSTAB-Arbeitsfensters gedruckt werden.

## 14.2.1 RF-/JOINTS-Grafik

Die Druckfunktion ist über die Schaltfläche [Drucken] zugänglich, die in den Masken 2.1 Geometrie und 4.1 Grafik unterhalb der Grafik zur Verfügung steht (siehe Bild 13.2, Seite 111).

Ein Klick auf diese Schaltfläche öffnet den im Bild 14.2 dargestellten Druckdialog.

Grafikausdruck		×
Basis Optionen Faktoren Ränder und Strec	kfaktoren	
Grafikbild O Sofort ausdrucken O In Ausdruckprotokoll:	Welche Fenster   Nur das aktive  Mehr	Grafikgröße Wie Bildschirm-Ansicht Fensterfüllend
<ul> <li>○ In Zwischenablage ablegen</li> <li>○ In 3D-PDF</li> </ul>	O Seriendruck	⊘ Im Maßstab 1: 20 👻
Grafikbild-Größe und -Drehung	Optionen	
<ul> <li>✓ Über gesamte Seitenhöreite</li> <li>● Über gesamte Seitenhöhe</li> <li>● Höhe: 50 ÷</li> </ul>	Im Ergebnisverlauf Werte a x-Stelle ausgeben Grafikbild sperren (ohne Ak Ausdruckprotokoll nach [0]	an gewünschter dualisierung) K] anzeigen
Drehung: 0 (*) Grafik-Überschrift RF-JOINTS, FA2, Isometrie		
		OK Abbrechen

Bild 14.2: Dialog Grafikausdruck, Register Basis

Der Dialog *Grafikausdruck* ist im Kapitel 10.2 des RFEM- bzw. RSTAB-Handbuchs beschrieben. Dort ist auch das zweite Register *Optionen* erläutert.

Falls mehrere Ausdruckprotokolle existieren, kann in der Liste die Nummer des Ziel-Protokolls ausgewählt werden.

Um mehrere Grafiken nacheinander in das Ausdruckprotokoll zu drucken, sollte das Kontrollfeld *Ausdruckprotokoll nach [OK] anzeigen* deaktiviert werden.



Bild 14.3: Verbindung im Ausdruckprotokoll

## 14.2.2 RFEM/RSTAB-Grafik

In RFEM oder RSTAB kann jedes Bild, das im Arbeitsfenster angezeigt wird, in das Ausdruckprotokoll übergeben oder direkt zum Drucker geleitet werden. Auf diese Weise lassen sich die am RFEMbzw. RSTAB-Modell dargestellten Verbindungen für den Ausdruck aufbereiten.

Die aktuelle Grafik der Verbindung kann gedruckt werden über Menü

#### Datei ightarrow Drucken

oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

🔊 R	FEM 5.03	3.0011 (64bit)	) - [Halle]		
:45	<u>D</u> atei	Bearbeite <u>n</u>	<u>A</u> nsicht	<u>E</u> infügen	Be <u>r</u> echnung
:	23	3 🔒 🗎	😡 🗟 I	<u>na</u> /	3 🕑 🙆 🖆
1	- 97 .	% - ¶ -	Grafik d	rucken	<u>9~ 11   11</u>

Bild 14.4: Schaltfläche [Grafik drucken] in RFEM-Symbolleiste

Es erscheint der im Bild 14.2 dargestellte Dialog Grafikausdruck.

Eine Grafik kann im Ausdruckprotokoll wie gewohnt per Drag-and-drop an eine andere Stelle geschoben werden.

Aus Protokoll entfernen Mit neuer Seite beginnen Selektion... Eigenschaften...

Um eine Grafik nachträglich im Ausdruckprotokoll anzupassen, führen Sie einen Rechtsklick auf den entsprechenden Eintrag im Protokoll-Navigator aus. Die Option *Eigenschaften* im Kontextmenü ruft wieder den Dialog *Grafikausdruck* auf, in dem Sie die Anpassungen vornehmen können.

Grafikausdruck				×
Eigenschaften Optionen Farbskala	Faktoren Ränder und	Streckfaktorer	1	
Schrift	Symbole		Rahmen	
Proportional	Proportional		Ohne Rahmen	
In Konstant	Konstant		O Mit Rahmen	
Faktor: 1	Faktor: 1		Schriftfeld	
Druckqualität		Druckfarbe		
Standard (max 1000 x 1000 Pixel)		) Graustufe	n	
Maximal (max 5000 x 5000 Pixel)	Texte und Linien schwarz			
Benutzerdefiniert	Alles farbig	9		
Max. Anzahl Pixet:	1000 🚖			
			ОК	Abbrechen

Bild 14.5: Dialog Grafikausdruck, Register Optionen

# **15 Allgemeine Funktionen**

Dieses Kapitel beschreibt nützliche Menüfunktionen und stellt Exportmöglichkeiten für die Nachweise vor.

# 15.1 Bemessungsfälle

Bemessungsfälle ermöglichen es, Knoten oder Stäbe für die Nachweise zu gruppieren: So können Verbindungsknoten mit gleichen Parametern zusammengefasst oder Stäbe mit bestimmten Bemessungsvorgaben (z. B. Materialien, Schnittgrößen) untersucht werden.



Bei unterschiedlichen Voraussetzungen an den nachzuweisenden Knoten hinsichtlich der Querschnitte, Abmessungen, Schraubenanzahl etc. <u>muss</u> ein neuer Bemessungsfall angelegt werden. Die Bemessungsvorgaben können nicht in einem einzigen Fall verwaltet werden.



In Maske 1.2 Knoten und Stäbe lassen sich über die Schaltflächen [Knoten an neuen Fall übergeben] oder [Ungeeignete Knoten an neuen Fall übergeben] schnell neue Bemessungsfälle erzeugen (siehe Bild 2.10, Seite 11). Dort können die Parameter dann knotenspezifisch definiert werden.

Nr.	Knoten Nr.	Verhältnis
1	3	
2	8,9	
3	1,4	

Die Bemessungfälle werden links oben im Navigator angezeigt. Zum Wechseln des Bemessungsfalls klicken Sie den relevanten Listeneintrag an. Die RF-/JOINTS-Bemessungsfälle sind auch in RFEM bzw. RSTAB über die Lastfall-Liste der Symbolleiste zugänglich.

## Neuen Bemessungsfall anlegen

Ein Bemessungsfall wird angelegt über das RF-/JOINTS-Menü

 $\textbf{Datei} \rightarrow \textbf{Neuer Fall.}$ 

Es erscheint folgender Dialog.

Neuer RF-J	DINTS-Fall	x
Nr. 2	Bezeichnung Stützenfuß Giebel	•
		OK Abbrechen

Bild 15.1: Dialog Neuer RF-JOINTS-Fall

In diesem Dialog ist eine (noch freie) *Nummer* für den neuen Bemessungsfall anzugeben. Die Bezeichnung erleichtert die Auswahl in der Lastfall-Liste.

Nach [OK] erscheint die RF-/JOINTS-Maske 1.1 Basisangaben zur Eingabe der Bemessungsdaten.

#### Bemessungsfall umbenennen

Die Bezeichnung eines Bemessungsfalls wird geändert über das RF-/JOINTS-Menü

#### Datei $\rightarrow$ Fall umbenennen.

Es erscheint folgender Dialog.

RF-JOINTS	-Fall umbenennen	x
Nr. 2	Bezeichnung Neue Bezeichnung	-
٢		OK Abbrechen

Bild 15.2: Dialog RF-JOINTS-Fall umbenennen

Hier kann nicht nur eine andere *Bezeichnung*, sondern auch eine andere *Nummer* für den Bemessungsfall festgelegt werden.

# Bemessungsfall kopieren

Die Eingabedaten des aktuellen Bemessungsfalls werden kopiert über das RF-/JOINTS-Menü

 $\textbf{Datei} \rightarrow \textbf{Fall kopieren.}$ 

Es erscheint folgender Dialog.

	-Fall kopieren
Kopieren	von Fall
FA1 - Ber	messung von Anschlüssen 🔹
Neuer Fall	
Nr.:	Bezeichnung:
3	Variante mit Einspannung 🗸

Bild 15.3: Dialog RF-JOINTS-Fall kopieren

Es ist die Nummer und ggf. eine Bezeichnung für den neuen Fall festzulegen.

# Bemessungsfall löschen

Bemessungsfälle lassen sich wieder löschen über das RF-/JOINTS-Menü

```
Datei \rightarrow Fall \, löschen.
```

Es erscheint folgender Dialog.

F	all lösch	en	x
	Vorhand	lene Fälle	
	Nr.	Bezeichnung	<b>_</b>
	1	Bemessung von Anschlüssen	
	2	Neue Bezeichnung	
	3	Variante mit Einspannung	
	l		
	D	OK AL	brechen

Bild 15.4: Dialog Fall löschen

Der Bemessungsfall kann in der Liste *Vorhandene Fälle* ausgewählt werden. Mit [OK] erfolgt der Löschvorgang.

# 15.2 Einheiten und Dezimalstellen

Die Einheiten und Nachkommastellen werden für RFEM bzw. RSTAB und deren Zusatzmodule gemeinsam verwaltet. In RF-/JOINTS ist der Dialog zum Anpassen der Einheiten zugänglich über das Menü

Einstellungen  $\rightarrow$  Einheiten und Dezimalstellen.

Es erscheint der aus RFEM bzw. RSTAB bekannte Dialog. In der Liste *Programm / Modul* ist das Modul RF-/JOINTS voreingestellt.

Einheiten und Dezimalstellen							
Programm / Modul		RF-JOINTS					
RF-ALUMINIUM	*	Geometrie			Schnittarößen und Sr	annungen	
RF-KAPPA		ocomouno	Debat	Dec. Oaller	Commingrouser and op	D-b-a	Dec Oulles
RF-BGDK			Einneit	DezStellen		Einneit	DezStellen
RF-FE-BGDK		Längen:	m 🔻	2 ≑	Kräfte:	kN 🔻	2 🌲
RF-EL-PL		Winkel	• •	2	Momente:	k Nm 💌	2
RF-C-ZU-1		WILLING.	· · ·	-	Momente.		-
FE-BEUL					Spannungen:	kN/cm^2 ▼	2 🌩
RF-BETON Hachen							
RF-BETON Stabe		Querschnitte			Diverses		
RF-BETON Stutzen					0.01.0		
RF-STANZ		Abmessungen:	mm 🔻		Sterfigkeiten Sj:	kNm 🔻	2 -
RF-HULZ Pro		Querschnittswerte:	cm 👻	2 🌲	Beiwerte:	-	2 🌲
RF-HOLZ AWC							
DE HOLZ COA					Ausnutzungen:	<b></b>	2 🖵
	_				Dichte:	ka/m^3 👻	2 🌲
	=						
DE DAUMECK Pro							
RE-DSTV							
RE-STARDÜBEI							
RE-HOHLPROF							
RE-FUND							
BE-FUND Pro							
RF-STABIL							
RF-DEFORM							
RF-BEWEG							
- RF-IMP	-						
	ß					ОК	Abbrechen

Bild 15.5: Dialog Einheiten und Dezimalstellen

3

Die Einstellungen können als Benutzerprofil gespeichert und in anderen Modellen wieder verwendet werden. Diese Funktionen sind im Kapitel 11.1.3 des RFEM- bzw. RSTAB-Handbuchs erläutert.

# 15.3 Datenexport

Die Ein- und Ausgabedaten von RF-/JOINTS lassen sich auch in anderen Programmen verwenden.

# Zwischenablage

Markierte Zellen der Ergebnismasken können mit [Strg]+[C] in die Zwischenablage kopiert und dann mit [Strg]+[V] z. B. in ein Textverarbeitungsprogramm eingefügt werden. Die Überschriften der Tabellenspalten bleiben dabei unberücksichtigt.

# Ausdruckprotokoll

Die RF-/JOINTS-Daten können in das Ausdruckprotokoll gedruckt (siehe Kapitel 14.1, Seite 114) und dort exportiert werden über das Menü

#### $\textbf{Datei} \rightarrow \textbf{Export in RTF}.$

Diese Funktion ist im Kapitel 10.1.11 des RFEM- bzw. RSTAB-Handbuchs beschrieben.

## Excel

RF-/JOINTS ermöglicht den direkten Datenexport zu MS Excel oder in das CSV-Format. Diese Funktion wird aufgerufen über das Menü

 $\textbf{Datei} \rightarrow \textbf{Tabellen exportieren}.$ 

Es öffnet sich folgender Exportdialog.

Tabellen exportieren	×
Einstellungen Tabelle	Applikation Microsoft Excel CSV file format
Einstellungen Tabelle in die aktive Arbeitsmapp Tabelle in die aktive Tabelle exp V Existierende Tabelle überschreib	pe exportieren ortieren ven
Selektierte Tabellen Aktuelle Tabelle Alle Tabellen Glingabetabellen Ergebnistabellen	<ul> <li>Ausgeblendete Spalten exportieren</li> <li>Export-Tabellen mit Details</li> </ul>
	OK Abbrechen

Bild 15.6: Dialog Tabellen exportieren

Wenn die Auswahl feststeht, kann der Export mit [OK] gestartet werden. Excel wird automatisch aufgerufen, d. h. das Programm braucht vorher nicht geöffnet werden.

	🚽 🤊 <del>-</del> (	(≈ -   -			Tabe	lle1 - Microsof	t Excel				- C X
Da	i <b>tei</b> Sta	art Einfügen Seitenlayd	ut Form	eln Daten	Übe	erprüfen Ar	nsicht Add-Ins	Acrobat		۵	. (?) — 🗗 X
Eir	nfügen 🖋	Calibri • 11 <b>F</b> K <u>U</u> • Schriftart	• A• A• • <u>A</u> •			Text ▼	Bedingte Forma Als Tabelle form Zellenformatvor	atierung ¥ atieren ¥ lagen ¥	Einfügen × Löschen × Format × Zellen	∑ × Z × Sortieren und Filtern Bearbu	Suchen und Auswählen *
	D1		Nachweis	,	-1						¥
	А	В	С	D	E				F		-
1	Belas-		Knoten	Nachweis							Ē
2	tung	Bezeichnung	Nr.	Ausnutzung	Ï		1	Nachweis	nach Formel		
3	LK4	1.35*LF1 + 1.5*LF2 + 0.9*LF	4 3	0,24 ≤	1	5824) Schubt	ragfähigkeit der V	erbindun	g - Schubtragfä	ihigkeit der Ank	er einschließ
4	LK6	1.35*LF1 + 1.5*LF4	3	0,40 ≤	1	5824) Schubt	ragfähigkeit der V	erbindun	g - Schubtragfä	ihigkeit der Ank	er einschließ
5	LK7	1.35*LF1 + 0.75*LF2 + 1.5*l	.F: 3	0,40 ≤	1	5824) Schubt	ragfähigkeit der V	erbindun	g - Schubtragfä	ihigkeit der Ank	er einschließ
6											
0											
9											
10											=
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
20											
	<b>F H</b>	3 1 Nachweis - Nachweise - 7	1153 3.2	Nachweis - Nach	wei	se Lastfa 🦯	3 3 Nachvil 4		111		▼
Ber	eit	STI HUCHHOD - HUCHWODG - Z		Huchweis Huch	Ck					100 % 😑	· · · ·

Bild 15.7: Ergebnis in Excel

# **DXF-Export**



Die Grafik der Stahl- oder Holzverbindung lässt sich als DXF-Datei exportieren. Diese Funktion ist in Maske 4.1 Grafik über die [DXF]-Schaltfläche zugänglich.



Für den Export empfiehlt sich die Anzeige als *Drahtmodell*. Es ist sicherzustellen, dass die relevanten Komponenten im Grafikfenster dargestellt werden.



Bild 15.8: Schaltfläche [Export DXF] in Maske 4.1 Grafik

Nach dem Aufruf der Funktion erscheint der Windows-Dialog *Speichern unter*, in dem der Name und Dateipfad der DXF-Datei festzulegen sind.



Bild 15.9: Ergebnis in AutoCAD



# **16 Beispiele**

Dieses Kapitel stellt drei Beispiele für Verbindungsnachweise mit RF-/JOINTS vor. Weitere Beispiele finden Sie unter den Fachbeiträgen in unserer Knowledge Base.

# 16.1 Stahl - Stützenfuß

Ein gelenkiger Stützenfuß wird nach EN 1993-1-8 [1] und EN 1992-1-1 [9] untersucht. Das Beispiel ist dem Buch "Stahlbau nach EC 3" [10], Seite 261 entnommen.

# 16.1.1 System und Belastung





Bild 16.1: System und Belastung nach [10]

## System

Gelenkig gelagerte Innenstütze

#### Stütze

Querschnitt HE A 200, Baustahl S 235 JR

Höhe	h <sub>c</sub>	190	mm
Breite	b <sub>c</sub>	200	mm
Flanschdicke	t <sub>fc</sub>	10	mm
Stegdicke	t <sub>wc</sub>	6,5	mm
Ausrundungsradius	r <sub>c</sub>	18	mm
Querschnittsfläche	A <sub>c</sub>	53,8	cm <sup>3</sup>

Tabelle 16.1: Stützenquerschnitt

#### Fußplatte

Dicke	t <sub>p</sub>	40	mm
Breite	b <sub>p</sub>	220	mm
Höhe	$h_p$	210	mm
Überstand	u	10	mm
Schweißnaht Flansch	a <sub>f</sub>	4	mm
Schweißnaht Steg	a <sub>w</sub>	4	mm

Tabelle 16.2: Fußplatte

# Belastung

Normalkraft	$N_{Ed}$	580	kN
Querkraft	$V_{Ed}$	100	kN

Tabelle 16.3: Belastung

# 16.1.2 Eingabe in RF-/JOINTS

#### 16.1.2.1 Basisangaben

Zunächst ist in RFEM bzw. RSTAB ein neues Modell anzulegen. Danach kann das Zusatzmodul RF-/JOINTS direkt aufgerufen werden.

In Maske 1.1 Basisangaben sind folgende Eingaben vorzunehmen.

.1 Basisangaben		
Material	Nach Norm / Nationaler Anhang	
Stahl	EN 1993-1-8:2005 👻 🔤 DIN 👻	
C Holz	P 🖉	
Anschlussgruppe	Zusätzliche Einstellungen	
Stútzenfuß 🔹	Stützenmaterial auch für andere Verbindungsteile anwenden	S S
	Kraftverteilung in der Verbindung:	S
Anschlusskategorie		
Gelenkiger Stützenfuß	Verankerungstyp:	
	Einbetonierte Anker 👻	
	Märtelechicht	
Enderhausstyp		
	III Merchander Provinsion	<b>C C</b>
		Bemessung von gelenkigen und biegesteifen Stützenfüßen nach EN 1993-1-8
	Kanan da	77

Bild 16.2: RF-JOINTS-Maske 1.1 Basisangaben

Der Nachweis wird nach Eurocode mit den **DIN**-Beiwerten des deutschen Nationalen Anhangs geführt.

Für das Beispiel sind die Anschlussgruppe **Stützenfuß**, die Anschlusskategorie **Gelenkiger Stützenfuß** und der Anschlusstyp **Einfacher Stützenfuß** festzulegen.



In Maske 1.2 Knoten und Stäbe sind der Stützenquerschnitt und das Material festzulegen.



Bild 16.3: Maske 1.2 Knoten und Stäbe

Die Definitionsart ist auf Manuell definieren zu ändern.

Anschließend können der Querschnitt **HE-A 200** und das Material **Baustahl S 235 JR** über die Schaltflächen in Bibliotheken ausgewählt werden.

Es erscheint eine Abfrage, die mit [Ja] bestätigt werden kann.

	RFEM64 Abfrage Nr. 30037
Wollen	Sie die Verbindungsgeometrie auf Standardwerte voreinstellen?
	Ja <u>N</u> ein
Bild	16.4: RFEM-Abfrage

#### 16.1.2.3 Schnittgrößen

In Maske 1.3 Schnittgrößen ist die Belastung einzugeben (Druckkraft mit negativem Vorzeichen).

.3 Schnittgrößen							
	A	B	C	D	F		
LF	Stab	Kraft	Symbol	Wert	Einheit		
1	Normal- und Querkraft						
	Stütze	Normalkraft	N	-580.00	kN		
		Querkraft	Vy	0.00	kN		
		Querkraft	Vz	100.00	kN		
	X						

Bild 16.5: Maske 1.3 Schnittgrößen

#### 16.1.2.4 Stützenfuß

Maske 1.4 Stützenfuß verwaltet die Parameter des Fundaments.



Bild 16.6: Maske 1.4 Stützenfuß

Über die Schaltfläche 🗔 ist die Betonklasse **Beton C20/25** in der Bibliothek auszuwählen.

#### **16 Beispiele**

Dlubal

Die Dicke der Mörtelschicht ist mit 0,02 m vorgegeben. Als charakteristische Mörtelfestigkeit kann der gleiche Wert wie für den Beton angesetzt werden.

Länge und Breite des Fundaments sind mit jeweils 1,0 m voreingestellt. Die Dicke des Fundaments kann auf 0.40 m reduziert werden:

$$\begin{split} h &\geq \sqrt{A_{c,1}} - \sqrt{A_{c,0}} \\ A_{c,0} &= h_c b_c = 190 \text{ mm} \cdot 200 \text{ mm} = 38\,000 \text{ mm}^2 \\ A_{c,1} &= \min(1,0\cdot 1,0;\ 9A_{c,0}) = 342\,000 \text{ mm}^2 \\ h &\geq 390 \text{ mm} \quad \Rightarrow \text{gewählt:} \ h = 400 \text{ mm} \end{split}$$

#### 16.1.2.5 Fußplatte und Schweißnähte

Die Fußplatte besteht ebenfalls aus Stahl S 235 JR.

Mit dem Überstand u = 10 mm ergeben sich folgende Abmessungen:



Bild 16.7: Maske 1.5 Fußplatte und Schweißnähte

Gemäß Tabelle 16.2 ist die Fußplattendicke mit **40 mm** einzugeben. Die Dicken der Schweißnähte am Flansch und Steg der Stütze betragen jeweils **4 mm**.

#### 16.1.2.6 Anker

Da das Beispiel in [10] keine Angaben zu den Ankern enthält, werden **Gerade Rippenanker** mit Durchmesser **M18** und Festigkeitsklasse **5.6** ausgewählt.

1.6 Anker		
Anker		
Anzahl der Anker:	2 🔻	
Durchmesser:	M18 -	
Festigkeitsklasse:	5.6 -	<b>0</b>
Ankertyp:	Gerade Rippenanker 🔹	
Verbundbedingungen:	<ul> <li>Gut</li> </ul>	
	Andere	2
Installationssicherheit:	Normale Installationssicherheit 🔹	
Reduktion f ür Anker mit geschnitten	en Gewinden verwenden (BetaA = 0.85)	
Ankerabmessungen		, I <sub>h</sub>
Einbindentiefe	La: 350.0 (mm)	
Abstand in Z-Richtung	in Y-Richtung	
e1: (mm)	e2: 40.0 [mm]	
e1,2:	e <sub>2,2</sub> :	
p1: [mm]	p2: 140.0 🔶 [mm]	400
Zusätzliche Einstellungen		
Form der Unterlegscheibe:	Rund	
	Rechteckig	
Größe der Unterlegscheibe	dw: 50.0 € [mm]	
Dicke der Unterlegscheibe	tw: 10.0 🗭 [mm]	8
Form der Ankerplatten::	Rund	350
	Rechteckig	
Größe der Ankerplatten	đh:	2 × M18
	ſn:	Material Baustahl S 235 JR
	ťr: (mm]	

Bild 16.8: Maske 1.6 Anker

Die Einbindetiefe der Anker wird auf **350 mm** festgelegt. Der horizontale Abstand zur Außenkante der Fußplatte beträgt **40 mm**.

Die Dicke der Unterlegscheibe ist auf **50 mm** zu vergrößern.

#### 16.1.2.7 Schubübertragung

Da die Querkraft nur durch Reibung übertragen werden soll, ist das Kontrollfeld Anker zu deaktivieren.

Schubaubei	
Querschnitt: HEA 100 🗸 🚯 🔊	
Material: Baustahl S 235 💌 📖	
Länge do:	
Schubkraftübertragung durch:   Reibung  Anker  Schubdübel	
Schweißnähte Schubdübel	
Schweißnaht an Flanschen und Steg a <sub>wk</sub> : [mm]	4
	2 x M18 Ib+40 mm Material Baustahl S 235 JR

Bild 16.9: Maske 1.7 Schubübertragung

Die Eingabedaten liegen nun vollständig vor.

# 16.1.3 Berechnung

Berechnung

Mit einem Klick auf die Schaltfläche [Berechnung] wird die Ermittlung der Nachweise gestartet.



Bild 16.10: Dialog FE-Berechnung

## 16.1.4 Nachweise

Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung bietet eine Übersicht über die relevanten Nachweise.

## 16.1.4.1 Teil der Verbindung im Druckbereich



Bild 16.11: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung, Teil der Verbindung im Druckbereich

# Spannungskonzentrationsfaktor

 $a_{1} = b_{1} = \min \begin{cases} h_{p} + 2(a - h_{p}) = 210 + 2(1\,000 - 210) = 1\,790\,\mathrm{mm} \\ 3\,h_{p} = 3 \cdot 210 = 630\,\mathrm{mm} \\ h_{p} + h_{\mathrm{Fundament}} = 210 + 400 = \underline{610\,\mathrm{mm}} \end{cases}$  $k_{j} = \sqrt{\frac{a_{1}\,b_{1}}{h_{p}\,b_{p}}} = \sqrt{\frac{610 \cdot 610}{220 \cdot 210}} = 2,82$ 

## Beton- und Mörtelsteifigkeit unter Lagerpressung

$$f_{j,d} = \beta_j k_j f_{cd} = \frac{2}{3} \cdot 2,82 \cdot 1,13 = 2,13 \text{ kN/cm}^2$$
 [1] Gleichung (6.6)

⊿ Dlubal

# Ausbreitungsbreite

$c = t_p \sqrt{\frac{f_{y,k}}{3f_{j,d} \gamma_{M0}}} = 4.0 \sqrt{\frac{23.5}{3 \cdot 2.13 \cdot 1.0}} = 7.67 \text{ cm}$	[1] Gleichung (6.5)
$c_1 = 7,67 \text{ cm} \ge u = 1.0 \text{ cm}$	
$c_2 = \underline{7,67 \text{ cm}} \le \frac{h_c - 2t_{f,c}}{2} = \frac{19,0 - 2 \cdot 1,0}{2} = 8,5 \text{ cm}$	
$c_3 = 7,67 \text{ cm} \ge u = 1.0 \text{ cm}$	
$b_{\rm eff} = u + t_{f,c} + c_2 = 1.0 + 1.0 + 7.67 = 9.67  {\rm cm}$	
$\ell_{\rm eff} = b_c + 2c_3 = 20.0 + 2 \cdot 1.0 = 22.0  {\rm cm}$	
$A_{c,1} = b_{ m eff}  \ell_{ m eff} = 9,67 \cdot 22,0 = 212,74  { m cm}^2$	
$A_{c,2} = \left(t_{w,c} + 2c_2\right)\left(h_c - 2t_{f,c} - 2c_2\right)$	
$= (0,\!65 + 2 \cdot 7,\!67)  (19,\!0 - 2 \cdot 1,\!0 - 2 \cdot 7,\!67) = 26,\!54  \text{cm}^2$	
$A_{c,3} = b_{ m eff}  \ell_{ m eff} = 9,67 \cdot 22,0 = 212,74  { m cm}^2$	
$A_{c,0} = A_{c,1} + A_{c,2} + A_{c,3} = 452,02 \text{ cm}^2$	
Aus der Summe der Einzeltragfähigkeiten der T-Stummel ergibt si	ch folgende Gesamttragfähigkeit:
$F_{c,Rd} = A_{c,0} f_{j,d} = 452,02 \cdot 2,13 = 962,80 \text{ kN}$	[1] Gleichung (6.4)

Nachweis:

$$\frac{N_{c,Ed}}{F_{c,Rd}} = \frac{580,00}{962,80} = 0,60 \le 1,00$$
[1] Abschnitt 6.2.8.2

16

# 16.1.4.2 Schubtragfähigkeit der Verbindung

3.1 Nachweis - Nachweise - Zusammenfassung

		,											
	A	B	C	D	_					E			
	Mallg	Malsgebend Nachweis											
	Knoten	Last	Ausnutzu	ng						Nachweis nac	ch Formel		
	🗆 Teil der V	/erbindung in	1 Druckbe	reich									
	- 1	1	0.	60   ≤ 1	5814	Beton unter d	ler Fußplatte im	Druck					
	Schubtra	gfähigkeit de	er Verbindu	ing									
	L 1	1	0.	86 ≤ 1	5820	Reibung zwis	chen Fußplatte	und M	örtel				
	□ Schweißnähte												
	- 1	1	0.	58 ≤ 1	5950	J) Stützenflansche an Fußplatte							
	- 1	1	0.	73  ≤1	5950	Stützensteg a	an Fußplatte						
	Max A	Ausnutzuna:	0.	R6 < 1	-								
	11000.1	donated ig.		. 4 00									
Nachwei	isdetails - Kr	oten Nr1											
Schnit	tgrößen												
Stüt	ze												
— N	lormalkraft					N	-580.00	kN					
G	uerkraft					Vy	0.00	kN					
G	)uerkraft					Vz	100.00	kN					
Schub	tragfähigkeit	t der Verbind	ung										
🖃 Reit	bung zwisch	en Fußplatte	und Mörte	ł									
- F	Reibungszahl	zwischen Fu	ußplatte un	nd Mörte	elschicht	C <sub>f,d</sub>	0.20			6.2.2(6)			
B	emessungsv	vert der Quer	kraft für R	eibung		VEd	100.00	kN					
F	Reibungswide	erstand der F	ußplatte			Ff.Rd	116.00	kN		6.2.2(6)			
A	usnutzung					η	0.86		≤1				
											2 × M18		
	tb=40 mm												
											Material Baustani 5 235 JR		

Bild 16.12: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung, Schubtragfähigkeit der Verbindung

# **Gleitwiderstand zwischen Fußplatte und Mörtelschicht**

 $F_{f,Rd} = C_{f,d} N_{c,Ed}$  $C_{f,d} = 0,20$  $N_{c,Ed} = -580 \text{ kN}$ 

 $F_{f,Rd} = 0,20 \cdot |-580 \text{ kN}| = 116 \text{ kN}$ 

Nachweis:

 $\frac{V_{Ed}}{F_{f,Rd}} = \frac{100}{116} = 0.86 \le 1,00$ 

Die Querkraft kann über den Gleitwiderstand abgetragen werden. Es ist nicht notwendig, weitere Maßnahmen wie z. B. Schubdübel vorzusehen.

[1] Gleichung (6.1)



Die Schweißnähte werden für die Stützenflansche und den Stützensteg nachgewiesen.

# Stützenflansch

3.1 Nachv	veis - Nach	weise - Zusi	ammenfassu	ng						
	A	В	C	D					Е	
	Maßg	ebend	Nachweis	s						
	Knoten	Last	Ausnutzung					Nachwe	is nach	n Formel
	🖃 Teil der V	erbindung im	Druckbereich	1						
	- 1	1	0.60	≤ 1   5814) Be	eton unter der F	ußplatte im	Druck			
	🔁 Schubtra	gfähigkeit de	r Verbindung							
	- 1	1	0.86	≤ 1   5820) R	eibung zwischei	n Fußplatte	e und Mörtel			
	□ Schweißnähte									
	[ <u> -</u> 1		0.58	≤ 1 5950) St	ützenflansche a	an Fußplatt	e			
	- 1	1	0.73	≤ 1 5950) St	ützensteg an Fi	ußplatte				
	Max. A	usnutzung:	0.86 ≤	£1						<ul> <li>The second second</li></ul>
Nachwa	indataile Ke	oton Nr. 1								
Schwei Schwei	eifinähte	oten NI I								
	tzenflansche	an Fußplatte	•						î -	
0.00	Jurch Flansch	hennaht übe	, tragene Quei	Vr	0.00	kN				
N	Vormalkraft in	Stütze		N	-580.00	kN			_	
	Schweißnaht-	Korrelationsk	oeffizient	Bw	0.80		Т	ab 4.1		
	Schubfläche (	der Schweiß	naht in Y-Rich	Awevv	28.60	cm <sup>2</sup>				
	Schubfläche (	der Schweiß	naht in Z-Rich	Awe.v.z	10.72	cm <sup>2</sup>				
- 0	Gesamte bela	stete Schwe	ißnahtfläche	Awe	39.32	cm <sup>2</sup>				
- 0	Querschnittsfl	äche übertra	gend Druck c	A0.cs	53.80	cm <sup>2</sup>			_	
	Grenzfestigke	it der Schwe	ißnähte	συ	36.00	kN/cm <sup>2</sup>	4	.5.3.2(6)	- =	
1	Vormalspannu	ung senkrect	nt zur Schweil	⊄senk	10.43	kN/cm <sup>2</sup>	4	5.3.2(4)		
	Schubspannu	ing senkrech	t zur Schweil	τsenk	10.43	kN/cm <sup>2</sup>	4	.5.3.2(4)		
- 9	Schubspannu	ing parallel zi	ur Schweißna	τ <sub>par</sub>	0.00	kN/cm <sup>2</sup>	4	.5.3.2(4)		
- 0	Gesamtspann	ung in der S	chweißnaht	σw	20.86	kN/cm <sup>2</sup>	4	.5.3.2(6)		2 x M18
- A	Ausnutzung d	er Normalspa	annung		0.40					Material Baustabl S 235 JR
- 0	Gesamtspann	ungsausnutz	ung		0.58					
- 1	Ausnutzung			η	0.58		≤1		-	🕅 式 📆 🔂 🖾

Bild 16.13: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung, Stützenflansche an Fußplatte

$$\begin{split} \sigma_{\perp} &= \tau_{\perp} = \frac{N_d}{\sqrt{2}A_w} \le 0.9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \\ \sigma_{\perp} &= \tau_{\perp} = \frac{580,00}{\sqrt{2} \cdot 39,32} \le 0.9 \cdot \frac{36,00}{1,25} \\ \sigma_{\perp} &= \tau_{\perp} = 10,43 \text{ kN/cm}^2 \le 25,90 \text{ kN/cm}^2 \\ \end{split}$$
Nachweis:

[1] Gleichung (4.1)

 $\frac{10,\!43}{25,\!90}=0,\!40\leq1,\!00$ 

$$\begin{split} \sigma_{\rm w} &= \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\left(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2\right)} \le \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \\ \sigma_{\rm w} &= \sqrt{10,43^2 + 3\left(10,43^2 + 0^2\right)} \le \frac{36,00}{0,8 \cdot 1,25} \\ \sigma_{\rm w} &= 20,86 \text{ kN/cm}^2 \le 36,00 \text{ kN/cm}^2 \\ \text{Nachweis:} \\ 20.96 \end{split}$$

 $\frac{20,86}{36,00}=0,58\leq 1,00$ 

# Stützensteg

3.1 Nachweis	- Nachweise - Zusa	ammenfassu	ng							
	A B		D					F		
	Maßgebend	Nachwei	s							
к	noten Last	Ausnutzung		Nachweis nach Formel						
E	Teil der Verbindung im	Druckbereich	1							
	1 1	0.60	≤1 5	814) Beton unter der Fußplatte im Druck						
	Schubtragfähigkeit de	r Verbindung								
	1 1	0.86	≤1 5	820) Reibung zwischer	n Fußplatte	e und Mä	irtel			
E S	□ Schweißnähte									
	1 1	0.58	≤1 5	5950) Stützenflansche a	ın Fußplatt	e				
		0.73		5950) Stützensteg an Fi	ußplatte					
	Max. Ausnutzung:	0.86	≦1						💌 🍢 🖺	
Marchander	talla Kastas Na d									
Nachweisde	talls - Knoten Nr1									
E Scriweish	atue atue an Eußolatto							^^		
Durel	steg an ruspiatte h Steanaht ühertmaar	an Ounduraft	V	100.00	LN	1	1			
Durci	alleraft in Stütze	ne querkrait	N	F00.00	KIN L-N			_		
Sobu	aikiaitiin Stutze	o officiant	N O	-300.00	KIN		Tab. 4.1	_		
Schw	Venshant-Norrelationsk	coemzient	Pw	0.00	2		1ab. 4.1	_		
Schu	bliache der Schweiß	nant in T-Nich	Awe, v	y 20.00	cm <sup>2</sup>			_		
Gong	ento balantoto Schweisi	illesettläcke	Awe, v	,2 10.72	om2			_		
Gesa	nite belastete Scriwe	and Davels s	Awe	53.32	cm <sup>2</sup>			_		
Guer	scriniusilache ubertra sfastialsait das Cabura	genu Druck t	AU,cs	33.00	kN/om2		A E 2 2/C)	- 8		
Nom	ziesligkeit der Schwe	taur Soburoit	00	30.00	kN/cm <sup>2</sup>		4.3.3.2(0)	_		
Norm Calari	aisparinung senkrech	t zur Schweif	Usenk	10.43	kN/cm <sup>2</sup>		4.5.3.2(4)			
Schu	beconung senkrech	it zur schweißen	¢senk	10.43	kN/cm <sup>2</sup>		4.5.3.2(4)			
Gerra	iospannung parallel zu intersorpung in der Si	ar ocriweißnabt	Cpar	9.33	kN/om2		4.5.3.2(4)		2×M18	
Auron	utzung der Normalens	unwensnant	OW	26.39	KIN/CIII*		4.3.3.2(0)		tb=40 mm	
Ausn	utzung der Normalspa	annung		0.40					Material Baustahl S 235 JR	
Gesa	mispannungsausnutz	ung		0.73		21				
Ausn	utzung		η	0.73		21			8x -x8 Y8 8Z 🔛 🕰 🛀	

Bild 16.14: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung, Stützensteg an Fußplatte

$$\begin{split} \sigma_{\perp} &= \tau_{\perp} = \frac{N_d}{\sqrt{2}A_w} \le 0.9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \\ \sigma_{\perp} &= \tau_{\perp} = \frac{580,00}{\sqrt{2} \cdot 39,32} \le 0.9 \cdot \frac{36,00}{1,25} \\ \sigma_{\perp} &= \tau_{\perp} = 10,43 \text{ kN/cm}^2 \le 25,90 \text{ kN/cm}^2 \end{split}$$

Nachweis:

 $\frac{10,\!43}{25,\!90}=0,\!40\leq1,\!00$ 

$$\begin{split} \tau_{\parallel} &= \frac{V_w}{2a_w h_s} \\ \tau_{\parallel} &= \frac{100,00}{2\cdot 0,4\cdot 13,4} = 9,33 \text{ kN/cm}^2 \end{split}$$

$$\begin{split} \sigma_{\rm w} &= \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\left(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2\right)} \le \frac{f_u}{\beta_w \, \gamma_{\rm M2}} \\ \sigma_{\rm w} &= \sqrt{10,\!43^2 + 3\left(10,\!43^2 + 9,\!33^2\right)} \le \frac{36,\!00}{0,\!8\cdot 1,\!25} \\ \sigma_{\rm w} &= 26,\!38\,\rm kN/\rm cm^2 \le 36,\!00\,\rm kN/\rm cm^2 \end{split}$$

Nachweis:

 $\frac{26,38}{36,00}=0,73\leq 1,00$ 

# 16.2 Stahl - Gelenkig

In diesem Beispiel wird ein gelenkiger Fahnenblechanschluss nach EN 1993-1-8 mit den Regelungen des Nationalen Anhangs für Deutschland untersucht.

Das Beispiel ist dem Kommentar zum Eurocode 3 [11] entnommen.

# 16.2.1 System und Belastung



Bild 16.15: Gelenkiger Fahnenblechanschluss nach [11]



## Lastaufnehmendes Bauteil: HEB 180, S 235 JR

Höhe	h <sub>c</sub>	180	mm
Breite	b <sub>c</sub>	180	mm
Flanschdicke	t <sub>fc</sub>	14	mm
Stegdicke	t <sub>wc</sub>	8,5	mm
Ausrundungsradius	r <sub>c</sub>	15	mm
Steghöhe	$d_{w}$	122	mm
Querschnittsfläche	A <sub>c</sub>	6 5 2 5	mm <sup>2</sup>

Tabelle 16.4: Querschnittsparameter HEB 180

#### Träger: IPE 300, S 235 JR

Höhe	h <sub>c</sub>	300	mm
Breite	b <sub>c</sub>	150	mm
Flanschdicke	t <sub>fc</sub>	10,7	mm
Stegdicke	t <sub>wc</sub>	7,1	mm
Ausrundungsradius	r <sub>c</sub>	15	mm
Steghöhe	$d_{w}$	248,6	mm
Querschnittsfläche	A <sub>c</sub>	5 381	mm <sup>2</sup>

Tabelle 16.5: Querschnittsparameter IPE 300

#### Fahnenblech

Höhe h	P	180	mm
Breite b	Р	160	mm
Blechdicke t <sub>P</sub>	5	15	mm

Tabelle 16.6: Parameter Fahnenblech

#### Schrauben: M20, 8.8

Durchmesser	d	20	mm
Lochdurchmesser	$d_0$	22	mm
Schaftquerschnitt	$A_{s}$	245	mm <sup>2</sup>
Streckgrenze	f <sub>yb</sub>	640	N/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit	f <sub>ub</sub>	800	N/mm <sup>2</sup>
Scherfuge		im Schaft	

Tabelle 16.7: Parameter Schrauben

#### Schweißnaht: Kehlnaht

Schweißnahtdicke	a <sub>w</sub>	7	mm

Tabelle 16.8: Parameter Schweißnaht

#### Teilsicherheitsbeiwerte

Beanspruchbarkeit von Querschnitten	$\gamma_{\rm M0}$	1,00
Stabilitätsversagen	$\gamma_{\rm M1}$	1,10
Schaftquerschnitt	$\gamma_{\rm M2}$	1,25

Tabelle 16.9: Teilsicherheitsbeiwerte

### **Belastung**

Es sollen die Tragfähigkeiten der Grundkomponenten ermitteln werden. Die maßgebende Komponente ist der Trägersteg auf Lochleibung. Um eine Auslastung von 100 % des Anschlusses zu ermitteln, wird diese Tragfähigkeit als Belastung (V<sub>Ed</sub> = 108 kN) angesetzt.

## 16.2.2 Eingabe in RF-/JOINTS

#### 16.2.2.1 Basisangaben

Zunächst ist in RFEM bzw. RSTAB ein neues Modell anzulegen. Danach kann das Zusatzmodul RF-/JOINTS direkt aufgerufen werden.

In Maske 1.1 Basisangaben sind folgende Eingaben vorzunehmen.

1.1 Basisangaben		
Material	Nach Norm / Nationaler Anhang	
Stahl	I I I I I I I I I I I I I I I I I I I	
⊖ Holz	<u>`</u>	
Anschlussgruppe	Zusätzliche Einstellungen	
Gelenkige Anschlüsse 🗸 🗸	Verbindung durch Normalkraft im Träger beansprucht	Š Š
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	Nachweis der Duktilität durchführen	S
Anschlusskategorie	Kategorie der Verbindung:	
Trian Chine	Verschraubt - Kategorie A 🗸	ZINX
		- 5
		<b>S</b> is
Anschlusstyp		
Fahnenblech 🗸		
		Bemessung von gelenkigen Verbindungen nach EN 1993-1-8
	Kommentar	
	^	
	×	Test and a second s

Bild 16.17: RF-JOINTS-Maske 1.1 Basisangaben

Der Nachweis wird nach Eurocode mit den **DIN**-Beiwerten des deutschen Nationalen Anhangs geführt.

Für das Beispiel nach [11] sind die Anschlussgruppe **Gelenkige Anschlüsse**, die Anschlusskategorie **Träger - Stütze** und der Anschlusstyp **Fahnenblech** festzulegen.



In Maske 1.2 Knoten und Stäbe sind der Stützenquerschnitt und das Material festzulegen.



Bild 16.18: Maske 1.2 Knoten und Stäbe

Die Definitionsart ist auf Manuell definieren zu ändern.

Anschließend können die Querschnitte **IPE 300** für den Träger und **HEB 180** für die Stütze sowie das Material **Baustahl S 235 JR** über die Schaltflächen 🗔 in Bibliotheken ausgewählt werden.

Es erscheint eine Abfrage, die mit [Ja] bestätigt werden kann.

	RFEM64 Abfrage Nr. 30037
Wollen S	Sie die Verbindungsgeometrie auf Standardwerte voreinstellen?
	Ja <u>N</u> ein
Bild	16.19: RFEM-Abfrage

#### 16.2.2.3 Schnittgrößen

In Maske *1.3 Schnittgrößen* ist die Belastung durch die Querkraft einzugeben. Die Wirkung der Vorzeichen ist in der Skizze symbolisiert.



Bild 16.20: Maske 1.3 Schnittgrößen

#### 16.2.2.4 Geometrie

Maske 1.4 Geometrie verwaltet die Parameter des Anschlusses.

Bild 16.21: Maske 1.4 Geometrie

#### **16 Beispiele**

Über die *Anordnung* der Verbindung kann festgelegt werden, ob der Anschluss am Flansch oder Steg vorliegt. Der Spalt zwischen Träger und Stütze ist hier auf **10 mm** zu verringern.

Mitte des Trägerstegs Mitte des Trägerstegs Höchste Position Niedrigste Position Manuelle Eingabe Die Parameter für das *Verbindungselement* können über die **Manuelle Eingabe** definiert werden. Diese Option zur Anordnung am Trägersteg steht in der Liste zur Auswahl. Anschließend kann der Abstand von der Trägeroberkante auf **40 mm** geändert werden.

Die Abmessungen des Fahnenblechs und die Anordnung der Schrauben am Träger sind dann wie im Bild 16.21 dargestellt festzulegen.

Bei der Definition der *Schweißnähte* ist die Schweißnahtdicke auf **7 mm** zu vergrößern. Die Schweißnahtlänge I<sub>w</sub> ergibt sich aus den Randbedingungen des Fahnenblechs.

Die Eingabedaten liegen damit vollständig vor.

# 16.2.3 Berechnung

Berechnung

Mit einem Klick auf die Schaltfläche [Berechnung] wird die Ermittlung der Nachweise gestartet.

FE-Berechnung			×
and	Gesamtablauf RFEM - Berechnung nach FEM RF-JOINTS Einzelschritte		
FE-SOLV	JOINTS Sammlung der erforderlichen Informationen Modellkontrolle Uberprüfung der Geometrie Emtitlung der Schnittgrößen Lastverteilung an Komponententn Nachweis der Komponententragfähigkeit Softieren der Ergebnisse	Anzahl der Modulfälle Modulfall: Bemessung von Anschlüssen Anzahl der Lastfälle Anzahl der Berechnungsläufe	1 FA1
	Q. Abbre	echen	✓ Diagramm

Bild 16.22: Dialog FE-Berechnung

## 16.2.4 Nachweise

Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung bietet eine Übersicht über die relevanten Nachweise.

#### 16.2.4.1 Anforderungen an gelenkige Verbindungen

#### Zulässige Verdrehung in gelenkiger Verbindung



Bild 16.23: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Zulässige Verdrehung in gelenkiger Verbindung

$$\varphi_{\text{vorh}} = \arcsin\left(\frac{z}{\sqrt{\left(z - g_h\right)^2 + \left(\frac{h_p}{2} + h_e\right)^2}}\right) - \arctan\left(\frac{z - g_h}{\frac{h_p}{2} + h_e}\right)$$

 $\varphi_{\rm vorh} = \arcsin{(0,\!435)} - \arctan{(0,\!412)} = 3,\!41^\circ$ 

$$g_{h} = 10 \, \text{mm}$$

$$h_{e} = h_{B} - p_{con} = 300 - 40 - 180 = 80,0 \text{ mm}$$
$$z = \frac{b_{p}}{2} + g_{h} = \frac{160}{2} + 10 = \underbrace{80,0 \text{ mm}}_{=} \le \sqrt{\left(z - g_{h}\right)^{2} + \left(\frac{h_{p}}{2} + h_{e}\right)^{2}} = 183,85 \text{ mm}$$

Manuelle Eingabe der Verbindung (sonst Verdrehung des Knoten aus RFEM/RSTAB):

$$\varphi_{\rm erf} = 0,00^{\circ}$$

# Vermeidung von vorzeitigem Nahtversagen

A	B	C	D				E			
Maßg	ebend	Nachwe	eis							
Knoten	Last	Ausnutzung					Nachweis nach	Formel		
Anforderu	ungen an gel	enkige Verbir	ndung							
- 1	1	OK		3220) Zuläs	sige Verdrehung	g in gelenkiger	Verbindung			
L 1	1	OK		3321) Verm	eidung von vorz	eitigem Nahtve	ersagen am Fahnenblech			
🖃 Tragfähig	keit der Sch	raubengrupp	e am 1	Träger						
- 1	1	0.56	≤1	5901) Einze	Ine Schraube -	Abscheren				
- 1	1	0.56	≤1	5910) Abscl	hertragfähigkeit	der Schrauber	ngruppe unter Querkraft			
🛛 Querkraft	tragfähigkeit	des Fahnent	blechs	1						
- 1	1	0.46	≤1	5019) Lochl	eibung einzelne	Schraube				
- 1	1	0.37	≤1	5041) Fahn	enblech unter S	chub - Bruttoq	uerschnitt			
- 1	1	0.32	≤1	5042) Fahn	enblech unter S	chub - Nettoqu	ierschnitt			
- 1	1	0.31	≤1	5043) Fahn	enblech unter S	chub - Blockve	ersagen			
- 1	1	0.45	≤1	5045) Fahn	enblech unter B	iegung				
- 1	1	OK		5044) Fahn	enblech unter B	iegung - Stabili	tät			
D Normalkr	afttragfähigk	eit des Fahne	nblec	hs						
				5046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoguerschnitt						
1 Max. A	1 Ausnutzung:	0.00	≤1 ⊳1	5046) Fahn	enblech unter Z	ug oder Druck	- Bruttoquerschnitt		<ul> <li>Y<sub>1</sub></li> </ul>	
Max. 4 Weisdetails - Kn	1 Ausnutzung: Ioten Nr1	0.00	≤1 >1	5046) Fahn	enblech unter Z	ug oder Druck	- Bruttoquerschnitt		8 K 1	
— 1 Max. 4 weisdetails - Kn hnittgrößen Träger, 1	1 Ausnutzung: Ioten Nr1	0.00	≤1  >1	5046) Fahn	enblech unter Z	ug oder Druck	- Bruttoquerschnitt		8 M E	
Max. 4 Weisdetails - Kn hnittgrößen Träger, 1 Normalkraft	1 Ausnutzung: loten Nr1	1.00	<u>≤</u> 1  >1	5046) Fahn	enblech unter Z	ug oder Druck	- Bruttoquerschnitt			
Max. 4 Max. 4 weisdetails - Kn hnittgrößen Träger, 1 Nomalkraft Querkraft	1 Ausnutzung: Ioten Nr1	0.00	<u>≤</u> 1	5046) Fahn N V <sub>2</sub>	0.00 108.00	kN	- Bruttoquerschnitt			
Max. 4 Max. 4 weisdetails - Kn hnittgrößen Träger, 1 Nomalkraft Querkraft forderungen an	1 Ausnutzung: ioten Nr1 gelenkige Ve	0.00	<u>≤</u> 1	S046) Fahn N Vz	0.00 108.00	kN kN	- Bruttoquerschnitt			
Max. 4 weisdetails - Kn hnittgrößen Träger, 1 Nomalkraft Querkraft forderungen an . Vermeidung von	1 Ausnutzung: Ioten Nr1 gelenkige Ve	0.00 1.00	≤ 1  >1	5046) Fahn N Vz Fahnenblech	0.00 0.00 0.00	kN kN	- Bruttoquerschnitt			
Hax 4     Max 4     weisdetails - Kn hnittgrößen Träger, 1     Nomalkraft     Querkraft forderungen an Vermeidung von Streckgrenze de	1 Ausnutzung: Ioten Nr1 gelenkige Ve I vorzeitigem Is Stahlblech	0.00 1.00 erbindung Nahtversage	≤ 1  > 1 	N Vz Fahnenblech	enblech unter Z 0.00 108.00	kN k	- Bruttoquerschnitt			
Hax. 4     Max. 4     Max. 4     Meisdetails - Kn hnittgrößen Träger, 1 Nomaikraft Querkraft Querkraft Vermeidung von Extreckgrenze de Zugfestigkeit de	1 Ausnutzung: Ioten Nr1 gelenkige Ve I vorzeitigem Is Stahlblech: s Stahlblech:	0.00 1.00 erbindung Nahtversage Is	≤ 1	N Vz Fahnenblech	0.00 0.00 108.00 235.00 360.00	kN k	- Bruttoquerschnitt			
Hannel 1     Max. 4     weisdetails - Kn hnittgrößen Träger, 1 Nomalkraft Querkraft forderungen an Vermeidung von Streckgrenze de Zugfestigkeit de Maßgebender K	1 Ausnutzung: Ioten Nr1 gelenkige Ve i vorzeitigem is Stahlblech: orrelationsko	0.00 1.00 erbindung Nahtversage is s	≤ 1	5046) Fahno N Vz Fahnenblech f <sub>y,pl</sub> f <sub>u,pl</sub> Bw	0.00 0.00 108.00 235.00 360.00 0.80	kN k	- Bruttoquerschnitt			
A ar	1 Ausnutzung: oten Nr1 gelenkige Ve vorzeitigem is Stahlblech s Stahlblech s Stahlblech s melationsko eiwert für Mat	erbindung Nahtversage s s erbindung	≤ 1	N Vz Fahnenblech fy.pl fu.pl Bw 7m.0	0.00 0.00 108.00 235.00 360.00 0.80 1.00	kN k	- Bruttoquerschnitt			
1 Max. A weisdetails - Kn hnittgrößen Träger, 1 Nomalkraft Querkraft forderungen an Vermeidung von Streckgrenze de Zugfestigkeit de Maßgebender K Teilsicherheitsbe	1 Ausnutzung: Ioten Nr1 gelenkige Ve i vorzeitigem is Stahlblech: orrelationsko sivert für Mat	0.00 1.00 erbindung Nahtversage s effizient terial terial	≤ 1	5046) Fahno N Vz Fahnenblech fy,pl fu,pl Bw Ym,0 Ym,2	0.00 108.00 235.00 360.00 0.80 1.25	kN kN kN N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup>	- Bruttoquerschnitt			
1 Max. A weisdetails - Kn hnittgrößen Träger, 1 Nomalkraft Guerkraft forderungen an Vermeidung von Streckgrenze de Maßgebender K Teilsicherheitsbe Teilsicherheitsbe Teilsicherheitsbe Teilsicherheitsbe Teilsicher heitsbe	1 Ausnutzung: Joten Nr1 gelenkige Ve vorzeitigem is Stahlblech: orrelationsko eiwert für Mat eiwert für Mat eiblechs	erbindung Nahtversage s seffizient terial	≤ 1	5046) Fahn N Vz Fahnenblech fy,pl Fu,pl Яw Ym,0 Ym,2 Epl	0.00 0.00 108.00 235.00 360.00 0.80 1.00 1.25 15.0	kN k	- Bruttoquerschnitt			
Max. A weisdetails – Kn hnittigrößen Träger, 1 Normalkraft Querkraft Guerkraft Guerkgrenze de Zugfestigkeit de Zugfestigkeit de Raßgebender K Maßgebender K Teilsicherheitsbe Dicke des Fahn	1 Ausnutzung: ioten Nr1 gelenkige Ve vorzeitigem is Stahlblech: orrelationsko eiwert für Mat enblechs ke	0.00 1.00 Nahtversage s effizient terial terial	≤ 1  >1 	5046) Fahn N Vz Fahnenblech fu,pl ßw 7m,0 7m,0 7m,2 tpl aw	0.00 108.00 235.00 360.00 0.80 1.00 1.25 15.0 7.0	kN k	EN 1993-1-1: 6.1(1) Tab. 2.1			
Max. A weisdetails – Kn hnittgrößen Träger, 1 Nomalkraft Querkraft forderungen an Vermeidung von Zugfestigkeit de Maßgebender K Zugfestigkeit de Teilsicherheitsbe Teilsicherheitsbe Dicke des Fahn Schweißnahtdic Erforderliche Sol	1 Ausnutzung: Ioten Nr1 gelenkige Ve vorzeitigem is Stahlblech orrelationsko eiwert für Mat eiwert für Mat enblechs ke wweißnahtdic	o.00 1.00 nationdung Nahtversage s effizient terial terial cke	≤ 1  >1	5046) Fahnr N Vz Fahnenblech fy,pl fu,pl Bw 7m,0 7m,2 tpl a w,min	0.00 108.00 235.00 360.00 1.00 1.25 15.0 7.0 6.9	kN k	- Bruttoquerschnitt			
A ax. A     Max. A     Weisdetails - Kn     Mnittgrößen     Träger. 1     Nomalkraft     Querkraft     Grderungen an     Vermeidung von     Streckgrenze de     Zugfestigkeit de     Maßgebender K     Teilsicherhetsbe     Teilsicherhetsbe     Teilsicherhetsbe     Schweißnahtdic     Erforderliche Sci	1 Ausnutzung: loten Nr1 gelenkige Ve vorzeitigem s Stahiblech s Stahiblech s Stahiblech s Stahiblech s Stahiblech s Stahiblech ke hweißnahtdic	oto	≤ 1  >1	S046) Fahn N Vz Fahnenblech fy.pl βw 7m,0 7m,2 fpl aw aw aw,min	0.00 0.00 108.00 235.00 360.00 0.80 1.00 1.25 15.0 7.0 6.9	kN k	- Bruttoquerschnitt	tp = 15 mm		

Bild 16.24: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Vermeidung von vorzeitigem Nahtversagen

Nach [5] Kapitel 6.3.2:

$$a_{w} \geq \frac{\beta_{w}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{f_{yp}}{f_{up}} \cdot \frac{\gamma_{M2}}{\gamma_{M0}} \cdot t_{p}$$
  
mit  
 $\beta_{w}$  : 0,80 [1] Tabelle 4.1  
 $a_{w} \geq \frac{0,80}{\sqrt{2}} \cdot \frac{235}{360} \cdot \frac{1,25}{1,00} \cdot 15 = 6,924 \text{ mm}$ 

 $\Rightarrow$  gewählt:  $a_w = 7,0$  mm

## 16.2.4.2 Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger

#### **Einzelne Schraube - Abscheren**

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

	A	В	C	D					E	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
	Maßg	ebend	Nachwe	is						
	Knoten	Last	Ausnutzung						Nachweis nach	Formel
	🛛 🖓 Anforderu	ingen an gel	enkige Verbin	idung						
	- 1	1	OK	3220)	Zulässige Ve	erdrehung in g	elenkiger '	Verbind	ung	
	- 1	1	OK	3321)	Vermeidung	von vorzeitige	m Nahtve	rsagen	am Fahnenblech	
	🕞 Tragfähig	keit der Sch	raubengruppe	e am Träger						
	- 1	1	0.56	≤ 1 5901)	Einzelne Sch	hraube - Absc	heren			
	- 1	1	0.56	≤ 1 5910)	Abschertrag	fähigkeit der S	ichrauben	gruppe	unter Querkraft	
	🛛 🖂 Querkraft	tragfähigkeit	des Fahnenb	lechs						
	- 1	1	0.46	≤ 1 5019)	Lochleibung	einzelne Schi	raube			
	- 1	1	0.37	≤ 1   5041)	Fahnenblech	n unter Schub	- Bruttoqu	erschni	tt	
	- 1	1	0.32	≤ 1 5042)	Fahnenblech	n unter Schub	- Nettoqu	erschnit	t	
	- 1	1	0.31	≤ 1 5043)	Fahnenblech	n unter Schub	<ul> <li>Blockve</li> </ul>	rsagen		
	- 1	1	0.45	≤ 1 5045)	Fahnenblech	n unter Biegun	g			
	- 1	1	OK	5044)	Fahnenblect	n unter Biegun	ıg - Stabilit	ät		
	Normalkra	afttragfähigk	eit des Fahne	nblechs						
	- 1	1	0.00	≤ 1 5046)	Fahnenblech	n unter Zug od	ler Druck	- Brutto	querschnitt	¥
	Max. A	usnutzung:	1.00	>1						<ul> <li>%</li> </ul>
Nachwe	eisdetails - Kn	oten Nr1								
FI Schni	ittarößen									
E Tra	ider. 1									
	Normalkraft				N	0.00	kN			
	Querkraft				Vz	108.00	kN			
E Schni	ittgrößen aus	Anschlussge	ometrie		-					
⊡ Tracf	ähigkeit der S	chraubengn	ippe am Träg	er						
🖂 Ein	zelne Schrau	be - Abschei	ren							
- 1	Anzahl der Sc	herfugen				1				
	Beiwert für Ab	scheren			αν	0.60			Tab. 3.4	
	Zugfestigkeit (	der Schraub	e		fu,b	800.00	N/mm <sup>2</sup>			
(	Querschnittsfl	äche der Scl	hraube		Ab	3.14	cm <sup>2</sup>			
1	Maximale auf	einzelne Sch	nraube wirken	de Querkraft	Fn.Ed	67.61	kN			
- 1	Abschertragfä	higkeit einze	Ine Schraube	•	F <sub>V,Rd</sub>	120.58	kN		Tab. 3.4	
- 1	Ausnutzung				η	0.56		≤1		
										tp = 15 mm Baustahl S 235
										I + I + I + I + I + I + I + I + I + I +

Bild 16.25: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Einzelne Schraube - Abscheren

Nach [1] Tabelle 3.4 oder [5] Kapitel 6.3.3:

 $F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$ mit  $\alpha_v : 0,60$  $A : \pi \cdot d^2/4 = \pi \cdot 20^2/4 = 314,2 \text{ mm}^2$  $F_{v,Rd} = \frac{0,60 \cdot 800 \cdot 314,2}{1,25} = 120,58 \text{ kN}$  $\eta = \frac{F_{n,Rd}}{F_{v,Rd}} = \frac{67,61}{120,58} = \underline{0,56} \le 1,00$ 

Die resultierenden Schraubenkräfte innerhalb der Schraubengruppe können für dieses Beispiel nach [12] Kapitel 4.9.3.3 ermittelt werden.

Über die Schaltfläche 🗾 lassen sich die Schraubenkräfte im Grafikbereich darstellen.



Bild 16.26: Schraubenkräfte

© DLUBAL SOFTWARE 2022



Maßgebend         Nachweis           Knoten         Last         Ausnutzung         Nachweis nach Formel           E Arforderungen an gelenkige Vebrindung         3200 Zulässige Verderhung in gelenkiger Vebrindung         Image Status           1         1         0 KK         33200 Zulässige Verderhung in gelenkiger Vebrindung           1         1         0 KK         33200 Zulässige Verderhung in gelenkiger Vebrindung           1         1         0 KK         33200 Zulässige Verderhung in gelenkiger Vebrindung           Image Status         Image Status         Status         Status           Image Status         Image Status         Image Status         Status           Image Status         Image Status         Image Status         Image Status           Image Status         Image Status         Image Status         Image Status           Image Status         Image Status         Image Status         Image Status         Image Status <tr< th=""><th>A</th><th>В</th><th>C</th><th>D</th><th></th><th></th><th></th><th></th><th>E</th><th></th><th></th></tr<>	A	В	C	D					E				
Knoten         Last         Ausnutzung         Nachweis nach Fomel           □         Anforderungen an gelenkige Verbindung         3220) Zulässige Verdrehung in gelenkiger Verbindung         1           1         1         0.K         3320) Verneidung von vorzetigem Nahtversagen am Fahnenblech           □         Tragfähigket der Schraubenguppe am Träger         5910) Abscheutzgfähigket der Schraube - Abscheren           □         1         0.56 ≤ 1         5910) Abscheutzgfähigket der Schraube           □         1         0.56 ≤ 1         5910) Abscheutzgfähigket der Schraube           □         0.56 ≤ 1         5910) Abscheutzgfähigket der Schraube           □         1         0.56 ≤ 1         5910) Abscheutzgfähigket der Schraube           □         0.56 ≤ 1         5910) Abscheutzgfähigket der Schraube         Nachweissen           1         1         0.37 ≤ 1         5040) Fahnenblech unter Schub - Buttoquerschnitt           1         1         0.31 ≤ 1         5040) Fahnenblech unter Schub - Blockversagen           1         1         0.00 ≤ 1         5046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt           1         1         0.00 ≤ 1         5046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt           mask Ausenutzung         1.00 > 1         Image         Image	Maßge	ebend	Nachwe	ais									
□       Anforderungen an gelerkige Verbindung         □       1       1       0K       3220) Zulässige Verdrehung in gelenkiger Verbindung         □       1       0K       3321) Vermeidung von vorzetigem Nahtversagen am Fahnenblech         □       Tragfähigket der Schraubengruppe am Träger       0.56 ≤ 1       5901) Enzelne Schraube - Abscheren         □       0.56 ≤ 1       5901) Enzelne Schraube       Enzetragfähigket der Schraubengruppe unter Querkraft         □       0.46 ≤ 1       5019) Lochlebung einzelne Schraube       1       1         □       0.46 ≤ 1       5019) Lochlebung einzelne Schraube       1       1         □       0.46 ≤ 1       5043) Fahnenblech unter Schub - Buttoquerschnitt       1       1         □       1       0.31 ≤ 1       5043) Fahnenblech unter Schub - Nettoquerschnitt       1       1       0.32 ≤ 1       5043) Fahnenblech unter Schub - Buttoquerschnitt         □       1       0.31 ≤ 1       5043) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Brutoquerschnitt       1       1       0.00 ≤ 1       5046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Brutoquerschnitt         □       1       0.00 ≤ 1       5046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Brutoquerschnitt       1       1       0.00 ≤ 1       5046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Brutoquerschnitt         Itroïden	Knoten	Last	Ausnutzung			Nachweis nach Formel							
1       1       0K       3220 Zulassige Verderbung in gelenkiger Verbindung         1       1       0K       3321 Vermeidung von vorzetigen Nativersagen am Fahnenblech         1       1       0.56 ≤ 1       5901 Einzelne Schraube - Abscheren         1       1       0.56 ≤ 1       5910 Abschertragfähigket der Schraube         1       1       0.56 ≤ 1       5910 Abschertragfähigket der Schraube         1       1       0.56 ≤ 1       5910 Abschertragfähigket der Schraube         1       1       0.45 ≤ 1       5910 Abschertragfähigket der Schraube         1       1       0.45 ≤ 1       5942 Fahnenblech urter Schub - Buckversagen         1       1       0.37 ≤ 1       5942 Fahnenblech urter Schub - Buckversagen         1       1       0.35 ≤ 1       5942 Fahnenblech urter Schub - Buckversagen         1       1       0.45 ≤ 1       5945 Fahnenblech urter Schub - Buckversagen         1       1       0.06 ≤ 1       5944 Fahnenblech urter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt         1       1       0.00 ≤ 1       5946 Fahnenblech urter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt         Max. Ausnutzung:       1.00 ≤ 1       5946 Fahnenblech urter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt         Max. Ausnutzung:       1.00 ≤ 1       5946 Fahnenblech urter Zug oder Druck	Anforderu	ngen an gel	enkige Verbi	ndung									
1       1       OK       3321) Verneidung von vorzetigem Nahtversagen am Fahnenblech         □ Tragfähigket der Schraubengruppe am Träger       1       0.55 [≤1] 5901) Abschettragfähigket der Schraube - Abscheren         □ 1       0.56 [≤1] 5901) Abschettragfähigket der Schraube       1       0.66 [≤1] 5019) Lochleibung einzelne Schraube         □ 1       0.66 [≤1] 5019) Lochleibung einzelne Schraube       1       1       0.46 [≤1] 5019) Lochleibung einzelne Schraube         1       1       0.46 [≤1] 5043) Fahnenblech unter Schub - Buckversagen       1       1         1       1       0.31 [≤1] 5043) Fahnenblech unter Schub - Blockversagen       1       1         1       1       0.45 [≤1] 5043) Fahnenblech unter Biegung - Stabiltät       E       E         1       1       0.45 [≤1] 5043) Fahnenblech unter Biegung - Stabiltät       E       E         1       1       0.46 [≤1] 5046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt       Image: Schutzengen Schutz	- 1	1	OK		3220) Zulässige	Verdrehung in ge	elenkiger	Verbindur	ng				
□ Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger         □ 1       0.56 ≤ 1       5910) Ribschertragfähigkeit der Schraube - Abscheren         □ 1       0.56 ≤ 1       5910) Abschertragfähigkeit der Schraube - Abscheren         □ 1       1       0.56 ≤ 1       5010) Ribschertragfähigkeit der Schraube         □ 1       1       0.46 ≤ 1       5010) Lochleibung einzelne Schraube         □ 1       1       0.37 ≤ 1       5041) Fähnenblech urter Schub - Buttoquerschnit         □ 1       1       0.32 ≤ 1       5042) Fähnenblech urter Schub - Blockversagen         □ 1       1       0.45 ≤ 1       5043) Fähnenblech urter Biegung       Stabilität         □ 1       0.45 ≤ 1       5045) Fähnenblech urter Biegung - Stabilität       E       Max Ausnutzung:       1.00 ≥ 1       5046) Fähnenblech urter Biegung - Stabilität         □ 1       1       0.00 ≤ 1       5045) Fähnenblech urter Biegung - Stabilität       Image: Stabilität       Image: Stabilität         □ 1       0.00 ≤ 1       5046) Fähnenblech urter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt       Image: Stabilität       Image: Stabilität       Image: Stabilität         □ 1       0.00 ≤ 1       5046) Fähnenblech urter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt       Image: Stabilität       Image: Stabilität       Image: Stabilität         □ 1       0.00 ≤ 1       5046	- 1	1	OK		3321) Vermeidur	ng von vorzeitige	m Nahtve	rsagen ar	m Fahnenblech				
1       1       0.56       ≤ 1       5910) Abschertragfähigket der Schraubengruppe unter Querkraft         0       0.56       ≤ 1       5910) Abschertragfähigket der Schraubengruppe unter Querkraft         1       1       0.46       ≤ 1       5010) Abschertragfähigket der Schraubengruppe unter Querkraft         1       1       0.46       ≤ 1       5040) Fahrenblech unter Schub - Buttoguerschnitt         1       1       0.37       ≤ 1       5043) Fahrenblech unter Schub - Buttoguerschnitt         1       1       0.31       ≤ 1       5043) Fahrenblech unter Schub - Buctoguerschnitt         1       1       0.45       ≤ 1       5043) Fahrenblech unter Biegung         1       1       0.45       ≤ 1       5045) Fahrenblech unter Biegung         1       1       0.00       ≤ 1       5046) Fahrenblech unter Biegung         1       1       0.00       ≤ 1       5046) Fahrenblech unter Zug oder Druck - Bruttoguerschnitt         Max. Ausnutzung:       1.00       < 1	📮 Tragfähig	keit der Sch	raubengrupp	e am T	räger								
Image: Schedule Scheruber Schrauber Scheruber Scherube	- 1	1	0.56	≤1	5901) Einzelne	Schraube - Absch	neren						
□       0.4ekrafttragfähigket des Fahrenblechs         1       1       0.46 ≤ 1       5019) Lochleibung einzelne Schraube         1       1       0.37 ≤ 1       5040) Fahrenblech unter Schub - Buttoquerschnitt         1       1       0.32 ≤ 1       5042) Fahrenblech unter Schub - Nettoquerschnitt         1       1       0.33 ≤ 1       5043) Fahrenblech unter Schub - Nettoquerschnitt         1       1       0.31 ≤ 1       5043) Fahrenblech unter Bigung         1       1       0.45 ≤ 1       5043) Fahrenblech unter Bigung         1       1       0.45 ≤ 1       5044) Fahrenblech unter Bigung         1       1       0.00 ≤ 1       5046) Fahrenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt         Max. Ausnutzung:       1.00 ≥ 1       5046) Fahrenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt         isdetalis - Knoten Nr1       ittgrößen       iger. 1         ittgrößen       iger. 1       ittgrößen       iger. 1         ittgrößen aus Anschlussgeometrie       anzahl der Schrauben ne n       4         Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe       n.2       2         Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe       1.2       2         Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe       1       2         Anzahl der Sc		1	0.56	≤1	5910) Abschertr	agfähigkeit der S	chrauben	gruppe ur	nter Querkraft				
$ \begin{vmatrix} 1 & 1 & 0.46 &   \le 1 & 5019 \ lochleibung einzelne Schraube \\ \hline 1 & 1 & 0.37 &   \le 1 & 5041 \ lishenblech unter Schub - Bruttoquerschnitt \\ \hline 1 & 1 & 0.37 &   \le 1 & 5043 \ lishenblech unter Schub - Nettoquerschnitt \\ \hline 1 & 1 & 0.31 &   \le 1 & 5043 \ lishenblech unter Schub - Blockversagen \\ \hline 1 & 1 & 0.31 &   \le 1 & 5043 \ lishenblech unter Schub - Blockversagen \\ \hline 1 & 1 & 0.45 &   \le 1 & 5043 \ lishenblech unter Blegung \\ \hline 1 & 1 & 0.45 &   \le 1 & 5045 \ lishenblech unter Blegung - Stabilität \\ \hline \\ \hline Hormalkraftragfähigket des Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt \\ \hline \\ \hline Max. Ausrutzung & 1.00 &   1 & \hline \\ \hline$	🛛 🕀 Querkraft	ragfähigkeit	des Fahnen	blechs									
$ \begin{vmatrix} 1 & 1 & 0.37 &   \le 1 &   0.01   Shahenblech unter Schub - Neutoquerschnitt \\ \hline 1 & 1 & 0.32 &   \le 1 &   5042   Shahenblech unter Schub - Neutoquerschnitt \\ \hline 1 & 1 & 0.31 &   \le 1 &   5043   Shahenblech unter Schub - Neutoquerschnitt \\ \hline 1 & 1 & 0.45 &   \le 1 &   5043   Shahenblech unter Schub - Neutoquerschnitt \\ \hline 1 & 1 & 0.45 &   \le 1 &   5043   Shahenblech unter Biegung - Stabiltät \\ \hline Nomakraftragfähigket des Fahrenblechs \\ \hline 1 & 1 & 0.00 &   \le 1 &   5046   Fahrenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt \\ \hline Max. Ausnutzung: 1.00 &   1 & \hline \\ \hline isdetals - Knoten Nr 1 \\ \hline \\ \hline Itgrößen \\ \hline iger. 1 \\ \hline Itgrößen Schraubengruppe unter Querkraft \\ \hline Abschertragfähigket der Schraubengruppe unter Querkraft \\ \hline Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe n 1 & 2 \\ \hline Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe n 2 & 2 \\ \hline Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe n 2 & 2 \\ \hline \\ \hline Anzahl der Schrauben abstand \\ \hline P 1 & 70.0 mm \\ \hline \\ \hline \\ \hline Cales Träghetsmoment der Schraubengruppe   p & 85.00 mm^2 \\ \hline \\ $	- 1	1	0.46	≤1	5019) Lochleibu	ng einzelne Schr	aube						
1       1       0.32       ≤1       5042) Fahnenblech unter Schub - Nettoquerschnitt         1       1       0.31       ≤1       5043) Fahnenblech unter Biegung         1       1       0.45       ≤1       5045) Fahnenblech unter Biegung         1       1       0.45       ≤1       5046) Fahnenblech unter Biegung         1       1       0.00       ≤1       5046) Fahnenblech unter Biegung         1       1       0.00       ≤1       5046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt         Max. Ausnutzung:       1.00       >1       5046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt         isdetails - Knoten Nr1       trgrößen       iger. 1       iger. 1       iger. 1         titgrößen       iger. 1       100       >1       image: Statuston and Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe       n       4         Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe       n       2       image: Statuston and Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe       1         efelstamister Schraubenabstand       p1       70.0       mm       image: Statuston and Statuston and Pie and Statuston and Pie and Statuston and Pie and	- 1	1	0.37	≤1	5041) Fahnenble	ech unter Schub	- Bruttoqu	ierschnitt					
1       1       0.31 ≤ 1       5043) Fahnenblech unter Schub - Blockversagen         1       1       0.45 ≤ 1       5043) Fahnenblech unter Biegung         1       1       0.45 ≤ 1       5044) Fahnenblech unter Biegung - Stabiltät         B Nomalkrafttragfähigket des Fahnenblech       1       0.00 ≤ 1       5046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt         Max. Ausnutzung:       1.00 ≤ 1       5046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt       Image: Comparison of	- 1	1	0.32	≤1	5042) Fahnenble	ech unter Schub	<ul> <li>Nettoqu</li> </ul>	erschnitt					
1       1       0.45 [ ≤ 1       5045) Fahnenblech unter Biegung         1       1       0.K       5044) Fahnenblech unter Biegung - Stabiltät         I       1       0.00 [ ≤ 1       5046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt         Max. Ausnutzung:       1.00 [ > 1       Image: Stabiltät         isdetails - Knoten Nr1       Image: Stabiltät       Image: Stabiltät         igdetails - Knoten Nr1       Image: Stabiltät       Image: Stabiltät         isdetails - Knoten Nr1       Image: Stabiltät       Image: Stabiltät         iger. 1       Ittgrößen       Image: Stabiltät       Image: Stabiltät         isdetails - Knoten Nr1       Image: Stabiltät       Image: Stabiltät       Image: Stabiltät         Schertagfähigket der Schrauben gruppe unter Querkraft       Image: Stabiltät       Image: Stabiltät       Image: Stabiltät         Anzahl der Schrauben in der horizontalen Reihe       n       2       Image: Stabiltät       Image: Stabiltät	- 1	1	0.31	≤1	5043) Fahnenble	ech unter Schub	<ul> <li>Blockve</li> </ul>	rsagen					
1       1       0K       5044) Fahnenblech unter Biegung - Stabilität         □ Normalkrafttragfähigket des Fahnenblech       Sahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt         1       1       0.00 ≤ 1       S046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt         Max. Ausnutzung:       1.00 ≤ 1       S046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt         Max. Ausnutzung:       1.00 ≤ 1       S046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt         isdetalls - Knoten Nr1       Ittgrößen       Ittgrößen         iger, 1       Ittgrößen aus Anschlussgeometrie       Ittgrößen aus Anschlussgeometrie         änigket der Schraubengruppe unter Querkraft       Abschertragfähigket der Schrauben gruppe unter Querkraft         Abschertragfähigket der Schrauben In der vertikalen Reihe n1       2         Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe n2       2         Anzahl der Schrauben abstand       p1       70.0 mm         Vetal Schraubenabstand       p2       60.0 mm         Polares Träghetsmoment der Schraubengruppe Ip       85.00 mm <sup>2</sup> Scharustand der Schraubengruppe Ip       85.00 mm <sup>2</sup> Polares Träghetsmoment der Schraubengruppe Ip       85.00 mm <sup>2</sup> Folares Träghetsmoment der Schraubengruppe Ip       85.00 mm <sup>2</sup>	- 1	1	0.45	≤1	5045) Fahnenble	ech unter Biegun	g						
□ Namakraftragfaingkeit des Fahnenblechs         □ 1       1       0.00       ≤ 1       5046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt         Max. Ausnutzung:       1.00       > 1       Image: Comparison of the second se	- 1	1	OK		5044) Fahnenbl	ech unter Biegun	g - Stabili	ät					
$ \begin{array}{ c c c c c } \hline 1 & 1 & 0.00 &  \leq 1 &   $ 5046 \rangle Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschritt \\ \hline Max. Ausrutzung: \hline 1.00 &  1 & & & & \\ \hline isdetalls - Knoten Nr1 & & & & \\ \hline isdetalls - Knoten Nr1 & & & & \\ \hline igref. 1 & & & & \\ \hline tgrößen & & & & \\ \hline aligkeit der Schraubengruppe am Träger schertzgrähigkeit der Schrauben gruppe unter Querkraft & & & \\ \hline Abschertzgrähigkeit einzelne Schrauben & n & 4 & & \\ \hline Anzahl der Schrauben in der Nottkalen Reihe & n1 & 2 & & \\ \hline Anzahl der Schrauben in der hotzontalen Reihe & n1 & 2 & & \\ \hline Anzahl der Schrauben in der hotzontalen Reihe & n1 & 2 & & \\ \hline Anzahl der Schrauben in der hotzontalen Reihe & n1 & 2 & & \\ \hline Anzahl der Schrauben in der kontzontalen Reihe & n2 & 2 & & \\ \hline Anzahl der Schrauben in der hotzontalen Reihe & n1 & & & \\ \hline Hebelarmlänge & z & 80.0 mm & & & \\ \hline Heitlaher Schraubenabstand & p1 & 70.0 mm & & \\ \hline Polares Träghetsmoment der Schraubengruppe & I_p & 85.00 cm^2 & & \\ \hline Bruitshell Schrauben Schraubengruppe & I_p & 85.00 cm^2 & & \\ \hline Bruitshell Schrauben Schraubengruppe & Vest & 108.00 kN & & \\ \hline Heitlaher Schrauben Schraubengruppe & I_p & 85.00 cm^2 & & \\ \hline Heitlaher Schraubengruppe & I_p & 85.00 cm^2 & & \\ \hline Heitlaher Schraubengruppe & I_p & 85.00 cm^2 & & \\ \hline Heitlaher Schraubengruppe & I_p & 85.00 cm^2 & & \\ \hline Heitlaher Schraubengruppe & I_p & 85.00 cm^2 & & \\ \hline Heitlaher Schraubengruppe & I_p & 85.00 cm^2 & & \\ \hline Heitlaher Schraubengruppe & I_p & 85.00 cm^2 & & \\ \hline Heitlaher Schraubengruppe & I_p & 85.00 cm^2 & & \\ \hline Heitlaher Schraubengruppe & I_p & 85.00 cm^2 & & \\ \hline Heitlaher Schraubengruppe & I_p & 85.00 cm^2 & & \\ \hline Heitlaher Schraubengruppe & I_p & 85.00 cm^2 & & \\ \hline Heitlaher Schraubengruppe & I_p & 85.00 cm^2 & & \\ \hline Heitlaher Schraubengruppe & I_p & 85.00 cm^2 & & \\ \hline Heitlaher Schraubengruppe & I_p & 85.00 cm^2 & & \\ \hline Heitlaher Schraubengruppe & I_p & 85.00 cm^2 & & \\ \hline Heitlaher Schraubengruppe & I_p & 85.00 cm^2 & & \\ \hline Heitlaher Schraubengruppe & I_p & 85.00 cm^2 & & \\ \hline Heitlaher Schraubengruppe & I_p & 85.00 cm^2 & $	Normalkra	fttragfähigk	eit des Fahne	nblec	ns								
Max. Ausnutzung       1.00       1         isidetails - Knoten Nr1       Image: Comparison of the state of the s	- 1	1	0.00	≤1	5046) Fahnenbl	ech unter Zug od	er Druck	- Bruttoqu	Jerschnitt				
isidetails - Knoten Nr1         ttgrößen         iger. 1         ttgrößen aus Anschlussgeometrie         ähigkeit der Schraubengruppe am Träger         schertragfähigkeit einzelne Schrauben gruppe unter Querkraft         Abschertragfähigkeit einzelne Schrauben n         n       4         Anzahl der Schrauben in der Nottkalen Reihe       n         n       2         Anzahl der Schrauben in der hortzontalen Reihe       n         n       2         Anzahl der Schrauben in der hortzontalen Reihe       1         Hebelamlänge       2         Vertikaler Schrauben abstand       p         Polares Trägheitsmoment der Schraubengruppe       Ip         Polares Trägheitsmoment der Schraubengruppe       Ip         Bruikferde Guerkraft       VEd         Vted       108.00 kN	Max. A	usnutzung:	1.00	>1							۲ <u>۶۱</u>		
tgrößen	isdetails - Kn	oten Nr1											
ger. 1 tgrößen aus Anschlussgeometrie sinigket der Schraubengruppe unter Querkraft bischertragfähigket ider Schraubengruppe unter Querkraft bischertragfähigket ider Schrauben Schrauben n der Schrauben in der vertikalen Reihe n 2 2 inzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe n 2 2 inzahl der Schraubenabstand p1 70.0 mm vertikaler Schraubenabstand p2 60.0 mm biloares Träghetsmoment der Schraubengruppe   p 85.00 cm <sup>2</sup> tighetsmoment tighetsm	ttarößen												
tägrößen aus Anschlussgeometrie ähigkeit der Schraubengruppe am Träger schertragfähigkeit der Schraubengruppe unter Querkraft Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe n1 2 4 Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe n2 2 4 Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe n2 2 4 Anzahl der Schrauben in der horizontalen Reihe n2 2 4 Anzahl der Schrauben in der horizontalen Reihe n2 2 4 Anzahl der Schraubenabstand p1 70.0 mm Horizontaler Schraubenabstand p2 60.0 mm Polares Trägheitsmoment der Schraubengruppe I <sub>p</sub> 85.00 cm <sup>2</sup> tragheitsmoment der Schraubengruppe I <sub>p</sub> 85.00 cm <sup>2</sup> tragheitsmoment der Schraubengruppe I <sub>p</sub> 85.00 km Horizontaler Schraubengruppe I <sub>p</sub> 85.00 km	iger, 1												
ahigkeit der Schraubengruppe am Träger         schertragfähigkeit der Schraubengruppe unter Querkraft         Abschertragfähigkeit der Schraubengruppe unter Querkraft         Abschertragfähigkeit der Schrauben in der Nortzaube       Fv.R.d         Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe       n 1         Anzahl der Schrauben in der hortzontalen Reihe       n 2         Anzahl der Schrauben in der hortzontalen Reihe       n 2         Anzahl der Schrauben in der hortzontalen Reihe       n 1         Hebelammänge       z         Vertikaler Schraubenabstand       p 1         Polares Trägheitsmoment der Schraubengruppe       Ip         Einwirkende Querkraft       Veta         Diswirkende Querkraft       Veta	ittgrößen aus	Anschlussge	ometrie										
schertragfähigket der Schraubengruppe unter Querkraft         Abschertragfähigket der Schrauben problem       Fv.Rd       120.58       kN         Abschertragfähigket der Schrauben       n       4       4         Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe       n       2       4         Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe       n       2       4         Anzahl der Schrauben in der horizontalen Reihe       n       2       4         Anzahl der Schrauben in der horizontalen Reihe       n       2       4         Anzahl der Schrauben abstand       p       70.0       mm         Hotizontaler Schraubenabstand       p       60.0       mm         Polares Träghetsmoment der Schraubengruppe       Ip       85.00       cm²         Binwirkende Querkraft       Veta       108.00       kN       8	ähigkeit der S	chraubengn	ippe am Träg	jer							12		
Abschertragfähigket einzelne Schraube         Fv.Rd         120.58         k.N           Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe         n         4         4           Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe         n         2         4           Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe         n         2         4           Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe         n         2         4           Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe         n         2         4           Anzahl der Schrauben in der horizontalen Reihe         n         2         4           Anzahl der Schraubenabstand         p         70.0         mm           Horizontaler Schraubenabstand         p         60.0         mm           Polares Träghetsmoment der Schraubengruppe         Ip         85.00         cm²           Ipwiskende Querkraft         VEd         108.00         KN         Faustahl S 235	schertragfähig	keit der Sch	raubengrupp	e unte	r Querkraft								
Anzahl der Schrauben         n         4           Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe         n1         2           Anzahl der Schrauben in der horizontalen Reihe         n2         2           Anzahl der Schrauben in der horizontalen Reihe         n2         2           Anzahl der Schrauben in der horizontalen Reihe         n2         2           Marzahl der Schrauben in der horizontalen Reihe         n2         2           Hebelarmlänge         z         80.0         mm           Vertikaler Schraubenabstand         p1         70.0         mm           Horizontaler Schraubenabstand         p2         60.0         mm           Polares Träghentsmoment der Schraubengruppe         Ip         85.00         cm²           Einwirkende Querkraft         VEd         108.00         kN         Raustahl S 285	Abschertragfä	higkeit einze	Ine Schraub	е	F <sub>V,Rd</sub>	120.58	kN						
Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe         n 1         2           Anzahl der Schrauben in der horizontalen Reihe         n 2         2           Anzahl der Schrauben in der horizontalen Reihe         n 2         2           Anzahl der Schrauben in der horizontalen Reihe         1	Anzahl der Sc	hrauben			n	4							
Anzahl der Schrauben in der hortzontalen Reihe         n.2         2           Anzahl der Schrauben in der hortzontalen Reihe         1         1           Anzahl der Schraubengape         z         80.0         mm           Vertikaler Schraubenabstand         p.1         70.0         mm           Horizontaler Schraubenabstand         p.2         60.0         mm           Polares Träghetsmoment der Schraubengruppe         I.p         85.00         cm <sup>2</sup> Einwirkende Querkraft         Ved         108.00         k.N         Paustahl 2.235	Appablic dor Co	hrauben in d	ler vertikalen	Reihe	n1	2							
Anzahl der Schraubenabstand         1         1           Horizontaler Schraubenabstand         p.1         70.0         mm           Horizontaler Schraubenabstand         p.2         60.0         mm         60/2000           Johares Träghetsmoment der Schraubengruppe         I.p         85.00         cm <sup>2</sup> 1           Einwirkende Querkraft         VEd         108.00         kN         8         205	vizarii der SC	hrauben in d	ler horizontal	en Rei	he n <sub>2</sub>	2							
Hebelarmlänge         z         80.0         mm         mm           Vertikaler Schraubenabstand         p.1         70.0         mm         mm           Horizontaler Schraubenabstand         p.2         60.0         mm         mm           Johares Träghentsmoment der Schraubengruppe         lp         85.00         cm <sup>2</sup> tp = 15 mm           Einwirkende Querkraft         VEat         108.00         k.N         Einwirkende Schraubengruppe         235	Anzahl der Sc					1							
Vertikaler Schraubenabstand         p 1         70.0         mm           forizontaler Schraubenabstand         p 2         60.0         mm           olares Traghenabstand der Schraubengruppe         lp         85.00         cm²           Darker Traghende Querkraft         VEd         108.00         kN         Enwirkende Querkraft	Anzahl der Sc Anzahl der Sc Anzahl der Sc	herfugen											
Horizontaler Schraubenabstand         p.2         60.0         mm           Polares Trägheitsmoment der Schraubengruppe         I.p.         85.00         cm <sup>2</sup> Einwirkende Querkraft         VEd         108.00         k.N         Baustahl S 295	Anzahl der Sc Anzahl der Sc Anzahl der Sc Hebelamläng	herfugen e			z	80.0	mm						
Polares         Trägheitsmoment der Schraubengruppe         Ip         85.00         cm <sup>2</sup> Ip = 15 mm           Einwirkende Querkraft         VEd         108.00         kN         Baustahl S 295	Anzahl der Sc Anzahl der Sc Anzahl der Sc Hebelamläng Vertikaler Sch	herfugen e raubenabsta	nd		z p1	80.0	mm mm						
Einwirkende Querkraft VEd 108.00 kN Baustahls 035	Anzahl der Sc Anzahl der Sc Anzahl der Sc Hebelamläng Vertikaler Sch Horizontaler S	herfugen e raubenabsta chraubenab	ind stand		z P1 P2	80.0 70.0 60.0	mm mm mm						
	Anzahl der Sc Anzahl der Sc Anzahl der Sc Hebelamläng Vertikaler Sch Horizontaler S Polares Trägh	herfugen e raubenabsta chraubenab eitsmoment	ind stand der Schraube	ngrup	z P 1 P 2 De Ip	80.0 70.0 60.0 85.00	mm mm mm cm <sup>2</sup>			la - 15 an			
	Anzahl der Sc Anzahl der Sc Anzahl der Sc Hebelamläng Vertikaler Sch Horizontaler S Polares Trägh Einwirkende G Querkrafttragf	herfugen e raubenabsta chraubenab eitsmoment luerkraft ähigkeit der	ind stand der Schraube Schraubengr	ngrup	z p1 p2 pe Ip VEd VRd 1	80.0 70.0 60.0 85.00 108.00 192.60	mm mm cm <sup>2</sup> kN kN		ECCS Nr. 126	tp = 15 mm Baustahl S 235			

Bild 16.27: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Abschertragfähigkeit der Schraubengruppe

Nach [5] Kapitel 6.3.3 für  $n_2 = 2$ :

$$V_{Rd,1} = \frac{F_{v,Rd}}{\sqrt{\left(\frac{z \cdot p_2}{2 \cdot l_p} + \frac{1}{n}\right)^2 + \left(\frac{z \cdot p_1}{2 \cdot l_p} \cdot (n_1 - 1)\right)^2}}$$

mit

 $\begin{array}{l} p_1 \ : \ 70,0 \ mm \\ p_2 \ : \ 60,0 \ mm \\ n \ : \ n_1 \cdot n_2 = 2 \cdot 2 = 4 \\ z \ : \ g + e_2 + p_2/2 = 10 + 40 + 60/2 = 80,0 \ mm \\ I_p \ : \ n_1/2 \cdot p_2^2 + 1/6 \cdot n_1 \cdot \left(n_1^2 - 1\right) \cdot p_1^2 = 2/2 \cdot 60^2 + 1/6 \cdot 2 \cdot (2^2 - 1) \cdot 70^2 = 8 \ 500 \ mm^2 \end{array}$ 

$$V_{Rd,1} = \frac{120,58}{\sqrt{\left(\frac{80,0.60,0}{2.8500} + \frac{1}{4}\right)^2 + \left(\frac{80,0.70,0}{2.8500} \cdot (2-1)\right)^2}} = 192,60 \text{ kN}$$
$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,1}} = \frac{108,00}{192,60} = \underline{0,56} \le 1,00$$
## 16.2.4.3 Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs

#### Lochleibung einzelne Schraube

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

		P	C 1						-			
	Maßor	D	Nachwe	L L							^	
	Knoten	last	Ausputzung						Vachweis n	ach	Formel	
	Anforden	nden an del	enkige Verbin	dupa					Additive a Li			
	E Tradfähid	keit der Sch	raubenon inne	a am Träger								
	1	1	0.56	< 1 5901) Fin	zelne Schra	ube - Abscherer	,					
	l i	1	0.56	< 1 5910) Abr	chertrarfäh	igkeit der Schra	ubenarun	ne unt	er Querkraf			
	- Querkraft	raofähiokeit	des Fahnenb	plechs	ononagran		aborigiap	po un				
	-1	1	0.46	≤ 1 5019) Loc	hleibuna eir	nzelne Schraube	9					
	- 1	1	0.37	≤ 1 5041) Fab	nenblech u	nter Schub - Bru	ittoquersc	hnitt				
	- 1	1	0.32	≤ 1 5042) Fal	nenblech u	nter Schub - Ne	ttoquersch	hnitt				
	- 1	1	0.31	≤ 1 5043) Fal	nenblech u	nter Schub - Blo	ickversag	en				
	- 1	1	0.45	≤ 1 5045) Fah	nenblech u	nter Biegung						
	- 1	1	OK	5044) Fah	nenblech u	nter Biegung - S	tabilität					
	Normalkra	fttragfähigk	eit des Fahne	nblechs								
	- 1	1	0.00	≤ 1 5046) Fah	nenblech u	nter Zug oder D	ruck - Bru	ttoque	rschnitt			
	- 1	1	0.00	≤ 1 5047) Fah	7) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Nettoquerschnitt							
	🛛 Querkraft	tragfähigkeit	des Trägers								· ·	
	bd au A		4.00	- 4								
	Max. A	ashutzung.	1.00	>1							<ul> <li>У У В</li> <li>У В</li></ul>	
Nachwa	viedataile Ko	oten Nr. 1										
Nacinwe	Querkraft	oten NI I			V	108.00	μN					
FI Schn	ittorößen aus	Anschlussae	ometrie			100.00	N.N			1	57.49	
E Qued	krafttraofähiok	eit des Fahr	henblechs									
Elo	chleibung einz	elne Schrau	ibe									
	Position der S	chraube in L	astrichtung			Innenbolzen						
	Position der S	chraube red	htwinklia zur l	Lastrichtung		Innenbolzen					35.53 35.58	
	Beiwert für der	n Lochabsta	and senkrecht	zur Lastrichtung	k1	2.12			Tab. 3.4		3 49 57.49	
	Beiwert für der	n Lochabsta	and in der Last	trichtung	αb	0.81			Tab. 3.4			
(	Grenzfestigkei	t			fu	360.00	N/mm <sup>2</sup>					
	Schraubendur	chmesser			d	20.0	mm					
- 1	Dicke der Stüt	zenplatte			tpl	15.0	mm					
· · · · ·	Teilsicherheits	beiwert für I	Material		γm,2	1.25			Tab. 2.1		3,49 35,58 35,58	
1	Vertikale Quer	kraft			Fv.Ed	57.49	kN					
- 1	Horizontale Qu	Jerkraft			Fh.Ed	35.58	kN				Belastung: 1 [kN]	
- 1	Bemessungsw	ert der Loch	hleibungstragf	ähigkeit, vertikal	Fb.v.Rd	148.35	kN		Tab. 3.4		(p = 15 mm Beustebl \$ 235	
- 1	Bemessungswert der Lochleibungstragfähigkeit, horizont					142.36	kN		Tab. 3.4		Duastan 5 233	
- 1	Ausnutzung				η	0.46		≤1		¥	🕅 • 📅 • 📅 • 🗇 💶 🗞 • 🐼 •	

Bild 16.28: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Lochleibung einzelne Schraube

Nach [1] Tabelle 3.4:

$$F_{b,v,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M2}} = \frac{2,118 \cdot 0,8106 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 15}{1,25} = 148,35 \text{ kN}$$

mit

$$\begin{aligned} &\alpha_{b} \ : \ \text{MIN}\left(\frac{e_{1}}{3\,d_{0}};\frac{p_{1}}{3\,d_{0}}-\frac{1}{4};\frac{f_{ub}}{f_{up}};1,0\right) = \text{MIN}\left(0,833;0,8106;2,22;1,0\right) = 0,8106 \\ &k_{1} \ : \ \text{MIN}\left(2,8\,\frac{e_{2}}{3\,d_{0}}-1,7;1,4\,\frac{p_{2}}{d_{0}}-1,7;2,5\right) = \text{MIN}\left(4,664;2,118;2,5\right) = 2,118 \end{aligned}$$

$$F_{b,h,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,6591 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 15}{1,25} = 142,36 \text{ kN}$$

mit

$$\begin{aligned} &\alpha_{b} : \text{MIN}\left(\frac{e_{2}}{3\,d_{0}};\frac{p_{2}}{3\,d_{0}}-\frac{1}{4};\frac{f_{ub}}{f_{up}};1,0\right) = \text{MIN}\left(0,7576;0,6591;2,22;1,0\right) = 0,6591\\ &k_{1} : \text{MIN}\left(2,8\,\frac{e_{1}}{3\,d_{0}}-1,7;1,4\,\frac{p_{1}}{d_{0}}-1,7;2,5\right) = \text{MIN}\left(5,3;2,755;2,5\right) = 2,5 \end{aligned}$$

$$V_{Rd,2} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1/n + \alpha}{F_{b,v,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{\beta}{F_{b,h,Rd}}\right)^2}}$$

1

mit

$$\alpha \quad : \ \frac{z}{l_{p}} \cdot \frac{p_{2}}{2} = \frac{80.0}{8500} \cdot \frac{60.0}{2} = 0.2824$$
  
$$\beta \quad : \ \frac{z}{l_{p}} \cdot \frac{n_{1} - 1}{2} \cdot p_{1} = \frac{80.0}{8500} \cdot \frac{2 - 1}{2} \cdot 70.0 = 0.3294$$

$$V_{Rd,2} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1/2 + 0.2824}{148.35}\right)^2 + \left(\frac{0.3294}{142.36}\right)^2}} = 234,20 \text{ kN}$$

.

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,2}} = \frac{108,00}{234,20} = \underbrace{0,46}_{2,4,0} \le 1,00$$

#### Fahnenblech unter Schub - Bruttoquerschnitt

#### 3.1 Nachweise - Zusammenfassung A B C D Maßgebend Nachweis Knoten Last Ausnutzung Nachweis nach Formel Initiation Initiation B Anfordenungen an gelenkige Verbindung E Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger 1 1 0.56 ≤ 1 5910) Abschertragfähigkeit der Schraubengruppe unter Querkraft □ Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs 1 1 0.46 ≤ 1 5019) Lochleibung einzelne Schraube Construction 1 0K 0044/J role interaction B Normalkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs 1 1 0.00 1 1 0.00 1 1 0.00 1 1 0.00 2 1 5047) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Nettoquerschnitt 🛱 Querkrafttragfähigkeit des Trägers ۵ 🏂 🛃 Max. Ausnutzung: 1.00 > 1 Nachweisdetails - Knoten Nr. -1 □ Träger, 1 Normalkraft Querkraft 0.00 kN N 108.00 kN Vz Schnittgrößen aus Anschlussgeometrie Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs Fahnenblech unter Schub - Bruttoquerschnitt Plattenhöhe 180.0 mm hpl Plattendicke Anzahl der Stahlbleche tpl 15.0 mm n<sub>pl</sub> A<sub>vb</sub> 27.00 cm<sup>2</sup> Schubfläche ECCS Tech.comm. 1.27 Abminderungsbeiwert 1.73 235.00 N/mm<sup>2</sup> Abminderungsfaktor für Schubbeanspruchbarkeit EN 1993-1-1 (6.18) Streckgrenze des Stahlblechs f<sub>y,pl</sub> Belastung: 1 [kN] tp = 15 mm Baustahl S 235 1.00 108.00 kN Teilsicherheitsbeiwert für Material EN 1993-1-1: 6.1(1) γm,0 Einwirkende Querkraft VEd ECCS Nr. 126, Stah Querkrafttragfähigkeit 288.45 kN VRd 3 🕅 + 📅 + 📅 + 🔟 💵 🍬 + 🐼 + Ausnutzung η 0.37 ≤1 ¥



Nach [5] Kapitel 6.3.3, S. 59:

$$V_{Rd,3} = \frac{h_p \cdot t_p}{1,27} \cdot \frac{f_{yp}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{180 \cdot 15}{1,27} \cdot \frac{235}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 288,40 \text{ kN}$$
$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,3}} = \frac{108,00}{288,40} = \underbrace{0.37}{288,40} \le 1,00$$

### Fahnenblech unter Schub - Nettoquerschnitt

A	В	C	D											
Maßge	bend	Nachwe	eis						_					
Knoten	Last	Ausnutzung						Nachweis n	ach	Formel				
Anforderur	ngen an gel	enkige Verbir	nduna											
Tradfähick	eit der Sch	raubengrupp	e am T	räger										
1 1	1	0.56	≤1	5901) Einzel	ne Schraube - Abs	cheren								
- 1	1	0.56	≤1	5910) Absch	ertragfähigkeit der	Schraube	ngrupp	e unter Querkra	ft					
🗆 Querkrafttr	agfähigkeit	des Fahnent	lechs											
- 1	1	0.46	≤1	5019) Lochle	eibung einzelne So	hraube								
- 1	1	0.37	≤1	5041) Fahne	nblech unter Schu	ib - Bruttoo	uersch	nitt						
1 - 1	1	0.32	≤1	5042) Fahne	nblech unter Schu	ıb - Nettoq	uersch	nitt						
- 1	1	0.31	≤1	5043) Fahne	nblech unter Schu	ıb - Blockv	ersage	n						
- 1	1	0.45	≤1	5045) Fahne	D45) Fahnenblech unter Biegung									
- 1	1	OK		5044) Fahne	044) Fahnenblech unter Biegung - Stabilität									
Normalkra	fttragfähigk	eit des Fahne	nblec	ns										
- 1	1	0.00	≤1	5046) Fahne	nblech unter Zug	oder Druck	k - Brutt	toquerschnitt						
- 1	1	0.00	≤1	5047) Fahne	nblech unter Zug	oder Druck	< - Nett	oquerschnitt						
Querkrafttr	aqfähigkeit	des Trägers												
eisdetails - Kno	ten Nr1	,		<u> </u>										
Normalkraft				N	0.00	kN			~					
Querkraft				Vz	108.00	kN								
nittgrößen aus A	Inschlussge	ometrie							1					
rkrafttragfähigke	eit des Fahr	enblechs												
ahnenblech unte	er Schub - I	Vettoquersch	nitt								108.00			
Plattenhöhe				hpi	180.0	mm								
Plattendicke				tpi	15.0	mm					+			
Anzahl der Stal	hlbleche			n pi	1									
Anzahl der Sch	rauben in o	ler vertikalen	Reihe	n1	2									
Lochdurchmes	ser			do	22.0	mm								
Nettofläche				A <sub>v,ne</sub>	et 20.40	cm <sup>2</sup>								
Zugfestigkeit d	es Stahlble	chs		fu,pl	360.00	N/mm <sup>2</sup>								
Abminderungsf	aktor für So	hubbeanspru	ichbar	keit	1.73									
Teilsicherheitst	eiwert für I	<b>Aaterial</b>		γm,2	1.25			Tab. 2.1		Belastung: 1 [kN]				
Einwirkende Q	uerkraft			VEd	108.00	kN				ip = io min Baustablis 235				
						1.81				Dadosarii 0 200				
Querkrafttragfä	higkeit			VRd	4 339.20	kN		ECCS Nr. 126						

Bild 16.30: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Fahnenblech unter Schub - Nettoquerschnitt

Nach [5] Kapitel 6.3.3, S. 59:

$$V_{Rd,4} = A_{v,\text{net}} \cdot \frac{f_{ub}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M2}} = 2\,040 \cdot \frac{360}{\sqrt{3} \cdot 1,25} = 339,20 \text{ kN}$$

mit

$$A_{v,net}: t_p \cdot (h_p - n_1 \cdot d_0) = 15 \cdot (180 - 2 \cdot 22) = 2\,040 \text{ mm}^2$$

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,4}} = \frac{108,00}{339,20} = \underline{0,32} \le 1,00$$

### Fahnenblech unter Schub - Blockversagen

	В	С	D					E		
Maßg	jebend	Nachwe	eis							
Knoten	Last	Ausnutzung						Nachweis na	ach I	Formel
<ul> <li>Anforden</li> </ul>	ungen an gel	enkige Verbir	ndung							
🛛 🖂 Tragfähig	gkeit der Schi	raubengruppe	e am Trà	äger						
- 1	1	0.56	≤1 !	5901) Einzel	Ine Schraube	e - Absche	ren			
- 1	1	0.56	≤1 !	5910) Absch	nertragfähigk	eit der Scł	nrauber	igruppe unter Querkraf	t	
🛛 🖂 Querkraf	ttragfähigkeit	des Fahnenb	blechs							
- 1	1	0.46	≤1 !	5019) Lochl	eibung einze	Ine Schrau	Jbe			
- 1	1	0.37	≤1 !	5041) Fahne	enblech unte	r Schub -	Bruttoqu	Jerschnitt		
- 1	1	0.32	≤1 !	5042) Fahne	enblech unte	r Schub -	Nettoqu	ierschnitt		
	1	0.31		5043) Fahne	enblech unte	r Schub -	Blockve	ersagen		
- 1	1	0.45	≤1 !	5045) Fahne	enblech unte	r Biegung				
- 1	1	OK	!	5044) Fahne	enblech unte	r Biegung	- Stabili	tät		
Normalkr	afttragfähigke	eit des Fahne	nblechs	5						
- 1	1	0.00	≤1 !	5046) Fahne	enblech unte	r Zug odei	r Druck	<ul> <li>Bruttoquerschnitt</li> </ul>		
- 1	1	0.00	≤1 !	5047) Fahne	enblech unte	r Zug odei	r Druck	<ul> <li>Nettoquerschnitt</li> </ul>		
Querkraf	ttragfähigkeit	des Trägers								
eisdetails - Kr	noten Nr1						1	1		
eisdetails - Kr Plattenhöhe	noten Nr1			hpi	180.0	mm			^	
eisdetails - Kr Plattenhöhe Plattendicke	noten Nr1			h <sub>pi</sub>	180.0 15.0	mm mm			^	
eisdetails - Kr Plattenhöhe Plattendicke Anzahl der St	ahlbleche			h pi t pi n pi	180.0 15.0 1	mm mm			^	
eisdetails - Kr Plattenhöhe Plattendicke Anzahl der St Anzahl der St	noten Nr1 ahlbleche chrauben in d	er vertikalen	Reihe	h pi t pi n pi n 1	180.0 15.0 1 2	mm			^	108.00
eisdetails - Kr Plattenhöhe Plattendicke Anzahl der St Anzahl der Sc Lochdurchme	ahlbleche chrauben in d	er vertikalen	Reihe	h pi t pi n pi n 1 d 0	180.0 15.0 1 2 22.0	mm mm			^	
eisdetails - Kr Plattenhöhe Plattendicke Anzahl der St Anzahl der Sc Lochdurchme Vertikaler Ra	ahlbleche chrauben in d esser ndabstand	er vertikalen	Reihe	h pi t pi n pi n 1 d o e 1	180.0 15.0 1 2 22.0 55.0	mm mm mm mm			^	
eisdetails - Kr Plattenhöhe Plattendicke Anzahl der St Anzahl der Sc Lochdurchme Vertikaler Ra Horizontaler F	ahlbleche chrauben in d esser ndabstand Randabstand	ler vertikalen	Reihe	h pi t pi n pi d 0 e 1 e 2	180.0 15.0 1 2 22.0 55.0 55.0 50.0	mm mm mm mm mm			^	
eisdetails – Kr Plattenhöhe Plattendicke Anzahl der St Anzahl der St Lochdurchme Vertikaler Rai Horizontaler F	ahlbleche chrauben in d esser ndabstand Randabstand Schraubenab:	ler vertikalen stand	Reihe	h pi tpi n pi d 0 e 1 e 2 p 2	180.0 15.0 1 2 22.0 55.0 50.0 60.0	mm mm mm mm mm			^	
eisdetails - Kr Plattenhöhe Plattendicke Anzahl der St Anzahl der St Lochdurchme Vertikaler Rar Horizontaler S Streckgrenze	ahlbleche chrauben in d esser ndabstand Randabstand Schraubenabs des Stahlble	ler vertikalen stand chs	Reihe	h pi t pi n pi n 1 d 0 e 1 e 2 p 2 f y.pi	180.0 15.0 1 22.0 55.0 50.0 60.0 235.00	mm mm mm mm mm N/mm <sup>2</sup>			^	
eisdetails - Kr Plattenhöhe Plattendicke Anzahl der St Anzahl der St Lochdurchme Vertikaler Rar Horizontaler S Streckgrenze Zugfestigkeit	ahlbleche chrauben in d esser ndabstand Randabstand Schraubenabs des Stahlble des Stahlble	er vertikalen stand chs chs	Reihe	h pi t pi n pi n 1 d 0 e 1 e 2 p 2 f y.pi f u,pi	180.0 15.0 2 22.0 55.0 50.0 60.0 235.00 360.00	mm mm mm mm mm N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup>				
eisdetails - Kr Plattenhöhe Plattendicke Anzahl der St Lochdurchme Vertikaler Rar Horizontaler S Streckgrenze Zugfestigkeit Zugbeanspru	ahlbleche chrauben in d sser ndabstand Randabstand Schraubenab: des Stahlble des Stahlble chte Nettoqu	er vertikalen stand chs chs erschnittsfläc	Reihe	h pi t pi n pi d o e 1 e 2 p 2 f y, pi f u, pi Ant	180.0 15.0 22.0 55.0 50.0 60.0 235.00 360.00 11.55	mm mm mm mm mm N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> cm <sup>2</sup>				
eisdetails - Kr Plattenhöhe Plattenhöhe Anzahl der St Lochdurchme Vertikaler Rat Horizontaler S Streckgrenze Zugfestigkeit Zugbeanspru Schubbeansp	ahlbleche chrauben in d sser ndabstand Randabstand Ges Stahlble des Stahlble chte Nettoqu pruchte Netto	er vertikalen stand chs chs erschnittsfläc -Querschnittsfläc	Reihe	h pi tpi npi n1 do e 1 e 2 p 2 fy.pi fy.pi fu.pi Ant Anv	180.0 15.0 22.0 55.0 50.0 60.0 235.00 360.00 11.55 13.80	mm mm mm mm mm N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> cm <sup>2</sup> cm <sup>2</sup>				
eisdetails - Kr Plattenhöhe Plattenhöhe Plattendicke Anzahl der Sc Lochdurchme Vertikaler Ra Horizontaler S Streckgrenze Zugfestigkeit Zugbeanspru Schubbeans Teilsicherheit	ahlbleche chrauben in d seser ndabstand Randabstand Schraubenabi des Stahlble des Stahlble des Stahlble chte Nettoqu onuchte Netto	ler vertikalen stand chs erschnittsfläc -Querschnittsfläc	Reihe she	h pl           t pl           npl           n1           d0           e1           e2           p2           fy.pl           Ant           Any           Ym,0	180.0 15.0 1 2 22.0 55.0 50.0 60.0 235.00 360.00 11.55 13.80 1.00	mm mm mm mm mm N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> cm <sup>2</sup>		EN 1993-1-1: 6.1(1)		
eisdetails - Kr Plattenhöhe Plattenhöhe Plattendicke Anzahl der St Anzahl der St Lochdurchme Vertikaler Ra Horizontaler S Streckgrenze Zugfestigkeit Zugbeanspru Schubbeansg Teilsicherheit	oten Nr1 ahibleche chrauben in d isser ndabstand Randabstand Schraubenabi des Stahible des Stahible chte Nettoqu zuchte Netto sbeiwert für N sbeiwert für N	er vertikalen stand chs chs erschnittsfläc Querschnittsfläc Auterial	Reihe he fläche	hpl           hpl           npl           n1           d0           e1           e2           p2           fy.pl           fu.pl           Anv           Ym.0           Ym.2	180.0 15.0 22.0 55.0 60.0 235.00 360.00 11.55 13.80 1.00 1.00	mm mm mm mm N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> cm <sup>2</sup>		EN 1993-1-1: 6.1(1) Tab. 2.1		Belastung: 1 [KN]
eisdetails - Kr Plattenhöhe Plattenhöhe Plattendicke Anzahl der St Anzahl der St Lochdurchme Vertikaler Ra Horizontaler f Horizontaler f Horizontaler St Schubeanspru Schubeanspru Schubeanspru Schubeanspru Schubeanspru	ahlbleche chrauben in d sseer ndabstand Randabstand Ges Stahlble des Stahlble chte Nettogu nuchte Netto sbeiwert für N sbeiwert für N Querkraft	er vertikalen stand chs chs erschnittsfläc -Querschnitts laterial laterial	Reihe	hpl           tpl           npl           n1           d0           e1           e2           p2           fy.pl           fu.pl           Ant           Ano           'm.0           'm.2           VEd	180.0 15.0 2.2.0 55.0 60.0 235.00 235.00 360.00 11.55 13.80 1.00 1.25 108.00	mm mm mm mm mm N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> cm <sup>2</sup> cm <sup>2</sup>		EN 1993-1-1: 6.1(1) Tab. 2.1		Belastung: 1 [kN] tp = 15 mm Beustahl \$ 235



Nach [5] Kapitel 6.3.3, S. 60:

$$V_{Rd,5} = \frac{0.5 \cdot f_{up} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot f_{yp} \cdot \frac{A_{nv}}{\gamma_{M0}} = 353,55 \text{ kN}$$

mit

$$\begin{split} \mathsf{A}_{\mathsf{nt}}: \ \mathsf{t}_{\mathsf{p}} \cdot (\mathsf{p}_2 + \mathsf{e}_2 - 3 \cdot \mathsf{d}_0/2) &= 15 \cdot (60 + 50 - 3 \cdot 22/2) = 1\,155\,\,\mathsf{mm}^2 \\ \mathsf{A}_{\mathsf{nv}}: \ \mathsf{t}_{\mathsf{p}} \cdot \left(\mathsf{h}_{\mathsf{p}} - \mathsf{e}_1 - (\mathsf{n}_1 - 0.5) \cdot \mathsf{d}_0\right) &= 15 \cdot (180 - 55 - (2 - 0.5) \cdot 22) = 1\,380\,\,\mathsf{mm}^2 \end{split}$$

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,5}} = \frac{108,00}{339,20} = \underbrace{0,32}_{===} \le 1,00$$

### Fahnenblech unter Biegung

A	B	C	D				E				
Ma	aßgebend	Nachwe	eis								
Knoter	n Last	Ausnutzung					Nachweis nach	Formel			
⊞ Anford	derungen an ge	lenkige Verbir	ndung								
🕀 Tragfá	ähigkeit der Sch	nraubengrupp	e am T	räger							
- 1	1	0.56	≤1	5901) Einzelne Schrau	be - Absch	neren					
- 1	1	0.56	≤1	5910) Abschertragfähig	jkeit der S	chraube	engruppe unter Querkraft				
🖵 Querk	rafttragfähigkei	t des Fahnent	blechs								
- 1	1	0.46	≤1	5019) Lochleibung ein:	zelne Schr	aube					
- 1	1	0.37	≤1	5041) Fahnenblech un	ter Schub	- Brutto	querschnitt				
- 1	1	0.32	≤1	5042) Fahnenblech un	ter Schub	<ul> <li>Nettoo</li> </ul>	querschnitt				
- 1	- 1   1   0.31   ≤ 1   5043) Fahnenblech unter Schub - Blockversagen										
		0.45		5045) Fahnenblech un	ter Biegun	g					
- 1	1	OK		5044) Fahnenblech un	ter Biegun	g - Stab	ilität				
Norma	alkrafttragfähigk	eit des Fahne	enblect	ns							
- 1	1	0.00	≤1	5046) Fahnenblech un	ter Zug od	er Druc	k - Bruttoquerschnitt				
- 1	1	0.00	≤1	5047) Fahnenblech un	ter Zug od	er Druc	k - Nettoquerschnitt				
🕀 Querk	rafttragfähigkei	t des Trägers									
Ma achweisdetails -	x. Ausnutzung: Knoten Nr1	1.00	⊳1					× Vii 📄			
Träger 1											
Normalkrat	A		N	0.00	L-N						
Querkraft			V-	108.00	ILN I						
Schnittarößen a	us Anschlussa	eometrie	¥2	100.00	N/N						
Querkrafttraofäl	higkeit des Fah	nenblechs									
E Fahnenblech	unter Biegung										
Plattenhöh	ne		hai	180.0	mm						
Plattendick	ke .		tot	15.0	mm						
Flastische	s Widerstandsn	noment	Wal	v 81.00	cm <sup>3</sup>						
Streckarer	nze des Stahlble	echs	fynl	235.00	N/mm <sup>2</sup>						
Hebelamla	änge		Z	80.0	mm						
Einwirkend	de Querkraft		VEd	108.00	kN						
Querkrafttr	aafähiakeit		VRd	6 237.94	kN		ECCS Nr. 126, Stahlbau				
Ausnutzun	g		η	0.45		≤1		tp=15mm Baustahl S 235			
								1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1			

Bild 16.32: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Fahnenblech unter Biegung

Nach [5] Kapitel 6.3.3, S. 60:

 $h_p \geq$  2,73 · z = 2,73 · 80,0 = 218,40 mm

180,00 mm  $\geq$  218,40 mm  $\rightarrow$  falsch

$$V_{Rd,6} = \frac{W_{el}}{z} \cdot \frac{f_{yp}}{\gamma_{M0}} = \frac{\left(\frac{t_p \cdot h^2}{6}\right)}{z} \cdot \frac{f_{yp}}{\gamma_{M0}} = \frac{\left(\frac{15 \cdot 180^2}{6}\right)}{80} \cdot \frac{235}{1,0} = 237,90 \text{ kN}$$
$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,6}} = \frac{108,00}{237,90} = \underline{0,45} \le 1,00$$

### Fahnenblech unter Biegung - Stabilität

	B	C	D					E			
Maßg	ebend	Nachwei	is								
Knoten	Last	Ausnutzung					Nachw	eis nach Formel			
🕀 Anforden	Ingen an gel	enkige Verbin	dung								
Tragfähig	keit der Sch	raubengruppe	e am Trà	äger							
🕀 Querkraft	tragfähigkeit	des Fahnenb	lechs								
- 1	1	0.46	≤1 !	5019) Lochleibur	g einzelne Schr	aube					
- 1	1	0.37	≤1 {	5041) Fahnenble	ch unter Schub	- Bruttoqu	Jerschnitt				
1	1	0.32	≤1 {	5042) Fahnenble	ch unter Schub	- Nettoqu	erschnitt				
1	1	0.31	≤1 !	5043) Fahnenble	ch unter Schub	<ul> <li>Blockve</li> </ul>	rsagen				
1	1	0.45	≤1 !	5045) Fahnenble	ch unter Biegun	g					
I OK 5044 Fahnenblech unter Biegung - Stabilität											
Normalkr	atttragfähigk	ait des Fahner	nblechs								
- 1	1	0.00	≤1 8	5046) Fahnenble	ch unter Zug od	ler Druck	- Bruttoquerschni	t			
	1	0.00	≤1	5047) Fahnenble	ch unter Zug od	ler Druck	<ul> <li>Nettoquerschnit</li> </ul>	t			
E Querkraft	tragfahigkeit	des Tragers		5010) 1 111							
		1.00	>1 :	50 (5) Locnleibun	g einzeine Schr	aube	1.00				
	1	0.37	21 3	5041) Tragersteg	unter Schub - t	bruttoquen	schnitt			_	
Max. A	Ausnutzung:	1.00	>1						S	-	
hweisdetails - Kr	oten Nr1										
chnittgrößen											
chnittgrößen aus	Anschlussge	ometrie									
chnittgrößen aus Auf Anschluss w	Anschlussge rirkende Zug	ometrie kraft		N <sub>×,Ed</sub>	0.00	kN		- 1			
chnittgrößen aus Auf Anschluss w Auf Anschluss w	Anschlussge iirkende Zug iirkende Que	ometrie kraft rkraft		N <sub>x,Ed</sub> V <sub>z,Ed</sub>	0.00	kN kN					
chnittgrößen aus Auf Anschluss w Auf Anschluss w Biegemoment au	Anschlussge rirkende Zug rirkende Que us Steifigkeit	eometrie kraft rkraft des Anschlus	ses	Nx,Ed Vz,Ed My	0.00 108.00 0.00	kN kN kNm					
chnittgrößen aus Auf Anschluss w Auf Anschluss w Biegemoment au Exzentrizität der	Anschlussge irkende Zug irkende Que us Steifigkeit Normalkraft	eometrie kraft rkraft des Anschlus N <sub>x</sub>	ses	N <sub>x,Ed</sub> V <sub>z,Ed</sub> M <sub>y</sub> e <sub>x</sub>	0.00 108.00 0.00 2.00	kN kN kNm cm					
chnittgrößen aus Auf Anschluss w Auf Anschluss w Biegemoment au Exzentrizität der Biegemoment au	Anschlussge irkende Zug irkende Que us Steifigkeit Normalkraft us Exzentrizit	eometrie kraft rkraft des Anschlus N <sub>x</sub> ät e <sub>x</sub>	ses	N <sub>x,Ed</sub> V <sub>z,Ed</sub> M <sub>y</sub> e <sub>x</sub> M <sub>y,ex_x</sub>	0.00 108.00 0.00 2.00 0.00	kN kN kNm cm kNm			••		
chnittgrößen aus Auf Anschluss w Auf Anschluss w Biegemoment au Exzentrizität der Biegemoment au Exzentrizität der	Anschlussge irkende Zug irkende Que us Steifigkeit Nomalkraft us Exzentrizit Querkraft V	eometrie kraft des Anschlus N <sub>x</sub> ät e <sub>x</sub>	ses	Nx,Ed Vz,Ed My ex My,ex_x ez	0.00 108.00 2.00 0.00 8.00	kN kNm cm kNm cm			••		
chnittgrößen aus Auf Anschluss w Auf Anschluss w Biegemoment au Exzentrizität der Biegemoment au Exzentrizität der Biegemoment au	Anschlussge irkende Zug irkende Que us Steifigkeit Normalkraft us Exzentrizit Querkraft V; us Exzentrizit	eometrie kraft des Anschluss N <sub>x</sub> ät e <sub>x</sub> it e <sub>z</sub>	ses	Nx,Ed Vz,Ed My ex My,ex_x ez My,ex_z	0.00 108.00 2.00 0.00 8.00 -8.64	kN kNm cm kNm cm kNm			••		
chnittgrößen aus Auf Anschluss w Auf Anschluss w Biegemoment au Exzentrizität der Biegemoment au Exzentrizität der Biegemoment au Gesamtbiegemo	Anschlussge irkende Zug irkende Que is Steifigkeit Nomalkraft us Exzentrizit Querkraft V us Exzentrizit ment aus Ex	eometrie kraft des Anschlus: N <sub>X</sub> ät e <sub>X</sub> ät e <sub>z</sub> tentrizitäten	ses	Nx,Ed Vz,Ed My ex My,ex_x ez My,ex_z My,ex	0.00 108.00 2.00 0.00 8.00 -8.64 -8.64	kN kNm cm kNm cm kNm kNm			••		
chnittgrößen aus Auf Anschluss w Auf Anschluss w Biegemoment au Exzentrizität der Biegemoment au Gesamtbiegemo uerkrafttragfähigt	Anschlussge irkende Zug irkende Que is Steifigkeit Nomalkraft us Exzentrizit Querkraft V us Exzentrizit ment aus Ex keit des Fahr	eometrie kraft des Anschlus N <sub>x</sub> ät e <sub>x</sub> : : : : : : : : : : : : : : : : : : :	ses	Nx,Ed Vz,Ed My ex My,ex_x ez My,ex_z My,ex	0.00 108.00 2.00 0.00 8.00 -8.64 -8.64	kN kNm cm kNm cm kNm kNm			••		
chnittgrößen aus Auf Anschluss w Auf Anschluss w Biegemoment au Exzentrizität der Biegemoment au Gesamtbiegemo luerkraftragfähigh Jeannenblech um Dielse der Er	Anschlussge irikende Zug irikende Que us Steifigkeit Nomalkraft us Exzentrizit Querkraft V us Exzentrizit ment aus Ex keit des Fahr ter Biegung ter Biegung	eometrie kraft des Anschlus N <sub>x</sub> ät e <sub>x</sub> : tentrizitäten enblechs · Stabilität	ses	N <sub>x,Ed</sub> V <sub>z,Ed</sub> M <sub>y</sub> e <sub>x</sub> M <sub>y,ex_x</sub> e <sub>z</sub> M <sub>y,ex_z</sub> M <sub>y,ex</sub>	0.00 108.00 2.00 0.00 8.00 -8.64 -8.64	kN kNm cm kNm cm kNm kNm			••		
chnittgrößen aus Auf Anschluss w Auf Anschluss w Biegemoment au Exzentrizität der Biegemoment au Exzentrizität der Biegemoment au Gesamtbiegemo uerkrafttragfähigi Fahnenblech un Dicke des Fal Keisklässer	Anschlussge irikende Zug irikende Que us Steifigkeit Nomalkraft us Exzentrizit Querkraft V <sub>2</sub> us Exzentrizit ment aus Ex keit des Fahr ter Biegung hnenblechs	eometrie kraft des Anschluss Nx ät ex ät ez zentrizitäten enblechs · Stabilität	ses	Nx,Ed Vz,Ed My ex ex My,ex_x ez My,ex_z My,ex_z tpl	0.00 108.00 0.00 2.00 0.00 8.00 -8.64 -8.64 -8.64	kN kNm cm kNm cm kNm kNm mm			••		
chnittgrößen aus Auf Anschluss w Auf Anschluss w Biegemoment au Exzentrizität der Biegemoment au Exzentrizität der Biegemoment au Gesamtbiegemo uerkrafttragfähig Fahnenblech un Dicke des Fal Knicklänge	Anschlussge irikende Zug irikende Que is Steifigkeit Normalkraft Is Exzentrizit Querkraft V <sub>2</sub> is Exzentrizit ment aus Ex- keit des Fahr ter Biegung hnenblechs	eometrie kraft des Anschlus: Nx ät ex ät ez zentrizitäten ienblechs Stabilität	ses	Nx.Ed           Vz.Ed           My           ex           My.ex_z           ez           My.ex_z           My.ex           Ipi           zp	0.00 108.00 0.00 2.00 0.00 8.00 -8.64 -8.64 -8.64 -8.64	kN kNm cm kNm cm kNm kNm kNm mm		tp = 15.mm	••		

Bild 16.33: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Fahnenblech unter Biegung - Stabilität

Nach [5] Kapitel 6.3.3, S. 60:

$$z_p = z - \frac{p_2}{2} < \frac{t_p}{0.15}$$
$$80 - \frac{60}{2} < \frac{15}{0.15}$$

<u>50 < 100</u>

$$V_{Rd,7} = V_{Rd,6} = 237,90 \text{ kN}$$
  
$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,7}} = \frac{108,00}{237,90} = \underline{0,45} \le 1,00$$

## 16.2.4.4 Querkrafttragfähigkeit des Trägers

#### Lochleibung einzelne Schraube

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

	A	В	C	D					F			A .		
	Maßge	ebend	Nachwe	eis								<u> </u>		
	Knoten	Last	Ausnutzung					N	lachweis n	ach I	Formel			
	🗆 Querkraftt	ragfähigkeit	des Fahnent	blechs										
	- 1	1	0.46	≤ 1 5019) Lo	chleibung eir	nzelne Schraub	e							
	- 1	1	0.37	≤ 1 5041) Fal	nnenblech u	nter Schub - Br	uttoquers	chnitt						
	- 1	1	0.32	≤ 1 5042) Fal	nnenblech u	nter Schub - N	ettoquerso	chnitt						
	- 1	1	0.31	≤ 1 5043) Fal	nnenblech u	nter Schub - Bl	ockversa	gen						
	- 1	1	0.45	≤ 1 5045) Fal	nnenblech u	nter Biegung								
	- 1	1	OK	5044) Fal	nnenblech u	nter Biegung -	Stabilität							
	Nomalkraftfagfähigkeit des Tränere													
	Querkrafttragfähigkeit des Trägers													
	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1													
	1 1 0.37 ≤ 1 5041) Trägersteg unter Schub - Bruttoquerschnitt													
	- 1	1	0.36	≤ 1   5042) Trà	igersteg unte	er Schub - Nett	oquerschr	nitt						
	<u> </u>	1	0.55	≤ 1   5043) Trà	igersteg unte	er Schub - Bloc	kversage	n						
	🕀 Normalkra	afttragfähigk	eit des Träge	rs										
	- 1	1	0.00	≤ 1   5046) Trà	igersteg unte	er Zug oder Dr.	ick - Brutt	oquerso	chnitt			Y		
	Max. A	usnutzung:	1.00	> 1							<ul> <li>Y<sub>21</sub></li> <li>I</li> </ul>			
Marchana	in dista ila - Mar	the No. 4												
Nachwe	Socialis - Kni	oten Nr1			M	109.00	LN							
Colori	duerkrait Hanii Ramana	Annahlungan	tria		Vz	100.00	KIN			- ^				
	ugroisen aus /	eit den Träg	omeine							-	57.49			
	hleihung einz	eli des Tray	be .							·				
	Position der So	obraube in I	aetrichtung			Innenholzen	1							
F	Position der So	chraube in L	htwinklia zur	astrichtung	_	Innenbolzen					35.58 35.58			
F	Reiwert für der	n Lochaheta	nd senkrecht	zur Lastrichtung	k.	2 12			Tab 3.4		3 49			
F	Reiwert für der	n Lochabeta	nd in der Lae	trichtung	N1	0.81			Tab. 3.4		5.40			
	7unfestiakeit o	tes Stablble	na in der Ede	choncerng	Eurol	360.00	N/mm <sup>2</sup>		100.0.4					
	Schraubendur	rchmaeear	0110		d d	20.0	mm							
F	Plattendicke	Grimeador			tel	71	mm							
- 1	Feilsicherheits	beiwert für N	/aterial		Vm 2	1.25			Tab 21		3.49 35.58 35.58			
	/ertikale Quer	kraft	-racontai		Fy Ed	57.49	kN							
	Horizontale Qu	ierkraft			En Ed	35.58	kN				Belastung: 1 [kN]			
F	Bemessungsw	ert der Loch	leibungstrag	ähinkeit vertikal	Eby Pd	70.22	kN		Tab 3.4		tp = 15 mm			
F	Bemessungsw	ert der Loch	leibungstragt	ähigkeit horizont	al Enned	61.96	kN		Tab 34		Baustahl S 235			
4	Ausnutzung	200	goragi		n	1.00		>1		V				
					1.1									

Bild 16.34: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Lochleibung einzelne Schraube

Nach [1] Tabelle 3.4:

$$F_{b,v,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M2}} = \frac{2,118 \cdot 0,8106 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 7,1}{1,25} = 70,22 \text{ kN}$$

mit

$$\begin{aligned} &\alpha_{b} \;\; : \;\; \text{MIN}\left(\frac{p_{1}}{3\,d_{0}}-\frac{1}{4};\frac{f_{ub}}{f_{up}};1,0\right) = \text{MIN}\left(0,8106;2,22;1,0\right) = 0,8106 \\ &k_{1} \;\; : \;\; \text{MIN}\left(2,8\,\frac{e_{2b}}{3\,d_{0}}-1,7;1,4\,\frac{p_{2}}{d_{0}}-1,7;2,5\right) = \text{MIN}\left(3,391;2,118;2,5\right) = 2,118 \end{aligned}$$

$$F_{b,h,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.6591 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 7.1}{1.25} = 61.96 \text{ kN}$$

mit

$$\begin{aligned} &\alpha_{b} \;\; : \;\; \text{MIN}\left(\frac{e_{2b}}{3\,d_{0}}; \frac{p_{2}}{3\,d_{0}} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_{up}}; 1, 0\right) = \text{MIN}\left(0,6061; 0,6591; 2,22; 1,0\right) = 0,6061 \\ &k_{1} \;\; : \;\; \text{MIN}\left(1,4\,\frac{p_{1}}{d_{0}} - 1,7; 2,5\right) = \text{MIN}\left(2,755; 2,5\right) = 2,5 \end{aligned}$$

$$V_{Rd,8} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1/n + \alpha}{F_{b,v,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{\beta}{F_{b,h,Rd}}\right)^2}}$$

mit

$$\alpha \quad : \ \frac{z}{l_{p}} \cdot \frac{p_{2}}{2} = \frac{80.0}{8500} \cdot \frac{60.0}{2} = 0.2824$$
$$\beta \quad : \ \frac{z}{l_{p}} \cdot \frac{n_{1} - 1}{2} \cdot p_{1} = \frac{80.0}{8500} \cdot \frac{2 - 1}{2} \cdot 70.0 = 0.3294$$

$$V_{Rd,2} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1/2 + 0.2824}{70.22}\right)^2 + \left(\frac{0.3294}{61.96}\right)^2}} = 108,00 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,8}} = \frac{108,00}{108,00} = \underline{1,00} \le 1,00$$

#### Trägersteg unter Schub - Bruttoquerschnitt

	B	C	D					E		
Maßg	ebend	Nachwe	is							
Knoten	Last	Ausnutzung						Nachweis nach F	omel	
🕀 Querkraf	ttragfähigke	it des Fahnenb	lechs							
- 1	1	0.46	≤1 50	19) Lochleib	ung einzelne	Schraube				
- 1	1	0.37	≤1 50	41) Fahnenb	lech unter So	chub - Brut	ttoquers	chnitt		
- 1	1	0.32	≤ 1 50	42) Fahnenb	lech unter So	chub - Net	toquers	chnitt		
- 1	1	0.31	≤1 50	43) Fahnenb	lech unter So	chub - Blo	ckversa	gen		
- 1	1	0.45	≤1 50	45) Fahnenb	lech unter Bi	egung				
- 1	1	OK	50	44) Fahnenb	lech unter Bi	egung - St	abilität			
Normalki	afttragfähig	keit des Fahne	nblechs							
🛛 🖂 Querkraf	ttragfähigke	it des Trägers								
- 1	1	1.00	> 1 50	19) Lochleib	ung einzelne	Schraube				
<u> </u>	1	0.37	≤1 50	41) Trägerst	eg unter Sch	ub - Brutto	quersch	initt		
- 1	1	0.36	≤1 50	42) Trägerst	eg unter Sch	ub - Netto	quersch	nitt		
- 1	1	0.55	≤1 50	43) Trägerst	eg unter Sch	ub - Block	versage	n		
🕀 Normalki	afttragfähig	keit des Träger	s							
- 1	1	0.00	≤1 50	46) Trägerst	eg unter Zug	oder Druc	k - Brutt	toquerschnitt		
hweisdetails - Ki chnittarößen	noten Nr1									
Träger 1										
Normalkraft				N	0.00	kN				
				V <sub>7</sub>	108.00	kN				
Querkraft								I		108.00
Querkraft chnittorößen aus	Anschlusso	eometrie								
Querkraft chnittgrößen aus uerkrafttraofähio	Anschlussg keit des Trä	peometrie pers								
Querkraft chnittgrößen aus uerkrafttragfähig Trägersteg unte	Anschlussg keit des Trä r Schub - Br	eometrie gers uttoquerschnitt								
Querkraft chnittgrößen aus luerkrafttragfähig Trägersteg unte Wirksame Tr	Anschlussg keit des Trä r Schub - Br ägersteghöh	jeometrie gers uttoquerschniti e	t	hwb	300.0	mm				
Querkraft chnittgrößen aus luerkrafttragfähig Trägersteg unte Wirksame Tr Stendicke	Anschlussg keit des Trä r Schub - Br ägersteghöh	jeometrie gers ruttoquerschnitt re	t	h <sub>wb</sub>	300.0	mm				
Querkraft chnittgrößen aus luerkrafttragfähig Trägersteg unte Wirksame Tr Stegdicke Abminden no	Anschlussg keit des Trä r Schub - Br ägersteghöh	jeometrie gers uttoquerschnitt ie chubbeanspru	t chbarkeit	h <sub>wb</sub> t <sub>wb</sub>	300.0 7.1 1.73	mm		EN 1993-1-1 (6 18)		
Querkraft chnittgrößen aus luerkrafttragfähig ] Trägersteg unte Wirksame Tr Stegdicke Abminderung Streckgrenze	Anschlussg keit des Trä r Schub - Bi ägersteghöh sfaktor für S	geometrie gers uttoquerschnitt ie chubbeanspru	t chbarkeit	hwb twb	300.0 7.1 1.73 235.00	mm mm		EN 1993-1-1 (6.18)		
Querkraft chnittgrößen aus juerkrafttragfähig ] Trägersteg unte Wirksame Tr Stegdicke Abminderung Streckgrenze Teilsicherheit	Anschlussg keit des Trä r Schub - Bi ägersteghöh sfaktor für S des Träger sbeiwert für	geometrie gers uttoquerschnitt ie ichubbeanspru s Material	t chbarkeit	hwb twb fy.b	300.0 7.1 1.73 235.00 1.00	mm mm N/mm <sup>2</sup>		EN 1993-1-1 (6.18) EN 1993-1-1; 6.1(1)		
Querkraft chnittgrößen aus juerkrafttragfähig ] Trägersteg unte Wirksame Tr Stegdicke Abminderung Streckgrenze Teilsicherheit Einwirkende	Anschlussg keit des Trä r Schub - Bi ägersteghöh sfaktor für S des Träger sbeiwert für Querkraft	geometrie gers uttoquerschnitt ie ichubbeanspru s Material	t chbarkeit	hwb twb fy,b Ym,0 VEd	300.0 7.1 1.73 235.00 1.00 108.00	mm mm N/mm <sup>2</sup>		EN 1993-1-1 (6.18) EN 1993-1-1: 6.1(1)		
Querkraft chnittgrößen aus luerkrafttragfähig g Trägersteg unte Wirksame Tr Stegdicke Abminderung Streckgrenze Teilsicherheit Einwirkende Querkrafttran	Anschlussg keit des Trä r Schub - Br ägersteghöh sfaktor für S des Träger sbeiwert für Querkraft fähigkeit	geometrie gers ruttoquerschnit ie ichubbeanspru s Material	t chbarkeit	hwb twb fy,b Ym,0 VEd VRd 9	300.0 7.1 1.73 235.00 1.00 108.00 288.99	mm mm N/mm <sup>2</sup> kN kN		EN 1993-1-1 (6.18) EN 1993-1-1: 6.1(1) ECCS Nr. 126. Stabl	Belastung: 1 [kN]	

Bild 16.35: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Trägersteg unter Schub - Bruttoquerschnitt

Nach [5] Kapitel 6.3.3, S. 62:

$$V_{Rd,9} = \frac{h_w \cdot t_w}{1,27} \cdot \frac{f_{yp}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{300 \cdot 7,1}{1,27} \cdot \frac{235}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 288,99 \text{ kN}$$
$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,9}} = \frac{108,00}{288,99} = \underbrace{0,37}{288,99} \le 1,00$$

3 4 M L

#### Trägersteg unter Schub - Nettoquerschnitt

Kni Carlor Carlo	Maßgel ioten uerkrafttr 1 1 1 1 1 1 0 omalkrafttr 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	bend Last agfähigkeit ( 1 1 1 1 1 1 1 ttragfähigkeit agfähigkeit ( 1 1	Nachwe Ausnutzung des Fahnenb 0.46 0.37 0.32 0.31 0.45 OK it des Fahne des Trägers	is ≤ 1 50 ≤	119) Lochleibui 141) Fahnenble 142) Fahnenble 143) Fahnenble 145) Fahnenble 144) Fahnenble	ng einzelne S ich unter Sch ich unter Sch ich unter Sch ich unter Bieg ich unter Bieg	chraube ub - Brutto ub - Netto ub - Block gung	quersch quersch	Nachweis na nitt nitt	ich F	Formel						
Kni Cu Cu Cu Cu Cu Cu Cu Cu Cu Cu	oten uerkrafttr 1 1 1 1 1 0 malkraf uerkrafttr 1 1	Last agfähigkeit ( 1 1 1 1 1 1 tragfähigkeit ( agfähigkeit ( 1	Ausnutzung des Fahnenb 0.46 0.37 0.32 0.31 0.45 0K it des Fahne des Trägers	≤ 1 50 ≤ 1 50 ≤ 1 50 ≤ 1 50 ≤ 1 50 ≤ 1 50 ≤ 1 50 50 nblechs	119) Lochleibu 141) Fahnenble 142) Fahnenble 143) Fahnenble 143) Fahnenble 144) Fahnenble	ng einzelne S sch unter Sch sch unter Sch sch unter Sch sch unter Bieg sch unter Bieg	chraube ub - Brutto ub - Netto ub - Block gung	quersch quersch	Nachweis na nitt nitt	ich F	Formel						
Cu	uerkrafttr 1 1 1 1 1 1 1 1 0 omalkrafttr 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	agfähigkeit ( 1 1 1 1 1 1 ttragfähigkeit ( 1 1	des Fahnenb 0.46 0.37 0.32 0.31 0.45 0K it des Fahne des Trägers	lechs ≤ 1 50 ≤ 1 50 ≤ 1 50 ≤ 1 50 ≤ 1 50 ≤ 1 50 50 nblechs	119) Lochleibur 141) Fahnenble 142) Fahnenble 143) Fahnenble 143) Fahnenble 145) Fahnenble	ng einzelne S sch unter Sch sch unter Sch sch unter Sch sch unter Bieg sch unter Bieg	chraube ub - Brutto ub - Netto ub - Block gung	quersch quersch versage	nitt nitt								
B No B No B No B No B No B No B No B No	1 1 1 1 1 oomalkraf uerkrafttr 1	1 1 1 1 ttragfähigke agfähigkeit ( 1	0.46 0.37 0.32 0.31 0.45 OK it des Fahne des Trägers	$\leq 1$ 50 $\leq 1$ 50 $\leq 1$ 50 $\leq 1$ 50 $\leq 1$ 50 $\leq 1$ 50 nblechs	119) Lochleibur 141) Fahnenble 142) Fahnenble 143) Fahnenble 143) Fahnenble 144) Fahnenble	ng einzelne S ch unter Sch ch unter Sch ch unter Sch ch unter Bieg ch unter Bieg	chraube ub - Brutto ub - Netto ub - Block gung	quersch quersch versage	nitt								
E No C C NO C NO	1 1 1 0 malkraf uerkrafttr 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 ttragfähigke agfähigkeit 1	0.37 0.32 0.31 0.45 OK it des Fahne des Trägers	≤1 50 ≤1 50 ≤1 50 ≤1 50 ≤1 50 50 nblechs	141) Fahnenble 142) Fahnenble 143) Fahnenble 145) Fahnenble 144) Fahnenble	ch unter Sch ch unter Sch ch unter Sch ch unter Bieg ch unter Bieg	ub - Brutto ub - Netto ub - Block gung	quersch quersch versage	nitt nitt								
Achweisdeta	1 1 1 0malkraf uerkrafttr 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 ttragfähigket agfähigkeit 1	0.32 0.31 0.45 OK it des Fahne des Trägers	≤ 1 50 ≤ 1 50 ≤ 1 50 50 nblechs	142) Fahnenble 143) Fahnenble 145) Fahnenble 144) Fahnenble	ch unter Sch ch unter Sch ch unter Bieg ch unter Bieg	ub - Netto ub - Block gung	querschi versage	nitt								
Achweisdeta	1 1 ormalkraf uerkrafttr 1 1	1 1 ttragfähigke agfähigkeit 1 1	0.31 0.45 OK it des Fahne des Trägers	≤ 1 50 ≤ 1 50 50 nblechs	143) Fahnenble 145) Fahnenble 144) Fahnenble	ch unter Sch ch unter Bieg ch unter Bieg	ub - Block gung	versage									
Rechweisdeta	1 omalkraf uerkrafttr 1 1	1 1 ttragfähigke agfähigkeit 1 1	0.45 OK it des Fahne des Trägers	≤ 1 50 50 nblechs	145) Fahnenble 144) Fahnenble	ch unter Bieg ch unter Bieg	jung		n								
Rachweisdeta	1 omalkraf uerkrafttr 1 1	1 ttragfähigke agfähigkeit 1 1	OK it des Fahne des Trägers	50 nblechs	144) Fahnenble	ch unter Bieg											
Achweisdeta	ormalkraf uerkrafttr 1 1	ttragfähigke agfähigkeit ( 1 1	it des Fahne des Trägers	nblechs			gung - Stab	oilität									
Achweisdeta	uerkrafttr 1 1	agfähigkeit 1 1	des Trägers	Nomalkrafttragfahigkeit des Tainenblechs													
Nachweisdeta	1 1 1 1	1	1.00	□ Querkraftragfähigkeit des Trägers													
Nachweisdeta	1	1	1 1 1.00 1 1 5019) Lochtebung einzelne Schraube														
Nachweisdeta	1		0.37	≤1 50	41) Trägersteg	unter Schub	- Bruttoqu	ierschnit	t								
Nachweisdeta	4		0.36	≤1 50	)42) Trägersteg	; unter Schub	) - Nettoqu	erschnit									
Nachweisdeta	1	1	0.55	≤1 50	143) Trägersteg	unter Schub	- Blockve	rsagen									
Nachweisdeta	ormalkraf	ttragfähigke	it des Träger	'S													
Nachweisdeta	1	1	0.00	≤1 50	146) Trägersteg	, unter Zug o	der Druck	- Bruttog	uerschnitt			~					
Nachweisdeta	Man A.		4.00	4													
Nachweisdeta	Max. Au	ishutzung.	1.00									× '>1 🖻 🐴					
nacinii cisacta	aile - Kno	ten Nr1															
E Träger 1		ten Nit - I															
Normal	lkraft				N	0.00	EN.										
Querkn	raft				V-	108.00	kN										
E Schnittaröße	en aus A	nschlussner	ometrie		•2	100.00											
E Querkrafttra	offähicke	it des Träge	ANR .									108.00					
E Trägerste	ea unter !	Schub - Nett	toquerschnitt	•													
Trägert	höhe		ioquoroor min		hwb	300.0	mm										
Steadio	icke				two	71	mm										
Anzahl	l der Sch	rauben in de	er vertikalen	Reihe	01	2											
Lochd	urchmes	ser			do	22.0	mm										
Nettofi	läche				Av. net	18 18	cm <sup>2</sup>										
Zucfes	stiakeit d	es Trägers			fush	360.00	N/mm <sup>2</sup>										
Abmind	deninast	aktorfür Sch	hubbeanspru	ichbarkeit	10,0	1 73											
Teilsich	herheitsh	eiwert für M	laterial	on a direct	7m 2	1.75			Tab 21		Belastung: 1 [kN]						
Finwirk	Londo O	ierkraft			Ved	108.00	kN				tp = 15 mm						
Querkn	kende ()i	hiakeit			VPd 10	302.22	kN		ECCS Nr. 126		Baustahl S 235						
Auenut	kende Qi rafttraofä	ingroot			10	0.36		< 1	2000 141. 120								

Bild 16.36: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Trägersteg unter Schub - Nettoquerschnitt

Nach [5] Kapitel 6.3.3, S. 62:

$$V_{Rd,10} = A_{b,v,\text{net}} \cdot \frac{f_{ub}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M2}} = 1\,818 \cdot \frac{360}{\sqrt{3} \cdot 1,25} = 339,20 \text{ kN}$$

mit

 $A_{b,v,net}:\ h_w \cdot t_w - n_1 \cdot d_0 \cdot t_w = 300 \cdot 7, 1 - 2 \cdot 22 \cdot 7, 1 = 1\,818\ mm^2$ 

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,10}} = \frac{108,00}{302,22} = \underbrace{0,36}_{===} \le 1,00$$

### Trägersteg unter Schub - Blockversagen

	weise - Zusai	minemassi	ang									
	A	В	C	D						Е		
	Maßge	ebend	Nachwe	eis								
	Knoten	Last	Ausnutzung						Nachweis	nach	n Formel	
	⊕ Anforderu	ngen an gel	enkige Verbir	ndung								
	🖃 Tragfähig	keit der Sch	raubengrupp	e am Trä	iger							
	- 1	1	0.56	≤1 5	5901) Einzeln	e Schraub	e - Absche	ren				
	- 1	1	0.56	≤1 5	5910) Absche	ertragfähigk	eit der Scl	nrauber	gruppe unter Querkraf	t		
	. ⊕ Querkraftt	ragfähigkeit	des Fahnent	blechs								
		fttragfähigk	eit des Fahne	nblechs								
	🗆 Querkraftt	ragfähigkeit	des Trägers									
	- 1	1	1.00	>1 5	5019) Lochle	ibung einze	Ine Schra	lbe				
	- 1	1	0.37	≤1 5	041) Trägen	steg unter S	Schub - Bri	.ttoque	rschnitt			
	- 1	1	0.36	≤1 5	5042) Trägen	steg unter S	Schub - Ne	ttoquer	schnitt			
	L 1	1	0.55	≤1 5	5043) Trägen	steg unter S	Schub - Blo	ockvers	agen			
	🖃 Normalkra	fttragfähigk	eit des Träge	rs								
	- 1	1	0.00	≤1 5	046) Trägen	steg unter 2	Zug oder D	ruck - E	Bruttoquerschnitt			
	- 1	1	0.00	≤1 5	047) Trägen	steg unter 2	Zug - Netto	querscl	hnitt			
	May A	บรถประเทศ	1.00	51								
	in an in	aonacang.	1.00	r •								
Nachwe	eisdetails - Kno	oten Nr1										
🗆 Tra	igersteg unter	Schub - Bla	ckversagen									
	Trägerhöhe				hwb	300.0	mm			t I		
	Stegdicke				twb	7.1	mm			t I		
- 1	Anzahl der Scl	hrauben in o	ler vertikalen	Reihe	n1	2				t I		
- 1	Lochdurchmes	sser			do	22.0	mm			t I		108.00
- 1	Vertikaler Ran	dabstand au	lf dem Träger	r	e1	95.0	mm					
- 1	Horizontaler R	andabstand	auf dem Trä	ger	e2	40.0	mm			t I		
- 1	Horizontaler S	chraubenab	stand auf der	n Träger	P2	60.0	mm					
	Streckgrenze	des Trägers			fv.b	235.00	N/mm <sup>2</sup>					•
- 2	Zuafestiakeit a	les Trägers			fu.b	360.00	N/mm <sup>2</sup>					
- 2	Zugbeanspruc	hte Nettogu	ierschnittsfläd	he	Ant	4.76	cm <sup>2</sup>					
	Schubbeanspi	uchte Netto	-Querschnitts	fläche	Any	9.37	cm <sup>2</sup>					<u> </u>
	Teilsicherheits	beiwert für I	Material		γm.0	1.00			EN 1993-1-1: 6.1(1)			
- 1	Teilsicherheits	beiwert für I	Material		Υm.2	1.25			Tab. 2.1		Belastung: 1 [kN]	
- 1	Einwirkende G	uerkraft			VEd	108.00	kN				tp = 15 mm Revetabl S 225	
- (	Querkrafttragf	ähigkeit			VRd 11	195.66	kN		ECCS Nr. 126, Stah		Daustani 5 235	
	Auenutzung				1 11	0.55		<1				

Bild 16.37: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Trägersteg unter Schub - Blockversagen

Nach [5] Kapitel 6.3.3, S. 62:

$$V_{Rd,11} = \frac{0.5 \cdot f_{up} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot f_{yp} \cdot \frac{A_{nv}}{\gamma_{M0}} = 195,66 \text{ kN}$$

mit

$$\begin{split} A_{nt}: \ t_w \cdot (p_2 + e_{2b} - 3 \cdot d_0/2) &= 7.1 \cdot (60 + 40 - 3 \cdot 22/2) = 475.7 \ mm^2 \\ A_{nv}: \ t_w \cdot (e_{b1} - (n_1 - 0.5) \cdot p_1 - (n_1 - 0.5) \cdot d_0) &= \\ 7.1 \cdot (95 - (2 - 0.5) \cdot 70 - (2 - 0.5) \cdot 22) = 937.2 \ mm^2 \end{split}$$

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,11}} = \frac{108,00}{195,66} = \underbrace{0.55}_{===} \le 1,00$$

# 16.3 Stahl - Biegesteif

In diesem Beispiel wird ein momententragfähiger Stirnplattenstoß zweier Träger gemäß [1] mit Nationalem Anhang für Deutschland untersucht.

## 16.3.1 System und Belastung



Bild 16.38: Momententragfähiger Stirnplattenstoß



Bild 16.39: Abmessungen der Stirnplatte und Anordnung der Schrauben

#### Träger: HEA 240, S 355

Höhe	h	230	mm
Breite	b	240	mm
Flanschdicke	t <sub>f</sub>	12,0	mm
Stegdicke	t <sub>w</sub>	7,5	mm
Ausrundungsradius	r	21	mm
Steghöhe	$d_{w}$	164,0	mm
Querschnittsfläche	А	7 684	mm <sup>2</sup>

Tabelle 16.10: Querschnittsparameter HEA 240

#### Stirnplatte

Höhe	$h_P$	270	mm
Breite	b <sub>P</sub>	240	mm
Blechdicke	t <sub>P</sub>	40	mm

Tabelle 16.11: Parameter Stirnplatte

#### Schrauben: M30, 10.9

Durchmesser	d	30	mm
Lochdurchmesser	$d_0$	33	mm
Spannungsquerschnitt	$A_{s}$	561	mm <sup>2</sup>
Streckgrenze	f <sub>yb</sub>	900	N/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit	f <sub>ub</sub>	1 000	N/mm <sup>2</sup>
Scherfuge		im Schaft	

Tabelle 16.12: Parameter Schrauben

#### Schweißnaht: Kehlnähte

Dicke am Steg	a <sub>ww</sub>	5	mm
Dicke an den Flanschen	a <sub>wf</sub>	8	mm

Tabelle 16.13: Parameter Schweißnähte

#### Teilsicherheitsbeiwerte

Beanspruchbarkeit von Querschnitten	$\gamma_{\rm M0}$	1,00
Stabilitätsversagen	$\gamma_{M1}$	1,10
Schaftquerschnitt	$\gamma_{\rm M2}$	1,25

Tabelle 16.14: Teilsicherheitsbeiwerte

### Belastung

Es sollen die Tragfähigkeiten der Grundkomponenten ermitteln werden. Als Belastung wird eine Querkraft V<sub>z,Ed</sub> = 100 kN und ein Biegemoment M<sub>y,Ed</sub> = 100 kNm angesetzt.



#### 16.3.2.1 Basisangaben

Zunächst ist in RFEM bzw. RSTAB ein neues Modell anzulegen. Danach kann das Zusatzmodul RF-/JOINTS direkt aufgerufen werden.

In Maske 1.1 Basisangaben sind folgende Eingaben vorzunehmen.



Bild 16.40: RF-JOINTS-Maske 1.1 Basisangaben

Der Nachweis wird nach Eurocode mit den **DIN**-Beiwerten des deutschen Nationalen Anhangs geführt.

Für dieses Beispiel sind die Anschlussgruppe **Biegesteife Verbindungen**, die Anschlusskategorie **Träger - Träger und** der Anschlusstyp **Biegesteifer Stirnplattenanschluss** festzulegen.



In Maske 1.2 Knoten und Stäbe sind die Trägerquerschnitte und das Material festzulegen.



Bild 16.41: Maske 1.2 Knoten und Stäbe

Die Definitionsart ist auf Manuell definieren zu ändern.

Anschließend können der Querschnitt **HEA 240** für die Träger und das Material **Baustahl S 355** über die Schaltflächen in Bibliotheken ausgewählt werden.

Es erscheint eine Abfrage, die mit [Ja] bestätigt werden kann.

RFEM64 Abfrage Nr. 30037						
Wollen Sie die Verbindungsgeometrie auf Standardwerte voreinstellen?						
Bild 16.42: RFEM-Abfrage						

#### 16.3.2.3 Schnittgrößen

Die Querkraft und das Moment sind in Maske 1.3 Schnittgrößen wie folgt einzugeben.



Bild 16.43: Maske 1.3 Schnittgrößen

#### 16.3.2.4 Geometrie

Maske 1.4 Geometrie verwaltet die Parameter des Anschlusses.

■ Anschlussanordnung         Stabanordnung (für Berechnung der Exzer       Erz.         Bizentrützikerte zusammen verbunden       Erzentrützikerte zusammen verbunden         Vertikale Exzentrizitär am Stabanfang       e.s         Stabanordnung       Keine         Obere Ranschandnung       Keine         Obere Ranschandnung       Keine         Schweißnähte       awv         Bicke der Stegnaht       awv         Bicke der Stegnaht       awv         Stimplatte       Bau         Inderenal       Bau         Lage der Stimplattennaht       An Auße         Plattenhöhe       hpi         Plattenhöhe       hpi         Plattenhöke       tpi         Länge des Plattenüberstands       dt         Bizendicke       tpi         Extendicke       tpi         Bizendicke       tpi         Bizendicke       tpi         Bizendicke       tpi	aus Modell 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0	mm mm mm
Stabanordnung für Berechnung der Exer     Exz.       Exzentrizitätwete zusammen verbunden     Exzentrizitätwete zusammen verbunden       Vertikale Exzentrizität am Stabanfang     es       Obere Ranschanordnung     Keine       Obere Ranschanordnung     Keine       Schweißnähte     Keine       Abmessung der oberen Ranschnaht     awf.o       Abmessung der oberen Ranschnaht     awf.u       Dicke der Stegnaht     aww       Stimplatte     Bau       Material     Bau       Lage der Stimplattennaht     An Auße       Plattenhöhe     hpl       Plattendicke     tpl       Länge des Plattenüberstands     dt       Stabandike     tpl	aus Modell 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 Anordnung Anordnung 8.0 8.0 5.0	mm mm mm mm
Exzentrizitätwerte zusammen verbunden       Vertikale Exzentrizitä am Stabanfang       Vertikale Exzentrizitä am Stabanfang       es       Stabanordnung       Obere Ranschanordnung       Keine       Untere Ranschandrung       Keine       Stabanordnung       Keine       Obere Ranschanordnung       Keine       Stabanordnung       Keine       Stabanordnung       Keine       Stabanordnung       Keine       Stabanordnung       Keine       Stabanordnung       Keine       Stabandruht       Amessung der oberen Ranschnaht       Aww       Stimplatte       Bau       Lage der Stimplattennaht       Plattenlöche       hpi       Plattenlöche       pi       Plattenlöcke       tpi       Länge des Plattenüberstands       dt       Schraubern		mm mm mm mm mm
Vertikale Exzentrizität am Stabanfang     es       Vertikale Exzentrizitä am Stabanfang     es       Vertikale Exzentrizitä am Stabanfang     es       Vertikale Exzentrizitä am Stabanfang     es       Stabanordnung     Keine       Obere Ranschanordnung     Keine       Obere Ranschanordnung     Keine       Schweißnähte     -       Abmessung der oberen Ranschnaht     awt.o       Dicke der Stegnaht     aww       Simplatte     -       Matenal     Bau       Lage der Stimplattennaht     An Auße       Plattenhöhe     hpi       Plattendicke     tpi       Lange des Plattenüberstands     dt       Schraubern     -       Regelmäßige Schraubenabstand     -	0.0 0.0 0.0 Anordnung 8.0 8.0 8.0 5.0	mm mm mm
Vertikale Exzentrizität am Stabende     e.e.       Vertikale Exzentrizität am Stabendang     e.s.       Vertikale Exzentrizität am Stabende     e.e.       Stabanordnung     e.e.       Obere Ranschanordnung     Keine       Uhtere Ranschanordnung     Keine       Schweißnähte     Keine       Abmessung der oberen Ranschanht     a.wf.o.       Abmessung der oberen Ranschnaht     a.wf.u.       Dicke der Stegnaht     a.ww.       Stimplatte     Bau       Material     Bau       Lage der Stimplattennaht     An Auße       Plattenhöhe     h.pl       Plattendicke     t.pl       Länge des Plattenüberstands     d.t.       Elsernaubern     Regelmäßige Schraubenabstand	0.0 0.0 0.0 Anordnung 8.0 8.0 5.0	mm mm mm mm mm
Vertikale Exzentrizitär am Stabanfang     e s       Vertikale Exzentrizitär am Stabende     e e       Stabanordnung     Keine       Obere Ranschanordnung     Keine       Untere Ranschanordnung     Keine       Schweißnähte     Keine       Abmessung der oberen Ranschnaht     a wf. u       Dicke der Stegnaht     a ww       Stimplatte     Material       Material     Bau       Lage der Stimplattennaht     h pil       Plattenhöhe     h pil       Plattenbreite     b pil       Plattenbreite     b pil       Regelmäßige Schraubenabstand     It	0.0 0.0 Anordnung 8.0 8.0 5.0	mm mm mm mm
Vertikale Exzentrizität am Stabende     e.e.       Stabanordnung     Keine       Obere Ranschanordnung     Keine       Untere Ranschanordnung     Keine       Schweißnähte     Abmessung der oberen Ranschnaht       Abmessung der unteren Ranschnaht     a.wf.o.       Dicke der Stegnaht     a.ww.       Stimplatte     Bau       Material     Bau       Lage der Stimplattennaht     An Auße       Plattenhöhe     hpi       Plattenhöke     tpi       Plattenhöke     tpi       Regelmäßige Schraubenabstand     dt	0.0 Anordnung Anordnung 8.0 8.0 5.0	mm
■ Stabanordnung       Keine         ■ Obere Ranschanordnung       Keine         ■ Untere Ranschanordnung       Keine         ■ Schweißnähte       Keine         ■ Abmessung der oberen Ranschnaht       a <sub>wf.o</sub> ■ Abmessung der oberen Ranschnaht       a <sub>wf.o</sub> ■ Dicke der Stegnaht       a <sub>ww</sub> ■ Stimplatte       Bau         ■ Material       Bau         ■ Lage der Stimplattennaht       An Auße         Plattenhöhe       hpl         Plattenhöke       tpl         Plattendicke       tpl         ■ Länge des Plattenüberstands       dt         ■ Strauben       Regelmäßige Schraubenabstand	Anordnung Anordnung 8.0 8.0 5.0	mm
Obere Flanschanordnung     Keine       Untere Ranschanordnung     Keine       Schweißnähte     Keine       Abmessung der oberen Flanschnaht     a.wf.o       Abmessung der unteren Flanschnaht     a.wf.o       Dicke der Stegnaht     a.ww       Stimplatte     Bau       Lage der Stimplattennaht     h.pi       Plattenhöhe     h.pi       Plattenhörtet     b.pi       Plattendicke     t.pi       Schrauben     K.time       Regelmäßige Schraubenabstand     Schraubenabstand	Anordnung Anordnung 8.0 8.0 5.0	mm
Untere Ranschanordnung         Keine           Schweißnähte	Anordnung 8.0 8.0 5.0	mm mm
□ Schweißnähte         Abmessung der oberen Flanschnaht       a <sub>wf.o</sub> Abmessung der unteren Flanschnaht       a <sub>wf.o</sub> Dicke der Stegnaht       a <sub>wf.u</sub> □ Dicke der Stegnaht       a <sub>ww</sub> ● Stimplatte       Bau         Material       Bau         Lage der Stimplattennaht       An Auße         Plattenhöhe       hpl         Plattenhöhe       bpl         Plattendicke       tpl         Länge des Plattenüberstands       dt         Bratemäßige Schraubenabstand       Schwabenabstand	8.0 8.0 5.0	mm mm
Abmessung der oberen Flanschnaht         a.wf.o           Abmessung der unteren Flanschnaht         a.wf.u           Dicke der Stegnaht         a.ww           Stimplatte         a.ww           Stimplatte         Bau           Lage der Stimplattennaht         An Auße           Plattenhöhe         hpi           Plattenhöhe         bpi           Plattenhörete         bpi           Plattendicke         tpi           Elsönge des Plattenüberstands         d.t           Bcchrauben         Regelmäßige Schraubenabstand	8.0 8.0 5.0	mm mm
Abmessung der unteren Ranschnaht         a wt.u           Dicke der Stegnaht         a ww           El Stimplatte         aww           Material         Bau           Lage der Stimplattennaht         An Auße           Plattenhöhe         hpi           Plattenhörete         bpi           Plattenhörete         bpi           Elstinge des Plattenüberstands         d t           Elschrauben         Regelmäßige Schraubenabstand	8.0 5.0	mm
Dicke der Stegnaht         anso           Simplatte         aww           Material         Bau           Lage der Stimplattennaht         An Auße           Plattenhöhe         hpl           Plattenhöhe         bpl           Plattenhöke         tpl           Länge des Plattenüberstands         dt           Baue         Schwauben           Regelmäßige Schraubenabstand         Image: Schwauben	5.0	
Skinplate         Division           Skinplate         Bau           Lage der Stimplattennaht         An Auße           Plattenhöte         hpi           Plattenbreite         bpi           Plattenbreite         tpi           Elsinge des Plattenüberstands         dt           Schrauben         Regelmäßige Schraubenabstand	5.5	mm
Other platter         Bau           Lage der Stimplattennaht         An Auße           Plattenhöhe         hpi           Plattenhörete         bpi           Plattenhörete         tpi           Regelmäßige Schraubenabstand		
Lage der Stimplattennaht         An Auße           Plattenhöhe         hpi           Plattenhöhe         bpi           Plattendicke         tpi           Länge des Plattenüberstands         dt           Schrauben         Regelmäßige Schraubenabstand	etabl S 355	
Plattenbihe     Plattenbihe     Plattendicke     pl     Plattendicke     tpl     Plattendicke     tpl     Schrauben     Regelmäßige Schraubenabstand	peoite des	
Plattenbreite         Inp           Plattenbreite         bpl           Plattenbreite         tpl           Länge des Plattenüberstands         dt           Schrauben         Regelmäßige Schraubenabstand	270.0	mm
Plattenücke Dpp Länge des Plattenüberstands d t Schrauben Regelmäßige Schraubenabstand	2/0.0	mm
Länge des Plattenüberstands     Länge des Plattenüberstands     Schrauben     Regelmäßige Schraubenabstand	240.0	mm
Cange des Plattenuberstands     dt     Schrauben     Regelmäßige Schraubenabstand	40.0	mm
Chrauben     Regelmäßige Schraubenabstand	20.0	mm
<ul> <li>Regelmalsge Schraubenabstand</li> </ul>		
	<u> </u>	
Gewinde in Scherfuge		
Schraubendurchmesser	M30	
Schraubenfestigkeitsklasse	10.9	
Lochdurchmesser do	33.0	mm
<ul> <li>Horizontale Schraubenreihen</li> <li>n r</li> </ul>	2	
Vertikale Schraubenreihen n.c	2	
Vertikaler Randabstand e 1	85.0	mm
Schraubenabstand p1	100.0	mm
Vertikaler Randabstand e'1	85.0	mm
Horizontaler Randabstand e 2	55.0	mm
<ul> <li>Horizontaler Schraubenabstand</li> <li>p'2</li> </ul>	130.0	mm
Horizontaler Randabstand e'2	55.0	mm

Bild 16.44: Maske 1.4 Geometrie

#### 16 Beispiele

Über die *Anschlussanordnung* der Verbindung können die Exzentrizitäten festgelegt werden. In diesem Beispiel sind jedoch keine Einstellungen zu ändern.

Keine Anordnung Keine Anordnung Voute Beulsteife Extraschrauben Der Abschnitt *Stabanordnung* ermöglicht es, eine Voute oder überstehende Extraschrauben zu modellieren. Aber auch hier sind für das Beispiel keine spezifischen Anpassungen erforderlich.

Die Schweißnähte betragen 8 mm an den Flanschen und 5 mm am Steg.

Die *Stirnplatte* und die Anordnung der *Schrauben* sind wie im Bild 16.44 dargestellt festzulegen. Damit liegen die Eingabedaten liegen vollständig vor.

Mit einem Klick auf die Schaltfläche [Berechnung] wird die Ermittlung der Nachweise gestartet.

### 16.3.3 Berechnung

Berechnung

FE-Berechnung... × Gesamtablauf RFEM - Berechnung nach FEM RF-JOINTS П Einzelschritte JOINTS Anzahl der Modulfälle 1 Sammlung der erforderlichen Informationen Modulfall: FA1 Bemessung von Anschlüssen Modellkontrolle Überprüfung der Geometrie Anzahl der Lastfälle Ermittlung der Schnittgrößen Anzahl der Berechnungsläufe 1 Lastverteilung an Komponenten Ш Nachweis der Komponententragfähigkeit Sortieren der Ergebnisse Abbrechen 🗹 Diagramm

Bild 16.45: Dialog FE-Berechnung

### 16.3.4 Nachweise

Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung bietet eine Übersicht über die relevanten Nachweise. Im Folgenden werden nur die Ergebnisse des Trägers 1 vorgestellt; die des Trägers 2 sind im Beispiel identisch.

#### 16.3.4.1 Tragfähigkeit des Trägers 1

Ausnutzung aus Normalkraft (beeinflusst durch Que

#### Querkraft- und Zugbeanspruchbarkeit des Stegblechs

A	В	C D	E						
Maßgeb	end	Nachweis							
Knoten	Last	Ausnutzung	nach Formel						
📮 Tragfähigke	it des Trä	gers 1							
	1	0.89 ≤ 1 50	05) Querkraf	ft- und Zugb	eanspruchb	arkeit des Stegblechs			
- 1	1	0.63 ≤ 1 52	00) Trägerfla	ansch - Druc	kbeanspruc	hbarkeit			
Tragfähigke	it der Stim	platte am Träger 1							
1	1	0.68 ≤ 1 56	5650) T-Stummel unter Zugbeanspruchung						
1	1	0.03 ≤ 1 50	09) Lochleib	ung einzeln	e Schraube				
1	1	0.03 ≤ 1 50	34) Tragfähi	gkeit der Sti	mplatte				
Tragfähigke	it der Sch	weißnähte am Träger 1							
1	1	0.89 ≤ 1 59	50) Tragfähi	gkeit des So	chweißnahts	an der Stimplatte			
🔄 🖂 Tragfähigke	it der Sch	raubengruppe am Träg	er 1						
1	1	0.56 ≤ 1 59	00) Einzelne	Schraube -	Kombination	n Abscheren und Zug			
Tragfähigke	it des Trä	gers 2							
1	1	0.74 ≤ 1 50	00) Trägerfla	ansch - Zugł	peansprucht	parkeit			
1	1	0.89 ≤ 1 50	05) Querkraf	ft- und Zugb	eanspruchb	arkeit des Stegblechs			
🔄 🖂 Tragfähigke	it der Stim	nplatte am Träger 2							
Max, Aus	nutzuna:	0.89 ≤1							
	-								
weisdetails - Knote	en Nr1								
nnittgrößen									
Träger, 1									
Träger, 2									
nnittgrößen aus An	schlussge	ometrie							
ischenergebnisse									
Querkraft-und Zug	beanspru	chbarkeit des Stegblec	าร						
Nummer des T-S	tummels			2					
Einwirkende Nor	malkraft		NEd	552.81	kN				
Einwirkende Que	erkraft		VEd	50.00	kN				
Charakteristishe	Streckgre	nze	fyk	355.00	N/mm <sup>2</sup>				
Teilsicherheitsbe	eiwert für N	Material	γm,0	1.00		EN 1993-1-1: 6.1(1)			
Plastische Norm	alkrafttrag	fähigkiet	Npl,Rd	623.82	kN	EN1993-1-1: (6.6)			
Bemessungswer	t der plast	ischen Querkraftbeans	v Vpl,Rd	300.13	kN	EN 1993-1-1: 6.18			
Querschnittsfläc	he		Ao	17.57	cm <sup>2</sup>				
Schubfläche			Av	14.64	cm <sup>2</sup>	EN 1993-1-1: 6.2.6(3			
Ausputzung aus	Quedcraft			0.17					

Bild 16.46: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Querkraft- und Zugbeanspruchbarkeit des Stegblechs

0.89

$$\begin{split} N_{pl,Rd} &= F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} \cdot t_{wb} \cdot \frac{f_{y,wb}}{\gamma_{M0}} = 23,41 \cdot 0.75 \cdot \frac{35,5}{1,00} = 623,3 \text{ kN} \\ A_v &= \frac{5}{6} A_0 = \frac{5}{6} \cdot b_{eff,t,wb} \cdot t_{wb} = \frac{5}{6} \cdot 23,41 \cdot 0.75 = 14,63 \text{ cm}^2 \\ V_{pl,Rd} &= F_{v,wb,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{y,wb}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{14,63 \cdot 35,5}{\sqrt{3} \cdot 1,00} = 299,9 \text{ kN} \\ N_{Ed} &= F_{t,Ed} = 552,8 \text{ kN} \\ V_{Ed} &= \frac{V_{z,Ed}}{2} = \frac{100,0}{2} = 50,0 \text{ kN} \\ \eta_v &= \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{50,0}{299,9} = 0,17 \\ \eta_n &= \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{552,8}{623,3} = 0,89 \\ \eta &= \eta_n = 0,89 \end{split}$$

### Trägerflansch - Druckbeanspruchbarkeit

	В	C D				E				
Maßge	ebend	Nachweis								
Knoten	Last	Ausnutzung		Nachweis nach Formel						
🖃 Tragfähig	keit des Träg	gers 1								
- 1	1	0.89 ≤ 1	5005) Querk	raft- und Zugbe						
L 1	1	0.63 ≤ 1	5200) Träge	rflansch - Drucł	beanspruchba	rkeit				
🖃 Tragfähig	jkeit der Stim	platte am Träger	1							
- 1	1	0.68 ≤ 1	5650) T-Stu	50) T-Stummel unter Zugbeanspruchung						
1	1	0.03 ≤ 1	5009) Lochl	eibung einzelne	Schraube					
1	1	0.03 ≤ 1	5034) Tragfa	ähigkeit der Stin	nplatte					
🖃 Tragfähig	keit der Sch	weißnähte am Tr	äger 1							
- 1	1	0.80 ≤ 1	5950) Tragfa	ähigkeit des Scl	nweißnahts an (	der Stimplatte				
🖂 Tragfähig	jkeit der Schi	raubengruppe ar	Träger 1							
1	1	0.56 ≤ 1	5900) Einzel	ne Schraube -	Kombination Ab	scheren und Zug				
🖃 Tragfähig	keit des Träg	gers 2								
1	1	0.74 ≤ 1	5000) Träge	rflansch - Zugb	eanspruchbark	eit				
- 1	1	0.99 ≤ 1	5005) Querk	raft- und Zugbe	anspruchbarke	eit des Stegblechs				
🖃 Tragfähig	jkeit der Stim	platte am Träger	2							
Max. A	Ausnutzung:	0.89 ≤1					<ul> <li>V<sub>1</sub></li> </ul>			
weisdetails - Kn	oten Nr1									
hnittgrößen										
Träger, 1										
Träger, 2										
hnittgroßen aus	Anschlussge	ometrie								
<i>lischenemebnies</i>	ie .									
and the second s										
Oberer Flansch			-	757.01						
Oberer Flansch Einwirkende D	Druckkraft		Fo.Ed	757.94	kN					
Oberer Flansch Einwirkende D Charakteristish	Druckkraft ne Streckgre	nze	Fo.Ed fyk	757.94 35.50	kN kN/cm <sup>2</sup>					
Oberer Flansch Einwirkende D Charakteristish Querschnittskl	Druckkraft ne Streckgre lasse	nze	F <sub>o.Ed</sub> f <sub>yk</sub>	757.94 35.50 2	kN kN/cm <sup>2</sup>					
Oberer Flansch Einwirkende E Charakteristish Querschnittskl Plastisches W	Druckkraft ne Streckgre lasse liderstandsm	nze oment des Quers	Fo.Ed fyk Wpl.y	757.94 35.50 2 744.60	kN kN/cm <sup>2</sup> cm <sup>3</sup>					
Oberer Flansch Einwirkende E Charakteristish Querschnittskl Plastisches W Biegebeanspn	Druckkraft ne Streckgre lasse /iderstandsmu uchbarkeit	nze oment des Quers	Fo.Ed fyk Wpl.y Mo.Rd	757.94 35.50 2 744.60 264.33	kN kN/cm <sup>2</sup> cm <sup>3</sup> kNm	EN 1993-1-1: 6.2.8(				
Oberer Flansch Einwirkende E Charakteristish Querschnittskl Plastisches W Biegebeanspr Drucktragfähig	Druckkraft he Streckgre lasse /iderstandsmi uchbarkeit gkeit des Fla	nze oment des Quers nsches	Fo.Ed fyk Wpl.y Mc.Rd Fo.of.Rd	757.94 35.50 2 744.60 264.33 1212.54	kN kN/cm <sup>2</sup> cm <sup>3</sup> kNm kN	EN 1993-1-1: 6.2.8( 6.2.6.7(1)				
Oberer Flansch Einwirkende E Charakteristish Querschnittskl Plastisches W Biegebeanspr Drucktragfähig Ausnutzung	Druckkraft he Streckgre lasse /iderstandsm uchbarkeit gkeit des Fla	nze oment des Quers nsches	F <sub>o.Ed</sub> fyk W <sub>pl,y</sub> M <sub>o,Rd</sub> F <sub>o.of,Rd</sub> η	757.94 35.50 2 744.60 264.33 1212.54 0.63	kN kN/cm <sup>2</sup> cm <sup>3</sup> kNm kN	EN 1993-1-1: 6.2.8( 6.2.6.7(1)				
Oberer Flansch Einwirkende E Charakteristisf Querschnittskl Plastisches W Biegebeanspr Drucktragfähig Ausnutzung	Druckkraft he Streckgre lasse /iderstandsm uchbarkeit gkeit des Fla	nze oment des Quers nsches	F <sub>o.Ed</sub> fyk W <sub>pl,y</sub> M <sub>c,Rd</sub> F <sub>o,cf,Rd</sub> η	757.94 35.50 2 744.60 264.33 1212.54 0.63	kN kN/cm <sup>2</sup> cm <sup>3</sup> kNm kN	EN 1993-1-1: 6.2.8( 6.2.6.7(1)				
Oberer Flansch Einwirkende I Charakteristish Querschnittskl Plastisches W Biegebeanspr Drucktragfähig Ausnutzung	Druckkraft he Streckgre lasse /iderstandsm uchbarkeit gkeit des Fla	nze oment des Quers nsches	Fo.Ed fyk Wpl.y Mo.Rd Fo.of.Rd η	757.94 35.50 2 744.60 264.33 1212.54 0.63	kN kN/cm <sup>2</sup> cm <sup>3</sup> kNm kN	EN 1993-1-1: 6.2.8( 6.2.6.7(1)				
Oberer Flansch Einwirkende I Charakteristisf Querschnittski Plastisches W Biegebeanspn Drucktragfähig Ausnutzung	Druckkraft he Streckgre lasse /iderstandsm uchbarkeit gkeit des Fla	nze oment des Quers nsches	Fo.Ed fyk Wpl.y Mo.Rd Fo.of.Rd η	757.94 35.50 2 744.60 264.33 1212.54 0.63	kN kN/cm <sup>2</sup> cm <sup>3</sup> kNm kN	EN 1993-1-1: 6.2.8( 6.2.6.7(1)				

Bild 16.47: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Trägerflansch - Druckbeanspruchbarkeit

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{fb}}{\gamma_{M0}} = \frac{744.6 \cdot 35.5}{1.00} = 26\,433$$
 kNcm

$$F_{c,fc,Rd} = \frac{M_{c,Rd}}{(h - t_{fb})} = \frac{26\,433}{(23,0 - 1,2)} = 1\,212,5\,\text{kN}$$

$$F_{c,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{\left(\ell_{b,1} + \frac{\ell_{b,2}^2}{\ell_{b,1}}\right)} + \frac{M_{y,Ed}}{\left(\ell_{b,2} + \frac{\ell_{b,1}^2}{\ell_{b,2}}\right)} = \frac{10\,000}{\left(15,9 + \frac{5,9^2}{15,9}\right)} + \frac{10\,000}{\left(5,9 + \frac{15,9^2}{5,9}\right)} = 757,9\,\text{kN}$$
$$\eta = \frac{F_{c,Ed}}{F_{c,Ed}} = \frac{757,9}{1212,5} = 0,63$$

$$\eta = \frac{c_{,Ld}}{F_{c,fc,Rd}} = \frac{1017,9}{1212,5} = 0,0$$

### 16.3.4.2 Tragfähigkeit der Stirnplatte am Träger 1

#### T-Stummel unter Zugbeanspruchung

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

		-								
	A	B	C D							
	Malsge	ebend	Nachweis							
	Knoten	Last	Ausnutzung				Nachweis n	ach F	Formel	
	🖃 Tragfähig	keit des Trä	gers 1							
	- 1	1	0.89 ≤ 1 50	105) Querkraft- und Zugbeanspruchbarkeit des Stegblechs						
	- 1	1	0.63 ≤ 1 52	00) Trägerflans	ch - Druckbea	anspruchba	rkeit			
	🕀 Tragfähig	keit der Stim	platte am Träger 1							
		1	0.68 ≤ 1 56	50) T-Stummel	unter Zugbea	nspruchung	]			
	- 1	1	0.03 ≤ 1 50	09) Lochleibun	g einzelne Scl	hraube				
	- 1	1	0.03 ≤ 1 50	34) Tragfähigke	eit der Stimpla	tte				
	🖂 Tragfähig	keit der Sch	weißnähte am Träger 1							
	- 1	1	0.89 ≤ 1 59	50) Tragfähigke	eit des Schwe	ilšnahts an	der Stimplatte			
	🖯 Iragfähig	keit der Sch	raubengruppe am Träg	er 1						
	- 1	1	0.56 ≤ 1 59	00) Einzelne So	chraube - Kom	ibination Ab	scheren und Zug			
	🗆 Tragfahig	keit des Tra	gers 2							
	- 1	1	0.74 ≤ 1 50	00) Tragerflans	ch - Zugbean	spruchbark	eit			
	- 1	1	0.89 ≤ 1 50	05) Querkraft- u	und Zugbeans	pruchbarke	eit des Stegblechs			
	I 🖓 Tragtahigi	keit der Stim	platte am Trager 2							
	Max. A	usnutzung:	0.89 ≤1						S	
Nachurz	isdetails - Kn									
wachwe	iaucturia - run	oten Nr1								
E T-S	Stummel unter	oten Nr1 Zugbeansp	uchung					1.		
T-S	Stummel unter Nummer des T	oten Nr1 Zugbeansp F-Stummels	uchung		2			]^[		
T-S	Stummel unter Nummer des T Typ des T-Stu	oten Nr1 Zugbeansp F-Stummels immels	uchung		2		Bild 6.9; 6.10	]^		
T-S	Stummel unter Nummer des T Typ des T-Stu Kraft im T-Stur	oten Nr1 Zugbeansp F-Stummels mmels mmel	uchung	Ft,Ed	2 4 552.81	kN	Bild 6.9; 6.10	]^		
T-S	Stummel unter Nummer des T Typ des T-Stu Kraft im T-Stur Hebelarm der	oten Nr1 Zugbeansp F-Stummels mmels nmel Schrauben :	uchung zu dem oberen Flansch	Ft,Ed	2 4 552.81 159.0	kN mm	Bild 6.9; 6.10	^ [		
- 1 	Stummel unter Nummer des T Typ des T-Stu Kraft im T-Stur Hebelarm der Hebelarm der	oten Nr1 Zugbeansp I-Stummels mmel Schrauben : Schrauben :	uchung zu dem oberen Flansch zu dem unteren Flansch	Ft,Ed Ib,1 I Ib,2	2 4 552.81 159.0 59.0	kN mm mm	Bild 6.9; 6.10	]^		
	Stummel unter Nummer des T Typ des T-Stu Kraft im T-Stur Hebelarm der Grenzdehnlän	oten Nr1 Zugbeansp F-Stummels mmel Schrauben : Schrauben : ge der Schra	uchung zu dem oberen Flansch zu dem unteren Flansch aube für Abstützkräfte	Ft,Ed Ib,1 I Ib,2 Lb*	2 4 552.81 159.0 59.0 56.6	kN mm mm mm	Bild 6.9; 6.10	]^		
	Stummel unter Nummer des T Typ des T-Stu Kraft im T-Stur Hebelarm der Hebelarm der Grenzdehnlänge de	oten Nr1 Zugbeansp T-Stummels mmel Schrauben : Schrauben : ge der Schra	ruchung zu dem oberen Flansch zu dem unteren Flansch aube für Abstützkräfte	Ft,Ed  b,1  b,2  Lb"  Lb	2 4 552.81 159.0 59.0 56.6 111.3	kN mm mm mm mm	Bild 6.9; 6.10 Tab. 6.2 Tab. 6.2	^		
	Stummel unter Nummer des T Typ des T-Stu Kraft im T-Stur Hebelarm der Hebelarm der Grenzdehnläng Dehnlänge de Schrauben erf	oten Nr1 Zugbeansp T-Stummels immels Schrauben : Schrauben : ge der Schra r Schraube nalten zusät:	uchung zu dem oberen Flansch zu dem unteren Flansch aube für Abstützkräfte zlich Abstützkräfte	Ft,Ed  b,1  b,2  Lb"  Lb	2 4 552.81 159.0 59.0 56.6 111.3 nein	kN mm mm mm mm	Bild 6.9; 6.10 Tab. 6.2 Tab. 6.2	<b>^</b>		
	Stummel unter Nummer des T Typ des T-Stu Kraft im T-Stur Hebelarm der Grenzdehnlänge de Schrauben eff Dicke des T-S	oten Nr1 Zugbeansp r-Stummels mmel Schrauben a ge der Schraube nalten zusät:	uchung zu dem oberen Flansch zu dem unteren Flansch aube für Abstützkräfte tlich Abstützkräfte ches	Ft,Ed  b,1  b,2  Lb	2 4 552.81 159.0 59.0 56.6 111.3 nein 40.0	kN mm mm mm mm mm	Bild 6.9; 6.10 Tab. 6.2 Tab. 6.2			
	Stummel unter Nummer des T Typ des T-Stu Kraft im T-Stur Hebelanm der Grenzdehnlänge de Schrauben eff Dicke des T-S Abstand Schra	oten Nr1 Zugbeansp T-Stummels mmels Schrauben a Schrauben a ge der Schra rr Schraube nalten zusät Stummelflans aube - T-Stu	uchung zu dem oberen Flansch zu dem unteren Flansch aube für Abstützkräfte ches mmel-Steg	Ft,Ed  b,1  b,2  Lb   	2 4 552.81 159.0 59.0 56.6 111.3 nein 40.0 55.6	kN mm mm mm mm mm	Bild 6.9; 6.10 Tab. 6.2 Tab. 6.2 Bild 6.8			
	Stummer des T Typ des T-Stu Kraft im T-Stur Hebelarm der Hebelarm der Grenzdehnläng Dehnlänge de Schrauben eff Dicke des T-S Abstand Schra Abstand Schra	oten Nr1 Zugbeansp T-Stummels mmels Schrauben 3 Schrauben 3 ge der Schra rr Schraube nalten zusät: Stummelflans aube - T-Stu aube - seitlic	uchung zu dem oberen Flansch zu dem unteren Flansch aube für Abstützkräfte dich Abstützkräfte ches mmel-Steg her Rand des T-Stumm	Ft.Ed Ib.1 Ib.2 Lb <sup>*</sup> Lb m wels e	2 4 552.81 159.0 59.0 56.6 111.3 nein 40.0 55.6 55.0	kN mm mm mm mm mm mm mm	Bild 6.9; 6.10 Tab. 6.2 Tab. 6.2 Bild 6.8 Bild 6.8			
	Stummel unter Nummer des T Typ des T-Stur Hebelam der Grenzdehnlän, Dehnlänge de Schrauben erf Dicke des T-S Abstand Schra Abstand Schra	oten Nr1 Zugbeansp -Stummels mmels Schrauben : Schrauben : ge der Schra r Schraube alten zusät: Stummefflans aube - T-Stu aube - Abstü	uchung zu dem oberen Flansch zu dem unteren Flansch sube für Abstützkräfte ches mmel-Steg her Rand des T-Stumm tzkräft	F1,Ed  b,1  b,2  Lb   	2 4 552.81 159.0 59.0 56.6 111.3 nein 40.0 55.6 55.0 55.0	kN mm mm mm mm mm mm mm mm mm	Bild 6.9; 6.10 Tab. 6.2 Tab. 6.2 Bild 6.8 Bild 6.8 Tab. 6.2			
	Stummel unter Nummer des T Typ des T-Stu Kraft im T-Stur Hebelanm der Grenzdehnlän, Dehnlänge de Schrauben erf Dicke des T-S Abstand Schra Abstand Schra Abstand Schra Maß = dw/4 (c	oten Nr1 Zugbeansp -Stummels mmels Schrauben : Schrauben : ge der Schra r Schraube alten zusät Stummelflans aube - T-Stu aube - Abstü dw=Scheibe	uchung zu dem oberen Flansch zu dem unteren Flansch sube für Abstützkräfte clich Abstützkräfte ches mmel-Steg her Rand des T-Stumm tzkraft ndurchmesser)	Ft,Ed  b,1  b,2  Lb"  Lb   	2 4 552.81 159.0 59.0 59.0 59.0 51.1 40.0 55.6 55.0 55.0 55.0 14.0	kN	Bild 6.9; 6.10 Tab. 6.2 Tab. 6.2 Bild 6.8 Bild 6.8 Bild 6.8 Tab. 6.2 Tab. 6.2			
	Stummel unter Nummer des T Typ des T-Stu Kraft im T-Stum Hebelanm der Grenzdehnlänge de Schrauben erf Dicke des T-S Abstand Schra Abstand Schra Abstand Schra Abstand Schra Abstand Schra Zabatand Schra Zabatand Schra Zabatand Schra Zabatand Schra Zabatand Schra Zabatand Schra Zabatand Schra Zabatand Schra Zabatand Zwisc	oten Nr1 Zugbeansp F-Stummels mmels mmel Schrauben i Schrauben i ge der Schri r Schraube alten zusät aube - T-Stu aube - T-Stu aube - Abstü dw-Scheibe chen den Sc	uchung zu dem oberen Flansch zu dem unteren Flansch aube für Abstützkräfte ches mmel-Steg her Rand des T-Stumm tzkraft ndurchmesser) hraubenreihen	Ft.Ed Ib.1 Ib.2 Lb <sup>n</sup> Lb m wels e n ew p	2 4 552.81 159.0 56.6 111.3 nein 40.0 55.6 55.0 55.0 55.0 14.0 0 14.0 0 10.0	kN mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm	Bild 6.9; 6.10 Tab. 6.2 Tab. 6.2 Bild 6.8 Bild 6.8 Tab. 6.2 Tab. 6.2 Tab. 6.2 Tab. 6.2			
	Jummel unter Nummel unter Nummer des T-Stu Kraft im T-Stur Hebelam der Grenzdehnlän Dicke des T-S Dehnlänge des T-S Abstand Schra Abstand Schra Abstand Schra Abstand Schra Abstand Schra	oten Nr1 Zugbeansp -Stummels mmels mmel Schrauben Schrauben ge der Schri r Schraube alten zusät ätummelflans aube - T-Stu aube - settid aube - Abstü dw=Scheibe shen den So ichraube von	uchung tu dem oberen Flansch gu dem unteren Flansch sube für Abstützkräfte ches ther Band des T-Stumm tzkraft ndurchmesser) hraubenreihen n Band der T-Verstefur	Ft,Ed  b,1  b,2  Lb  Lb  m  els  ew  P  p  p  m2	2 4 552.81 159.0 56.6 1111.3 nein 40.0 55.6 55.0 55.0 14.0 100.0 43.9 43.9	kN mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm	Bild 6.9; 6.10 Tab. 6.2 Tab. 6.2 Bild 6.8 Bild 6.8 Tab. 6.2 Tab. 6.2 Tab. 6.2 Tab. 6.2 Bild 6.1			

Bild 16.48: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: T-Stummel unter Zugbeanspruchung

Es wird im Folgenden nur der maßgebende T-Stummel berechnet und bemessen. Die Ergebnisse der weiteren T-Stummel können im Programm bei den *Nachweisdetails* nachvollzogen werden.

$$\begin{split} F_{T,Ed} &= \frac{M_{y,Ed}}{\left(\ell_{b,1} + \frac{\ell_{b,2}^2}{\ell_{b,1}}\right)} = \frac{10\,000}{\left(15,9 + \frac{5,9^2}{15,9}\right)} = 552,8\,\text{kN} \\ m &= \frac{w - t_{wb}}{2} - 0,8\,a\,\sqrt{2} = \frac{130 - 7,5}{2} - 0,8\cdot5\cdot\sqrt{2} = 55,6\,\text{mm} \\ n &= \min\left\{ \frac{e}{1,25} \frac{55\,\text{mm}}{m} + 69,5\,\text{mm} \right\} \\ m_2 &= e_1 - e_b - t_{fb} - 0,8\,a\,\sqrt{2} = 85 - 20 - 12 - 0,8\cdot8\cdot\sqrt{2} = 43,9\,\text{mm} \\ \lambda_1 &= \frac{m}{m+e} = \frac{55,6}{55,6+55} = 0,50 \\ \lambda_2 &= \frac{m_2}{m+e} = \frac{43,9}{55,6+55} = 0,40 \\ \alpha &= 5,93 \\ \ell_{eff,cp} &= \min\left\{ \begin{array}{l} 2\pi\,m = 349,3\,\text{mm} \\ \pi\,m + p = \underline{274,7\,\text{mm}} \\ 0,5\,p + \alpha\,m - (2\,m + 0,625\,e) = \underline{234,1\,\text{mm}} \end{array} \right. \\ \ell_{eff,1} &= \ell_{eff,2} = 234,1\,\text{mm} \end{split}$$

### 16 Beispiele

$$M_{pl,Rd,1} = M_{pl,Rd,2} = 0.25 \sum \ell_{eff,1} \cdot t_p^2 \cdot \frac{f_{yp}}{\gamma_{M0}} = 0.25 \cdot 23.41 \cdot 4.0^2 \cdot \frac{35.5}{1.00} = 3.324 \text{ kNcm}$$

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,Rd,1}}{m} = \frac{4 \cdot 3.324}{5.56} = 2.391.4 \text{ kN}$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,Rd,2} + n \sum F_{t,Rd}}{m+n} = \frac{2 \cdot 3.324 + 5.5 \cdot 2 \cdot 403.9}{5.56 + 5.5} = 1.002.8 \text{ kN}$$

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 \cdot 403.9 = 807.8 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{F_{T,Ed}}{5.56} = \frac{552.8}{2.07.9} = 0.68$$

$$\eta = \frac{1, Lu}{F_{T.min.Rd}} = \frac{1}{807, 8} = 1$$

### Lochleibung für einzelne Schraube

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

	A	В	C D				E	^				
	Maßge	ebend	Nachweis									
	Knoten	Last	Ausnutzung				Nachweis nach	Formel				
	🖃 Tragfähig	keit des Trä	gers 1									
	- 1	1	0.89 ≤ 1	5005) Quer	5) Querkraft- und Zugbeanspruchbarkeit des Stegblechs							
	- 1	1	0.63 ≤ 1	5200) Träg	JU) Iragerflansch - Druckbeanspruchbarkeit							
	📮 Tragfähig	keit der Stim	platte am Träger	1								
	- 1	1	0.68 ≤ 1	5650) T-St	0) T-Stummel unter Zugbeanspruchung							
	<u>                                     </u>	1	0.03 ≤ 1	5009) Loch	9) Lochleibung einzelne Schraube							
	- 1	1	0.03 ≤ 1	5034) Trag	(34) Tragfähigkeit der Stimplatte							
	🖃 Tragfähig	keit der Sch	weißnähte am Trä	ger 1								
	- 1	1	0.80 ≤ 1	5950) Trag	fähigkeit des Scł	nweißnahts	an der Stimplatte					
	🖸 Tragfähig	keit der Sch	raubengruppe am	Träger 1								
	- 1	1	0.56 ≤ 1	5900) Einz	elne Schraube - I	Kombinatio	n Abscheren und Zug					
	🖃 Tragfähig	keit des Trä	gers 2									
	- 1	1	0.74 ≤ 1	5000) Träg	erflansch - Zugb	eansprucht	parkeit					
	- 1	1	0.99 ≤ 1	5005) Que	rkraft- und Zugbe	anspruchb	arkeit des Stegblechs					
	🕀 Tragfähig	keit der Stim	platte am Träger i	2				×				
	Max. A	usnutzung:	0.89 ≤1	_				7,1 5				
Nachwei	isdetails - Kn	oten Nr1										
Schnit	tgrößen											
🕀 Trä	ger, 1											
⊕ Tra	ger, 2											
Schnit	tgrößen aus	Anschlussge	ometrie									
Zwisc	henergebniss	e										
Pos	ition der Schi	raube in Las	trichtung		Innenbolzen							
Pos	ition der Schi	raube rechtv	vinklig zur Lastricl		Außenbolzen							
Bei	wert für den L	ochabstand	senkrecht zur La	k1	2.50		Tab. 3.4					
Bei	wert fur den L	ochabstand	in der Lastrichtur	αb	0.76		Tab. 3.4					
Zug	festigkeit des	s Iragers		tu,b	49.00	kN/cm <sup>2</sup>						
Sch	raubendurch	messer		d	30.0	mm						
Plat	tendicke			tpi	40.0	mm						
Tei	sicherheitsbe	iwert für Ma	erial	γm,2	1.25		Tab. 2.1					
Auf	einzelne Sch	raube wirke	nde Querkraft	FEd	25.00	kN						
Ben	nessungswer	der Lochlei	bungstragfähigke	Fb,Rd	893.88	kN	Tab. 3.4					
Aus	nutzung			η	0.03							

Bild 16.49: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Lochleibung für einzelne Schraube

$$k_{1} = \min \begin{cases} 2.8 \frac{e_{2}}{d_{0}} - 1.7 = 2.8 \cdot \frac{55}{33} - 1.7 = 4.67\\ 1.4 \frac{p_{2}}{d_{0}} - 1.7 = 1.4 \cdot \frac{130}{33} - 1.7 = 5.52\\ \underline{2.5} \end{cases}$$

$$\alpha_{b} = \min \begin{cases} \frac{e_{1}}{3d_{0}} = \frac{85}{3 \cdot 33} = 0.86\\ \frac{p_{1}}{3d_{0}} - \frac{1}{4} = \frac{100}{3 \cdot 33} - \frac{1}{4} = \underline{0.76}\\ \frac{f_{ub}}{f_{u}} = \frac{100}{49} = 2.04\\ 1.0 \end{cases}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_{1} \cdot \alpha_{b} \cdot f_{u} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.76 \cdot 49.0 \cdot 3.0 \cdot 4.0}{1.25} = 893.9 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{25.0}{893.9} = 0.03$$

© DLUBAL SOFTWARE 2022

16

### Schubtragfähigkeit der Stirnplatte

. I INACHV	veise - Zusa	mmeniassu	ung												
	A	B	(	C	D				E	<b>^</b>					
	Maßg	jebend	N.	lachwe	is										
	Knoten	Last	Ausnu	ıtzung					Nachweis nach	Formel					
	🖃 Tragfähig	gkeit des Trä	gers 1												
	- 1	1		0.89	≤1	5005) Querk	J5) Querkraft- und Zugbeanspruchbarkeit des Stegblechs								
	- 1	1		0.63	≤1	5200) Träge	5200) Iragerflansch - Druckbeanspruchbarkeit								
	🕀 Tragfähig	gkeit der Stim	platte	am Trä	iger 1										
	- 1	1		0.68	≤1	5650) T-Stu	50) T-Stummel unter Zugbeanspruchung								
	- 1	1		0.03	≤1	5009) Lochl	009) Lochleibung einzelne Schraube								
	L 1	1		0.03	≤1	5034) Tragfa	ähigkeit der Stin	nplatte							
	🖃 Tragfähig	gkeit der Sch	weißnä	ähte an	n Träg	ger 1									
	- 1	1		0.80	≤1	5950) Tragfa	ähigkeit des Scł	nweißnah	ts an der Stimplatte						
	🕀 Tragfähig	gkeit der Sch	rauben	gruppe	e am '	Träger 1									
	- 1	1		0.56	≤1	5900) Einzel	ne Schraube - I	Kombinati	on Abscheren und Zug						
	🖃 Tragfähig	gkeit des Trä	gers 2												
	1	1		0.74	≤1	5000) Träge	5000) Trägerflansch - Zugbeanspruchbarkeit								
	- 1	1		0.99	≤1	5005) Querk	raft- und Zugbe	anspruch	ibarkeit des Stegblechs						
	📮 Tragfähig	gkeit der Stim	platte	am Trä	iger 2					×					
	Max. A	Ausnutzung:		0.89	≤1					<ul> <li>V1 4</li> </ul>					
Nachwei	sdetails - Kr	noten Nr1													
Schnit	tgroßen														
+ Ira	ger, 1														
+ Ira	ger, 2														
	tgroßen aus	Anschlussge	ometri	e											
	nenergebnis	se Kültelen et		C 1	the l	<b>F</b>	002.00	LAL	T-1-2.4						
LOC	nieibungstra	granigkeit eir	nzeine	Schrau	be	F b,Rd	893.88	KIN	1ab. 3.4						
Anz	ahl der Schr	auben				n	4								
Ein	wirkende Qu	erkraft				VEd	100.00	KN	5000 NL 100 0LL						
Que	erkrafttragtan	ngkeit				VRd 2	35/5.52	KIN	ECCS Nr. 126, Stan						
Aus	nutzung					η	0.03								
										[x] ▼ ▼ ▼					

Bild 16.50: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Schubtragfähigkeit der Stirnplatte

$$V_{Rd,2} = n \cdot F_{b,Rd} = 4 \cdot 893,9 = 3575,5 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{z,Ed} = 100,0 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,2}} = \frac{100,0}{3\,575,5} = 0,03$$

# 16.4 Holz - Stahl zu Holz

Das zweite Beispiel beschreibt die Ermittlung der Steifigkeiten und die wesentlichen Nachweise eines einfachen Stabdübelanschlusses.

### 16.4.1 System und Belastung

Es liegt ein Rechteckanschluss mit folgenden Parametern vor:

Anzahl Dübel in x	= 4
Anzahl Dübel in y	= 2
Abstand a <sub>1</sub>	= 130 mm
Abstand a <sub>2</sub>	= 110 mm
N <sub>x</sub>	= 8 kN (Zug)
Vz	= 5 kN
M <sub>y</sub>	= -10  kNm
M <sub>yED</sub>	$=-8,61~\mathrm{kNm}$ (reduziert durch Hebelarm Querkraft)

Querschnitt	= 12 cm/21 cm
Material GL 24h	
d <sub>St</sub> (Durchmesser Dübel)	= 12 mm
t <sub>pl</sub> (Stahlblechdicke)	= 10 mm (ein eingeschlitztes Sta

(Stahlblechdicke) $=$ 10 mm	(ein eingeschlitztes Stahlblech)
-----------------------------	----------------------------------



Bild 16.51: Geometrie der Verbindung



#### **Polares Trägheitsmoment**

Zur Ermittlung des polaren Trägheitsmoments werden die x- und z-Koordinaten des Anschlusses quadriert und aufsummiert.

 $I_P = \sum x_i^2 + \sum z_i^2 = \sum r_i^2$  Trägheitsmoment von Punkten

Dübel Nr.	х	z	$x_{i}^{2}\left[cm^{2}\right]$	$z_i^2\left[cm^2\right]$
1	—195	-55	380,3	30,3
2	—195	55	380,3	30,3
3	-65	-55	42,3	30,3
4	-65	55	42,3	30,3
5	65	-55	42,3	30,3
6	65	55	42,3	30,3
7	195	-55	380,3	30,3
8	195	55	380,3	30,3
			1 690,0	242,0

Tabelle 16.15: Trägheitsmoment von Punkten

#### Daraus folgt: $I_P = 1.932 \text{ cm}^2$

Bei diesem polaren Trägheitsmoment handelt es sich um ein Trägheitsmoment von Punkten (Stabdübeln). Die Einheit ist daher nicht *cm*<sup>4</sup>, sondern *cm*<sup>2</sup>. Bei einem polaren Flächenträgheitsmoment würde noch die Querschnittsfläche gemäß folgender Gleichung multipliziert werden:

 $I_P = \int_A z^2 dA$  Trägheitsmoment von Flächen

Die Flächenbeschreibung ist jedoch bei der Definition von Punkten irrelevant. Falls Dübel verschiedenen Durchmessers definiert werden, wird dies bei der Berechnung des Polaren Trägheitsmoments über einen veränderten Abstand berücksichtigt. Damit wird auch ein Steifigkeitszuwachs bzw. eine -reduzierung der Gesamtverbindung berücksichtigt. Die Folge davon ist, dass einem stärkeren Dübel höhere Kräfte zugewiesen werden (vgl. Kapitel 16.4.3.11, Seite 183).

#### Verschiebungsmodul GZG

Der Verschiebungsmodul errechnet sich im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit gemäß [2] Abschnitt 7.1 für Stabdübel wie folgt.

$$K_{\text{ser}} = \rho_m^{1,5} \cdot \frac{d}{23}$$
 Verschiebungsmodul [2] Tabelle 7.1

Für das Beispiel ermittelt sich so folgender Verschiebungsmodul:

$$K_{\rm ser} = 418 \text{ kg/m}^{31.5} \cdot \frac{12 \text{ mm}}{23} = 4\,458,8 \text{ N/mm}$$

Die Verbindung besteht aus einem eingeschlitzten Stahlblech. Demzufolge können wir zwei Scherfugen ansetzen. Der Wert verdoppelt sich auf 8 917,6 N/mm je Stabdübel.

Bei acht Stabdübeln kann damit eine Steifigkeit von 71 340,8 N/m angesetzt werden, die gemäß [2] Abschnitt 7.1(3) für Stahlblech-Holz-Verbindungen nochmals mit dem Faktor 2 erhöht werden kann.

Damit ergibt sich dann der Verschiebungsmodul  $K_{ser} = 142\,681,5$  N/mm.

#### Rotationsmodul

Die Rotationssteifigkeit eines Anschlusses ergibt sich durch die Multiplikation des Verschiebungsmoduls mit dem polaren Trägheitsmoment.

$$K_{\varphi} = \sum_{i=1}^{n} K_{\text{ser,i}} \cdot I_{\text{P,i}} = 344\,576\,\text{Nmm/rad}$$

Dies entspricht 3 445,8 kNm/rad.

#### Verschiebungsmodul GZT

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit muss die Steifigkeit reduziert werden. Um dem semiprobalistischen Sicherheitskonzept gerecht zu werden und auch zu berücksichtigen, dass bis zum Erreichen der Höchstlast einer Verbindung plastische Verformungen auftreten können, wird näherungsweise folgende Reduzierung angewandt.

$$K_u = \frac{2}{3}K_{ser} = 95\,121\,\mathrm{N/mm}$$

Gemäß deutschem Anhang zu [2] Abschnitt 9.2.5.3 wird dieser Wert in der Regel noch durch den Teilsicherheitsbeiwert 1,3 geteilt.

Im Nachweis der Tragfähigkeit wird also mit einer Steifigkeit von 73 170 N/mm gerechnet.

### 16.4.3 Nachweise Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Anschlussberechnung werden in Maske 3.1 Nachweise Zusammenfassung in einer Übersicht ausgewiesen.

A	B	C	D					E				
Maßg	ebend	Nachwe	is									
Knoten	Last	Ausnutzung			Nachweis nach Formel							
- Hauptstal	)											_
- 1	LF3	0.587	≤1	5005) Ha	uptstab 1 - Sta	hlbleche - Bie	gung, Quer- und	d Normalkraftbe	anspruchbarke	eit nach EN 1993-	-1-1, 6.2.10	
- 1	LF3	0.182	≤1	6142) Ha	uptstab 1 - Hol	zquerschnitt	Schub im Netto	querschnitt na	ch 6.1.7			
- 1	LF3	0.048	≤1	6030) Ha	uptstab 1 - Sta	bdübelgrupp	e - Blockscherve	rsagen von Ve	rbindungen nao	ch Anhang A		
- 1	LF3	0.813	≤1	6144) Ha	uptstab 1 - Hol	zquerschnitt	Zug und Biegur	ng im Nettoque	rschnitt nach 6	.2.3		
- 1	LF3	1.053	>1	6010) Ha	uptstab 1 - Sta	bdübelgrupp	e - Tragfähigkeit	je Stabdübel n	ach 8.2.3 und 8	8.6		
- 1	LF3	0.166	≤1	5009) Ha	uptstab 1 - Sta	hlbleche - Lo	chleibung nach l	EN 1993-1-8, 1	ab. 3.4			
- 1	LF3	0.094	≤1	6031) Ha	uptstab 1 - Sta	bdübelgrupp	e - Verbindungen	mit mehreren	Verbindungsmitt	teln nach 8.1.2 ur	nd 8.5.1.1.(4)	
- 1	LF3	0.181	≤1	6032) Ha	uptstab 1 - Sta	bdübelgrupp	e - Verbindungsm	nittelkräfte unte	r einem Winkel	zur Faserrichtung	nach 8.1.4	
- 1	LF3	0.679	≤1	6146) Ha	uptstab 1 - Hol	zquerschnitt	Zusätzlicher Sc	hub im Nettog	uerschnitt infolg	e Momentes		
- 1	LF3	0.928	≤1	6033) Ha	uptstab 1 - Sta	bdübelgrupp	e - Verbindungsm	nittelkräfte unte	r einem Winkel	zur Faserrichtung	j infolge Momentes	
- 1	LF3	OK		6510) Ha	uptstab 1 - Sta	bdübelgeome	trie - Minimaler A	Abstand zwisch	en Kreisen (Re	chtecken) und zv	vischen Stabdübeln in	m K
eisdetails - Kn	oten Nr. 1		~		57.44	0						
Augentaupa	Kei		α m		0 272			^				
abdübel-Nr					0.272							
Koordinate			~		195.0	mm						
Koordinate			7		-55.0	mm						
Resultierende	Kraft		Eree		8 767	kN						
Resultierende	Stabdübel	verformuna	dres		0.9	mm						
Kraft-Faserwin	kel		α.		66.83	•			•			
Ausnutzung			η		0.921							
abdübel-Nr.			<u> </u>		8	1		_				
Koordinate			x		195.0	mm		-				
Koordinate			z		55.0	mm			4			
Resultierende	Kraft		Fres		8.190	kN						
Resultierende	Stabdübel	verformung	dres		0.8	mm						
Kraft-Faserwin	kel		α.		79.80	•						
					0 000							

Bild 16.52: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung mit Nachweisdetails



In der oberen Tabelle werden Nachweisnummern angegeben. Folgende Tabelle bietet eine Übersicht über alle Nummern und die damit verbundenen Nachweise:

Tabelle 16.16: Nachweisnummern und Nachweise

#### 16.4.3.1 Stahlblech bei Normalkraft, Schub und Biegung

Der Nachweis 5005 des eingeschlitzten Stahlblechs gemäß [13] Abschnitt 6.2.10 ist wie folgt.



Bild 16.53: Abmessungen Stahlblech

Aus der Höhe des Stahlblechs ist ersichtlich, dass das Stahlblech nicht analog zur Höhe des Querschnitts angeordnet wird, die im Beispiel 21 cm beträgt.

Die Abmessungen des Stahlblechs richten sich nach den Mindestabständen gemäß [1]: 1,2 mal Lochdurchmesser (größere Abstände sind auch benutzerdefiniert möglich).

Für den gegebenen Stabdübeldurchmesser von 12 mm beträgt der Mindestabstand 14,4 mm.

Der Nachweis des Stahlblechs wird geführt, indem die plastische Tragfähigkeit aus Querkraft oder Moment dem einwirkenden Moment gegenübergestellt wird.



Nacl	nweisdetails - Knoten Nr. 1					
	Einwirkende Kraft	NEd	8.00	kN		-
	Querkraft	Vz	5.00	kN		
	Einwirkendes Moment	M <sub>y,d</sub>	-8.61	kNm		_
	Stahlblechdicke	tpi	10.0	mm		
	Höhe	hpi	138.8	mm		
	Anzahl der Stahlbleche	n pl	1			
	Schubfläche	Av	11.57	cm <sup>2</sup>		
	Streckgrenze des Stahlblechs	fyk	235.000	N/mm <sup>2</sup>		
	Teilsicherheitsbeiwert für Material	γm,0	1.00		EN 1993	=
	Plastische Normalkrafttragfähigkiet	N PI, Rd	326.18	kN	(6.6)	
	Bemessungswert der plastischen Querkraftbeanspruch	V <sub>pl,Rd</sub>	156.93	kN	(6.18)	
	Verhältnis der einwirkenden Querkraft und plastischen	n	0.03		6.2.8(3)	
	Plastisches Widerstandsmoment	W <sub>pl,y</sub>	48.16	cm <sup>3</sup>		
	Abgemindertes plastisches Moment aus der Querkraft i	M <sub>Vz,Rd</sub>	11.32	kNm	(6.30)	
	Abgemindertes plastisches Moment aus der Normalkra	M <sub>N,y,Rd</sub>	11.31	kNm	(6.13)	
	Ausnutzung	η	0.76		(6.31)	-
•	III					Þ.

Bild 16.54: Nachweis 5005 - Stahlblech bei Normalkraft, Schub und Biegung

### 16.4.3.2 Lochleibung

Beim Nachweis **5009** der Lochleibungstragfähigkeit gemäß [1] Tabelle 3.4 werden die im folgenden Nachweis 6010 vorgestellten Kräfte pro Stabdübel verwendet (siehe Tabelle 16.17). Gemäß den Regelungen in [1] Tabelle 3.4(3) werden die resultierenden Kräfte in ihre Anteile in Längsund Querrichtung zerlegt und separat nachgewiesen. Der Nachweis wird hier für den höchstbeanspruchten Stabdübel 1 vorgestellt.

	Anzahl der Scherfugen		2			
	Kraft pro Stahlblech	FEd,pl	3.45	kN		
	Randabstand des Blechs zum Verbindung	e2	124.4	mm		
	Beiwert	k1,1	27.33		Tab. 3.4	
	Beiwert für Verbindungsmittelabstand recht	k1	2.50		Tab. 3.4	
	Grenzfestigkeit des Stahlblechs	fu	360.000	N/mm <sup>2</sup>		
	Grenzfestigkeit des Verbindungsmittel	fu,b	360.000	N/mm <sup>2</sup>		
	Beiwert	α.b.1	1.00			
	Randabstand des Blechs zum Verbindung	e1	14.4	mm		
	Beiwert	αb,2	0.40			=
	Beiwert für den Verbindungsmittelabstand	αь	0.40			
	Durchmesser	dst	12.0	mm		
	Stahlblechdicke	tpi	10.0	mm		
	Teilsicherheitsbeiwert für Material	γm,2	1.25		Tab. 2.1	
	Bemessungswert der Lochleibungstragfähi	Fb,Rd	34.56	kN	Tab. 3.4	
	Ausnutzung	η	0.10			-
•						•

Bild 16.55: Nachweis 5009 - Lochleibung gemäß EN 1993-1-8, Tabelle 3.4

Der Abstand des Dübels zum Blechrand wird stets in Kraftrichtung angesetzt.



Bild 16.56: Abstände zum Blechrand

Daraus ergeben sich folgende Abstände:

$$e_1 = 14,4$$
 mm;  $e_2 = 404,4$  mm

Die maximale Kraft des Dübels liegt gemäß Tabelle 16.17 in die lokale x-Richtung des Stabes vor. Nachweis:

$$\eta = \frac{F_{Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{3,45 \text{ kN}}{34,56 \text{ kN}} = 0,1$$

#### 16.4.3.3 Tragfähigkeit je Stabdübel

Der Nachweis **6010** untersucht die Tragfähigkeit der Stabdübel. Über das polare Trägheitsmoment werden die Kräfte je Stabdübel in jeder Richtung berechnet.

 $F_{i,x} = \frac{N}{n} + \frac{M}{l_{p}} \cdot z_{i}$ Anteil der Kraft in x-Richtung je Dübel  $F_{i,z} = \frac{V_{z}}{n} + \frac{M_{y}}{l_{p}} \cdot x_{i}$ Anteil der Kraft in y-Richtung je Dübel  $F_{i,res} = \sqrt{F_{i,x}^{2} + F_{i,z}^{2}}$ Resultierende Kraft je Dübel

Das Programm berechnet auch ein zusätzliches Moment, das sich aus der Exzentrizität des Dübelschwerpunkts zum Lastangriffspunkt bestimmt.





Bei einer Querkraft von 5 kN ergibt sich ein zusätzliches Moment von 5 kN  $\cdot$  0,279 m = 1,4 kNm. Dieses dreht jedoch entgegengesetzt zum äußeren Moment und verringert in diesem Fall das Moment auf -8,6 kNm:

 $M_{\rm y,res} = -10.0 \, \rm kNm + 1.4 \, \rm kNm = -8.6 \, \rm kNm$  (neues Moment)

Für das Beispiel ergeben sich somit folgende Kräfte:

Dübel	F <sub>i,x</sub>	F <sub>i,z</sub>	F <sub>i,res</sub>	Kraft-Faserwinkel $\boldsymbol{\alpha}$
1	3,45 kN	9,31 kN	9,93 kN	69,67°
2	—1,45 kN	9,31 kN	9,42 kN	81,15°
3	3,45 kN	3,52 kN	4,93 kN	45,58°
4	—1,45 kN	3,52 kN	3,81 kN	67,62°
5	3,45 kN	—2,27 kN	4,13 kN	33,35°
6	—1,45 kN	—2,27 kN	2,69 kN	57,44°
7	3,45 kN	—8,06 kN	8,77 kN	66,83°
8	—1,45 kN	—8,06 kN	8,19 kN	<b>79</b> ,80°

Tabelle 16.17: Resultierende Kraft je Dübel

Grafisch aufbereitet orientieren sich die Kräfte wie folgt:



Bild 16.58: Resultierende Kraft an Stabdübeln (qualitativ)

Bei den Nachweisdetails werden die Kräfte mit den zugehörigen Kraft-Faserwinkeln angegeben.

Schnittgroßen				 -
An Verbindungsmittel wirkende Ergebniskräf	te			
Stabdübel-Nr.		1		E
- Koordinate	x	-195.0	mm	
Koordinate	z	-55.0	mm	
<ul> <li>Resultierende Kraft</li> </ul>	Fres	9.93	kN	
<ul> <li>Resultierende Stabdübelverformung</li> </ul>	dres	0.6	mm	
- Kraft-Faserwinkel	α	69.67	•	
Ausnutzung	η	0.81		
- Stabdübel-Nr.		2		
- Koordinate	x	-195.0	mm	
- Koordinate	z	55.0	mm	
<ul> <li>Resultierende Kraft</li> </ul>	Fres	9.42	kN	
<ul> <li>Resultierende Stabdübelverformung</li> </ul>	dres	0.6	mm	
Kraft-Faserwinkel	α	81.15	•	
Ausnutzung	η	0.79		
Stabdübel-Nr.		3		-

Bild 16.59: Nachweis 6010 - Tragfähigkeit je Stabdübel

Die resultierende Stabdübelverformung wird ebenfalls ausgegeben. Sie errechnet sich unter Berücksichtigung des Verschiebungsmoduls K<sub>ser</sub>, der im Kapitel 16.4.2 bestimmt wurde.

$$d_{\rm res} = \frac{F_{\rm res}}{K_{\rm ser}}$$
 Resultierende Stabdübelverformung

Für den ersten Dübel ergibt sich somit folgende Verformung:

$$d_{\rm res} = rac{9,93 \ {
m kN}}{15,46 \ {
m kN/mm}} = 0,6 \ {
m mm}$$

#### 16.4.3.4 Tragfähigkeit je Scherfuge und Stabdübel

Der Nachweis 6010 erfolgt gemäß [2] Abschnitt 8.2.3.

$$F_{v,RK} = \min \begin{cases} f_{h,1,k} t_1 d \\ f_{h,1,k} t_1 d \left[ \sqrt{2 \frac{4 M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 2,3\sqrt{2 M_{y,Rk} f_{h,2,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{cases}$$
(8.11)

Die Lochleibungsfestigkeit wird gemäß [2] Abschnitt 8.5.1.1 nachgewiesen.

$$f_{h,0,k} = 0,082 (1 - 0,01d) p_k$$
(8.32)

$$f_{h,a,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90}\sin^2\alpha + \cos^2\alpha}$$

$$k_{90} = 1,53$$
(8.33)

© DLUBAL SOFTWARE 2022

Das Fließmoment ermittelt sich ebenfalls gemäß [2] Abschnitt 8.5.1.1.

$$M_{\rm y,Rk}=0,3\cdot f_{\rm u,k}\cdot d^{2,6}$$

(8.30)

Für die Dübel ergeben sich damit gemäß der Kraft-Faserwinkel in Tabelle 16.17 folgende Werte:

Dübel	Kraft-Faserwinkel $\boldsymbol{\alpha}$	$F_{h, oldsymbol{lpha}, k, max}$	F <sub>v,Rk,f</sub>	F <sub>v,Rk,g</sub>	F <sub>v,Rk,h</sub>
1	69,67°	1,87 kN/cm <sup>2</sup>	12,34 kN	6,81 kN	9,06 kN
2	81,15°	1,81 kN/cm <sup>2</sup>	11,93 kN	6,63 kN	8,90 kN
3	45,58°	2,16 kN/cm <sup>2</sup>	14,25 kN	7,60 kN	9,73 kN
4	67,62°	1,89 kN/cm <sup>2</sup>	12,45 kN	6,85 kN	9,10 kN
5	33,35°	2,36 kN/cm <sup>2</sup>	15,60 kN	8,17 kN	10,18 kN
6	57,44°	1,99 kN/cm <sup>2</sup>	13,15 kN	7,14 kN	9,35 kN
7	66,83°	1,89 kN/cm <sup>2</sup>	12,50 kN	6,87 kN	9,11 kN
8	79,80°	1,81 kN/cm <sup>2</sup>	11,96 kN	6,64 kN	8,91 kN

Tabelle 16.18: Tragfähigkeit und Lochleibungsfestigkeit je Dübel

Diese Tragfähigkeit wird noch auf das Sicherheitsniveau erhöht und mit dem Faktor 2 multipliziert. Dieser Faktor ergibt sich aufgrund der zwei Scherfugen am eingeschlitzten Stahlblech.

$$F_{v,Rd} = F_{v,Rk} \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot 2 = F_{v,Rk} \frac{0.9}{1.3} \cdot 2$$

Damit ergeben sich für die Dübel folgende Auslastungen:

Dübel	$\mathbf{F}_{\mathbf{v},\mathbf{Rd},\mathbf{f}}$	F <sub>v,Rd,g</sub>	$\mathbf{F}_{\mathbf{v},\mathbf{Rd},\mathbf{h}}$	F <sub>i,res</sub>	Auslastung
1	17,09 kN	9,43 kN	12,54 kN	9,93 kN	1,05
2	16,51 kN	9,18 kN	12,32 kN	9,42 kN	1,03
3	19,73 kN	10,53 kN	13,47 kN	4,93 kN	0,47
4	17,24 kN	9,49 kN	12,59 kN	3,81 kN	0,40
5	21,60 kN	11,31 kN	14,10 kN	4,13 kN	0,36
6	18,20 kN	9,89 kN	12,94 kN	2,69 kN	0,27
7	17,31 kN	9,52 kN	12,62 kN	8,77 kN	0,92
8	16,56 kN	9,20 kN	12,34 kN	8,19 kN	0,89

Tabelle 16.19: Auslastung je Dübel

Der erste und zweite Dübel sind um 5 % bzw. 3 % überlastet. Mit einem Stabdübel höherer Stahlgüte (z. B. S 275) kann der Nachweis problemlos eingehalten werden.

#### 16.4.3.5 Blockscherversagen

Der Nachweis **6030** behandelt das Blockscherversagen gemäß [2] Anhang A. Dabei wird das Versagen der Holzumgebungsmatrix untersucht, die üblicherweise in einer Reihe angeordnet sind. Bereits kleinere Verformungen können zum Versagen der Verbindung führen, noch bevor die Lochleibungsfestigkeit des Holzes erreicht wird.



Bild 16.60: Blockscherversagen (Quelle: Tragfähigkeit von Brettsperrholz; H.J. Blaß, T. Uibel)

Für das Beispiel wird der Nachweis mit dem Zugkraftanteil der Beanspruchung geführt.Im Nachweis gemäß [2] Anhang A werden zwei Versagenssituationen unterschieden.1. Scherversagen der äußeren Verbindungsmittelreihen



Bild 16.61: Blockscherversagen (Fall1 nach [2] Anhang A)

2. Zugversagen des Holzes (Komplettversagen der Verbindungsmittelgruppe)



Bild 16.62: Blockscherversagen (Fall 2 nach [2] Anhang A)

Im Beispiel handelt es sich um ein Mittelteil einer zweischnittigen Verbindung. Daher braucht die effektive Dicke nur nach Gleichung (A.7) berechnet werden.

Die Versagensmechanismen reduzieren sich ebenfalls auf die Typen g und h.



Bild 16.63: Versagensmechanismen

$$t_{\rm ef} = \begin{cases} 2 \cdot \sqrt{\frac{M_{\rm y,Rk}}{f_{\rm h,k} \, d}} & \text{Versagensmechanismus (e) (h)} \\ t_1 \left[ \sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{\rm y,Rk}}{f_{\rm h,k} \, d \, t_1^2}} - 1 \right] & \text{Versagensmechanismus (d) (g)} \end{cases}$$
(A.7)

Daher wird die Gleichung (A.7) für den Versagensmechanismus (g) verwendet.

$$t_{1}\left[\sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,k} d t_{1}^{2}}} - 1\right] = 55 \text{mm} \cdot \left[\sqrt{2 + \frac{4 \cdot 69\,070,9\,\text{Nmm}}{27,42\,\text{N/mm}^{2} \cdot 12\,\text{mm} \cdot (55\,\text{mm})^{2}}} - 1\right] = 28 \text{mm}$$

Die effektive Dicke gegen Blockscherversagen wird fast um die Hälfte reduziert. Der Nachweis wird mit der reduzierten Nettofläche geführt.

In unserem Beispiel ergeben sich auch relativ geringe Anschlussflächen des äußeren Randes. Im Bild 16.64 werden diese Bereiche mit  $F_{bs,Rk,t,edge}$  bezeichnet.



Bild 16.64: Kräfte in Anschlussflächen

Aus den beiden Zugkraftflächen wird die maximale Fläche ermittelt. Dies beruht auf der Annahme, dass die Verbindung zuerst im Bereich des Zugkraftanschlusses des Mittelteils versagt (F<sub>bs,Rk,t</sub>), wenn die Schubkraftfläche F<sub>bs,Rk,v</sub> größer ist als die Zugkraftfläche. Bei einem Anschluss mit z. B. zwei Dübeln in Längs- und vier in Vertikalrichtung hingegen wäre die Schubkraftfläche kleiner und würde zuerst versagen.

$$F_{\rm bs,Rk} = \max \begin{cases} 1.5 A_{\rm net,t} \cdot f_{\rm t,0,k} &= 1,5 \cdot 107,8 \, {\rm cm}^2 \cdot 1,65 \, {\rm kN/cm}^2 = 266,8 \, {\rm kN} \\ 1.5 A_{\rm net,t,edge} \cdot f_{\rm t,0,k} &= 1,5 \cdot 96,8 \, {\rm cm}^2 \cdot 1,65 \, {\rm kN/cm}^2 = 239,6 \, {\rm kN} \\ 0.7 A_{\rm net,v} \cdot f_{\rm v,k} &= 0,7 \cdot 1 \, 330,6 \, {\rm cm}^2 \cdot 0,35 \, {\rm kN/cm}^2 = 326 \, {\rm kN} \end{cases}$$
(A.1)

$$A_{\rm net,t} = \ell_{\rm net,t} t_1 \cdot 2 = 98 \,\rm{mm} \cdot 55 \,\rm{mm} \cdot 2 = 107,8 \,\rm{cm}^2 \tag{A.2}$$

$$A_{\text{nettedae}} = \ell_{\text{nettedae}} t_1 \cdot 2 = 88 \text{ mm} \cdot 55 \text{ mm} \cdot 2 = 96,8 \text{ cm}^2$$
(A.2)

$$A_{\text{net,v}} = \frac{\ell_{\text{net,t}}}{2} \left( \ell_{\text{net,t}} + 2 t_{\text{ef}} \right) \cdot 2 = \frac{864 \text{ mm}}{2} \left( 98 \text{ mm} + 2 \cdot 28 \text{ mm} \right) \cdot 2 = 1\,330,6\,\text{cm}^2 \tag{A.3}$$

Der Faktor 2 in Gleichung (A.2) und (A.3) berücksichtigt, dass zwei Hölzer jeweils links und rechts des Schlitzblechs vorliegen.

$$\ell_{\text{net,v}} = \sum_{i} \ell_{v,i} = 6 \cdot (a_1 - d) + 2\left(a_3 - \frac{d}{2}\right) = 864 \text{ mm}$$
(A.4)

$$\ell_{\text{net,t}} = \sum_{i} \ell_{\text{t,i}} = a_2 - d = 110 \text{ mm} - 12 \text{ mm} = 98 \text{ mm}$$
(A.5)

$$\ell_{\rm net,t,edge} = \sum_{i} \ell_{\rm t,a} = 88 \,\rm mm \tag{A.5}$$





Nachweis:

$$F_{\rm bs,Rd} = \frac{k_{\rm mod}}{\gamma_M} \cdot F_{\rm bs,Rk} = \frac{0.9}{1.3} \cdot 266.8 = 184.7$$
$$\eta = \frac{N_{\rm Zug}}{F_{\rm bs,Rd}} = \frac{8 \, \rm kN}{184.7 \, \rm kN} = 0.04 \ll 1$$

#### Exkurs: Vergleich der Versagenszustände

Um die Besonderheiten dieses Nachweises zu vertiefen, werden weitere mögliche Konstellationen vorgestellt. Im **ersten Fall** wird die Anschlussgeometrie aus <u>Bild 16.51</u> so verändert, dass die Randbereiche F<sub>bs,Rk,t,edge</sub> der Verbindungsmittelgruppe versagen.



Bild 16.66: Geometrie für Versagen im Randbereich

Der Randbereich wird also etwas größer und der Bereich für die Schubkraftübertragung etwas kürzer gewählt. Die Tragfähigkeiten ergeben sich mit den obigen Formeln wie folgt:

$$F_{\rm bs,Rk} = \max \begin{cases} 1.5 A_{\rm net,t} \cdot f_{t,0,k} &= 239,6 \text{ kN} \\ 1.5 A_{\rm net,t,edge} \cdot f_{t,0,k} &= 266,8 \text{ kN} \\ 0.7 A_{\rm net,v} \cdot f_{v,k} &= 294,3 \text{ kN} \end{cases}$$
(A.1)

Die maßgebende Tragfähigkeit dieses Anschlusses ist damit:

$$F_{\rm bs.Rk} = 266.8 \, \rm kN$$

Die Schubkrafttragfähigkeit ist in diesem Fall größer als die Zugkrafttragfähigkeit des Zentrums. Daher wird die Verbindung nicht in seiner Längsrichtung versagen: Die Dübel werden hier im Holz gehalten. Vielmehr wird der Mittelteil der Verbindung auf Zug versagen. Die gesamte Kraft muss dann wie im folgenden Bild dargestellt vom Randbereich auf Zug aufgenommen werden.



Bild 16.67: Kräfte im Versagensmodus

Im **zweiten Fall** wird die Geometrie so verändert, dass die Verbindungsmittelgruppe auf Schub  $(F_{bs,Rk,\nu})$  versagt.



Bild 16.68: Geometrie für Versagen auf Schub

Der Randbereich wird auf 60 mm vergrößert, der Schubbereich in Längsrichtung bleibt gleich.

$$F_{\rm bs,Rk} = \max \begin{cases} 1.5 A_{\rm net,t} \cdot f_{\rm t,0,k} &= 212.4 \text{ kN} \\ 1.5 A_{\rm net,t,edge} \cdot f_{\rm t,0,k} &= 294 \text{ kN} \\ 0.7 A_{\rm net,v} \cdot f_{\rm v,k} &= 273.8 \text{ kN} \end{cases}$$
(A.1)

Die maßgebende Tragfähigkeit dieses Anschlusses ist damit:

 $F_{\rm bs,Rk} = 273,8~{\rm kN}$ 

Die Schubkrafttragfähigkeit ist größer als die Zugkrafttragfähigkeit des Mittelteils. Daher ist sie maßgebend.



Bild 16.69: Kräfte im Versagensmodus



Die Nachweise **6031** für die in einer Verbindungsmittelreihe liegenden Stabdübel erfolgen gemäß [2] Abschnitt 8.1.2 und 8.5.1.1(4).

Nachweisdetails - Knoten Nr. 1					
🕀 Abgeminderte Tragfähigkeit für jeden Stabdüb	el				
Stabdübelgruppe					
🖃 Stabdübelgruppe parallel zur Faser		1, 3, 5, 7			
Durchmesser	dst	12.0	mm		
<ul> <li>Anzahl der Stabdübel in einer Reihe</li> </ul>	n	4			
<ul> <li>Mindestabstand zwischen Stabdübeln ir</li> </ul>	a1	130.0	mm		
<ul> <li>Wirksame Anzahl der Dübel</li> </ul>	Nef	3.33		(8.34)	
Abgeminderter Bemessungswert der Tra	Fv,Rk,red	42.45	kN	(8.1)	
Stabdübelgruppe parallel zur Faser		2, 4, 6, 8			=
Durchmesser	dst	12.0	mm		-
<ul> <li>Anzahl der Stabdübel in einer Reihe</li> </ul>	n	4			
Mindestabstand zwischen Stabdübeln ir	a1	130.0	mm		
<ul> <li>Wirksame Anzahl der Dübel</li> </ul>	Nef	3.33		(8.34)	
Abgeminderter Bemessungswert der Tra	Fv,Rk,red	42.45	kN	(8.1)	
<ul> <li>Wirkende Kraft in Verbindung parallel zur F</li> </ul>	F <sub>Ed,tot</sub>	8.00	kN		
<ul> <li>Totaler Bemessungswert der Tragfähigkeit</li> </ul>	Fv,ef,Rd,tot	84.90	kN		
Ausnutzung	η	0.09			-

Bild 16.70: Nachweis 6031 - Effektive Anzahl an Verbindungsmitteln

Die effektive Anzahl der Stabdübel, die in einer Reihe liegen, ermittelt sich wie folgt:

$$n_{\rm ef} = \min \begin{cases} n \\ n^{0,9} \sqrt[4]{\frac{a_1}{13\,d}} = 4^{0,9} \sqrt[4]{\frac{130\,\rm{mm}}{13\cdot12\,\rm{mm}}} = 3,33 \end{cases}$$
(8.34)

Für eine Zugkomponente kann in einer Reihe mit einer effektiven Anzahl von 3,33 Dübeln gerechnet werden.

Die charakteristische Tragfähigkeit des Dübels in Normalkraftrichtung wird mit der Lochleibungsfestigkeit f<sub>h.0.k</sub> ohne die Berücksichtigung des Kraft-Faserwinkels berechnet.

Die Gesamttragfähigkeit für Normalkraft einer Reihe ist somit:

$$F_{v,ed,Rd,tot} = n_{ef} \cdot F_{v,Rd} = 3,33 \cdot 12,76 \text{ kN} = 42,4 \text{ kN}$$

Da im Beispiel zwei Reihen im Gesamtdübelbild vorliegen, beträgt die Tragfähigkeit 84,9 kN.

#### 16.4.3.7 Querzugtragfähigkeit für schräg wirkende Kraft

Der vorherige Nachweis 6031 behandelt die Tragfähigkeit in Normalkraftrichtung. Ergänzend wird beim Nachweis **6032** die Verbindung gegen Querzug gemäß [2] Abschnitt 8.1.4 untersucht, der aufgrund einer schräg angreifenden Kraft am Stabdübelanschluss wirkt.



Bild 16.71: Angreifende Querkraft gemäß [2] Bild 8.1

Die maximale Querkraft im Beispiel beträgt 5 kN.

$$F_{90,\text{Rk}} = 14 \, bw \cdot \sqrt{\frac{h_e}{\left(1 - \frac{h_e}{h}\right)}} = 14 \cdot 110 \, \text{m} \cdot 1 \cdot \sqrt{\frac{160 \, \text{mm}}{\left(1 - \frac{160 \, \text{mm}}{210 \, \text{mm}}\right)}} = 39,9 \, \text{kN}$$
(8.4)

© DLUBAL SOFTWARE 2022



Bild 16.72: Geometrie der Verbindung

Der maximale Abstand eines Dübels vom Holzrand h<sub>e</sub> beträgt 160 mm.

Nachweis:

$$\eta = \frac{5 \text{ kN}}{39,9 \text{ kN} \cdot \frac{0,9}{1.3}} = 0,18 < 1$$

Neb 476 electrone				
Staboubeigruppe				
<ul> <li>Bemessungswert der Querkraft</li> </ul>	Fv,Ed	5.00	kN	
<ul> <li>Modifikationsbeiwert</li> </ul>	w	1.00		(8.5)
<ul> <li>Holzquerschnittsdicke</li> </ul>	b	110.0	mm	
<ul> <li>Maximaler Abstand des D übels zum beanspru-</li> </ul>	he	160.0	mm	
Holzquerschnittshöhe	h	210.0	mm	
<ul> <li>Charakteristischer Spaltwiderstand</li> </ul>	F90,Rk	39.92	kN	(8.4)
- Teilsicherheitsbeiwert	γm	1.30		Tab. 2.3
Modifikationsbeiwert für Lasteinwirkungsdauer	kmod	0.90		Tab. 3.1
<ul> <li>Bemessungswert des Spaltwiderstandes</li> </ul>	F90,Rd	27.64	kN	
Ausnutzung	η	0.18		(8.2)

Bild 16.73: Nachweis 6032 - Querzugtragfähigkeit

#### 16.4.3.8 Querzugtragfähigkeit infolge Moment

Beim Nachweis **6033** gemäß [2] Abschnit 8.1.4 wird die Verbindung gegen Querzug untersucht, der infolge der zusätzlichen Querkraft in den einzelnen Dübeln wirkt.

Die resultierenden Kräfte in den Dübeln sind in Tabelle 16.17 auf Seite 170 aufgelistet.

Grafisch aufbereitet sind die Kräfte wie folgt orientiert:



Bild 16.74: Resultierende Kräfte an Stabdübeln (qualitativ) in z-Richtung

Die resultierende Komponente beträgt im Beispiel 25,66 kN. Der Nachweis wird analog zum Nachweis 6032 geführt. Es ergibt sich eine höhere Auslastung von 25,66 kN/27,64 kN = 0.93 < 1.

#### 16.4.3.9 Schubspannungsnachweis

Beim Nachweis **6142** der Schubspannungen gemäß [2] Abschnitt 6.1.7 wird der reduzierte Querschnitt berücksichtigt, der aufgrund der eingeschlitzten Stahlbleche und Stabdübellöcher vorliegt.

Das eingeschlitzte Stahlblech weist eine Dicke von 10 mm auf, die Dübellöcher einen Durchmesser von 12 mm.



Bild 16.75: Querschnittsschwächung durch Blech



Bild 16.76: Querschnittsschwächung durch Dübel

Das Trägheitsmoment des ungeschwächten Querschnitts ist:

$$I_{\rm y} = {b_{\rm ef} \cdot h^3 \over 12} = {11 \ {\rm cm} \cdot (21 \ {\rm cm})^3 \over 12} = 8\,489,3 \ {\rm cm}^4$$

Mit diesem Trägheitsmoment berücksichtigt das Programm bereits die Reduzierung des Querschnitts durch das eingeschlitzte Blech.
Die Schwächung durch die Bohrung der Stabdübellöcher wird beim Nachweis 6142 komplett abgezogen.





Im Nachweis 6143 und 6144 wird nur im Zugbereich des Anschlusses das Loch für den Stabdübel abgezogen. Hierbei berücksichtigt das Programm auch die Verlagerung des Schwerpunkts des Gesamtquerschnitts über den Steinerschen Anteil des Lochs. Im Biegedruckbereich kann mit dem vollen Querschnitt gerechnet werden.

Für den Schubnachweis verändern sich die Querschnittswerte wie folgt.

Querschnitt 1:

 $A_1 = 11 \text{ cm} \cdot 4,4 \text{ cm} = 48,4 \text{ cm}^2$ 

$$V_{y1} = 11 \cdot 4,4^3/12 = 78,09 \text{ cm}^4$$

Querschnitt 2:

 $A_{2} = 11 \text{ cm} \cdot 9.8 \text{ cm} = 107.8 \text{ cm}^{2}$   $I_{y2} = 11 \cdot 9.8^{3}/12 = 862.8 \text{ cm}^{4}$ Querschnitt 3:  $A_{3} = 11 \text{ cm} \cdot 4.4 \text{ cm} = 48.4 \text{ cm}^{2}$   $I_{y3} = 11 \cdot 4.4^{3}/12 = 78.09 \text{ cm}^{4}$   $I_{\text{net}} = I_{y,1} + A_{1} \cdot z_{1}^{2} + I_{y,2} + A_{2} \cdot z_{2}^{2} + I_{y,3} + A_{3} \cdot z_{3}^{2} = 7687.4 \text{ cm}^{4}$ 

© DLUBAL SOFTWARE 2022





Bild 16.78: Abmessungen für statisches Moment

$$S_{\text{net}} = \int z dA = 11 \text{ cm} \cdot (4.9 \text{ cm} \cdot 2.45 \text{ cm} + 4.4 \text{ cm} \cdot 8.3 \text{ cm}) = 533.78 \text{ cm}^3$$

Nachweis:

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{V_z \cdot S_{\text{net}}}{I_{\text{net}} \cdot t_{\text{ef}} \cdot k_{\text{cr}}} = \frac{5 \text{ kN} \cdot 533,78 \text{ cm}^3}{7 \, 687,4 \text{ cm}^4 \cdot 11 \text{ cm} \cdot 0,714} = 0,044 \text{ kN/cm}^2 \\ f_{\text{v,d}} &= f_{\text{v,k}} \cdot \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} = 0,35 \text{ kN/cm}^2 \cdot \frac{0,9}{1,3} = 0,242 \text{ kN/cm}^2 \\ \eta &= \frac{\tau}{f_{\text{v,d}}} = \frac{0,044 \text{ kN/cm}^2}{0,242 \text{ kN/cm}^2} = 0,18 < 1 \end{aligned}$$

lolzquerschnitt					
Querkraft	Vz	5.00	kN		
Nettoholzquerschnitt formgebende Stabdü		2, 1			
Holzquerschnittsdicke	b	120.0	mm		
Holzquerschnittshöhe	h	210.0	mm		
Anzahl der Stahlbleche	n pl	1			
Schlitzbreite für Stahlblech	tsi	10.0	mm		
Statisches Moment	Snet	533.78	cm <sup>3</sup>		
Trägheitsmoment	Inet	7687.48	cm <sup>4</sup>		
Dicke ohne Blechdicke	bnet	110.0	mm		
Schubkorrekturfaktor	kor	0.71		6.1.7 (2)	
Schubspannung	τv,d	0.044	kN/cm <sup>2</sup>		
Charakteristische Schubfestigkeit	f <sub>v,k</sub>	0.350	kN/cm <sup>2</sup>		
Modifikationsbeiwert für Lasteinwirkungsda	kmod	0.90		Tab. 3.1	
Teilsicherheitsbeiwert	γm	1.30		Tab. 2.3	
Schubfestigkeit	fv,d	0.242	kN/cm <sup>2</sup>	(2.14)	
Ausnutzung	η	0.18		(6.13)	

Bild 16.79: Nachweis 6142 - Schubspannungsnachweis



#### 16.4.3.10 Mindestabstände der Verbindungsmittel

Der wichtige Nachweis **6500** bzw. **6510** wird unterschiedlich geführt: Wenn in Maske *1.1 Basisangaben* die Option zur Überprüfung der Mindestabstände von Momenten beanspruchten Verbindungsmittelgruppen angehakt ist (siehe Bild 9.2, Seite 71), erfolgt der Nachweis mit der Nummer 6510. Ist das Kontrollfeld deaktiviert, so lautet die Nachweisnummer 6500.

annagrobon					
abdübelgruppeabstand					
Kraft-Faserwinkel	α	32.01	•		
Mindestabstand der Verbindungsmitteln inr	a 1, min	56.4	mm		
Abstand der Verbindungsmitteln innerhalb	a1	130.0	mm	OK	
	·				
Mindestabstand der Verbindungsmittelreihe	a 2, min	36.0	mm		
Abstand der Verbindungsmittelreihen recht	a2	110.0	mm	OK	
Stabdübel-Nr.		1			
Stabdübel-Nr. Mindestabstand zwischen Verbindungsmitt	a3,t,min	1 84.0	mm		
Stabdübel-Nr. Mindestabstand zwischen Verbindungsmitt Abstand zwischen Verbindungsmittel und t	a 3, t, min a 3, t	1 84.0 84.0	mm mm	ОК	
Stabdübel-Nr. Mindestabstand zwischen Verbindungsmitt Abstand zwischen Verbindungsmittel und t	a 3,t,min a 3,t	1 84.0 84.0	mm mm	ОК	
Stabdübel-Nr. Mindestabstand zwischen Verbindungsmitt Abstand zwischen Verbindungsmittel und Ł Stabdübel-Nr.	a3,t,min a3,t	1 84.0 84.0 7	mm m	ОК	
Stabdübel-Nr. Mindestabstand zwischen Verbindungsmitt Abstand zwischen Verbindungsmittel und t Stabdübel-Nr. Kraft-Faserwinkel	a 3,t,min a 3,t 0.	1 84.0 84.0 7 79.80	mm   mm   ∘	ОК	
Stabdübel-Nr. Mindestabstand zwischen Verbindungsmitt Abstand zwischen Verbindungsmittel und t Stabdübel-Nr. Kraft-Faserwinkel Mindestabstand zwischen Verbindungsmitt	a 3,t,min a 3,t α α a 4,t,min	1 84.0 84.0 7 79.80 47.6	mm international	OK	

Bild 16.80: Nachweis der Mindestabstände VBM

#### Abstand a<sub>1</sub> in Faserrichtung:

 $a_1 = (3 + 2 \cdot |\cos \alpha|) d = (3 + 2 \cdot |\cos 32,01^{\circ}|) 12 \text{ mm} = 56,4 \text{ mm} \ll 130 \text{ mm}$ 

Der Winkel  $\alpha$ von 32,01° bezieht sich bei dem Mindestabstand der inneren Abstände (a<sub>1</sub> und a<sub>2</sub>) auf die äußere Beanspruchung. Im Beispiel ist dies die Normalkraft 8 kN und die Querkraft 5 kN.

 $\rightarrow \alpha = \tan^{-} 1 \left( \frac{5}{8} \right) = 32,01^{\circ}$ 

Abstand a<sub>2</sub> in Faserrichtung:

 $a_2 = 3d = 3 \cdot 12 \text{ mm} = 36 \text{ mm} \ll 110 \text{ mm}$ 

Abstand a<sub>3.t</sub> Zugbeanspruchung am Hirnholz:

 $a_{3,t} = \max{(7d; 80 \text{ mm})} = 84 \text{ mm} = 84 \text{ mm}$ 

Abstand a<sub>3.c</sub> Druckbeanspruchung am Hirnholz:

 $a_{3,c} = \max(3,5d;40 \text{ mm}) = 42 \text{ mm} \ll 84 \text{ mm}$ 

Abstand a<sub>4.t</sub> Zugbeanspruchung am Rand:

 $a_{4,t} = \max((2 + 2\sin \alpha) d; 3d) = 47,6 \text{ mm} < 50 \text{ mm}$ 

Die weiteren Mindestabstände werden dübelspezifisch berechnet. Für den Dübel 7, der einen Kraft-Faserwinkel von 79,8° hat, ergibt sich folgender Abstand:

Abstand a<sub>4,c</sub> Druckbeanspruchung am Rand:

 $a_{4,c} = 3d = 36 \text{ mm} < 50 \text{ mm}$ 



Die Mindestabstände werden immer mit den zentrumsbezogenen Abständen der Stabdübel ermittelt.

## 16.4.3.11 Verbindungsmittel mit unterschiedlichem Durchmesser

In Holz - Stahl zu Holz ist es möglich, Verbindungsmittel mit unterschiedlichen Durchmessern zu berücksichtigen. Über einen verlagerten Schwerpunkt zusammen mit dem geänderten polaren Trägheitsmoment wird einem Verbindungsmittel mit größerem Durchmesser eine entsprechend größere Kraft zugewiesen.



Bild 16.81: Dübelkräfte bei unterschiedlichen Durchmessern der Verbindungsmittel

Die Verlagerung des polaren Trägheitsmoments wird durch folgende Gleichungen erfasst:

$$\begin{split} I_{p,K_{\text{ser,i}}} &= \left(\sum X_i^2 + \sum Z_i^2\right) \cdot K_{\text{ser,i}} \\ I_{p,K_{\text{ser,tot}}} &= \sum I_{p,K_{\text{ser,i}}} \end{split}$$

Aufgeteilte Kräfte in Normalkraftrichtung:

$$F_{i,x} = \frac{N_x}{K_{\text{ser,tot}}} \cdot K_{\text{ser,i}} + \frac{M_y}{I_{p,K_{\text{ser}}}} \cdot z_i \cdot K_{\text{ser,i}}$$

Aufgeteilte Kräfte in Querkraftrichtung:

$$F_{i,z} = \frac{V_z}{K_{\text{ser,tot}}} \cdot K_{\text{ser,i}} + \frac{M_y}{I_{p,K_{\text{ser}}}} \cdot x_i \cdot K_{\text{ser,i}}$$

In Holz - Stahl zu Holz läuft die Berechnung ein wenig anders ab: Für jedes Verbindungsmittel wird zuerst der Verschiebungsmodul berechnet, beispielsweise mit der Gleichung für Stabdübel:

$$K_{\rm ser,i} = \rho^{1,5} \cdot \frac{d_i}{23}$$

Die resultierende Kraft im Verbindungsmittel ermittelt sich nach den in Kapitel 16.4.3.3 auf Seite 170 angebenen Gleichungen.

Aus dieser Kraft wird die Verformung eines jeden Dübels bestimmt:

$$u_{\text{dowel,i}} = rac{F_{\text{res,i}}}{K_{\text{ser,i}}}$$

Mit der Verformung, die sich so in Abhängigkeit von der Nachgiebigkeit errechnet, ergibt sich die Steifigkeit eines jeden Dübels:

$$C_{\varphi,\text{ser}} = u_{\text{dowel,i}} \cdot K_{\text{ser,i}}$$

## Literatur

- [1] EN 1993-1-8: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen. Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2005.
- [2] DIN EN 1995-1-1: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten Teil 1-1: Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau. Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2008.
- [3] *Typisierte Anschlüsse im Stahlhochbau nach DIN EN 1993-1-8*. Stahlbau Verlags- und Service GmbH, Düsseldorf, 2013.
- [4] *National Design Specification for Wood Construction*. American Wood Council, Leesburg, VA, 2018.
- [5] *European Recommendations for the Design of Simple Joints in Steel Structures.* ECCS European Convention for Constructional Steelwork, Mem Martins, 1. Auflage, 2009.
- [6] Informations dienst Holz Bemessung und Baustoffe STEP1. Informations dienst Holz, 9. Auflage.
- [7] Erläuterungen zur DIN 1052:2004-08. DGfH Innovations- und Service GmbH, München, 2005.
- [8] K. W. Johansen. Theory of timber connections. *International Association of Bridge and Structural Engineering*, 1949.
- [9] EN 1992-1-1: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln f
  ür den Hochbau. Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2004.
- [10] Eduard Kahlmeyer, Karin Hebestreit und Werner Vogt. *Stahlbau nach EC 3*. Werner Verlag, Köln, 6. Auflage, 2012.
- [11] Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten, Band 2: Anschlüsse, DIN EN 19931-1-8 mit Nationalem Anhang, Kommentar und Beispiele. Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2015.
- [12] Rolf Kindmann und Michael Stracke. *Verbindungen im Stahl- und Verbundbau*. Ernst & Sohn, Berlin, 3. Auflage, 2012.
- [13] EN 1993-1-1: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau. Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2005.
- [14] *EN 1993-1-5: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-5: Plattenförmige Bauteile.* Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2006.
- [15] SCHNEIDER: Bautabellen für Ingenieure. Bundesanzeiger Verlag, Köln, 22. Auflage, 2016.

⊿ ■ Dlubal

# Index

## A

Abschrägung	33
Anker	31
Ankerplatte	44
Anordnung	51
Anschluss	90
Anschlussgruppe	9
Anschlusskategorie 9, 22, 35, 42, 50, 59, 66, 7	72,
94	
Anschlusstyp 10, 22, 35, 42, 50, 59, 66, 72, 9	94
Ansichtsmodus	10
Ausdruckprotokoll	16
Ausklinkung	63
Ausnutzung	05

## В

Basisangaben
Bauteil
Beenden von RF-/JOINTS
Belastung
Belastungstyp
Bemessungsfall
Bemessungswert
Benutzerprofil
Betonankerplatte
Beulsteife
Biegesteif
Biegesteife Verbindung 59
Blättern in Masken
Blech
Bolzen

#### D

Definitionsart	
Details	
Dezimalstellen	17, 119
Diagonale	54, 56
Drucken	114, 116
DSTV	
Duktilität	36, 60
Durchlaufstab	
Durchlaufträger	
DXF-Export	

## Е

Eingespannt	
Einheiten	. 17, 119
Ergebnisauswertung	110
Ergebniskombination	15

Ergebnismasken	. 102
Ergebnisse-Navigator	113
Excel	120
Export	, 119
Exzentrizität	9, 90

B

#### F

Fahnenblech	35
Festigkeitsklasse	56
Fundament	26
Fußplatte	28

## G

Gelenkig	22, 34
Gelenkige Verbindung	59
Geometrie	3, 103
Gewindetyp	98
Grafik	3, 114
Grafikausdruck	. 114
Grenzwinkel	39, 92

## н

Hauptstab	72,77,94
Holz zu Holz	
Holzzugfestigkeit	

## Т

Inaktiv	25, 37, 43, 61, 68
Installation	6
Installationssicherheit	

#### Κ

Kehlnaht
KLED
Knagge
Knoten
Köcherfundament
Kommentar
Kontakt
Kraft
Kraftverteilung
Kragarm

## L

Laschenblech	
Laschenblechverbindung	
Lasteinwirkungsdauer	
Lastfall	15, 16, 104, 105
Lastkombination	

## М

⊿ Dlubal

Masken	8
Mast	49
Material	13, 43, 69
Mindestabstand	74, 75
Modifikationsbeiwert k <sub>mod</sub>	80
Mörtelschicht	26
Momententragfähiger Anschluss	

## Ν

Nachweis 102, 104, 105, 106
Nagel
Nationaler Anhang 10, 18
Navigator
Nebenstab
NKL
Norm
Normalkraft
Nutzungsklasse

## Ρ

Parameter	2
Plattenüberstand	5
Priorität	3
Programmaufruf	7

## Q

Querbalken	. 33
Querkraftanschluss	. 34
Querschnitt	. 12

## R

Randbewehrung	
Rangfolge Anschnitt	72, 73, 94
Rechteck	
Reibung	
Relationsbalken	
RF/-DYNAM Pro	
RFEM/RSTAB-Grafik	113, 116
Rotationskapazität	

## S

Schaltflächen	
Schiftung	
Schlitzblech	
Schnittgrößen	
Schraube39, 46, 48, 56, 57	, 62, 72, 87, 89, 94, 99
Schraubenfestigkeitsklass	se 46
Schubdübel	
Schubkorrekturfaktor	
Schubübertragung	
Schweißnaht	. 28, 29, 31, 33, 46, 56

Seitenstäbe	86
SFS intec	
Sichtbarkeiten	
Sikla	65
Spalt	38, 55
Stab	11, 17
Stabdübel	72
Stabexzentrizität	86, 91
Stahl zu Holz	
Stahlblech	82
Starten von RF-/JOINTS	7
Status	12, 78, 96
Stegrippe	46, 47
Stegwinkel	
Steife	32, 33, 46
Stirn	
Stirnplatte	35, 45, 66
Stirnplattenanschluss	42, 45
Stirnplattenstoß	42
Stütze	35, 42, 47
Stützenfuß	20, 26

B

## Т

Torsion	68
Träger	42
Tragwerksmodell	90

## U

Überstand	63
Unterlegblech	47
Unterlegscheibe	30

#### V

Verbindungselement	8
Verbindungsexzentrizität	4
Verbindungsgeometrie	4
Verbindungsmittel	7
Verbindungstypen	2
Verbund	0
Vereinfachte Ergebnisse9	1
Versatz	4
Verschiebungsmodul	2
Verstärkung mit Schrauben	7
Verstärkungsblech4	7

#### **W** Wi

Winkel		
--------	--	--

## Ζ

Zugfestigkeit	 					 . 92
Zwischenablage	 	• •	• •	• •	• •	 119