



Fassung  
Oktober 2020

Zusatzmodul

# RF-/JOINTS

Bemessung von Stahl- und Holzbau-  
verbindungen

## 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](mailto:info@dlubal.com)**  
**Web: [www.dlubal.de](http://www.dlubal.de)**



# Inhalt

	Inhalt	Seite
<b>1.</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>
1.1	Zusatzmodul RF-/JOINTS .....	4
1.2	Gebrauch des Handbuchs .....	6
1.3	Aufruf des Moduls RF-/JOINTS .....	7
<b>2.</b>	<b>Allgemeine Eingabedaten</b> .....	<b>8</b>
2.1	Basisangaben .....	8
2.2	Knoten und Stäbe .....	11
2.3	Belastung bzw. Schnittgrößen .....	15
2.3.1	Belastung .....	15
2.3.2	Schnittgrößen .....	16
2.4	Nationaler Anhang .....	18
<b>3.</b>	<b>Stahl - Stützenfuß</b> .....	<b>20</b>
3.1	Basisangaben .....	21
3.2	Knoten und Stäbe .....	25
3.3	Belastung .....	25
3.4	Stützenfuß .....	26
3.5	Fußplatte und Schweißnähte .....	28
3.6	Anker .....	30
3.7	Schubübertragung .....	31
3.8	Steifen .....	32
<b>4.</b>	<b>Stahl - Gelenkig</b> .....	<b>34</b>
4.1	Basisangaben .....	34
4.2	Knoten und Stäbe .....	37
4.3	Belastung .....	37
4.4	Geometrie .....	38
<b>5.</b>	<b>Stahl - Biegesteif</b> .....	<b>41</b>
5.1	Basisangaben .....	41
5.2	Knoten und Stäbe .....	43
5.3	Belastung .....	44
5.4	Geometrie .....	45
<b>6.</b>	<b>Stahl - Mast</b> .....	<b>49</b>
6.1	Basisangaben .....	50
6.2	Knoten und Stäbe .....	53
6.3	Belastung .....	53
6.4	Geometrie 1 / Geometrie 2 .....	54
6.5	Geometrie Bleche .....	55
6.6	Diagonal 1,1 Verbindung / Diagonal 1,2 Verbindung .....	56
6.7	Eingabe der Verbindungsmittel .....	57
<b>7.</b>	<b>Stahl - DSTV</b> .....	<b>58</b>
7.1	Basisangaben .....	58
7.2	Knoten und Stäbe .....	61
7.3	Belastung .....	61
7.4	Verbindungstypen .....	62
<b>8.</b>	<b>Stahl - Sikla</b> .....	<b>65</b>
8.1	Basisangaben .....	66
8.2	Knoten und Stäbe .....	68



8.3	Belastung .....	69
8.4	Geometrie .....	70
8.5	Details .....	70
<b>9.</b>	<b>Holz - Stahl zu Holz .....</b>	<b>71</b>
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
<b>10.</b>	<b>Holz - Holz zu Holz .....</b>	<b>93</b>
10.1	Basisangaben .....	93
10.2	Knoten und Stäbe .....	96
10.3	Belastung .....	97
10.4	Lasteinwirkungsdauer und Nutzungsklasse .....	97
10.5	Geometrie .....	98
<b>11.</b>	<b>Berechnung .....</b>	<b>101</b>
<b>12.</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>102</b>
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
<b>13.</b>	<b>Ergebnisauswertung .....</b>	<b>110</b>
13.1	Grafik der Verbindung in RF-/JOINTS .....	111
13.2	Grafik der Verbindung im RFEM/RSTAB-Modell .....	113
<b>14.</b>	<b>Ausdruck .....</b>	<b>114</b>
14.1	Ausdruckprotokoll .....	114
14.2	Grafikausdruck .....	114
14.2.1	RF-/JOINTS-Grafik .....	114
14.2.2	RFEM/RSTAB-Grafik .....	116
<b>15.</b>	<b>Allgemeine Funktionen .....</b>	<b>117</b>
15.1	Bemessungsfälle .....	117
15.2	Einheiten und Dezimalstellen .....	119
15.3	Datenexport .....	119
<b>16.</b>	<b>Beispiele .....</b>	<b>122</b>
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



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 $n_{eff}$ .....	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
<b>A.</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>184</b>
<b>B.</b>	<b>Index</b> .....	<b>185</b>



# 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 Stützenfüßen 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 momententragfähige 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 Anschlussstypen 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

## 1.2 Gebrauch des Handbuchs

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.



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.

### 1.3 Aufruf des Moduls RF-/JOINTS

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 → Verbindungen → RF-/JOINTS.**

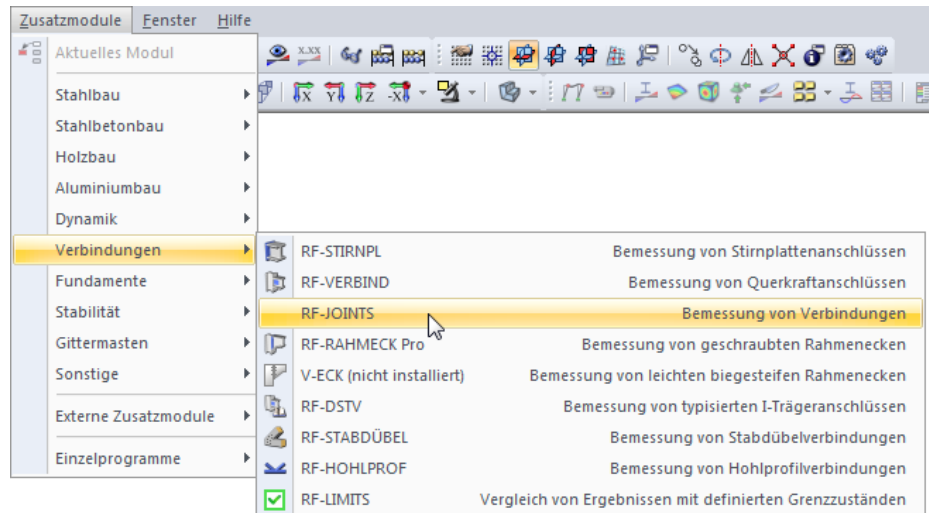


Bild 1.1: Menü Zusatzmodule → Verbindungen → RF-JOINTS

#### Navigator

Alternativ rufen Sie das Zusatzmodul im Daten-Navigator auf durch Anklicken des Eintrags

**Zusatzmodule → RF-/JOINTS.**

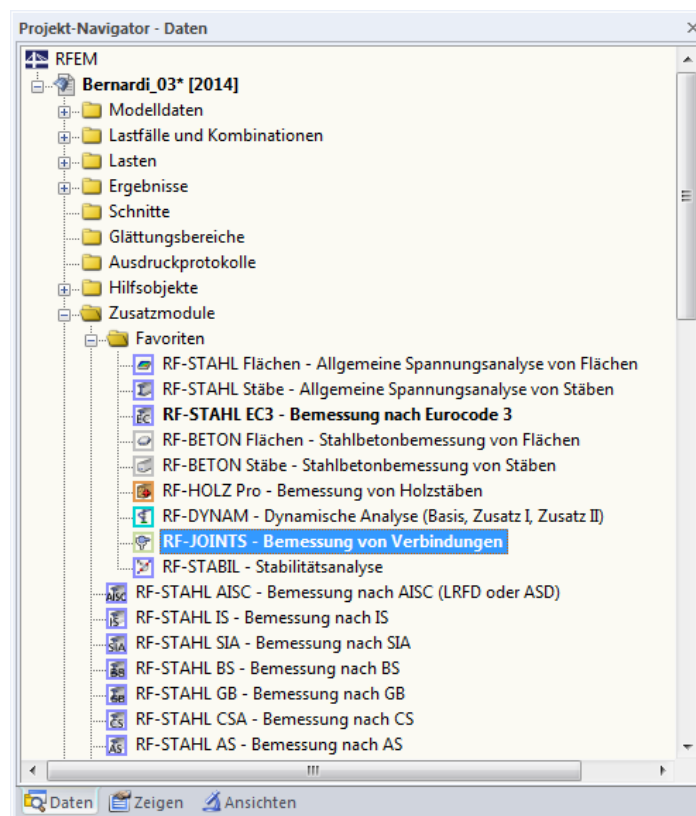


Bild 1.2: Daten-Navigator: Zusatzmodule → RF-JOINTS

# 2 Allgemeine Eingabedaten

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

Eingabedaten	
...	Basisangaben
...	Knoten und Stäbe
...	Belastung
...	Stützenfuß
...	Fußplatte
...	Anker
...	Schubübertragung

Dieses Kapitel beschreibt die Parameter der Eingabe, die für alle Kategorien von Stahl- und Holzbaueingabedaten 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 Anschlussstyp gezielt ausgewählt werden.

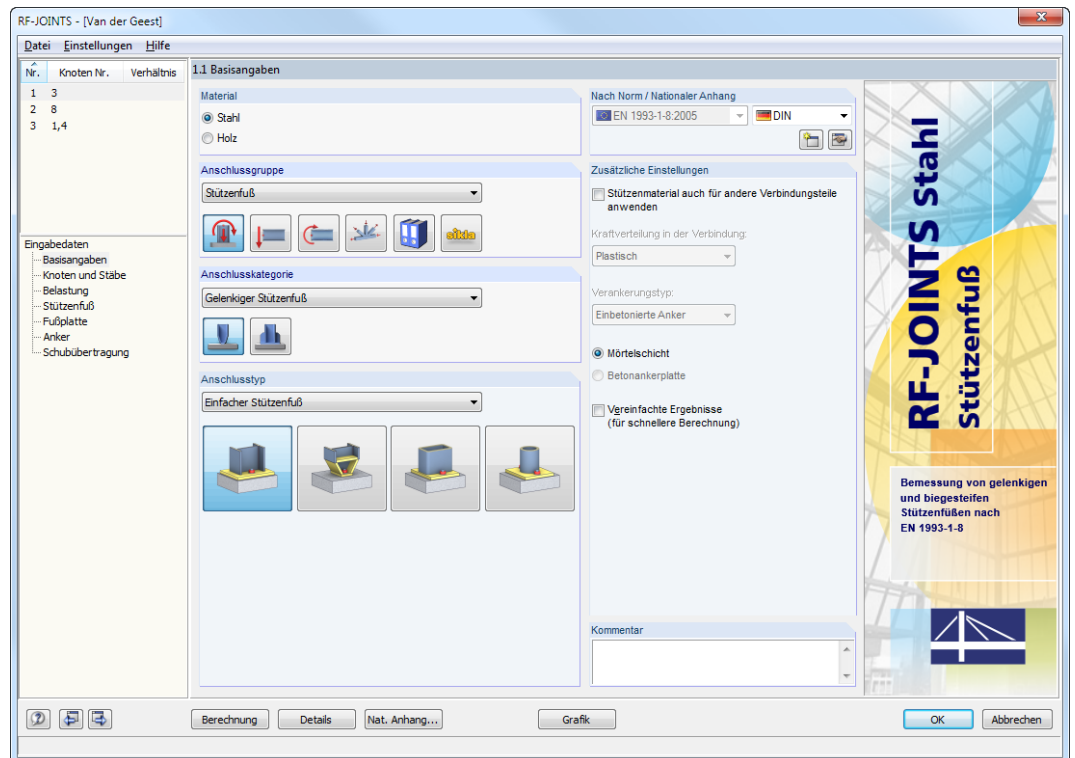


Bild 2.1: Maske 1.1 *Basisangaben*

### Material

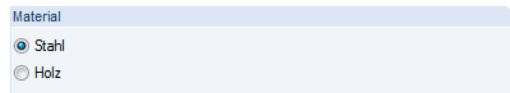


Bild 2.2: Filter für Stahl- und Holzbauverbindungen

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

### Anschlussgruppe



Bild 2.3: Filter für Stahlbau-Anschlussgruppen

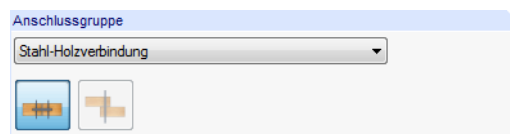


Bild 2.4: Filter für Holzbau-Anschlussgruppen

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

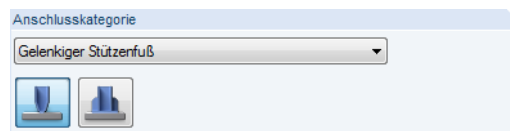


Bild 2.5: Filter für Stützenfuß-Anschlusskategorien



Bild 2.6: Filter für Stahl-Holzverbindungskategorien

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

### Anschlusstyp

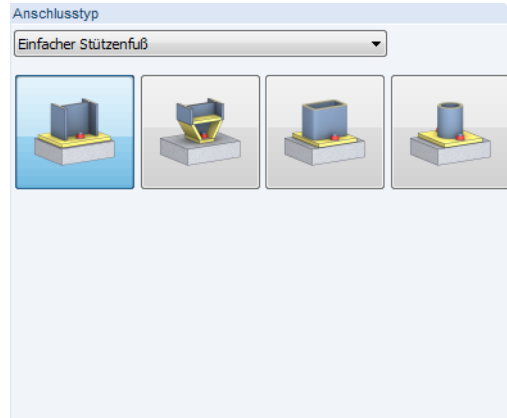


Bild 2.7: Filter für gelenkige Stützenfuß-Anschlusstypen

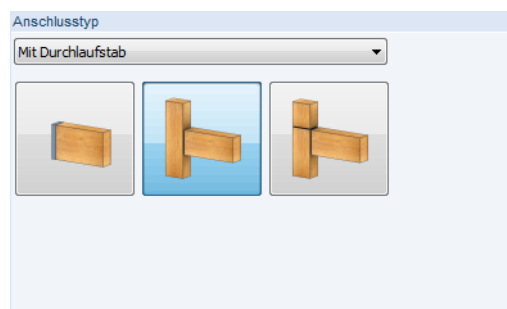


Bild 2.8: Filter für Stabdübel-Anschlusstypen

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

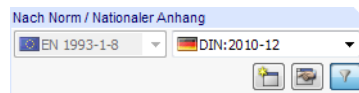
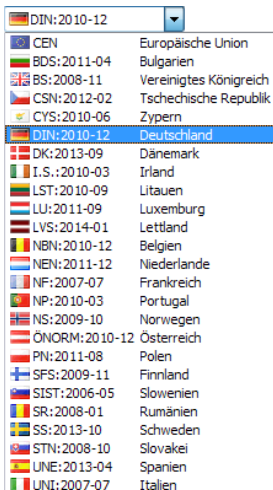


Bild 2.9: Norm und Nationaler Anhang

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.

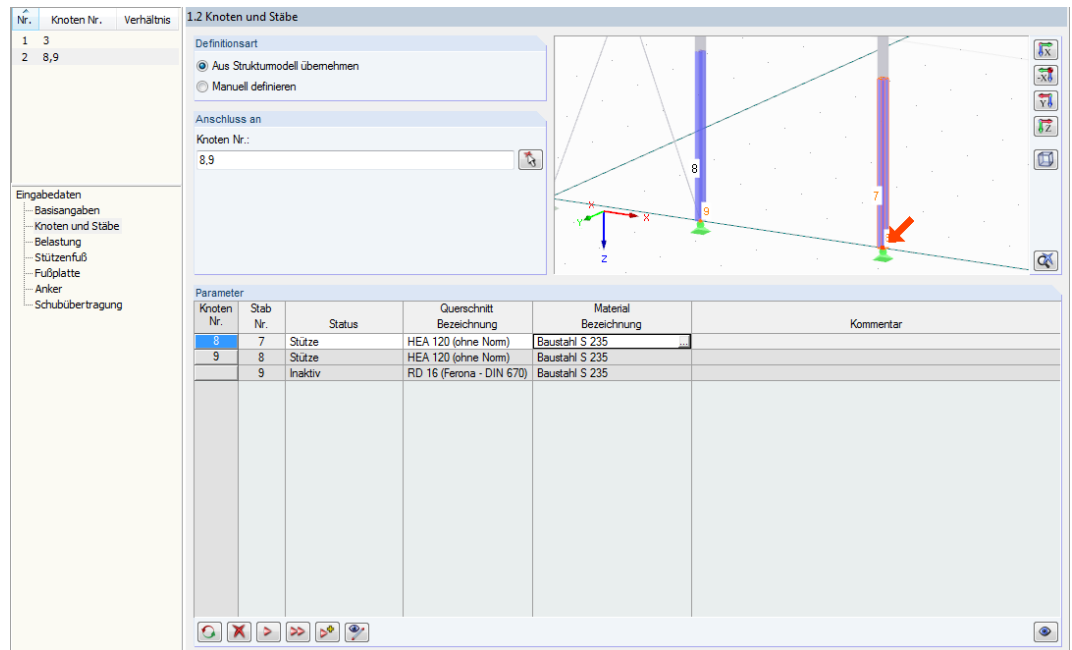


Bild 2.10: Maske 1.2 Knoten und Stäbe

#### 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** → **Neuer Fall** oder die Schaltflächen und 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.

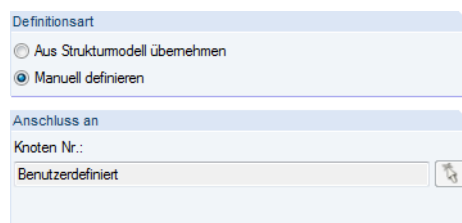


Bild 2.11: Manuelle Definition eines Anschlusses



### Parameter

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

Knoten Nr.	Stab Nr.	Status	Querschnitt Bezeichnung	Material 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 (Feronia - DIN 670)	Baustahl S 235	

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

### Status

Status
Strebe
Hauptgurt
Nebengurt
Strebe
Inaktiv

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.

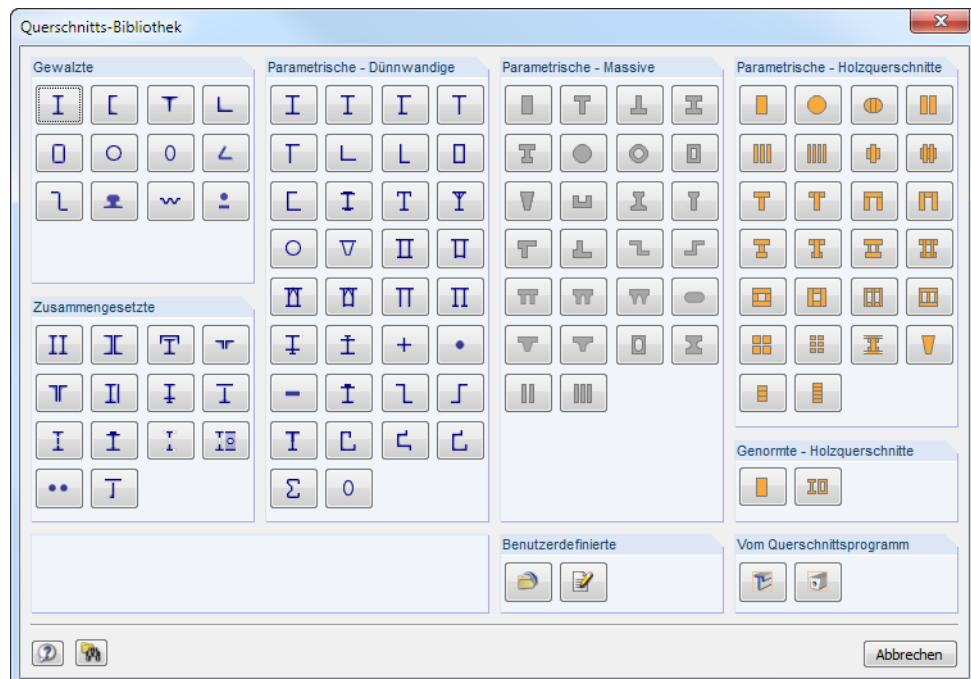



Bild 2.13: Querschnittsbibliothek

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

Ein geändert Querschnitt wird dann mit blauer Schrift gekennzeichnet.

### Material Bezeichnung

Bei der Knotenübernahme aus RFEM bzw. RSTAB sind auch die Materialien der Querschnitte vor-  
eingestellt.

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

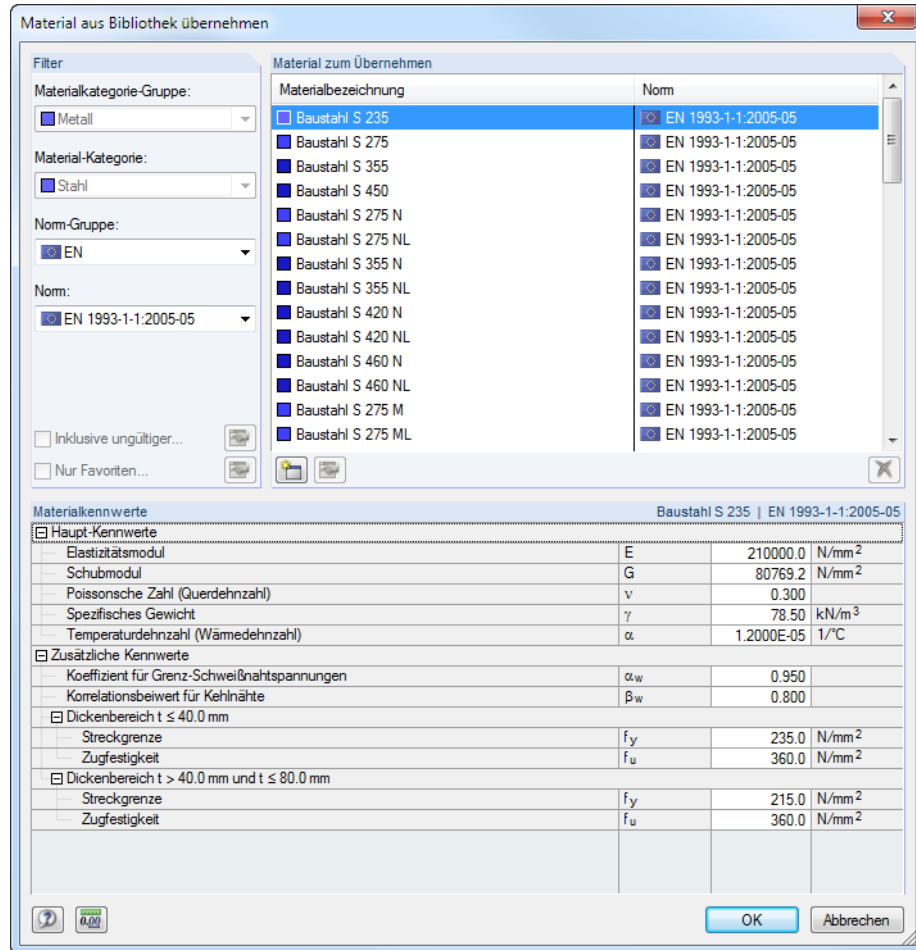


Bild 2.14: Materialbibliothek

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
	Übergibt alle ungeeigneten Knoten in einen neuen Bemessungsfall
	Setzt den Verbindungstyp für alle Knoten des Bemessungsfalls
	Blendet inaktive Stäbe in der Tabelle ein oder aus
	Zeigt das RFEM/RSTAB-Arbeitsfenster zur Änderung der Ansicht an

Tabelle 2.1: Schaltflächen im Abschnitt *Parameter*



Eine wichtige Funktion kommt den Schaltflächen und zu: Wenn mehrere Knoten nachgewiesen 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** → **Neuer Fall** zur Verfügung.

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

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 Bemessungsfalles 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.

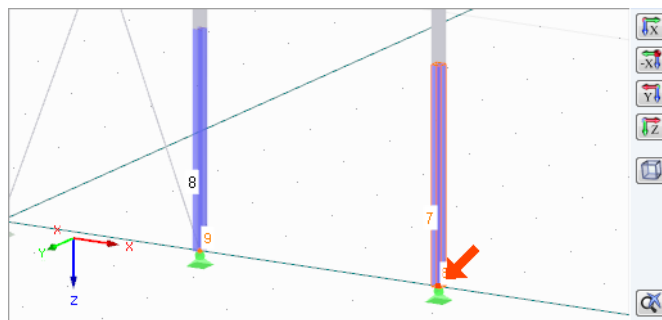


Bild 2.15: Grafik mit Selektionspfeil



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
	Zeigt die Ansicht in Richtung der X-Achse
	Zeigt die Ansicht entgegen der X-Achse
	Zeigt die Ansicht in Richtung der Y-Achse
	Zeigt die Ansicht in Richtung der Z-Achse
	Stellt die isometrische Ansicht dar
	Stellt die Gesamtansicht des Ausschnitts dar

Tabelle 2.2: Schaltflächen im Grafikfenster

### 2.3 Belastung bzw. Schnittgrößen

Definitionsart		
<input checked="" type="radio"/> Aus Strukturmodell übernehmen <input type="radio"/> Manuell definieren		
Nr.	Knoten Nr.	Verhältnis
1	3	
2	8,9	
3	1,4	

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.

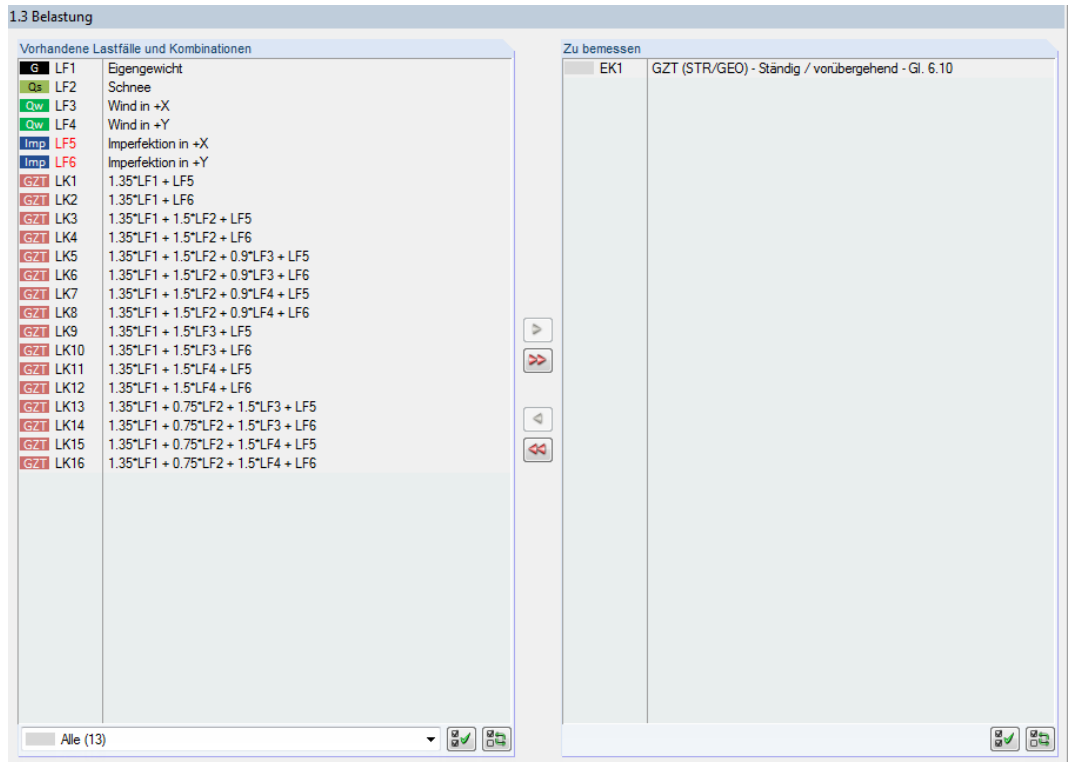


Bild 2.16: Maske 1.3 *Belastung*

#### 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.



Ergebniskombination

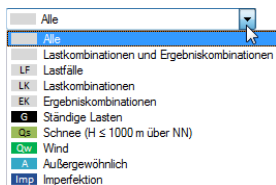
EK1	1.35*LF1/s oder 1.5*LF2/s
EK2	1.35*LF1/s + 1.5*LF2

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.



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:

- Alle Lastfälle in der Liste werden selektiert.
- Die Auswahl der Lastfälle wird umgekehrt.

Tabelle 2.3: Schaltflächen im Abschnitt *Vorhandene Lastfälle und Kombinationen*

### Zu bemessen

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 leert 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.

1.3 Schnittgrößen

LF	A	B	C	D	E
	Stab	Kraft	Symbol	Wert	Einheit
1	2				
	Stütze	Normalkraft	N	-25.40	kN
		Querkraft	$V_y$	6.80	kN
		Querkraft	$V_z$	2.30	kN
		Biegemoment	$M_y$	-11.90	kNm
2	2				
	Stütze	Normalkraft	N	-13.20	kN
		Querkraft	$V_y$	3.50	kN
		Querkraft	$V_z$	6.70	kN
		Biegemoment	$M_y$	-21.30	kNm

Bild 2.17: Maske 1.3 *Schnittgrößen*

### 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

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

Teilsicherheitsbeiwerte

Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Querschnitten	Beanspruchbarkeit von Beton nach EN 1992
$\gamma_{M0}$ : 1.00	$\gamma_c$ : 1.50
Teilsicherheitsbeiwert für die Stabbeanspruchbarkeit bei Stabilitätsversagen	Faktor für Gleitfestigkeit
$\gamma_{M1}$ : 1.10	$\gamma_s$ : 1.00
Lochleibungsbeanspruchbarkeit von Schrauben, Nieten, Bolzen, Schweißnähten und Blechen	
$\gamma_{M2}$ : 1.25	
Gleitfestigkeit im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Kategorie C)	Beiwert für Betondruckfestigkeit nach EN 1992
$\gamma_{M3}$ : 1.25	$\alpha_{cc}$ : 0.85
Gleitfestigkeit im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (Kategorie B)	Beiwert für Betonzugfestigkeit nach EN 1992
$\gamma_{M3,ser}$ : 1.10	$\alpha_{ct}$ : 1.00
Lochleibungsbeanspruchbarkeit von Injektionsschrauben	
$\gamma_{M4}$ : 1.00	
Beanspruchbarkeit von Knotenanschlüssen in Fachwerken mit Hohlprofilen	
$\gamma_{M5}$ : 1.00	
Beanspruchbarkeit von Bolzen im GZG	
$\gamma_{M6,ser}$ : 1.00	
Vorspannung hochfester Schrauben	
$\gamma_{M7}$ : 1.10	

OK Abbrechen

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

### Holzbauverbindungen

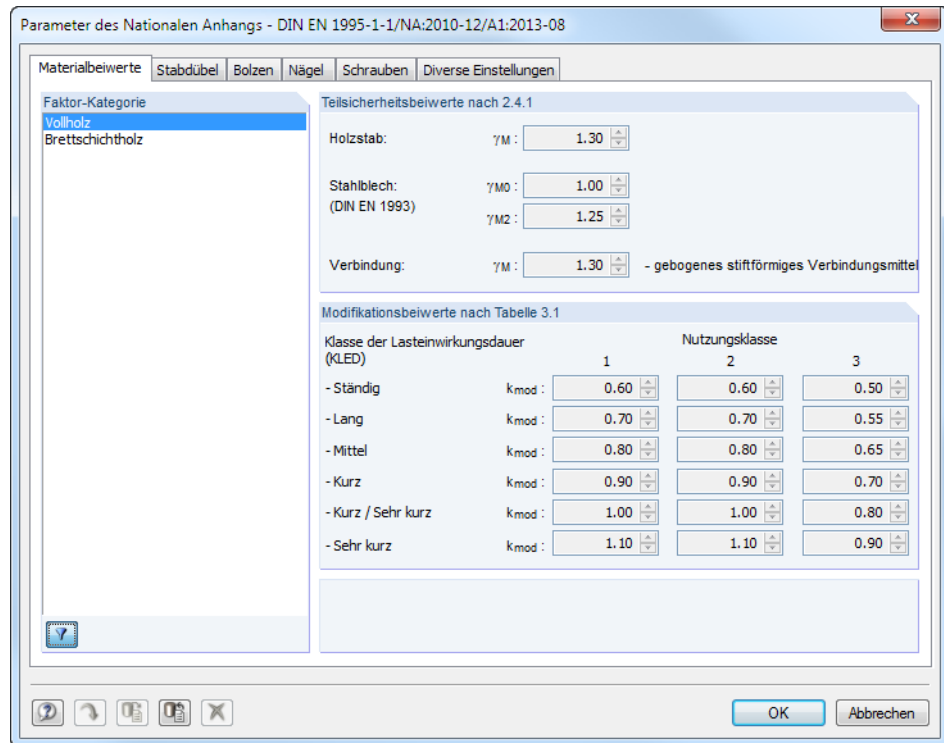


Bild 2.19: Dialog *Parameter des Nationalen Anhangs - DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12/A1:2013-08*

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.



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



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
	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.



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



Bild 3.1: Zusatzmodul *RF-/JOINTS Stahl - Stützenfuß*

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

Eingabedaten	
...	Basisangaben
...	Knoten und Stäbe
...	Belastung
...	Stützenfuß
...	Fußplatte
...	Anker
...	Schubübertragung

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.

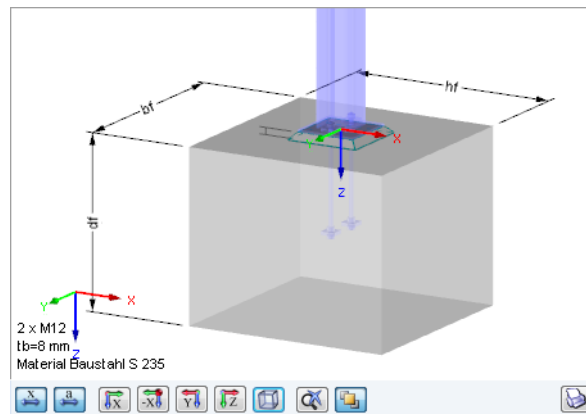


Bild 3.2: 3D-Visualisierung des Stützenfußes

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

Schaltfläche	Funktion
	Blendet die Bemaßung ein oder aus
	Stellt die Werte oder die Symbole der Bemaßung dar
	Zeigt die Ansicht in Richtung der X-Achse
	Zeigt die Ansicht entgegen der X-Achse
	Zeigt die Ansicht in Richtung der Y-Achse
	Zeigt die Ansicht in Richtung der Z-Achse
	Stellt die isometrische Ansicht dar
	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

**1.1 Basisangaben**

**Material**

Stahl  
 Holz

**Anschlussgruppe**

Stützenfuß

**Anschlusskategorie**

Gelenkiger Stützenfuß

**Anschlusstyp**

Einfacher Stützenfuß

**Nach Norm / Nationaler Anhang**

EN 1993-1-8:2005 DIN

**Zusätzliche Einstellungen**

Stützenmaterial auch für andere Verbindungsteile anwenden

Kraftverteilung in der Verbindung:

Plastisch

Verankerungstyp:

Einbetonierte Anker

Mörtelschicht  
 Betonankerplatte

**Kommentar**

**RF-JOINTS stahl**

**Stützenfuß**

Bemessung von gelenkigen und biegesteifen Stützenfüßen nach EN 1993-1-8

Bild 3.3: Maske 1.1 Basisangaben

## Anschlusskategorie

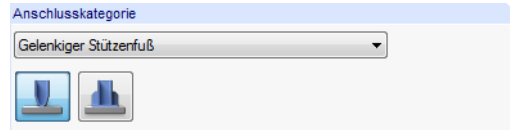
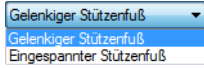


Bild 3.4: Anschlusskategorie



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

## Anschlussstyp

Die Auswahlmöglichkeiten sind von der Anschlusskategorie abhängig.

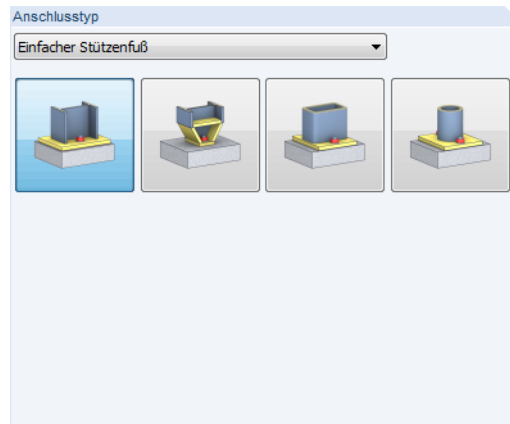
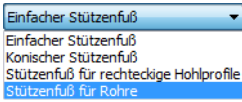


Bild 3.5: Abschnitt *Anschlussstyp* für Kategorie *Gelenkiger Stützenfuß*

Die Kategorie *Gelenkiger Stützenfuß* bietet folgende Ausführungsvarianten:

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

Tabelle 3.2: Anschlussstypen für gelenkige Stützenfüße

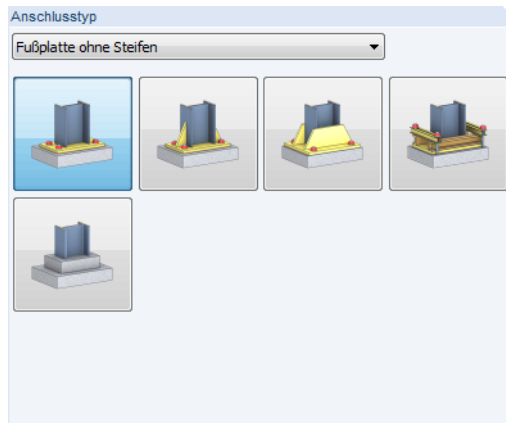


Bild 3.6: Abschnitt *Anschlussstyp* für Kategorie *Eingespannter Stützenfuß*

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
	Köcherfundamente

Tabelle 3.3: Anschlussstypen für eingespannte Stützenfüße

## Zusätzliche Einstellungen

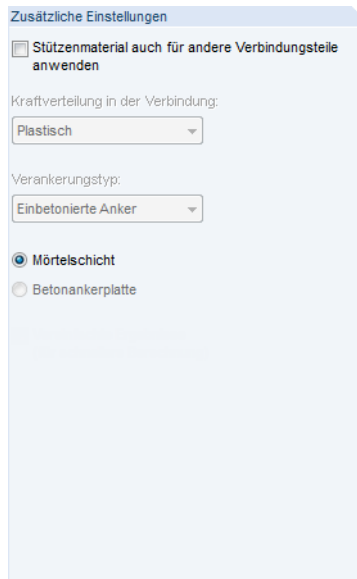


Bild 3.7: Abschnitt *Zusätzliche Einstellungen*

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 Profilverihe mit dem Anschlussstyp abgeglichen werden, der in Maske 1.1 eingestellt ist.



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

1.2 Knoten und Stäbe

Definitionsart

Aus Strukturmodell übernehmen  
 Manuell definieren

Anschluss an

Knoten Nr.:

Parameter

Knoten Nr.	Stab Nr.	Status	Querschnitt Bezeichnung	Material Bezeichnung	Kommentar
1	5	Stütze	HEA 140 (ohne Norm)	Baustahl S 235	
	10	Nicht definiert	RD 16 (Feronia - DIN 670)	Baustahl S 235	Fehlerhafter Typ des Stabes
		Stütze			
		Inaktiv			

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.

**1.4 Stützenfuß**

**Fundament**

Betonklasse: Beton C12/15

Char. Zylinderdruckfestigkeit  $f_{ck}$ : 1.20 [kN/cm<sup>2</sup>]

5%-Quantil der zentrischen Zugfestigkeit  $f_{ctk,0.05}$ : 0.11 [kN/cm<sup>2</sup>]

Länge des Fundamentes  $h_f$ : 1200.0 [mm]

Breite des Fundamentes  $b_f$ : 1200.0 [mm]

Dicke des Fundamentes  $d_f$ : 500.0 [mm]

**Mörtelschicht**

Mörteldicke  $t_{gr}$ : 20.0 [mm]

Mörtelfestigkeit (char.)  $f_{ck,gr}$ : 1.20 [kN/cm<sup>2</sup>]

Reibungszahl  $C_{t,d}$ : 0.20 [-]

**Betonankerplatte**

Plattenlänge  $h_a$ : [mm]

Plattenbreite  $b_a$ : [mm]

Plattendicke  $t_a$ : [mm]

Fußplatte wird mit der Betonankerplatte verschweißt

**Zusätzliche Parameter**

Exzentrizität der Fußplatte:

- in Z-Richtung  $e_{zh}$ : 0.0 [mm]

- in Y-Richtung  $e_{yb}$ : 0.0 [mm]

Randbewehrung:  Risse im Beton

Ohne

Gerade

Netz oder Bügel

2 x M12  
t<sub>b</sub>=12 mm  
Material Baustahl S 235

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 vorgegeben, 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 *Exzentrizität 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 - Anschlussstyp E (Köcherfundament)

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

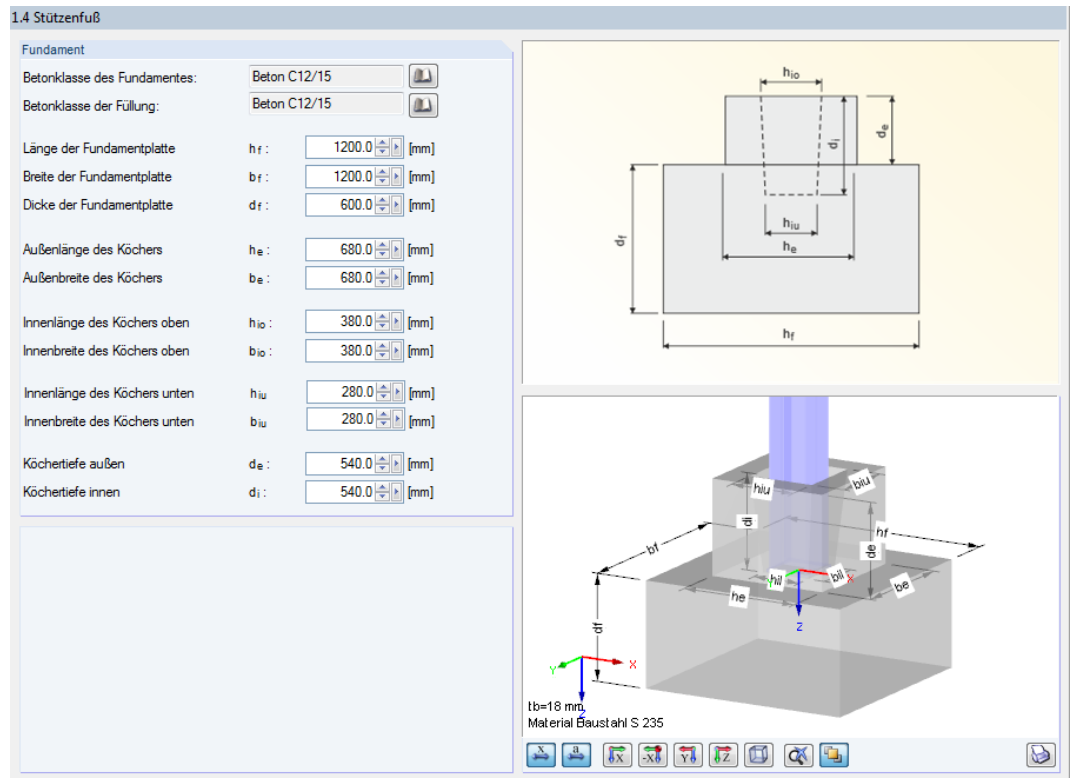


Bild 3.10: Maske 1.4 Stützenfuß für Anschlussstyp Eingespannter Stützenfuß - Typ E (Köcherfundament)

Die Materialien des Fundaments können über die -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.

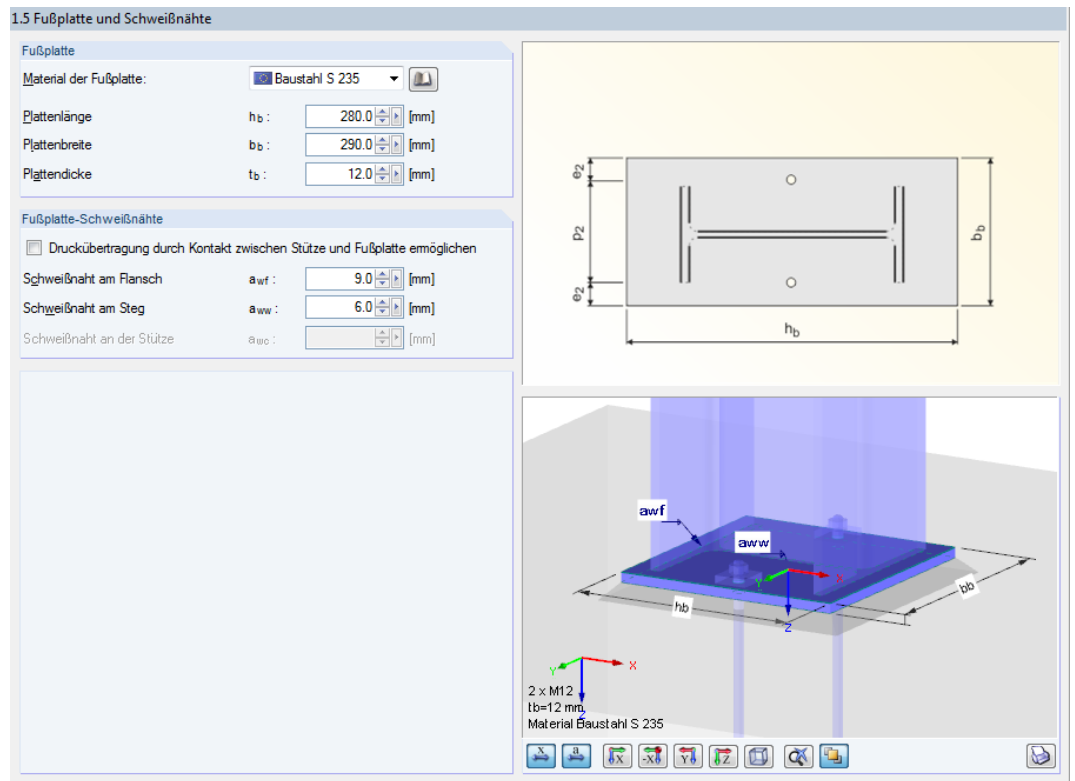


Bild 3.11: Maske 1.5 *Fußplatte und Schweißnähte*

### 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 - Anschlussstyp E (Köcherfundament)

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

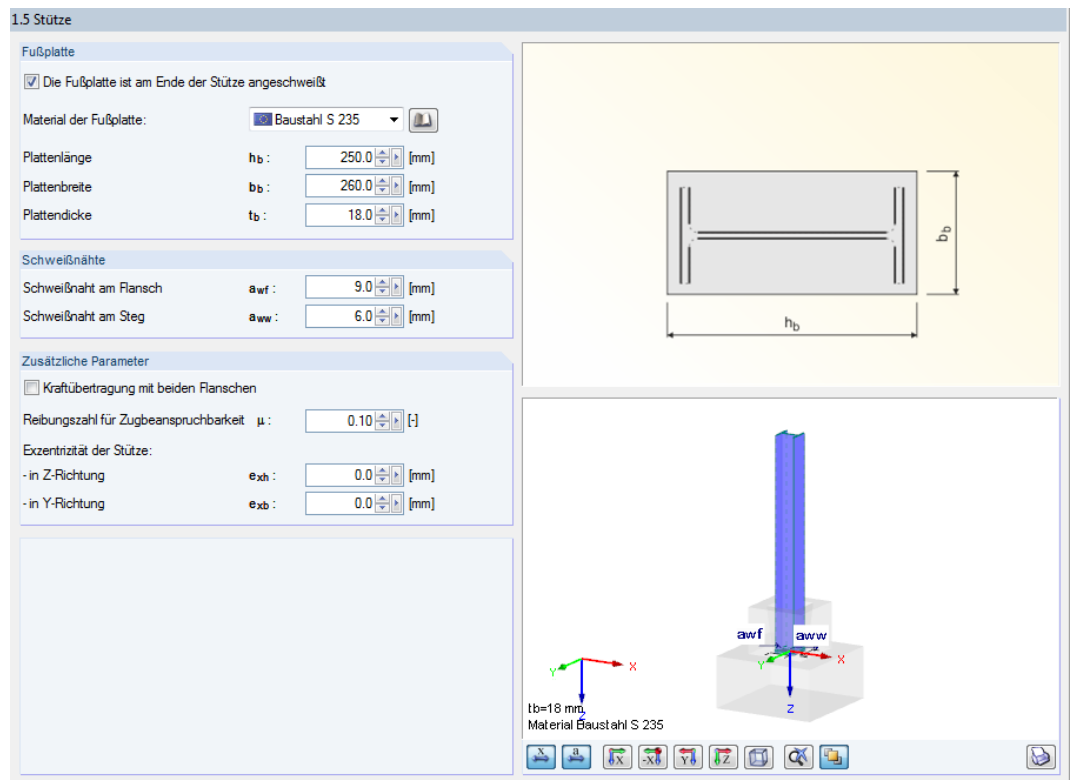


Bild 3.13: Maske 1.5 *Stütze* für Anschlussstyp *Eingespannter Stützenfuß - Typ E* (Köcherfundament)

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.

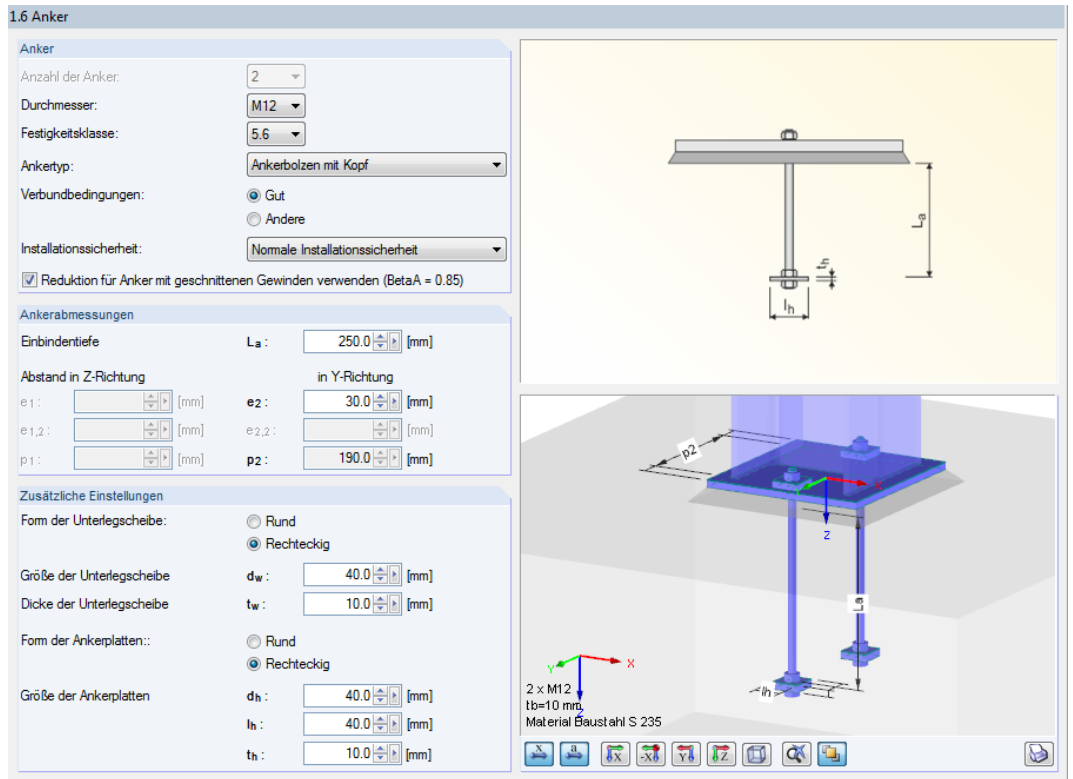


Bild 3.14: Maske 1.6 Anker

### Anker

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

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

- Normale Installationssicherheit
- Hohe Installationssicherheit
- Normale Installationssicherheit
- Akzeptierbare Installationssicherheit

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.

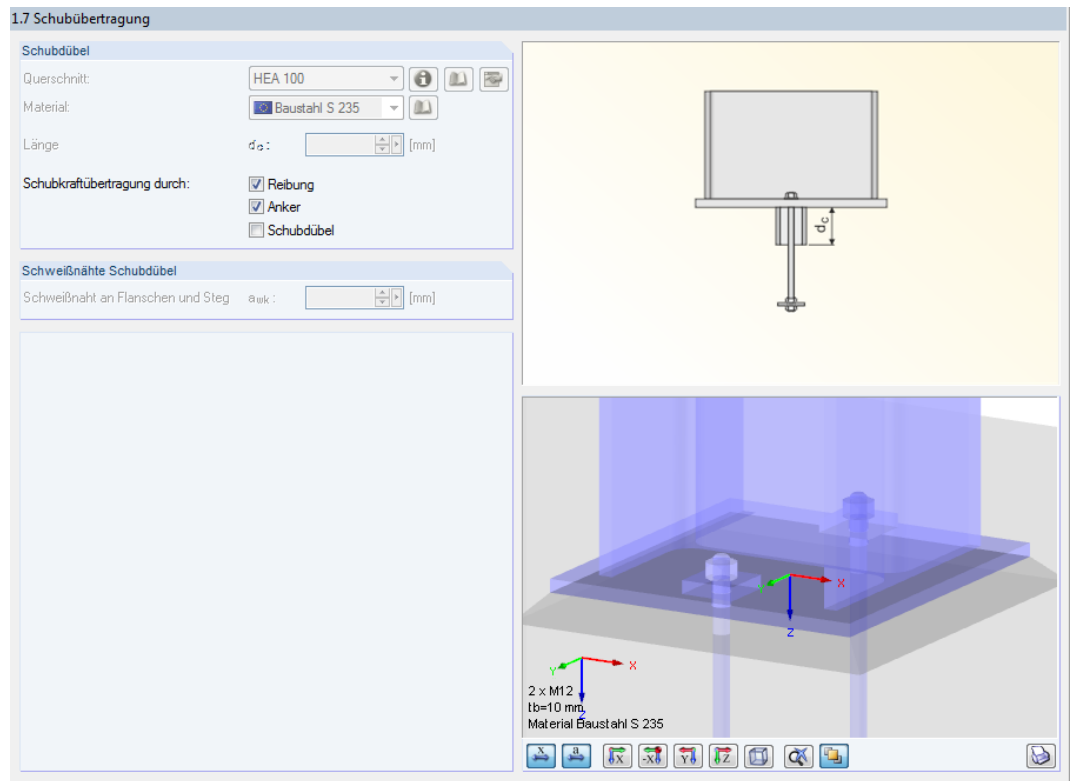


Bild 3.15: Maske 1.7 *Schubübertragung*

### Schubdübel

Es stehen drei Möglichkeiten zur *Schubkraftübertragung* zur Verfügung, die jedoch nicht beliebig miteinander kombiniert werden können: Reibung, Anker, Schubdübel. Durch das Anhängen 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 -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 -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 Anschlussstypen angezeigt:

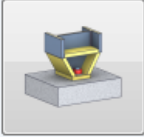
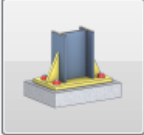
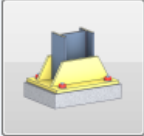
	Konischer Stützenfuß
	Eingespannter Stützenfuß mit Steifen in der Mitte der Flansche
	Eingespannter Stützenfuß mit Steifen an beiden Seiten der Stütze

Tabelle 3.4: Anschlussstypen mit Steifen

**1.8 Steifen**

**Steifen**

Material: Baustahl S 235

Länge  $l_s$ : 115.0 [mm]

Höhe  $h_s$ : 230.0 [mm]

Dicke  $t_s$ : 10.0 [mm]

---

**Abschrägung**

Vertikal  $l_o$ : 10.0 [mm]

Horizontal  $h_o$ : 10.0 [mm]

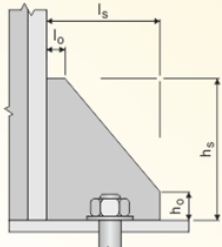
---

**Steifenschweißnähte**

Horizontale Schweißnaht  $a_{ws,hor}$ : 8.0 [mm]

Vertikale Schweißnaht  $a_{ws,ver}$ : 8.0 [mm]

Steifen sind auch auf der Stützensseite verschweißt



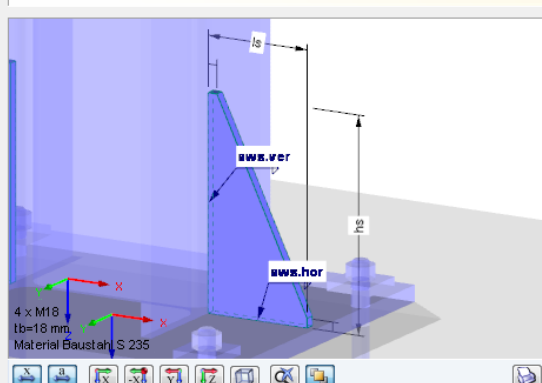



Bild 3.16: Maske *1.8 Steifen*

## Steifen

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

## Abschrägung

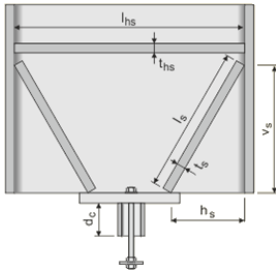
Bei eingespannten Stützenfüßen mit Steifen können hier die Längen der vertikalen und horizontalen Abschrägungen angegeben werden.

## Steifenschweißnähte

Die Dicken der Steifenschweißnähte sind hier je nach Anschlussstyp 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 - Anschlussstyp D (Steifen/Querbalken)

Wurde in Maske 1.1 Basisangaben der Anschlussstyp *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.

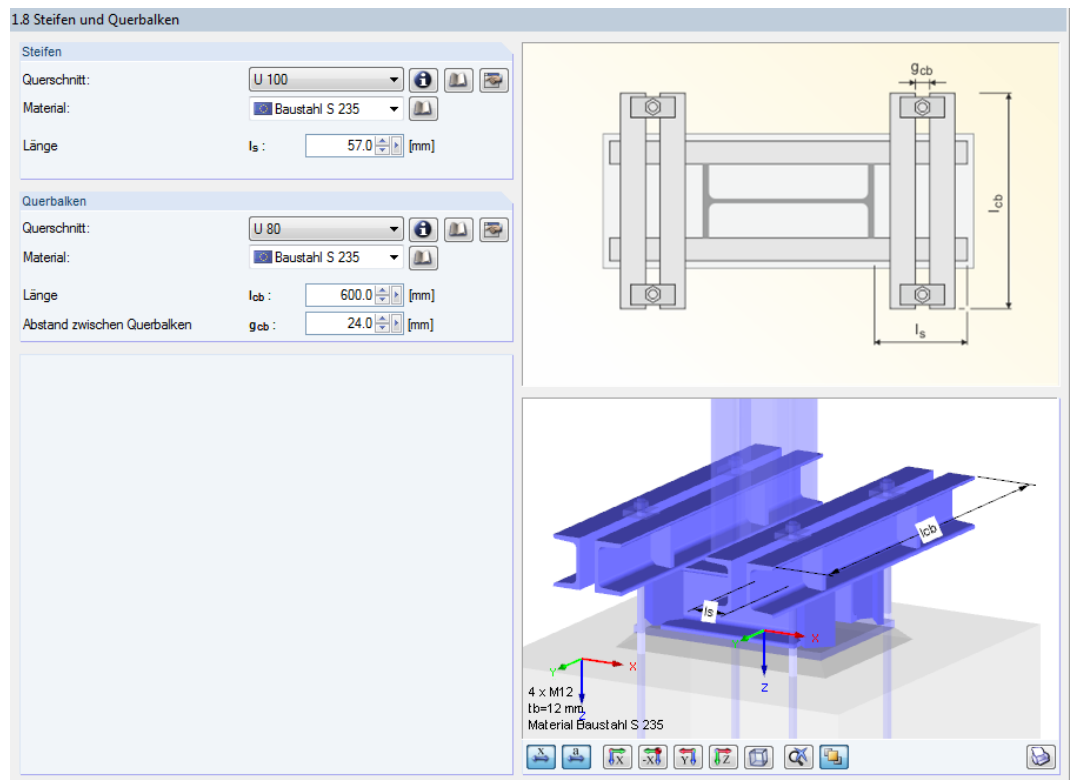


Bild 3.17: Maske 1.8 *Steifen und Querbalken* für Anschlussstyp *Eingespannter Stützenfuß - Typ D*

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 -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.



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



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

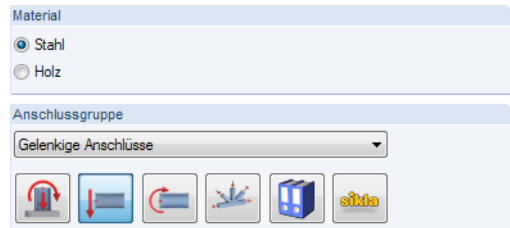


Bild 4.1: Zusatzmodul RF-/JOINTS Stahl - Gelenkig

Nr.	Knoten Nr.	Ver...
1	36,40: Stegwinkel	
2	37: Fahnenblech	

Eingabedaten
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 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

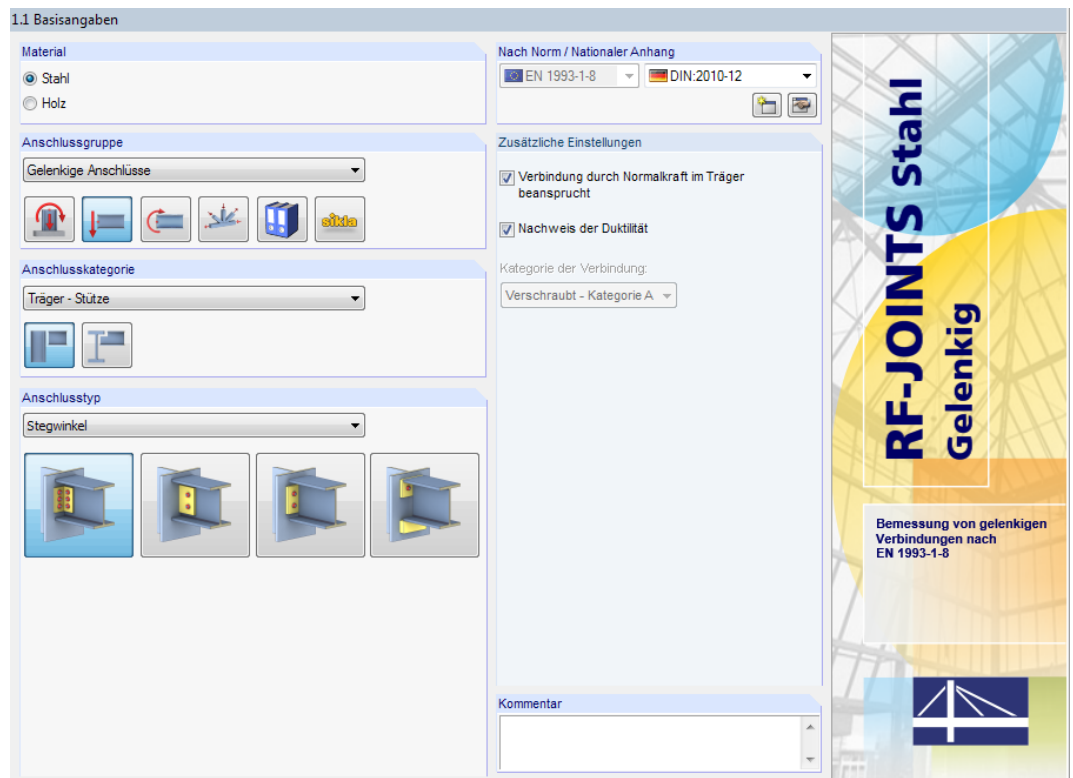


Bild 4.2: Maske 1.1 Basisangaben

## Anschlusskategorie

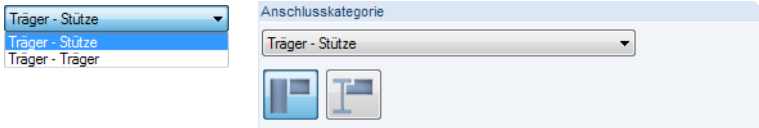


Bild 4.3: Anschlusskategorie

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.

## Anschlussstyp

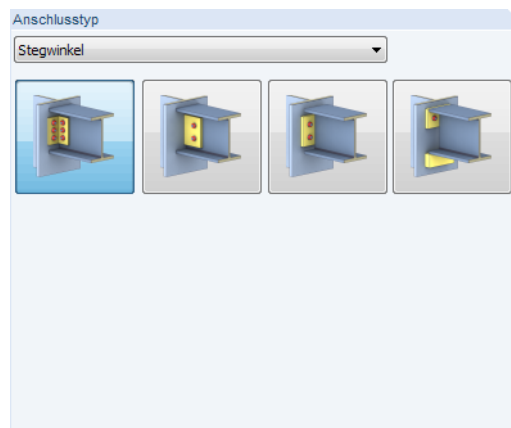
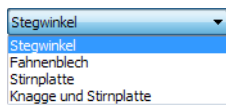


Bild 4.4: Anschlussstyp



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: Anschlussstypen



## 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>

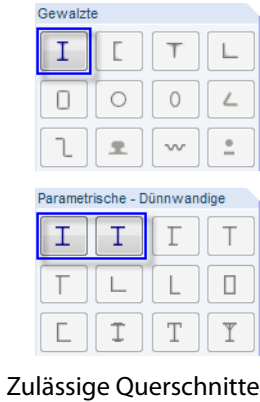
Die *Kategorie der Verbindung* ist gemäß Norm [1] voreingestellt. Sie kann nicht verändert werden.

## 4.2 Knoten und Stäbe

Die Auswahl der Knoten und Stäbe ist im [Kapitel 2.2](#) auf [Seite 11](#) beschrieben.

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.



Zulässige Querschnitte

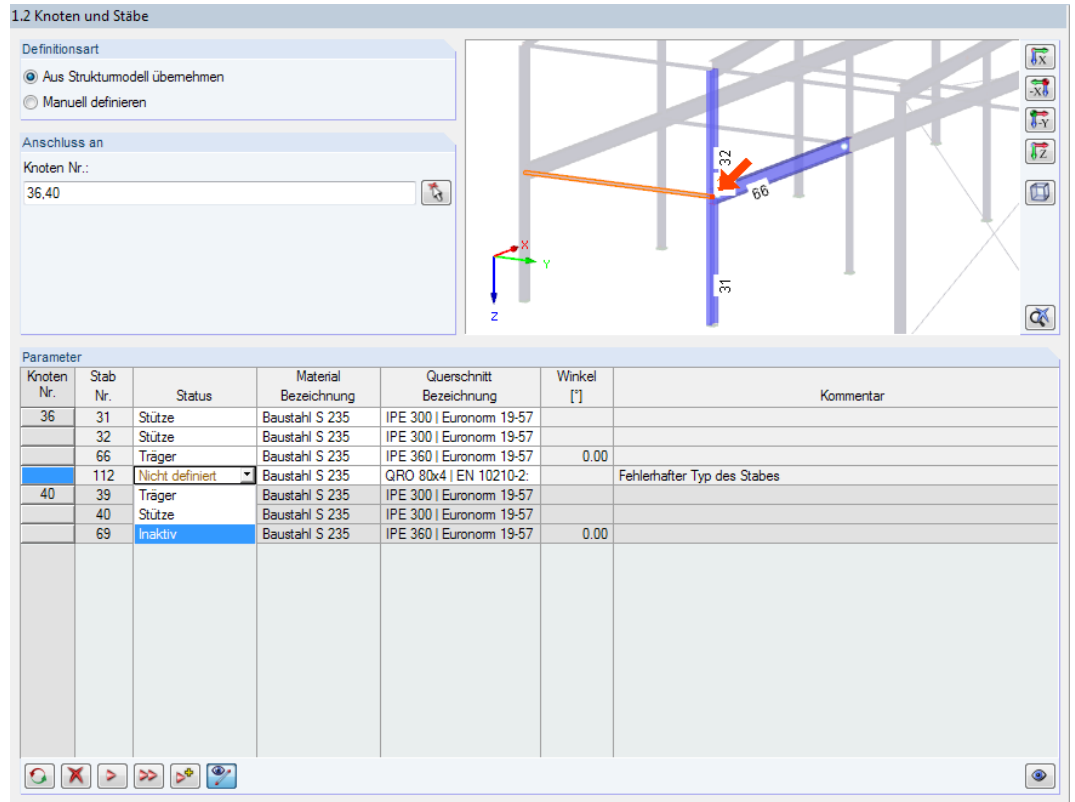


Bild 4.6: Maske 1.2 Knoten und Stäbe: Pfostenstab *Inaktiv* setzen



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 Stützenquerschnitte (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.

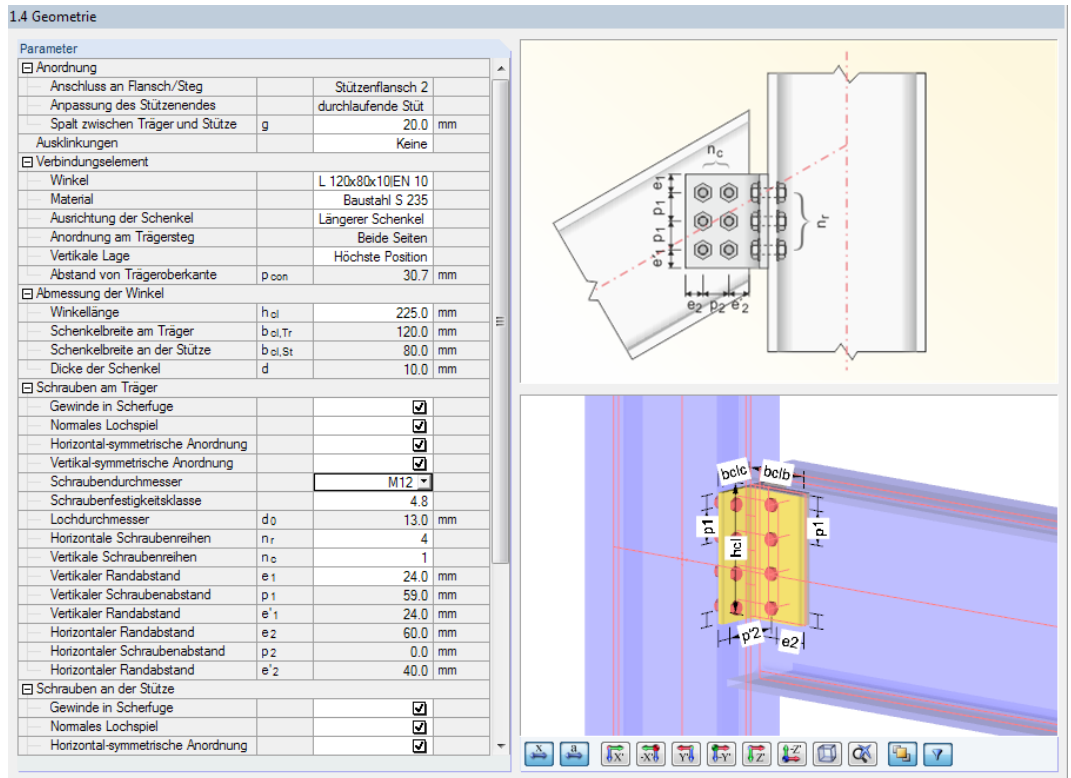


Bild 4.7: Maske 1.4 Geometrie

### Anordnung

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

### Ausklinkungen

Die Position der Trägersausklinkung kann in der Liste ausgewählt werden. Die weiteren Geometrievorgaben (Länge, Höhe, Radius) lassen sich dann im Detail festlegen.

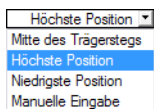
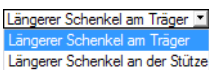
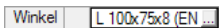
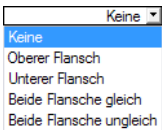
### Verbindungselement

Die Parameter des Verbindungselements hängen vom gewählten Anslusstyp ab.

Der voreingestellte Stegwinkel kann über die Querschnittsbibliothek 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 werden (siehe Bild 4.8).

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.



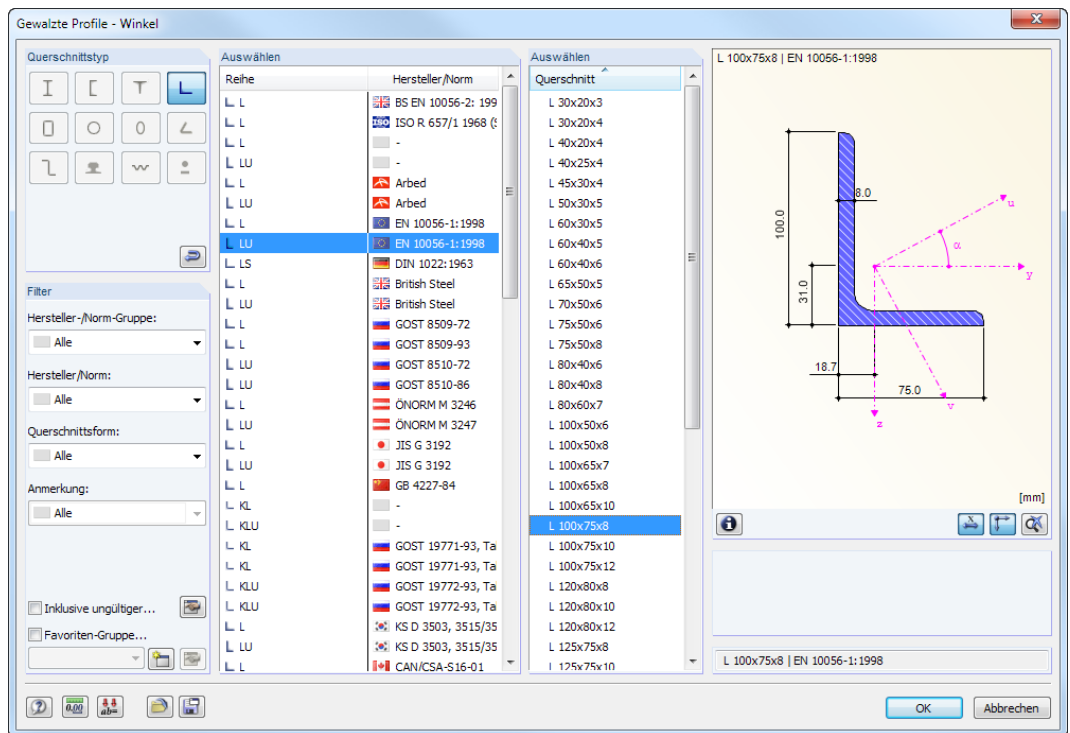


Bild 4.8: Stegwinkel in Bibliothek auswählen

## Abmessungen

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

Abmessungen des Fahnenblechs			
Plattenhöhe	$h_{pl}$	225.0	mm
Plattenbreite	$b_{pl}$	125.0	mm
Plattendicke	$t_{pl}$	15.0	mm
Schrauben am Träger			
Gewinde in Scherfuge			<input checked="" type="checkbox"/>
Normales Lochspiel			<input checked="" type="checkbox"/>
Horizontal-symmetrische Anordnung			<input checked="" type="checkbox"/>
Vertikal-symmetrische Anordnung			<input checked="" type="checkbox"/>
Schraubendurchmesser		M16	
Schraubenfestigkeitsklasse		4.8	
Lochdurchmesser	$d_0$	18.0	mm
Horizontale Schraubenreihen	$n_r$	4	
Vertikale Schraubenreihen	$n_c$	1	
Vertikaler Randabstand	$e_1$	32.0	mm
Vertikaler Schraubenabstand	$p_1$	53.7	mm
Vertikaler Randabstand	$e_1'$	32.0	mm
Horizontaler Randabstand	$e_2$	62.5	mm
Horizontaler Schraubenabstand	$p_2$	0.0	mm
Horizontaler Randabstand	$e_2'$	42.5	mm
Schweißnähte			
Schweißnahtdicke	$a_w$	6.0	mm
Schweißnahtlänge	$l_w$	225.0	mm

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

## Schrauben an Träger / Stütze

- 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 Anschlussstypen *Fahnenblech*, *Stirnplatte* und *Knagge und Stirnplatte* sind die Schweißnaht-dicken und -längen festzulegen.



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

## Rippenanschluss Träger - Träger



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

1.4 Geometrie

Parameter			
Träger 1			
Anordnung			
Stabanordnung (Anschlusszentrität)		Obere Seite	
Vertikale Exzentrizität am Stabanfang	$e_s$		-30.0 mm
Vertikale Exzentrizität am Stabende	$e_e$		-30.0 mm
Abstand zwischen Träger	$g$		10.0 mm
Ausklinkungen		Oberer Flansch	
Länge am Oberflansch	$l_{n,o}$		90.0 mm
Höhe am Oberflansch	$d_{n,o}$		40.0 mm
Radius am Oberflansch	$r_{n,o}$		10.0 mm
Verbindungselement			
Winkel		L 80x60x7/E100	
Material		Baustahl S 235	
Ausrichtung der Schenkel		Längerer Schenkel	
Anordnung am Trägersteg		Beide Seiten	
Vertikale Lage		Höchste Position	
Abstand von Trägeroberkante	$p_{oon}$		40.0 mm
Abmessung der Winkel			
Schrauben am Träger			
Gewinde in Scherfuge			<input checked="" type="checkbox"/>
Normales Lochspiel			<input checked="" type="checkbox"/>
Vertikal-symmetrische Anordnung			<input checked="" type="checkbox"/>
Horizontal-symmetrische Anordnung			<input checked="" type="checkbox"/>
Schraubendurchmesser		M12	
Schraubenfestigkeitsklasse		4.8	
Lochdurchmesser	$d_0$	13.0 mm	
Horizontale Schraubenreihen	$n_r$	3	
Vertikale Schraubenreihen	$n_o$	1	
Vertikaler Randabstand	$e_1$	24.0 mm	
Vertikaler Schraubenabstand	$p_1$	63.5 mm	
Vertikaler Randabstand	$e'_1$	24.0 mm	
Horizontaler Randabstand	$e_2$	40.0 mm	
Horizontaler Schraubenabstand	$p_2$	0.0 mm	
Horizontaler Randabstand	$e'_2$	30.0 mm	
Schrauben am lastannahmenden Bauteil			
Abmessungen der Schraubengruppe defir		Seite des Trägers	

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.



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

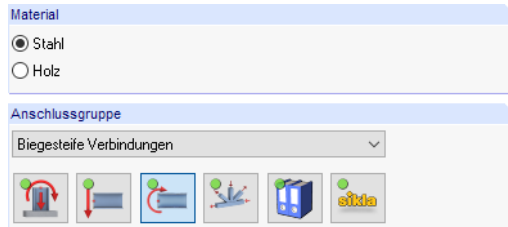


Bild 5.1: Zusatzmodul RF-/JOINTS Stahl - Biegesteif

Nr.	Knoten Nr.	Verhältnis
1	1,3,5,7	
2	15	

Eingabedaten
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 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

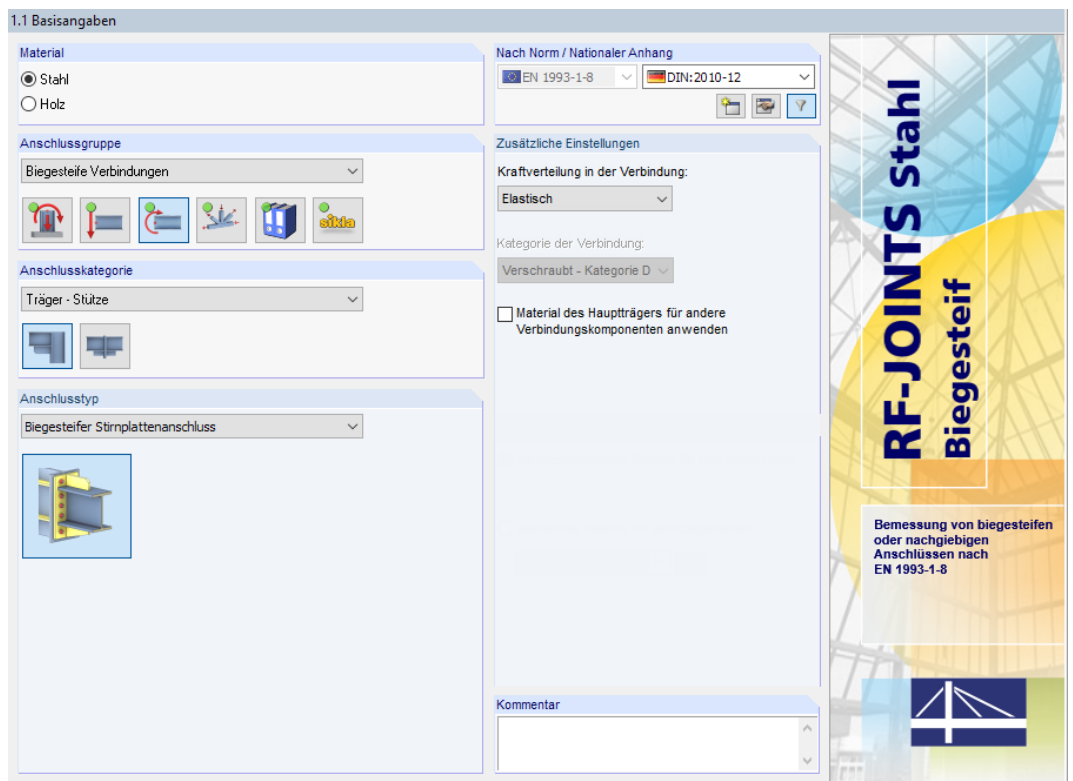


Bild 5.2: Maske 1.1 Basisangaben

## Anschlusskategorie

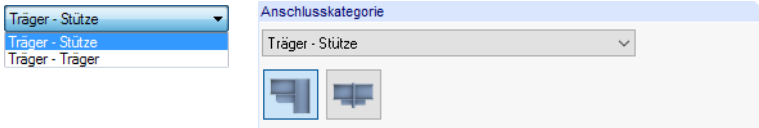


Bild 5.3: Anschlusskategorie

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

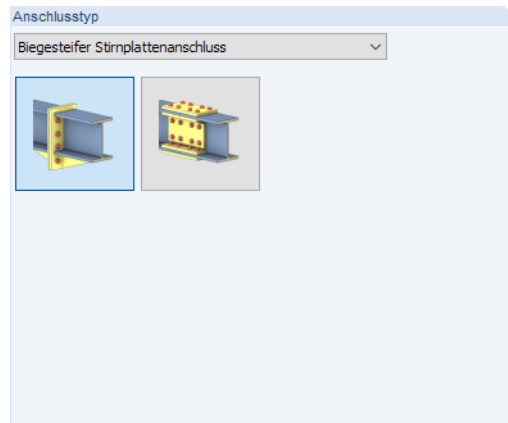
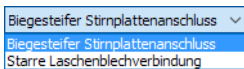


Bild 5.4: Anschlusstyp



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

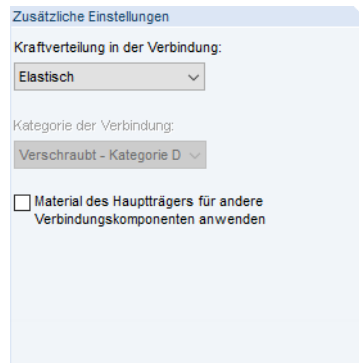
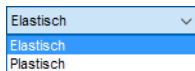


Bild 5.5: Abschnitt *Zusätzliche Einstellungen*

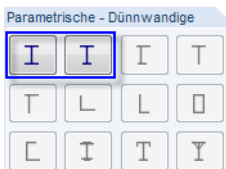


Über die Liste zur *Kraftverteilung in der Verbindung* kann gesteuert werden, ob eine elastische oder plastische Verteilung der Schraubenkräfte im Anschluss angenommen werden soll. Die Standardvorgabe ist *Elastisch*.

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.



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 im [Bild 5.6](#) gezeigt *Inaktiv* gesetzt werden.



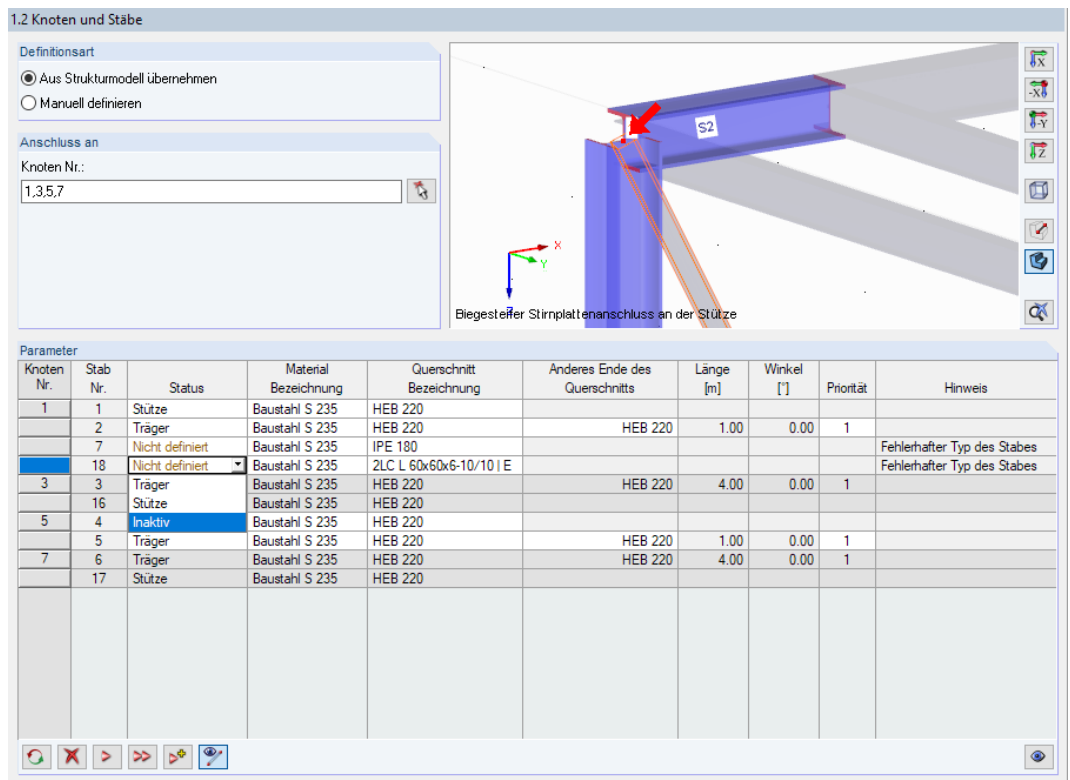


Bild 5.6: Maske 1.2 Knoten und Stäbe: Bühnenträger und Verbandstab Inaktiv setzen

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 Anslusstyp *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.

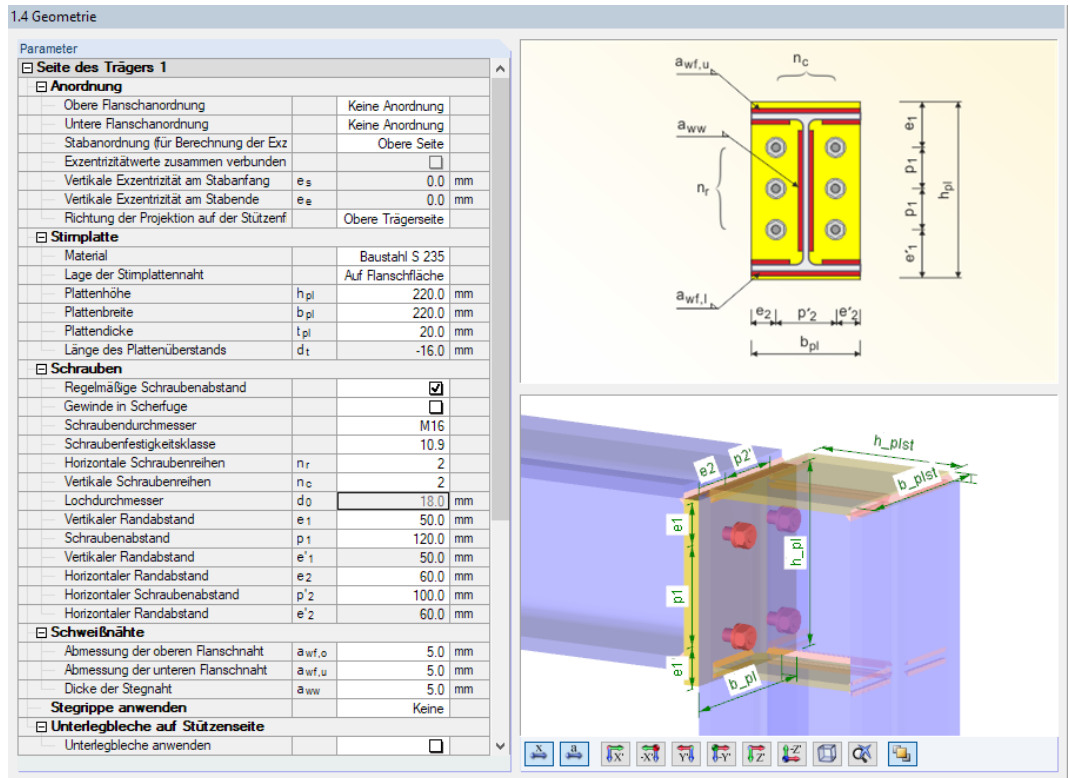
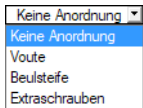


Bild 5.7: Maske 1.4 Geometrie für geschraubten Träger-Stützenanschluss

### 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.

## Schrauben

- 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			
<input type="checkbox"/>	Regelmäßige Schraubenabstand		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Gewinde in Scherfuge		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Schraubendurchmesser		M16
<input type="checkbox"/>	Schraubenfestigkeitsklasse		10.9
<input type="checkbox"/>	Horizontale Schraubenreihen	$n_r$	2
<input type="checkbox"/>	Vertikale Schraubenreihen	$n_c$	4
<input type="checkbox"/>	Lochdurchmesser	$d_0$	18.0 mm
<input type="checkbox"/>	Vertikaler Randabstand	$e_1$	50.0 mm
<input type="checkbox"/>	Schraubenabstand	$p_1$	200.0 mm
<input type="checkbox"/>	Vertikaler Randabstand	$e'_1$	50.0 mm
<input type="checkbox"/>	Horizontaler Randabstand	$e_2$	25.0 mm
<input type="checkbox"/>	Horizontaler Schraubenabstand	$p_2$	65.0 mm
<input type="checkbox"/>	Horizontaler Schraubenabstand	$e'_2$	52.5 mm
<input type="checkbox"/>	Horizontaler Randabstand	$e'_2$	25.0 mm

Schweißnähte			
<input type="checkbox"/>	Abmessung der oberen Flanschnaht	$a_{wf,o}$	5.0 mm
<input type="checkbox"/>	Abmessung der unteren Flanschnaht	$a_{wf,u}$	5.0 mm
<input type="checkbox"/>	Dicke der Stegnaht	$a_{ww}$	5.0 mm

Bild 5.8: Parameter für Schrauben und Schraubenbild

## Schweißnähte

Auch dieser Abschnitt ist nur für Stirnplattenverbindungen relevant. Hier können die Kehlnaht-dicken 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	
<input type="checkbox"/>	Material	Baustahl S 235	
<input type="checkbox"/>	Vertikale Position der Steife	$p$	121.0 mm
<input type="checkbox"/>	Anzahl der Steifen	$n_{st}$	1
<input type="checkbox"/>	Steifenabstand	$p_{1,st}$	120.0 mm
<input type="checkbox"/>	Steifenlänge	$l_{st}$	140.0 mm
<input type="checkbox"/>	Steifenbreite	$b_{st}$	100.0 mm
<input type="checkbox"/>	Steifendicke	$t_{st}$	10.0 mm
<input type="checkbox"/>	Abmessung der Steifenabschrägung	$c_{st}$	50.0 mm
<input type="checkbox"/>	Schweißnahtabmessung an der Stegrippe	$a_{w,st}$	3.0 mm

Unterlegbleche auf Stützenseite			
<input type="checkbox"/>	Unterlegbleche anwenden		<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Material	Baustahl S 235	
<input type="checkbox"/>	Beginnt mit Schraubenreihe-Nummer		1
<input type="checkbox"/>	Endet mit Schraubenreihe-Nummer		2
<input type="checkbox"/>	Unterlegblechlänge	$l_{bp}$	280.0 mm
<input type="checkbox"/>	Unterlegblechbreite	$b_{bp}$	55.0 mm
<input type="checkbox"/>	Unterlegblechdicke	$t_{bp}$	10.0 mm

Stützenteil			
<input type="checkbox"/>	Material	Baustahl S 235	
<input type="checkbox"/>	Stützenteil		

Bild 5.9: Parameter für 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.

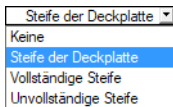
Nach dem Anhängen der Option *Unterlegbleche anwenden* können in den Zeilen unterhalb die Parameter festgelegt werden, die die Unterlegbleche am Stützenflansch betreffen (siehe Bild 5.9).



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.



In diesem Abschnitt sind alle für die Bemessung der Stützenkomponenten wichtigen Angaben zu treffen. Dies sind die Ausbildung des oberen Stützentails, 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).

1.4 Geometrie

Parameter

- Seite des Trägers 1
- Anordnung
- Stimplatte
- Schrauben
- Schweißnähte
- Stegrippe anwenden Keine
- Unterlegbleche auf Stützenseite
- Stützenteil
  - Anpassung des Stützenendes Senkrecht
  - Auszugslänge 0.0 mm
  - Obere Steife der Stütze Steife der Deckplat
  - Material Baustahl S 235
  - Steifenlänge 190.0 mm
  - Steifenbreite 220.0 mm
  - Steifendicke 10.0 mm
  - Abmessung der Deckplattennaht 5.0 mm
  - Untere Steife der Stütze Vollständige Steife
  - Material Baustahl S 235
  - Steifenlänge 188.0 mm
  - Steifenbreite 100.0 mm
  - Steifendicke 8.0 mm
  - Länge der Steifenabschrägung c 0,1 15.0 mm
  - Breite der Steifenabschrägung c 0,2 15.0 mm
  - Schweißnahtabmessung an der unteren S a<sub>w,s</sub> 4.0 mm
  - Stegrippe an der Stütze Blechverstärkung
  - Beide Seiten
  - Vertikale Position der Steife p -90.0 mm
  - Material Baustahl S 235
  - Steifenlänge 180.0 mm
  - Steifenbreite 150.0 mm
  - Steifendicke 8.0 mm
  - Schweißnahtabmessung an der Stegrippe a<sub>w,st</sub> 5.0 mm

Bild 5.10: Maske 1.4 Geometrie mit Vorgaben für Stützenteil

## Laschenbleche an Flanschen

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

1.4 Geometrie

Parameter

**Anschlussanordnung**

Abstand zwischen Träger	g	5.0	mm
Vertikale Position des Stegstoßes	p	40.0	mm
Gleiche Laschenbleche am Ober- und Unter		<input checked="" type="checkbox"/>	
Material der Laschenbleche		Stahl S 235	

**Laschenbleche an Flanschen**

Außenblechlänge, Oberflansch	$l_{pl,t,e}$	335.0	mm
Außenblechbreite, Oberflansch	$w_{pl,t,e}$	220.0	mm
Außenblechdicke, Oberflansch	$t_{pl,t,e}$	12.0	mm
Innenblechlänge, Oberflansch	$l_{pl,t,i}$	335.0	mm
Innenblechbreite, Oberflansch	$w_{pl,t,i}$	80.0	mm
Innenblechdicke, Oberflansch	$t_{pl,t,i}$	12.0	mm

**Laschenbleche am Steg**

Stegblechlänge	$l_{pl,w}$	225.0	mm
Stegblechbreite	$w_{pl,w}$	140.0	mm
Stegblechdicke	$t_{pl,w}$	8.0	mm

**Schrauben an Flanschen**

Gewinde in Scherfuge		<input checked="" type="checkbox"/>	
Schraubenfestigkeitsklasse		4.6	
Schraubendurchmesser		M16	
Horizontale Schraubenreihen	$n_r$	2	
Vertikale Schraubenreihen	$n_c$	2	
Lochdurchmesser	$d_o$	18.0	mm
Vertikaler Randabstand	$e_1$	45.0	mm
Schraubenabstand	$p_1$	80.0	mm
Vertikaler Randabstand	$e_1'$	40.0	mm
Horizontaler Randabstand	$e_2$	45.0	mm
Schraubenabstand	$p_2$	130.0	mm
Horizontaler Randabstand	$e_2'$	45.0	mm

**Schrauben am Steg**

Gewinde in Scherfuge		<input checked="" type="checkbox"/>	
Schraubenfestigkeitsklasse		4.6	
Schraubendurchmesser		M16	
Horizontale Schraubenreihen	$n_r$	2	
Vertikale Schraubenreihen	$n_c$	2	
Lochdurchmesser	$d_o$	18.0	mm
Horizontaler Abstand des Bolzens zum Rand	$e_1$	30.0	mm

Bild 5.11: Maske 1.4 Geometrie für starre Laschenblechverbindung



Zurzeit werden nur Laschenblechverbindungen unterstützt, die über äußere und 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 Anschlussstyp *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.



Bild 6.1: Zusatzmodul *RF-/JOINTS Stahl - Mast*

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

Eingabedaten	
...	Basisangaben
...	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

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.

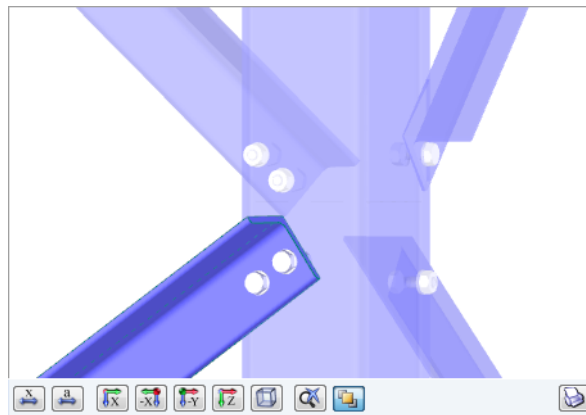


Bild 6.2: 3D-Visualisierung des Knotens

Die Schaltflächen unterhalb der 3D-Grafik sind in [Tabelle 3.1](#) auf [Seite 21](#) erläutert.

## 6.1 Basisangaben

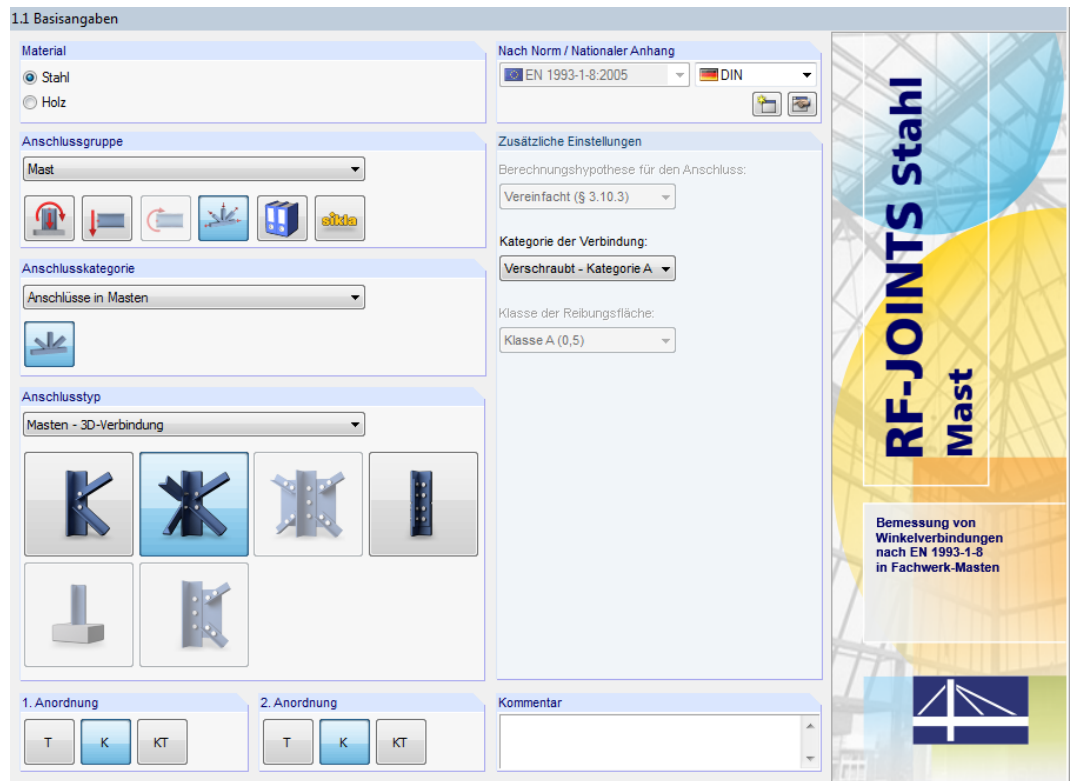


Bild 6.3: Maske 1.1 Basisangaben

### Anschlusskategorie

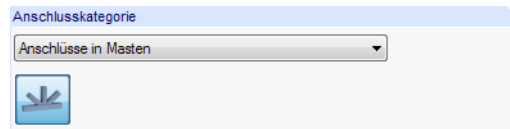


Bild 6.4: Anschlusskategorie

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

### Anschlusstyp

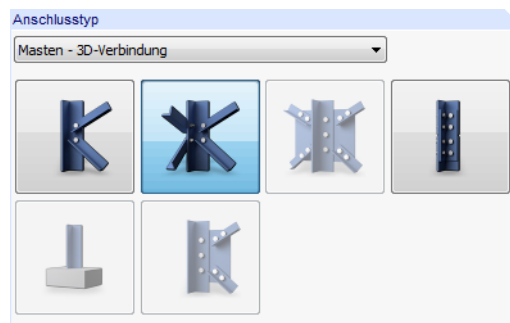


Bild 6.5: Anschlusstyp

- Masten - 3D-Verbindung
- Masten - 2D-Verbindung
- Masten - 3D-Verbindung
- Masten - Zulagen

Es stehen folgende Anschlusstypen zur Auswahl:

	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

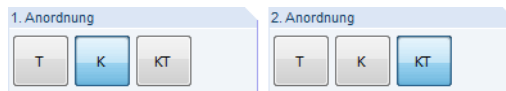


Bild 6.6: 1. und 2. Anordnung

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:

T	Hauptgurt, Nebengurt, eine Strebe
K	Hauptgurt, Nebengurt, zwei Streben
KT	Hauptgurt, Nebengurt, drei Streben

Tabelle 6.2: Anordnung

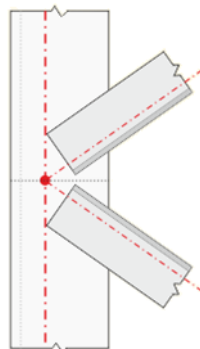


Bild 6.7: Anordnung K



## 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: 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 C

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 Profillreihe mit dem Anslusstyp und der Anordnung abgeglichen werden, die in Maske 1.1 eingestellt sind.

Knoten Nr.	Stab Nr.	Status	Querschnitt Bezeichnung	Material Bezeichnung	Winkel [°]	Priorität	Kommentar
55	51	Nebengurt	L 150x15	Baustahl S 235	180.00		
	52	Hauptgurt	L 150x15	Baustahl S 235			
	207	Strebe	L 60x6	Baustahl S 235	135.20	2.3	
	209	Strebe	L 80x8	Baustahl S 235	42.04	2.1	
	270	Strebe	L 60x6	Baustahl S 235	135.20	1.3	
	272	Strebe	L 80x8	Baustahl S 235	42.04	1.1	
	318	Strebe	L 80x8	Baustahl S 235	92.86	2.2	
	322	Strebe	L 80x8	Baustahl S 235	92.86	1.2	
	332	Hauptgurt	L 60x6	Baustahl S 235			

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 Definitionstyp *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 nach 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).

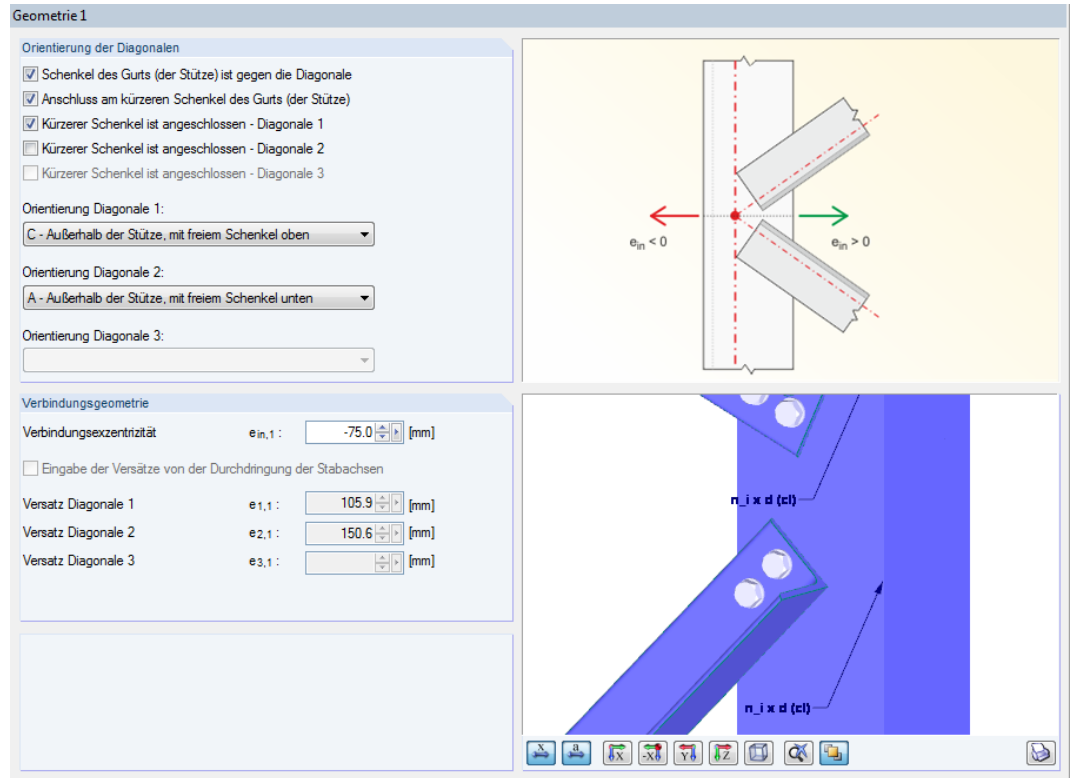


Bild 6.10: Maske *Geometrie 1*

### 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.

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.

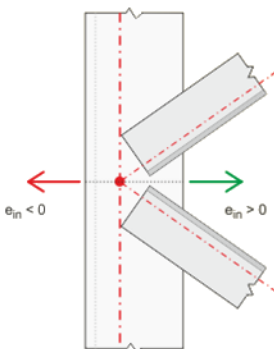
- C - Außerhalb der Stütze, mit freiem Schenkel oben
- A - Außerhalb der Stütze, mit freiem Schenkel unten
- B - Innerhalb der Stütze, mit freiem Schenkel unten
- C - Außerhalb der Stütze, mit freiem Schenkel oben
- D - Innerhalb der Stütze, mit freiem Schenkel oben

### 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 Anschlussstyp *Masten - Zulagen* vorgegeben (siehe Bild 6.5, Seite 50), erscheint die Maske *Geometrie, Bleche*.

Bild 6.11: Maske *Geometrie, Bleche* für Anschlussstyp *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 in einer Bibliothek ausgewählt werden.

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

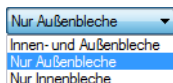
### Außen-/Innenbleche Ebene 1/2

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.



## 6.6 Diagonal 1,1 Verbindung / Diagonal 1,2 Verbindung

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.

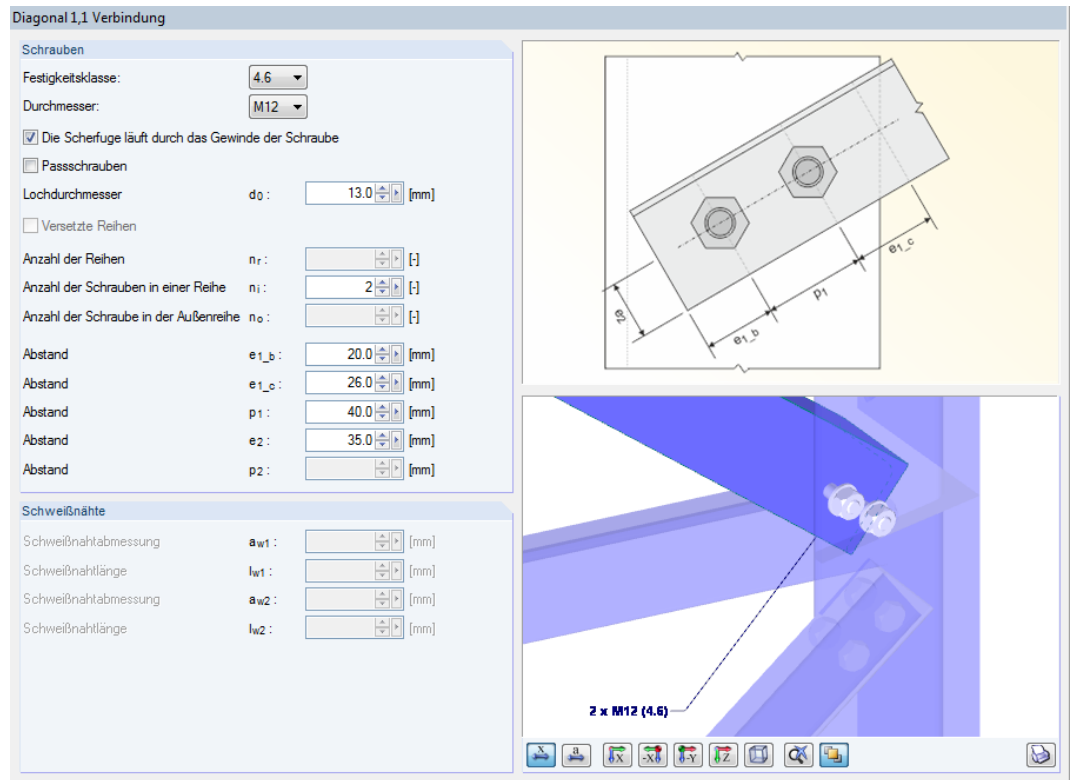
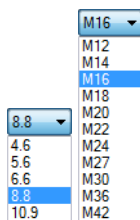


Bild 6.12: Maske *Diagonal 1,1 Verbindung*

### 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.

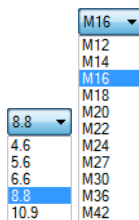
## 6.7 Eingabe der Verbindungsmittel



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

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 Winkalebene 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>



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



Bild 7.1: Zusatzmodul RF-/JOINTS Stahl - DSTV

Nr.	Knoten Nr.	Verhältnis
1	2	
2	3,5	

Eingabedaten
Basisangaben
Knoten und Stäbe
Belastungen
Verbindungstypen

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

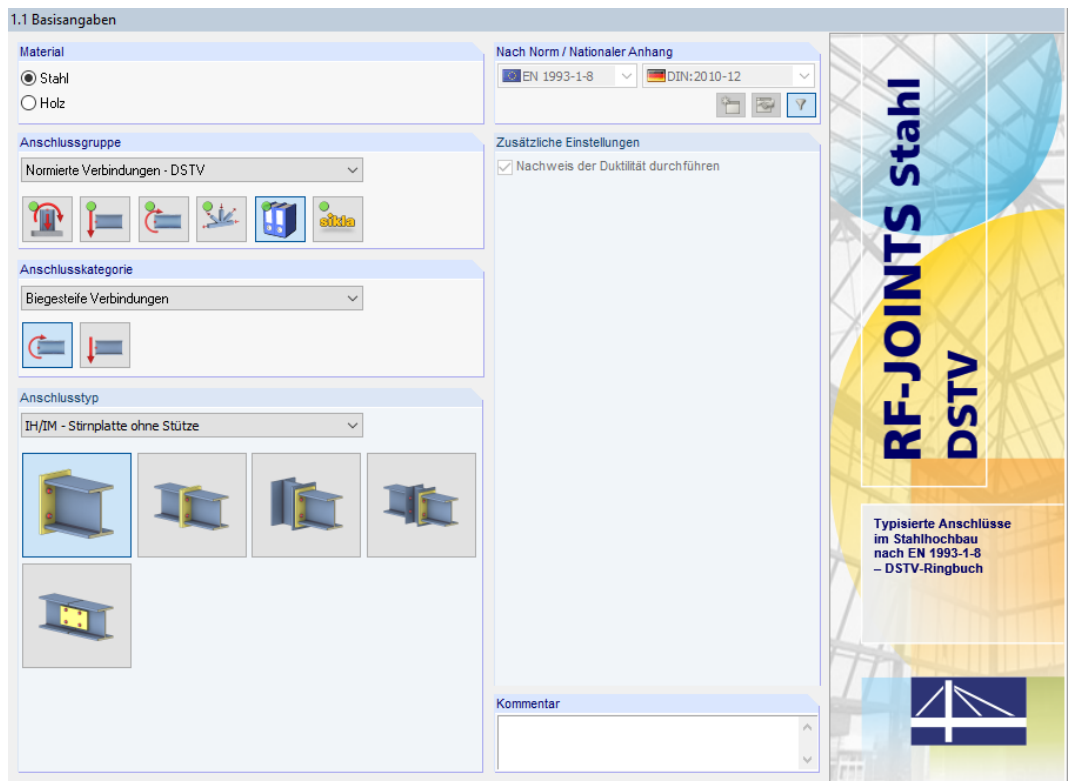


Bild 7.2: Maske 1.1 Basisangaben

## Anschlusskategorie

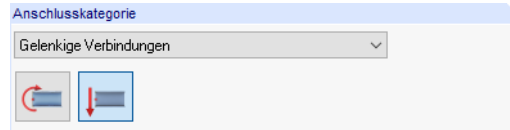
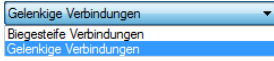


Bild 7.3: Anschlusskategorie



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

## Anschlussstyp

Die Auswahlmöglichkeiten sind von der Anschlusskategorie abhängig.

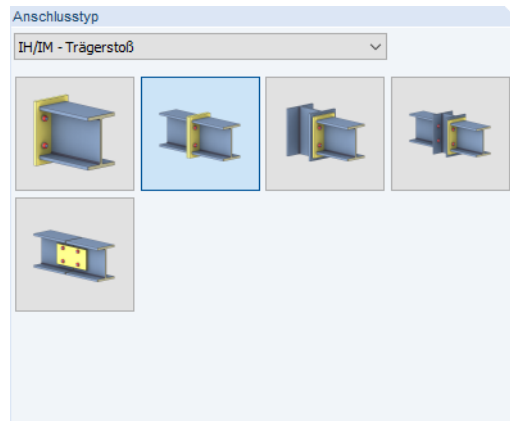
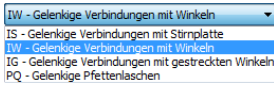


Bild 7.4: Abschnitt *Anschlussstyp* für Kategorie *Biegesteife Verbindungen*

Die Kategorie *Biegesteife Verbindungen* bietet folgende Ausführungsvarianten:

	Stirnplatte ohne Stütze
	Trägerstoß
	Einseitiger Träger an Stütze
	Beidseitige Träger an Stütze
	Pfettenstoß

Tabelle 7.1: Anschlussstypen für biegesteife Verbindungen



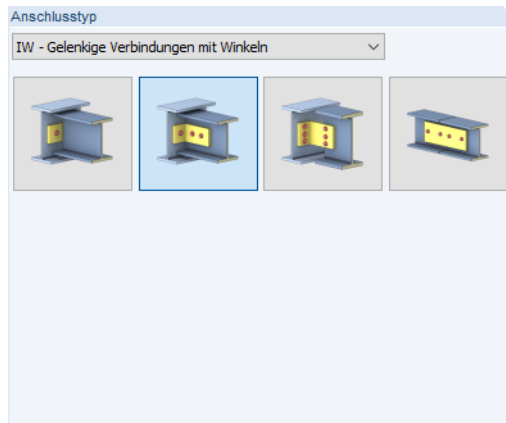


Bild 7.5: Abschnitt *Anschlussstyp* für Kategorie *Gelenkige Verbindungen*

Die Kategorie *Gelenkige Verbindungen* bietet folgende Ausführungsvarianten:

	Stirnplatte
	Winkel
	Gestreckte Winkel
	Pfettenlaschen

Tabelle 7.2: Anschlussstypen für gelenkige Verbindungen

## Zusätzliche Einstellungen

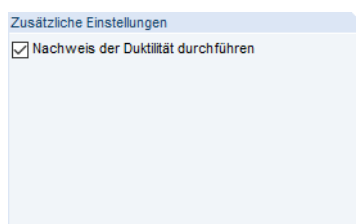


Bild 7.6: Abschnitt *Zusätzliche Einstellungen*

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 Profilvereihe 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.

1.2 Knoten und Stäbe

Definitionsart  
 Aus Strukturmodell übernehmen  
 Manuell definieren

Anschluss an  
 Knoten Nr.:  
 15

Knoten Nr.	Stab Nr.	Status	Querschnitt Bezeichnung	Material Bezeichnung	Kommentar
15	13	Riegel	IPE 360	Baustahl S 235 JR	
	14	Riegel	IPE 360	Baustahl S 235 JR	
	99	Nicht definiert	RD 24	Baustahl S 235 JR	
	102	Riegel	RD 24	Baustahl S 235 JR	
		Lastannahmend			
		Inaktiv			

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.

**1.4 Verbindungstypen**

Nr.	Benutzt	Typ	Schrauben-		Ausnutzung
			Größe	Klasse	
1	<input type="checkbox"/>	IH 1.1 E 30 27	M 27	10.9	0.77
2	<input type="checkbox"/>	IH 3.1 E 30 16	M 16	10.9	1.49
3	<input type="checkbox"/>	IH 1.1 E 30 20	M 20	10.9	1.00
4	<input type="checkbox"/>	IH 1.1 E 30 24	M 24	10.9	0.83
5	<input type="checkbox"/>	IH 1.1 E 30 20	M 20	8.8	1.23
6	<input checked="" type="checkbox"/>	IH 1.1 E 30 24	M 24	8.8	0.87
7	<input type="checkbox"/>	IH 1.1 E 30 27	M 27	8.8	0.77
8	<input type="checkbox"/>	IH 3.1 E 30 16	M 16	8.8	1.87

**Detailsinstellungen**

Anschluss: IH 1.1 E 30 24 (8.8, S235)

Querschnitt: IPE 300  
 Material: S235  
 Schraubengröße: M 24  
 Schraubenfestigkeitsklasse: 8.8

Stimplatte

Dicke:  $t_p$  35.0 mm  
 Breite:  $b_p$  180.0 mm  
 Höhe:  $h_p$  340.0 mm

Stimplattengeometrie

Oberer Rand:  $e_1$  80.0 mm  
 Vertikaler Abstand:  $p_{1,1}$  180.0 mm  
 Unterer Rand:  $e_{1n}$  80.0 mm  
 Obere Überlappung:  $u_1$  25.0 mm  
 Untere Überlappung:  $u_{1n}$  20.0 mm  
 Horizontaler Abstand:  $w$  110.0 mm  
 Horizontaler Rand:  $e_2$  35.0 mm

Schweißnähte

Naht am Steg:  $a_w$  3.0 mm  
 Naht am Flansch:  $a_f$  7.0 mm

Tragfähigkeit

Bemessungswert der Momentenraig:  $M_{j1,Rd}$  100.60 kNm  
 M-Tragfähigkeit (Umkehrmoment):  $M_{j2,Rd}$  100.60 kNm  
 Querkrafttragfähigkeit:  $V_{j,Rd}$  174.20 kN  
 Momentenraigfähigkeit des Trägers:  $M_{c,Rd}$  147.70 kNm

4 x M 24 8.8  
 $t_p = 35$  mm  
 Material S235

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 *Detail-einstellungen* 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.

### Detail-einstellungen

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

Für einige Kategorien bestehen weitere Modifikationsmöglichkeiten.

## Verbindungstypen IH 3 / IH 4

- Oben ▾
- Oben
- Unten

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 Verbindungstypen

Nr.	Benutzt	Typ	Schrauben-Größe	Klasse	Ausnutzung
1	<input type="checkbox"/>	IH 1.1 E 30 27	M 27	10.9	
2	<input checked="" type="checkbox"/>	IH 3.1 E 30 16	M 16	10.9	
3	<input type="checkbox"/>	IH 1.1 E 30 20	M 20	10.9	
4	<input type="checkbox"/>	IH 1.1 E 30 24	M 24	10.9	
5	<input type="checkbox"/>	IH 1.1 E 30 20	M 20	8.8	
6	<input type="checkbox"/>	IH 1.1 E 30 24	M 24	8.8	
7	<input type="checkbox"/>	IH 1.1 E 30 27	M 27	8.8	
8	<input type="checkbox"/>	IH 3.1 E 30 16	M 16	8.8	

Detalleinstellungen

□ Anschluss: IH 3.1 E 30 16 (10.9, S235)

**Gespiegelte Platte**

Querschnitt: IPE 300  
 Material: S235  
 Schraubengröße: M 16  
 Schraubenlochdurchmesser: 18.0 mm  
 Schraubenfestigkeitsklasse: 10.9

□ Stimplatte

Dicke:  $t_p$  20.0 mm  
 Breite:  $b_p$  150.0 mm  
 Höhe:  $h_p$  375.0 mm

□ Stimplattengeometrie

Oberer Rand:  $e_1$  25.0 mm  
 Vertikaler Abstand:  $p_{1,1}$  70.0 mm  
 Vertikaler Abstand:  $p_{1,2}$  220.0 mm  
 Unterer Rand:  $e_{1n}$  60.0 mm  
 Obere Überlappung:  $u_1$  55.0 mm  
 Untere Überlappung:  $u_{1n}$  20.0 mm  
 Horizontaler Abstand:  $w$  80.0 mm  
 Horizontaler Rand:  $e_2$  35.0 mm

□ Schweißnähte

Naht am Steg:  $a_w$  4.0 mm  
 Naht am Flansch:  $a_f$  7.0 mm

□ Tragfähigkeit

□ Steifigkeit

IH 3.1 E 30 16 (IPE 300)  
 6 x M 16 10.9  
 $t_p=20$  mm  
 Material S235

Bild 7.9: IH 3-Verbindung mit Option *Gespiegelte Platte*

## Verbindungstypen IS / IW

- Oberer Flansch ▾
- Nicht angewendet
- Oberer Flansch
- Unterer Flansch
- Beide Flansche gleich

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

Detalleinstellungen

□ Riegelausklinkungen

Riegelbearbeitung: Beide Flansche gleich ▾

Typ: Nicht angewendet

Länge:  $a$  mm  
 Höhe:  $e$  mm  
 Ausrundungsradius:  $r$  mm  
 Querkrafttragfähigkeit:  $V_{j,Rd}$  190.30 kN

□ Anschluss: IW 16 12 (IPE 360, S235): IK 2 3,5,4

Querschnitt: L 150x75x9  
 Material: S235  
 Schraubengröße: M 16  
 Schraubenfestigkeitsklasse: 4.6

Anzahl der Schrauben in horizontaler:  $n_1$  1  
 Anzahl der Schrauben in vertikaler R:  $n_2$  2  
 Erforderliche Dicke des Lastannehme:  $t_u$  3.0 mm

Winkel

Querschnitt: L 150x75x9  
 Höhe:  $h_w$  120.0 mm  
 Horizontaler Abstand:  $w$  109.0 mm  
 Vertikaler Abstand:  $p_1$  50.0 mm  
 Oberer Rand:  $e_1$  35.0 mm  
 Horizontaler Rand:  $e_{2,1}$  50.0 mm  
 Horizontaler Rand:  $e_{2,2}$  50.0 mm  
 Minimaler Ausklinkung Abstand:  $u$  19.0 mm

6 x M 16 4.6  
 2 x L 150x75x9  
 Material S235

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

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

Detaileinstellungen			
☐ Riegelausklinkungen			
☐ Riegelbearbeitung		Beide Flansche gleich	
☐ Typ		IK 2 4.6	
☐ Länge	a	60.0	mm
☐ Höhe	e	40.0	mm
☐ Ausrundungsradius	r	35.0	mm
☐	h <sub>a</sub>	40.0	mm
☐ Querkrafttragfähigkeit	V <sub>j,Rd</sub>	50.0	kN
☑ Anschluss: IW 16 12 (IPE 360, S235); IK 2 3,5,4			
☐ 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](#)).

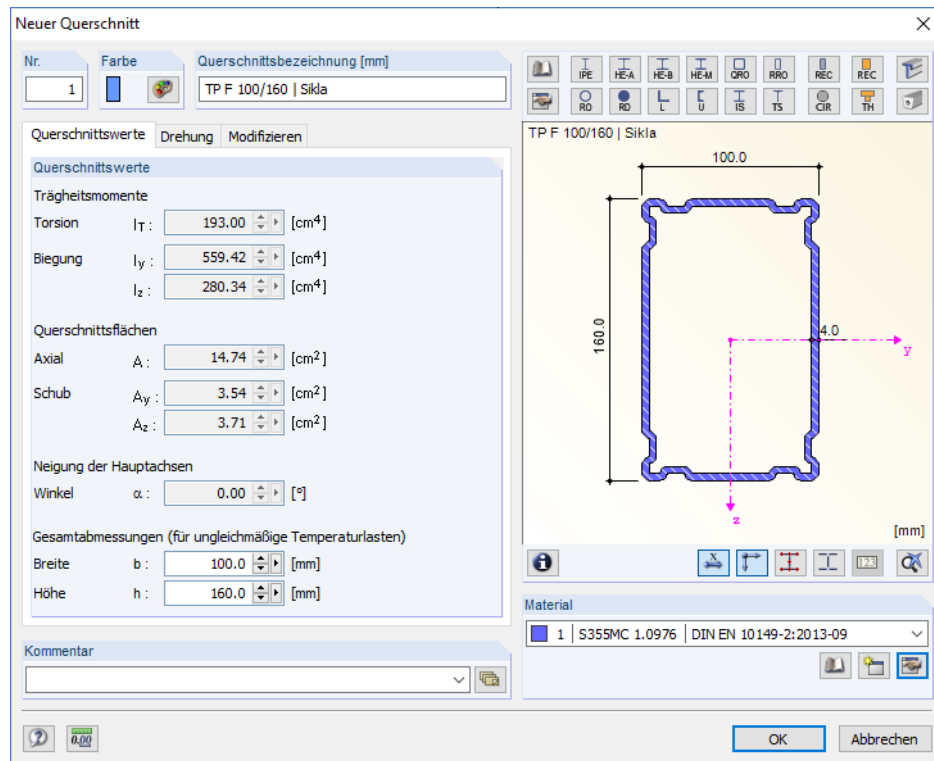


Bild 8.1: Sikla-Querschnitt in RFEM bzw. RSTAB



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

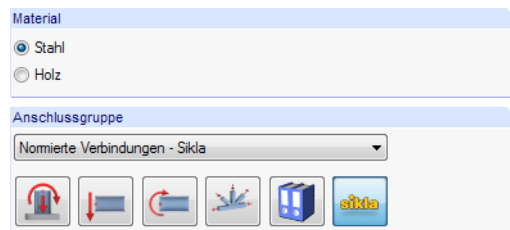


Bild 8.2: Zusatzmodul RF-/JOINTS Stahl - Sikla

Nr.	Knoten Nr.	Verhältnis
1	3	
2	2	
3	4,5	0.67

Eingabedaten	
	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 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

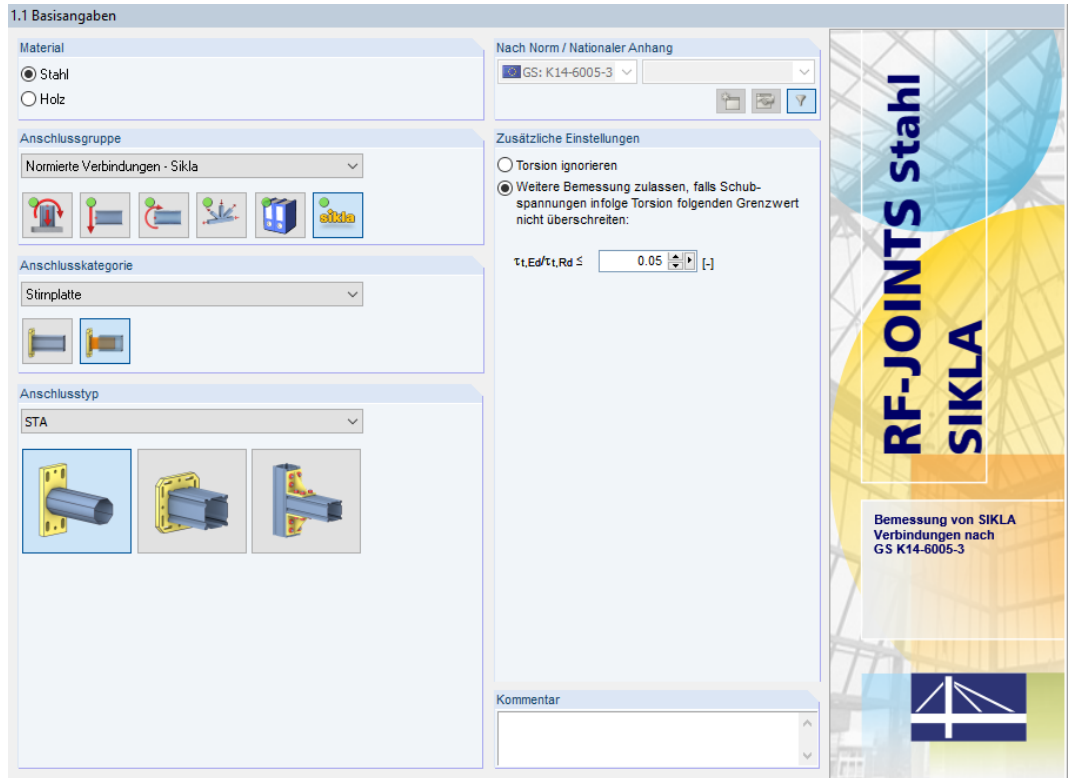


Bild 8.3: Maske 1.1 Basisangaben

### Anschlusskategorie

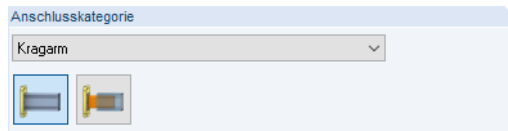
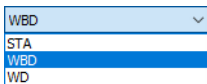


Bild 8.4: Anschlusskategorie



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.

### Anslusstyp



Die Auswahlmöglichkeiten sind von der Anschlusskategorie abhängig.

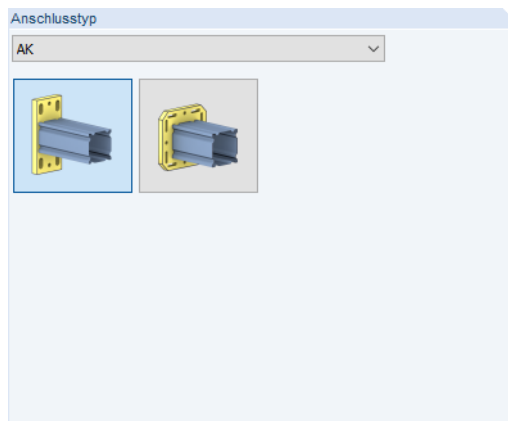


Bild 8.5: Abschnitt *Anslusstyp* für Kategorie *Kragarm*

Die Kategorie *Kragarm* bietet folgende Ausführungsvarianten:

	Auslegerkonsole – Typ <i>AK</i>
	Trägerkonsole – Typ <i>TKO</i>

Tabelle 8.1: Anschlusstypen für Kragarme

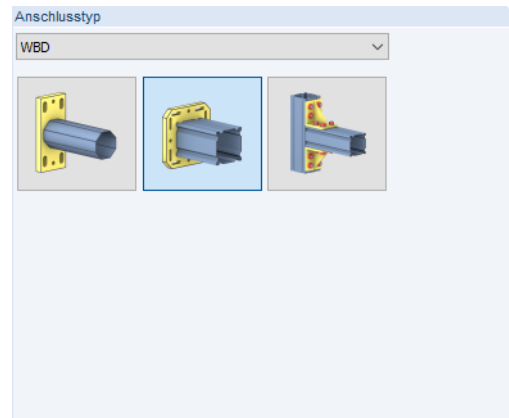


Bild 8.6: Abschnitt *Anschlusstyp* für Kategorie *Stirnplatte*

Die Kategorie *Stirnplatte* bietet folgende Ausführungsvarianten:

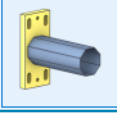
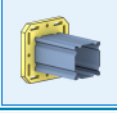

	Stirnadapter – Typ <i>STA</i>
	Wand-/Boden-/Decken-Halter – Typ <i>WBD</i>
	Winkelverbinder – Typ <i>WD</i>

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

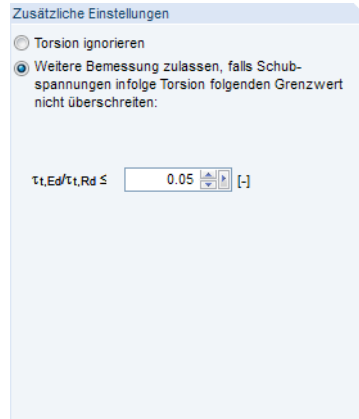


Bild 8.7: Abschnitt *Zusätzliche Einstellungen*

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 Profilfeihe mit dem Anschlussstyp 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.

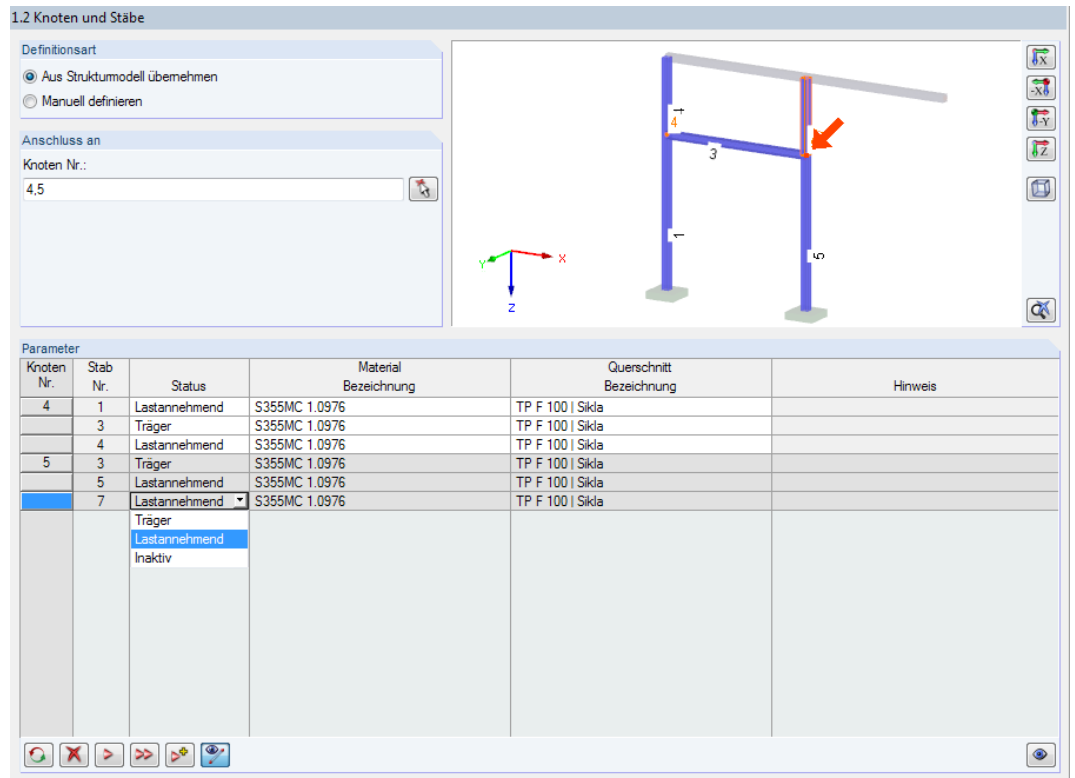


Bild 8.8: *Status* für Bauteile anpassen

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 Profilibibliothek unter den gewalzten Quadrat- und Rechteckhohlprofilen ausgewählt werden.

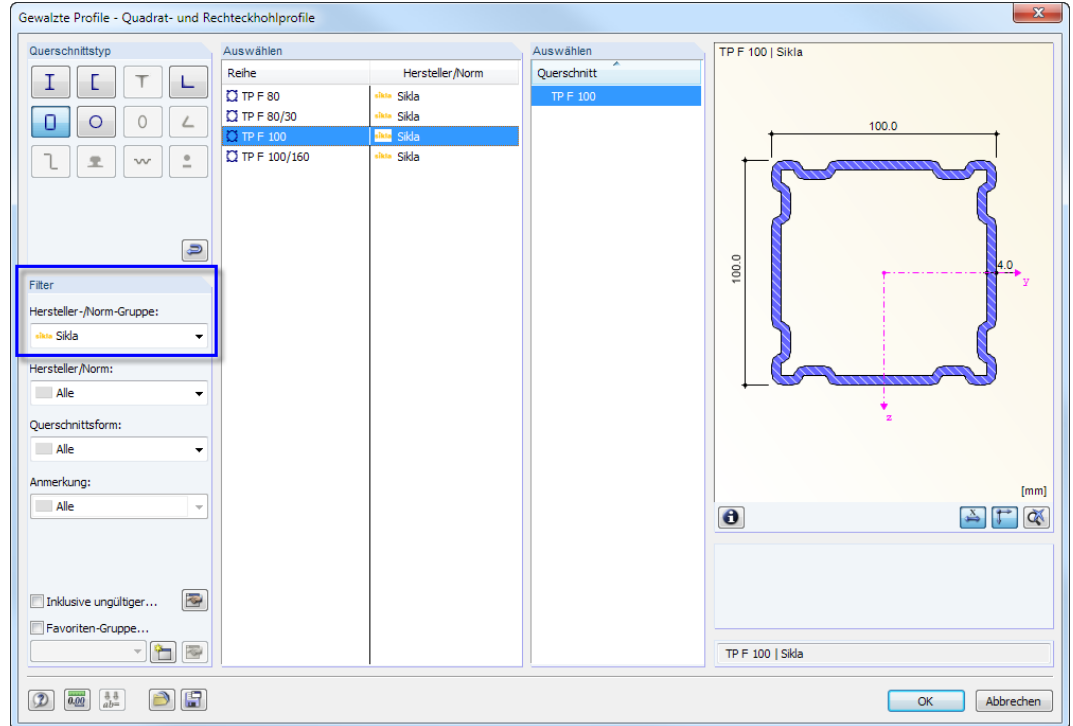


Bild 8.9: Querschnittsdatenbank für SIKLA-Profile



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.

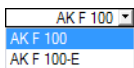
1.4 Geometrie

Parameter			
<input type="checkbox"/> <b>Anschlussstyp</b>			STA F 100-E ▾
Querschnitt			TP F 100   Sikla
Material			S355MC 1.0976
Exzentrizität		e <sub>z</sub>	-42.5 mm
Platteorientierung umkehren			<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <b>Tragfähigkeit</b>			
Normalkraftwiderstand		N <sub>Rd</sub>	15.00 kN
Querkraftbeanspruchbarkeit in y		V <sub>y,Rd</sub>	16.50 kN
Querkraftbeanspruchbarkeit in z		V <sub>z,Rd</sub>	13.90 kN
Momentenbeanspruchbarkeit um y		M <sub>y,Rd</sub>	3.18 kNm
Momentenbeanspruchbarkeit um z		M <sub>z,Rd</sub>	0.81 kNm
<input type="checkbox"/> <b>Steifigkeit</b>			
Normalfeder (Trag)		C <sub>trag</sub>	7.45 MN/m
Normalfeder (Gebr)		C <sub>gebr</sub>	11.00 MN/m
Normalkraft (Gebr)		N <sub>gebr</sub>	10.00 kN
Biegefeder um y (Trag)		C <sub>My,trag</sub>	0.11 MNm/rad
Biegefeder um y (Gebr)		C <sub>My,gebr</sub>	0.11 MNm/rad
Moment um y (Gebr)		M <sub>y,gebr</sub>	2.12 kNm
Biegefeder um z (Trag)		C <sub>Mz,trag</sub>	0.05 MNm/rad
Biegefeder um z (Gebr)		C <sub>Mz,gebr</sub>	0.05 MNm/rad
Moment um z (Gebr)		M <sub>z,gebr</sub>	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 Anschlussstyps, die untere Grafik eine 3D-Visualisierung der Verbindung.

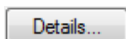
Die Schaltflächen unterhalb der 3D-Grafik sind in [Tabelle 3.1](#) auf [Seite 21](#) erläutert.



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

Für den ausgewählten Anschlussstyp 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>



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

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

Nr.	Knoten Nr.	Verhältnis
1	60-63	
2	58,59	

Eingabedaten
Basisangaben
Knoten und Stäbe
Belastungen
Lasteinwirkungsdauer und Nutz
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 9.16, Seite 77](#)).

## 9.1 Basisangaben

Bild 9.2: Maske 1.1 Basisangaben

## Anschlusskategorie

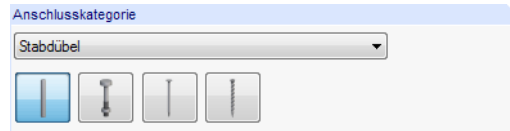
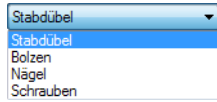


Bild 9.3: Anschlusskategorie

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

## Anschlussstyp

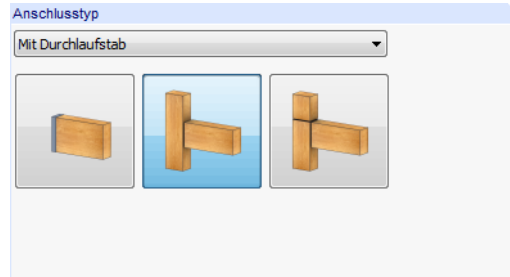
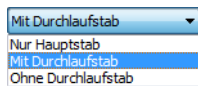


Bild 9.4: Anschlussstyp



Es stehen folgende Anschlussstypen 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 durchlaufenden Träger ( <i>Hauptstab</i> und <i>Durchlaufträger</i> )
	Ohne Durchlaufstab	Freie Definition eines Knotens mit bis zu acht anschließenden Stäben

Tabelle 9.1: Stabdübel-Anschlussstypen

## Rangfolge Anschnitt - Hauptstab



Bild 9.5: Rangfolge Anschnitt - Hauptstab

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

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

Tabelle 9.2: Anschlussmöglichkeiten Hauptstab

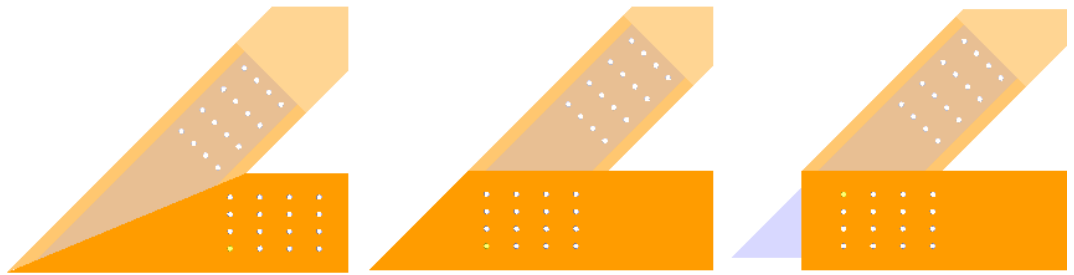


Bild 9.6: Symmetrischer Anschluss (links), durch Nebenstab (Mitte) und rechtwinklig abgeschnitten (rechts)

### 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

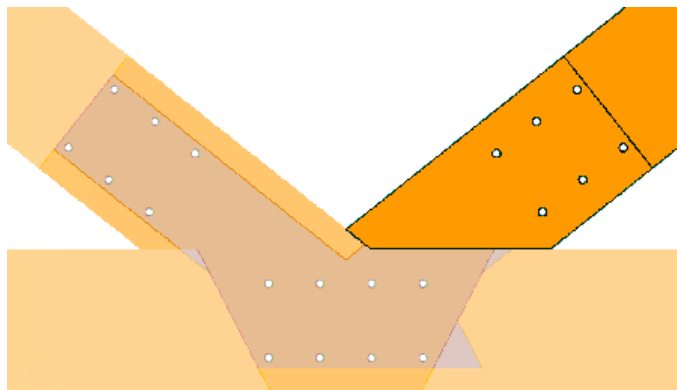
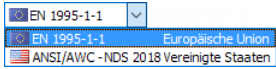


Bild 9.8: Durchlaufender Anschlussstab


## Nach Norm / Nationaler Anhang



Bild 9.9: Abschnitt *Nach Norm / Nationaler Anhang*



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.

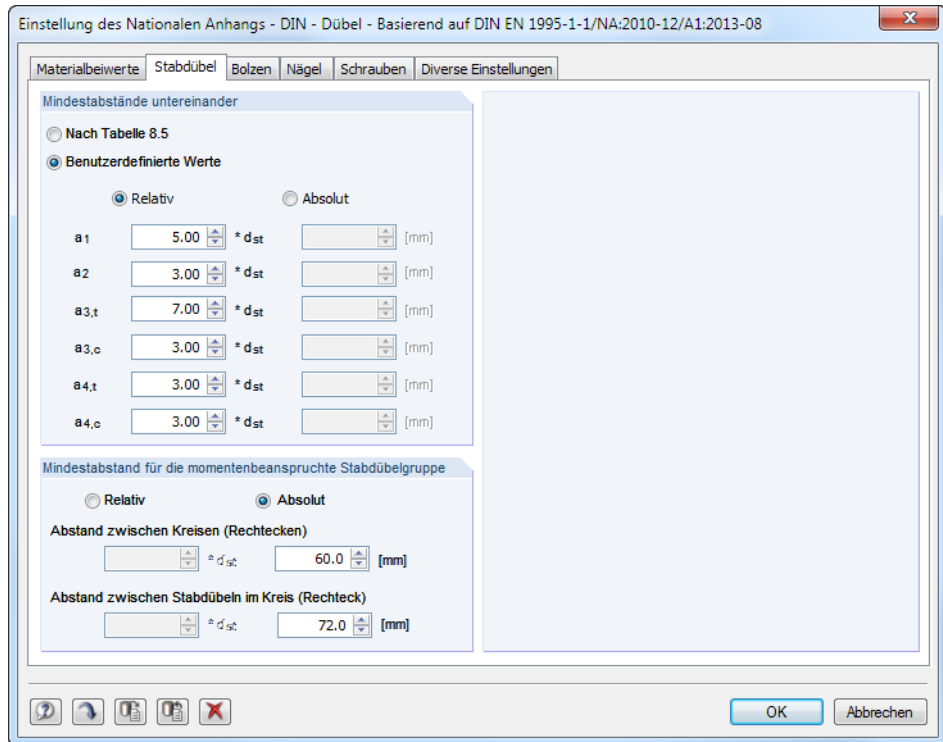


Bild 9.10: Dialog *Einstellung des Nationalen Anhangs*, Register *Stabdübel*

In den Registern *Stabdübel*, *Bolzen*, *Nägeln* 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  $k_{cr}$  bei Bedarf angepasst werden.



Bild 9.11: Dialogregister *Diverse Einstellungen*

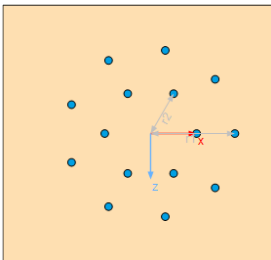
## Zusätzliche Einstellungen



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

Über die Listen und -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.



Abstand zwischen Stabdübelkreisen

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

6510) Hauptstab 1 - Stabdübelgeometrie - Minimaler Abstand zwischen				
Max. Ausnutzung: 0.51 ≤ 1				
Nachweisdetails - Knoten Nr. 1				
Schnittgrößen				
Stabdübelgruppeabstand				
Minimaler Abstand zwischen Kreisen (Rechtecken)	c <sub>1,min</sub>	50.0	mm	
Abstand zwischen Kreisen (Rechtecken)	c <sub>1</sub>	50.0	mm	OK
Minimaler Abstand zwischen Stabdübeln im Kreis (Rechteck)	c <sub>2,min</sub>	60.0	mm	
Abstand zwischen Stabdübeln im Kreis (Rechteck)	c <sub>2</sub>	114.9	mm	OK
Stabdübel-Nr.		4		
Kraft-Faserwinkel	α	81.96	°	
Mindestabstand zwischen Verbindungsmittel und unbeanspruch	a <sub>3,c,min</sub>	79.2	mm	
Abstand zwischen Verbindungsmittel und unbeanspruchtem En	a <sub>3,c</sub>	80.0	mm	OK
Stabdübel-Nr.		3		
Kraft-Faserwinkel	α	30.31	°	
Mindestabstand zwischen Verbindungsmittel und beanspruchte	a <sub>4,t,min</sub>	30.1	mm	
Abstand zwischen Verbindungsmittel und beanspruchtem Ranc	a <sub>4,t</sub>	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  $\sigma_g$  anzugeben.

Einstellungen für Stabdübelgruppe			
Fom		Rechteck	
Durchmesser	$d_{st}$	10.0	mm
Holzstopfenlänge	$l_{plug}$	0.0	mm
Stabdübellänge	$l_{st}$	160.0	mm
Anzahl der Dübelspalten (x-Richtung)	$n_{dx}$	4	
Anzahl der Dübelreihen (z-Richtung)	$n_{dz}$	3	
Versetzte Reihen		<input type="checkbox"/>	
Auslegung Stabdübel		Minimaler Randabsta	
Ausrichtung von Zeilen und Spalten		Basis	
Verbindung verstärkt mit Schrauben ( $n_{ef} = r$ )		<input type="checkbox"/>	
Einstellungen für Stab			
Stimversatz	$\sigma_g$	10.0	mm
Stabexzentrizität in X-Richtung	X	70.0	mm
Stabexzentrizität in Z-Richtung	Z	130.0	mm

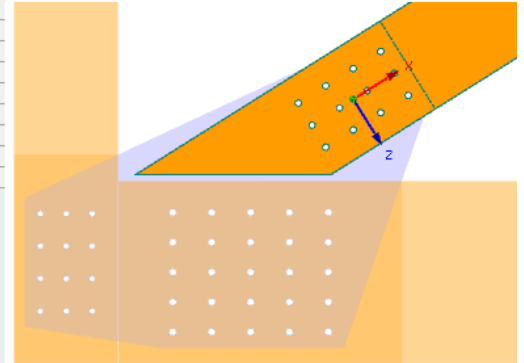


Bild 9.14: Vorgabe für Option *Kontakt der Stäbe überprüfen*

Im Nachweis Nr. 6530 wird überprüft, ob die Gesamtverformung der Verbindung größer ist als der vorgegebene Abstand  $\sigma_g$ . Falls der Nachweis nicht erfüllt ist, stehen die Stäbe im Kontakt.



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 Anschlussstyp *Hauptstab* ist diese Option zwangsläufig nicht verfügbar.

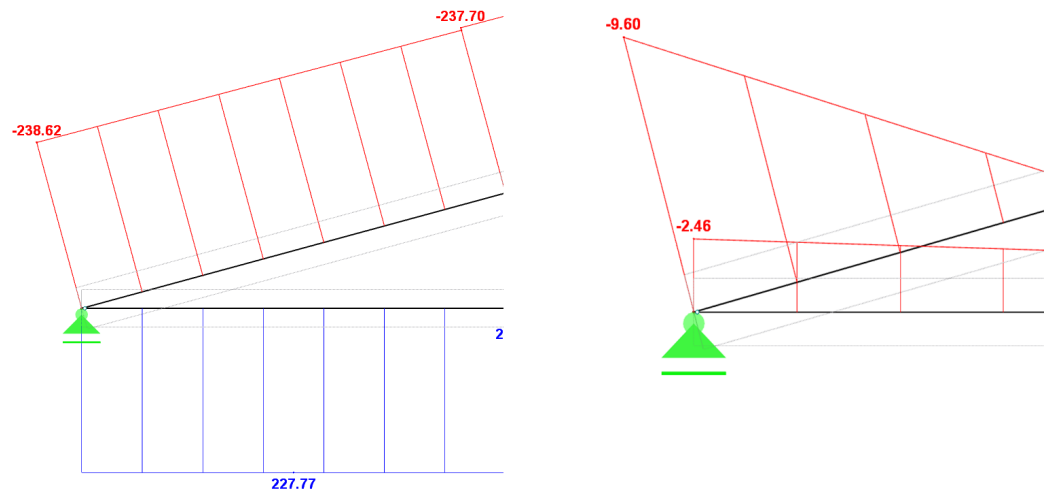


Bild 9.15: Schnittgrößen am Stab

Bei der Schnittgrößenkonstellation des obigen Bildes wird ohne 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.

Mit 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.

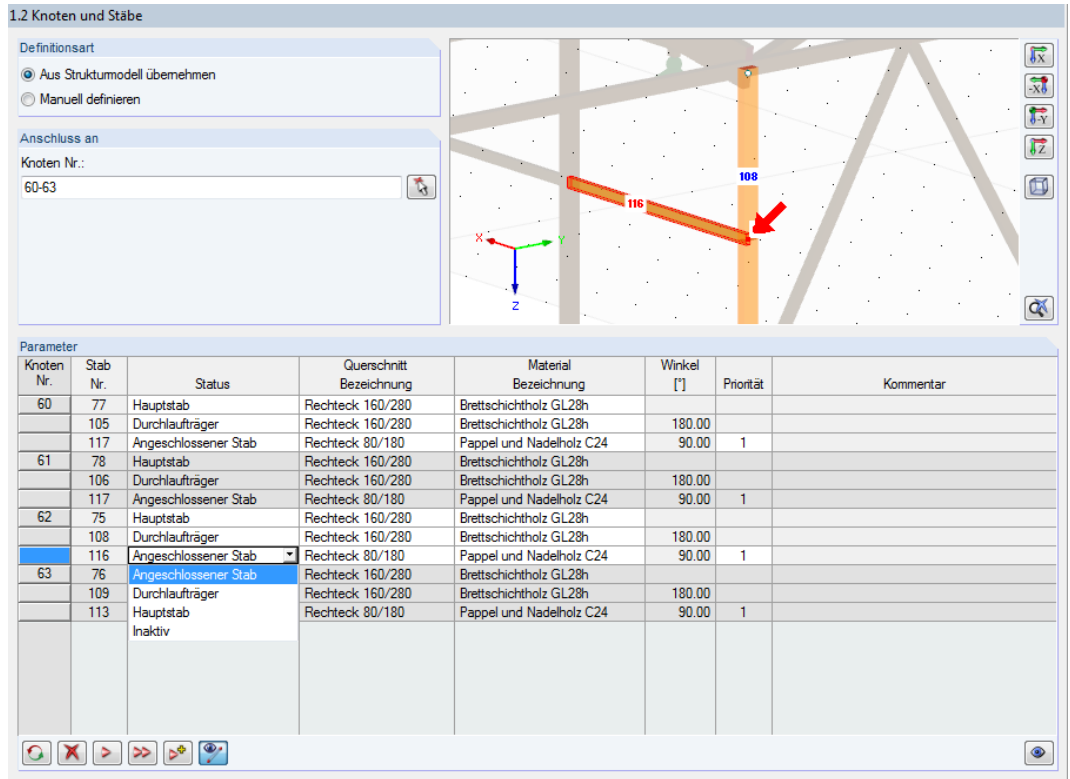


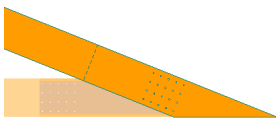
Bild 9.16: Maske 1.2 Knoten und Stäbe - Status der Stäbe anpassen

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 Anschlussstyp *Ohne Durchlaufstab* einzustellen).



Traufknotenanschluss

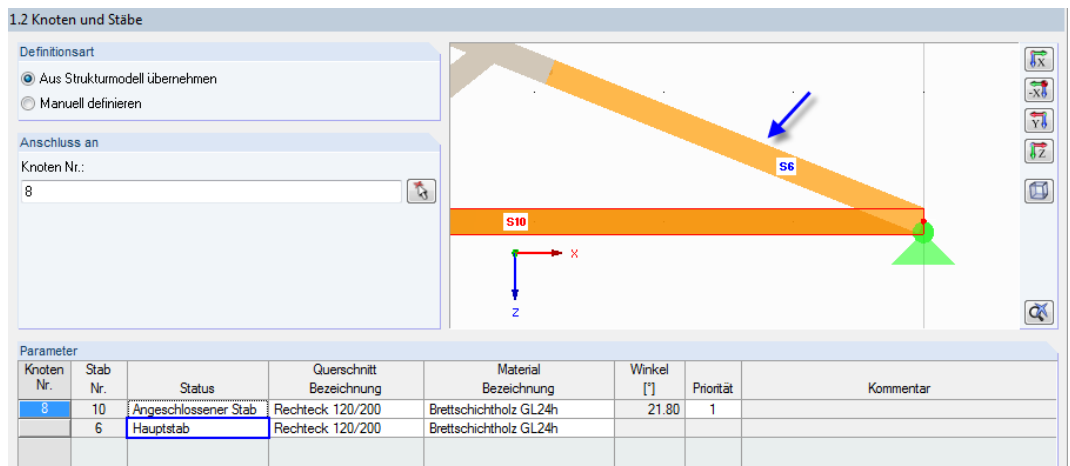


Bild 9.17: Traufknoten mit durchlaufendem Obergurt

- Hauptstab
- Angeschlossener Stab
- Durchlaufträger
- Hauptstab
- Inaktiv

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 Anschlussstyp *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.

**1.2 Knoten und Stäbe**

Definitionsart  
 Aus Strukturmodell übernehmen  
 Manuell definieren

Anschluss an  
 Knoten Nr.: 19

Knoten Nr.	Stab Nr.	Status	Querschnitt Bezeichnung	Material Bezeichnung	Winkel [°]	Priorität	Kommentar
19	18	Hauptstab	Rechteck 120/200	Nadelholz C24			
	19	Durchlaufträger	Rechteck 120/200	Nadelholz C24	180,00		
	20	Angeschlossener Stab	Rechteck 120/200	Nadelholz C24	152,50	4	
	21	Angeschlossener Stab	Rechteck 120/200	Nadelholz C24	125,00	6	
	22	Angeschlossener Stab	Rechteck 120/200	Nadelholz C24	97,50	1	
	23	Angeschlossener Stab	Rechteck 120/200	Nadelholz C24	70,00	5	
	24	Angeschlossener Stab	Rechteck 120/200	Nadelholz C24	42,50	3	
	25	Angeschlossener Stab	Rechteck 120/200	Nadelholz C24	15,00	2	
	26	Inaktiv	Rechteck 120/200	Nadelholz C24			

**Bild 9.18:** Funktionsfähige Verbindungsgeometrie mittels inaktivem Stab



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.

Beim Anslusstyp *Hauptstab* sind Neigung, Anschnitt und Exzentrizität frei wählbar.

1.2 Knoten und Stäbe

Definitionsart

Aus Strukturmodell übernehmen  
 Manuell definieren

Anschluss an

Knoten Nr.:

Parameter

Knoten Nr.	Stab Nr.	Status	Querschnitt Bezeichnung	Material Bezeichnung	Winkel [°]	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.

1.4 Lasteinwirkungsdauer und Nutzungsklasse

Belastung	A	B	C
	Bezeichnung	Belastungstyp	Klasse der Lasteinwirkungsdauer KLED
LF1	Eigengewicht und Aufbau	Ständig	Ständig
LF2	Schnee	Nutzlasten	Kurz
LF3	Wind in +X	Wind	Kurz
LF4	Wind in +Y	Wind	Kurz
LK1	Bemessungsschnittgrößen	-	Ständig
LK2	Bemessungsschnittgrößen 2	-	Lang
LK3	Bemessungsschnittgrößen 3	-	Mittel
LK4	Bemessungsschnittgrößen 4	-	Kurz
			Kurz / Sehr kurz Sehr kurz

**Nutzungsklasse (NKL)**

Identisch für alle Stäbe und Stabsätze

NKL: 2

Unterschiedlich...

---

**Nutzungsklasse 1:**  
Gesamtholzfeuchte 5-15 %.  
Mittlere Holzfeuchte der meisten Nadelhölzer ≤ 12 %.

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.

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  $k_{mod}$  benötigt, der die Festigkeitseigenschaften des Materials beeinflusst (siehe [2] Tabelle 3.1). Die Beiwerte  $k_{mod}$  können im Dialog *Einstellung des Nationalen Anhangs* überprüft und bei Bedarf angepasst werden (siehe Bild 2.19, Seite 19).

Klasse der Lasteinwirkungsdauer  
KLED

Mittel

▼

- Ständig
- Lang
- Mittel
- Kurz
- Kurz / Sehr kurz
- Sehr kurz

Nat. Anhang...

## 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.

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.

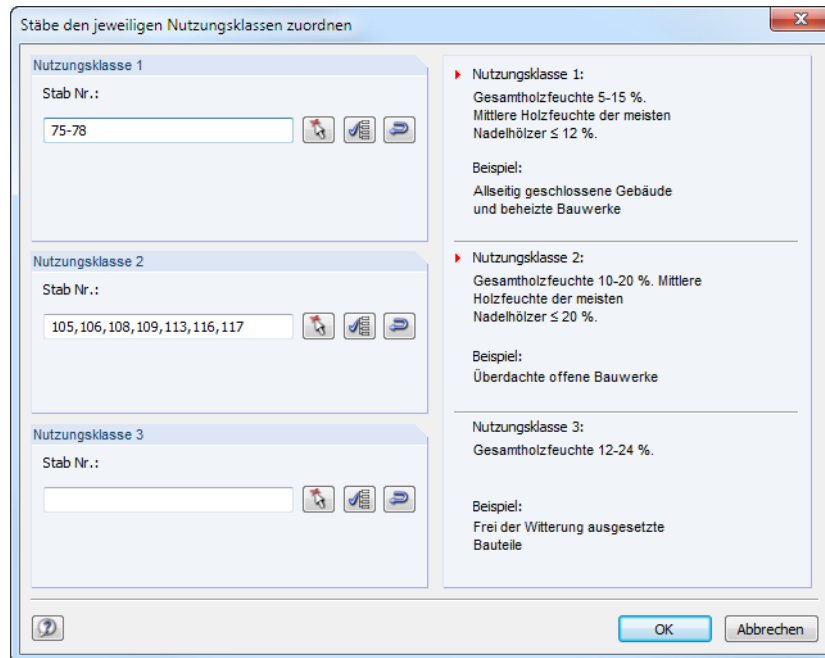
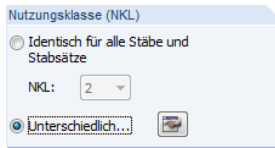


Bild 9.21: Dialog *Stäbe den jeweiligen Nutzungsklassen zuordnen*

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

Schaltfläche	Funktion
	Ermöglicht die grafische Auswahl der Stäbe im RFEM/RSTAB-Arbeitsfenster
	Weist alle Stäbe dieser Nutzungsklasse zu
	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.

1.5 Geometrie

Stahlbleche		
Anzahl der Stahlbleche	$n_{pl}$	2
Stahlblechdicke	$t_{pl}$	10.0 mm
Abstand der Stabdübel zum Blechrand	$e_1$	24.0 mm
Lochbreite gleich Blechdicke	$t_l = t_{bl}$	<input type="checkbox"/>
Schlitzbreite für Stahlblech	$t_{sl}$	11.0 mm
Seitenplatten		<input type="checkbox"/>
Gleichmäßige Verteilung der Platten über der Stabbreite		<input type="checkbox"/>
Abstand zwischen den Blechen im Stab	$t_i$	40.0 mm

Verbindungsgeometrie		
52   Hauptstab		
Einstellungen für Stabdübelgruppe		
Form		Rechteck
Durchmesser	$d_{st}$	12.0 mm
Holzstopfenlänge	$l_{plug}$	0.0 mm
Stabdübellänge	$l_{st}$	160.0 mm
Anzahl der Dübelspalten (x-Richtung)	$n_{dx}$	4
Anzahl der Dübelreihen (z-Richtung)	$n_{dz}$	3
Versetzte Reihen		<input type="checkbox"/>
Auslegung Stabdübel		Minimaler Randabstand
Ausrichtung von Zeilen und Spalten		Basis
Verbindung verstärkt mit Schrauben ( $n_{ef} = n$ )		<input type="checkbox"/>

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.

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.

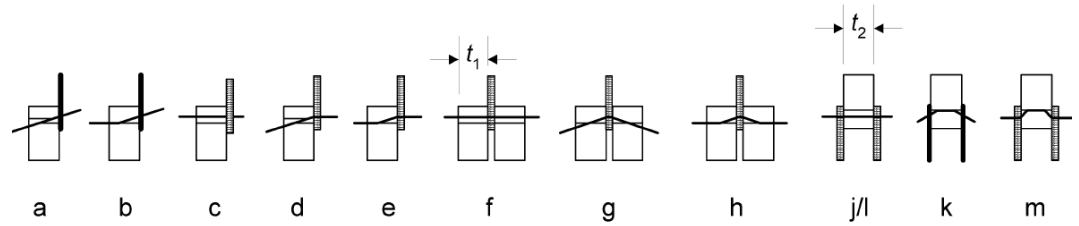


Bild 9.23: Versagensmechanismen gemäß [2] Bild 8.3

Für den Fall von mehr als einem eingeschlitzten 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.

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

Bei dicken Blechen aus den Modi l und m.

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

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

Werte:

$$A_{Start} = 0.5$$

$$A_{End} = 1$$

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

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

$$B_{End} = F_{v,Rk,thick}$$

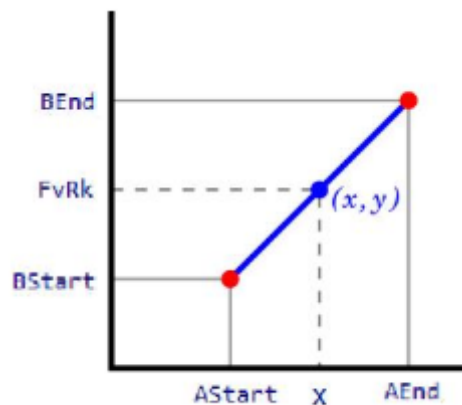


Bild 9.24: Interpolation Tragfähigkeiten

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 (l), (m) und dünnen Stahlblechen mit den Fällen (j), (k) unterschieden.

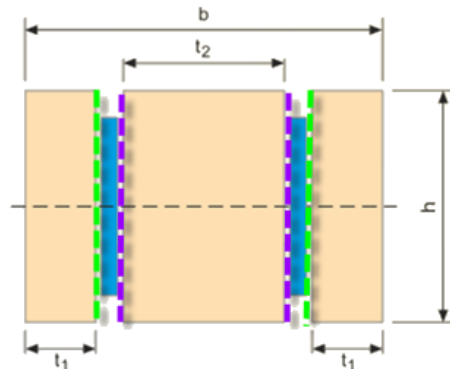


Bild 9.25: Versagensmechanismen: grün gestrichelt (f), (g) und (h); violett gestrichelt (l), (m) oder (j), (k)

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

- 99 | Hauptstab
- 99 | Hauptstab
- 100 | Angeschlossener Stab 1
- 101 | Angeschlossener Stab 2

- 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 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 Minstdurchmesser 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.

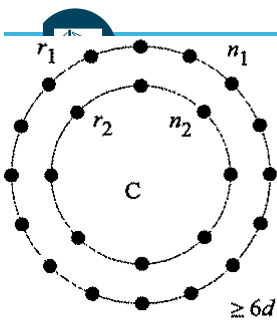
## Form der Verbindung

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	d <sub>st</sub>	20.0	mm
Holzstopfenlänge	l <sub>plug</sub>	0.0	mm
Stabdübellänge	l <sub>st</sub>	140.0	mm
Anzahl der Kreise	n <sub>cr</sub>	3	
Anzahl der Stabdübel pro Kreis 1	n <sub>dw,1</sub>	6	
Anzahl der Stabdübel pro Kreis 2	n <sub>dw,2</sub>	6	
Anzahl der Stabdübel pro Kreis 3	n <sub>dw,3</sub>	6	
Auslegung Stabdübel		Minimaler Randabstand	
Verbindung verstärkt mit Schrauben (n <sub>ef</sub> = n)		<input type="checkbox"/>	
Einstellungen für Stab			
Faser parallel zu		Stabachse	

Bild 9.26: Anzahl der Dübelkreise festlegen



Dübelkreis-  
Mindestradius

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.

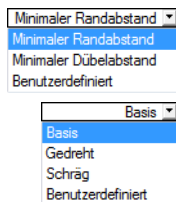
$$d_{\text{Kern,max}} = \frac{h}{6} \cdot \frac{\sin 60}{1 + \sin 60} \quad (9.3)$$

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	d <sub>st</sub>	10.0	mm
Holzstopfenlänge	l <sub>plug</sub>	0.0	mm
Stabdübellänge	l <sub>st</sub>	280.0	mm
Anzahl der Dübelspalten (x-Richtung)	n <sub>dx</sub>	5	
Anzahl der Dübelreihen (z-Richtung)	n <sub>dz</sub>	3	
Versetzte Reihen		<input checked="" type="checkbox"/>	
Auslegung Stabdübel		Minimaler Randabstand	
Ausrichtung von Zeilen und Spalten		Basis	
Verbindung verstärkt mit Schrauben (n <sub>ef</sub> = n)		<input type="checkbox"/>	

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).



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

Einstellungen für Stabdübelgruppe		
Form		Rechteck
Durchmesser	d <sub>st</sub>	20.0 mm
Holzstopfenlänge	l <sub>plug</sub>	3.0 mm
Stabdübellänge	l <sub>st</sub>	134.0 mm
Anzahl der Dübelspalten (x-Richtung)	n <sub>dx</sub>	5
Anzahl der Dübelreihen (z-Richtung)	n <sub>dz</sub>	5
Versetzte Reihen		<input type="checkbox"/>
Auslegung Stabdübel		Minimaler Randabstand
Ausrichtung von Zeilen und Spalten		Basis
Verbindung verstärkt mit Schrauben (n <sub>ef</sub> )		<input type="checkbox"/>
Einstellungen für Stab		
Schnittwinkel	δ	64.50 °
Biegung der Seitenstäbe vermeiden		<input checked="" type="checkbox"/>

Bild 9.28: Schnittwinkel festlegen

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

Einstellungen für Stabdübelgruppe		
Form		Rechteck
Durchmesser	d <sub>st</sub>	12.0 mm
Stabdübellänge	l <sub>st</sub>	200.0 mm
Holzstopfenlänge	l <sub>plug</sub>	0.0 mm
Anzahl der Dübelspalten (x-Richtung)	n <sub>dx</sub>	4
Anzahl der Dübelreihen (z-Richtung)	n <sub>dz</sub>	3
Versetzte Reihen		<input type="checkbox"/>
Auslegung Stabdübel		Minimaler Randabstand
Ausrichtung von Zeilen und Spalten		Basis
Verbindung verstärkt mit Schrauben (n <sub>ef</sub> = n)		<input type="checkbox"/>
Einstellungen für Stab		
Stabexzentrizität in X-Richtung	X	0.0 mm
Stabexzentrizität in Z-Richtung	Z	-100.0 mm
Biegung der Seitenstäbe vermeiden		<input checked="" type="checkbox"/>

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 *Detalleinstellungen*, 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.

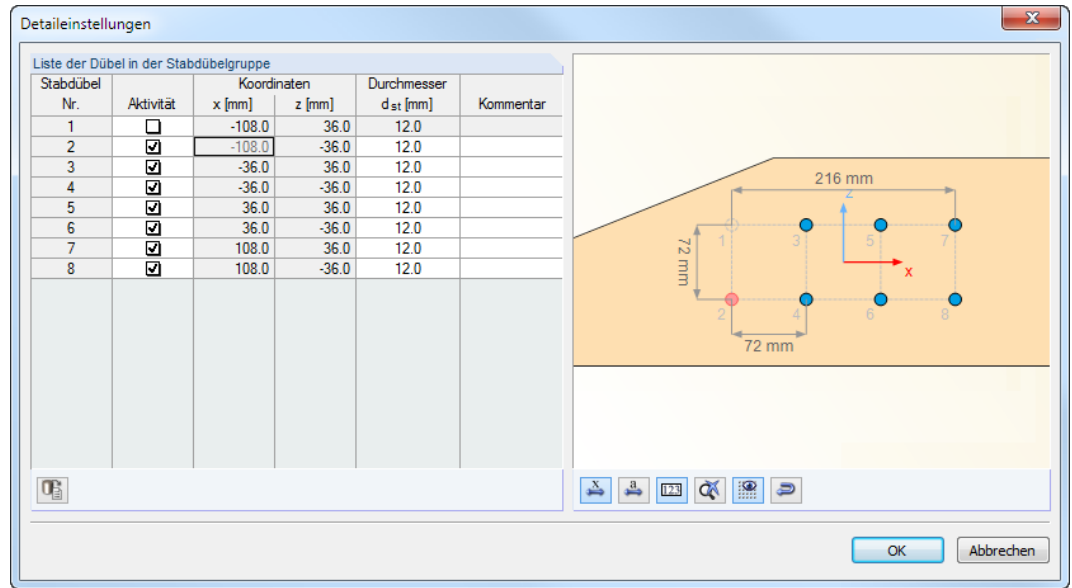


Bild 9.30: Dialog *Detaileinstellungen*

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

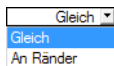
## Verbindung verstärkt mit Schrauben

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	d <sub>st</sub>	16.0 mm
Holzstopfenlänge	l <sub>plug</sub>	0.0 mm
Stabdübellänge	l <sub>st</sub>	200.0 mm
Anzahl der Dübelspalten (x-Richtung)	n <sub>dx</sub>	5
Anzahl der Dübelreihen (z-Richtung)	n <sub>dz</sub>	4
Versetzte Reihen		<input type="checkbox"/>
Auslegung Stabdübel		Minimaler Randab
Ausrichtung von Zeilen und Spalten		Basis
Verbindung verstärkt mit Schrauben (n <sub>ef</sub> = n)		<input checked="" type="checkbox"/>
Parameter der Verstärkung definieren		Automatisch
Auslegung der Verstärkung definieren		Automatisch
Anzahl der verstärkenden Schrauben im Innen	n <sub>s,in</sub>	Manuell
Anzahl der verstärkenden Schrauben im Außen	n <sub>s,out</sub>	1
Schraubenverlängerung	l <sub>ext</sub>	10.0 mm
Schraubenlänge	l <sub>ef</sub>	246.0 mm
Nenn Durchmesser	d	6.0 mm
Manuelle Definition des Kerndurchmessers		<input type="checkbox"/>
Kerndurchmesser	d <sub>kern</sub>	3.6 mm
Ermittlung von Ausziehfestigkeit		nach 8.7.2(4)
Grenzzugfestigkeit 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.

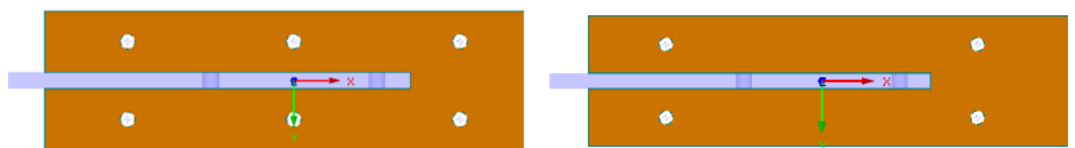


Bild 9.32: Schrauben zwischen jedem Dübel *Gleich* (links) oder nur für *Ränder* (rechts)

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

Die Schraubenlänge ist bis zur Achse des am weitesten vom Einschraubpunkt entfernten Verbindungsmittel vorgegeben. Es ist auch eine Schraubenverlängerung mit dem Wert  $l_{\text{ext}}$  bis zum Rand des Querschnitts möglich. Die Schraubenlänge wird dabei automatisch berechnet.

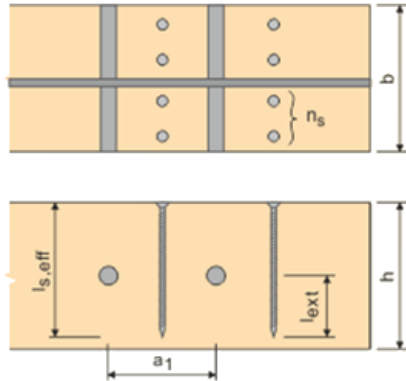


Bild 9.33: Definition der Schraubenlänge

6.0
6.0
7.0
8.0
10.0
12.0

Der Nenn Durchmesser 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.

nach 8.7.2(4)
nach 8.7.2(4)
nach 8.7.2(5)

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 Auszieh widerstands erfolgt damit entweder nach

Gleichung (8.38)

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

oder Gleichung (8.40a)

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

Da in [2] keine Angaben über die Grenzfestigkeit des Verbindungsmittels vorliegen, muss der Wert  $f_{u,b}$  benutzerdefiniert festgelegt werden. Die Schraubenzugfestigkeit wird mit dem Kerndurchmesser der Schraube berechnet.

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

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

Der Auszieh widerstand 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  $F_{res}$  in jeder Schraube über die Kraft  $F_{res}$  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  $F_{res,z}$  des Stabes verwendet.

Nachweisdetails - Knoten Nr. 4			
☐ Schnittgrößen			
☐ Hauptstab, 3			
Normalkraft	N	8.000	kN
Querkraft	$V_z$	5.000	kN
Biegemoment	$M_y$	-10.000	kNm
☐ Kraft / Verbindungsmittel			
☐ Stabdübel-Nr.			
Stabdübel-Nr.		1	
Koordinate	x	-165.00	mm
Koordinate	z	60.00	mm
Resultierende Kraft	$F_{res}$	11.033	kN
Resultierende Stabdübelverformung	$d_{res}$	0.61	mm
Kraft-Faserwinkel	$\alpha$	66.24	°
Ausnutzung	$\eta$	1.299	
☐ Stabdübel-Nr.			
Stabdübel-Nr.		2	
Koordinate	x	-165.00	mm
Koordinate	z	-60.00	mm
Resultierende Kraft	$F_{res}$	10.390	kN

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  $F_{notch}$  wird  $F_{res}$  (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:

$$F_{k,split} = F_{res,0.3} + F_{notch} \tag{9.7}$$



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).

Details...

**Einstellungen**

Reduzierung des Verschiebungsmoduls  $K_u$  mit  $\gamma_M$

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-Biegebeanspruchung ( $M_y$ ) mit  $h < 600$  mm (Biegung) oder  $b < 600$  mm (Zug)

Nach 5.1.3(1) EN 14080 für Brettschichtholz  $t \leq 40$  mm ( $M_y$ )

t:  [mm]

Grenzwinkel für Versteifungsnachweis nach EN 1995-1-1 8.7.2

$\alpha$ :  [°]

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

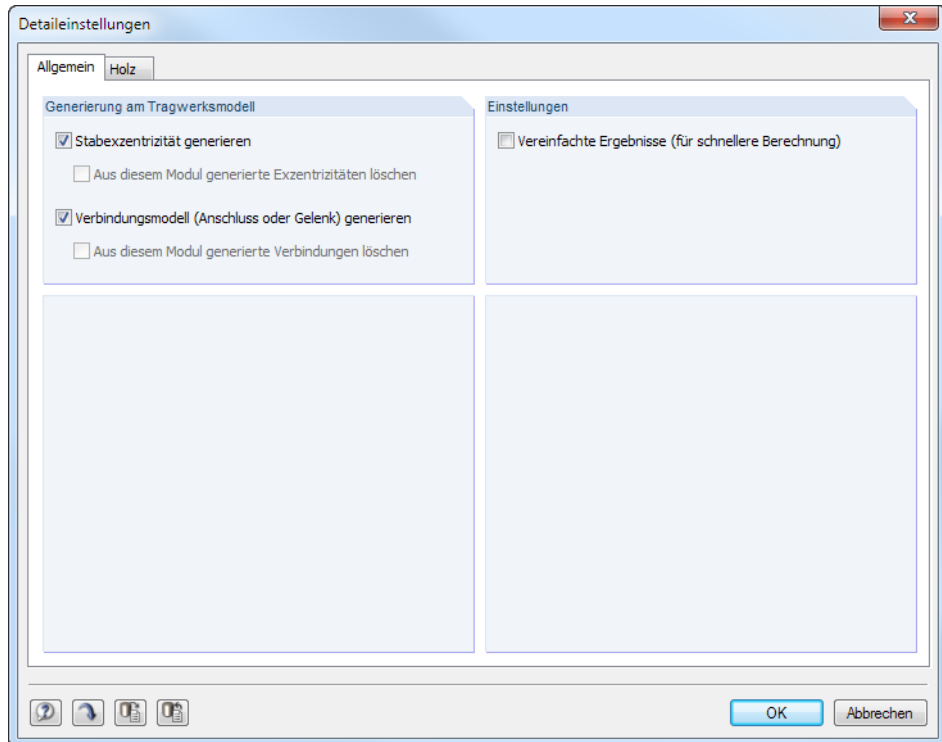


Bild 9.36: Dialog *Detaileinstellungen*, Register *Allgemein*

### 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 Fachwerkstäben vorliegen, würden die zusätzlichen Anschlussgelenke zu Instabilitäten bei der Berechnung führen. Vor dem Schließen des Dialogs erscheint daher ein entsprechender Hinweis.

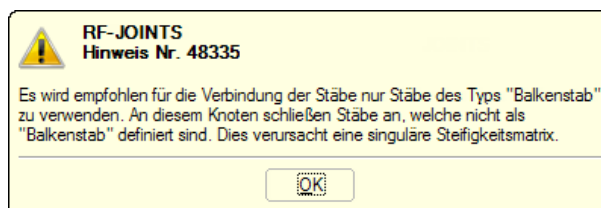


Bild 9.37: Hinweis für Modellierung

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

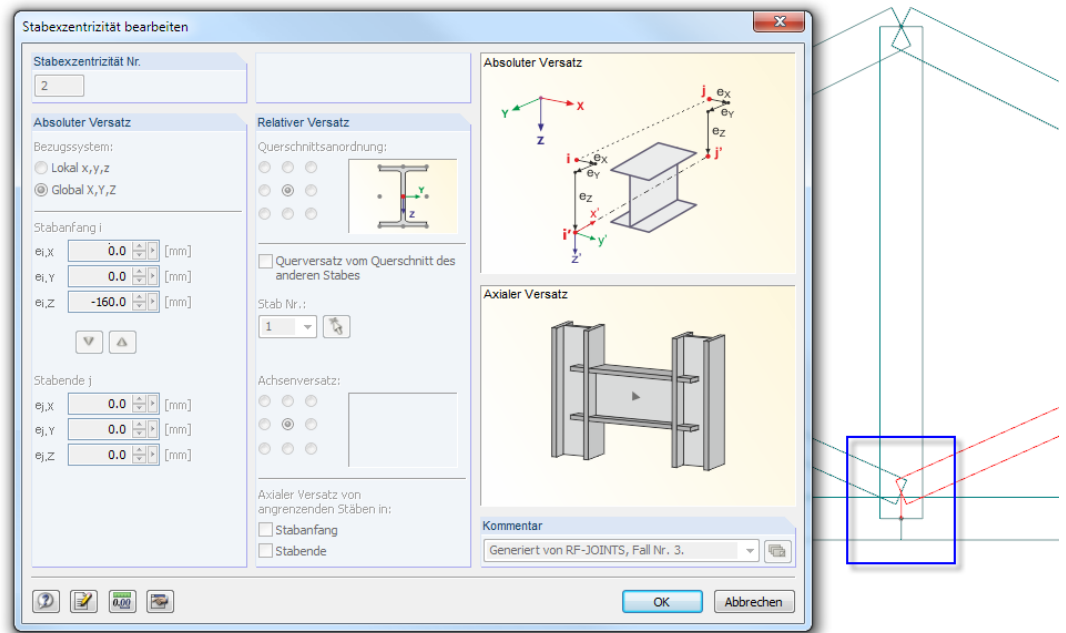


Bild 9.38: Generierte Stabexzentrizität in RFEM bzw. RSTAB

### 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

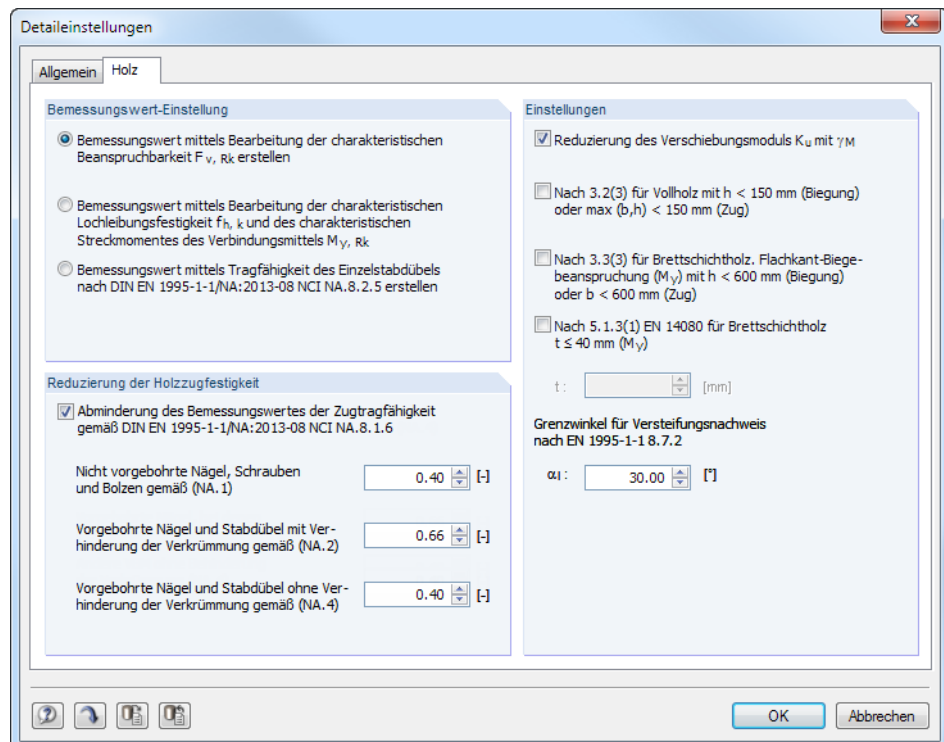


Bild 9.39: Dialog *Detaileinstellungen*, Register *Holz*



### Bemessungswert-Einstellung

Wird der Bemessungswert durch *Bearbeitung der charakteristischen Beanspruchbarkeit*  $F_{v,Rk}$  erzeugt, so wird die Tragfähigkeit mit den Faktoren  $k_{mod}$  und  $\gamma_M$  an das semiprobabilistische Sicherheitskonzept angepasst.

Der Bemessungswert der Tragfähigkeit je Dübel und Schlitzblech ist dann:

$$F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} \quad (9.8)$$

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:

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

Fließmoment des Stabdübels:

$$M_{y,Rd} = \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M0}} \quad (9.10)$$

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  $k_{\eta}$  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.



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

Material

Stahl

Holz

---

Anschlussgruppe

Holz-Holzverbindung

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



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

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](#)).

Nr.	Knoten Nr.	Verhältnis
1	60-63	
2	58,59	

Eingabedaten

- Basisangaben
- Knoten und Stäbe
- Belastungen
- Lasteinwirkungsdauer und Nutz
- Geometrie

## 10.1 Basisangaben

1.1 Basisangaben

Material

Stahl

Holz

Nach Norm / Nationaler Anhang

EN 1995-1-1 | DIN: 2013-08

Anschlussgruppe

Holz-Holzverbindung

Zusätzliche Einstellungen

Mindesteindringtiefe überprüfen

$t_{pen, min} \geq 6 \cdot d$

Anschlusskategorie

Schräge Schrauben

Anschlussstyp

Stirn zur Seite

Rangfolge Anschnitt - Hauptstab

Kommentar

**RF-JOINTS Holz**

Holz zu Holz

Bemessung von direkten Verbindungen nach EN 1995-1-1

Bild 10.2: Maske *1.1 Basisangaben*

## Anschlusskategorie



Bild 10.3: Anschlusskategorie

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

## Anschlussstyp

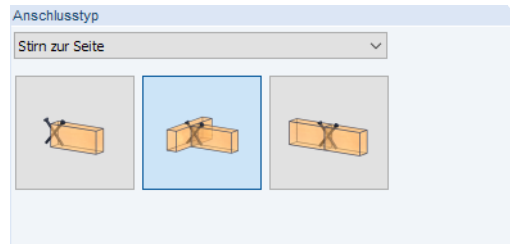
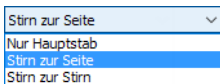


Bild 10.4: Anschlussstyp



Es stehen folgende Anschlussstypen zur Auswahl:

	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

Tabelle 10.1: Anschlussstypen

## Rangfolge Anschnitt - Hauptstab



Bild 10.5: Rangfolge Anschnitt - Hauptstab

Dieser Abschnitt ist nur für den Anschlussstyp *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



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

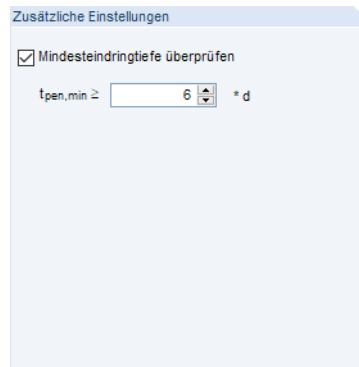


Bild 10.7: Abschnitt *Zusätzliche Einstellungen*

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 *Mindestdringtiefe*  $t_{pen,min}$  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.

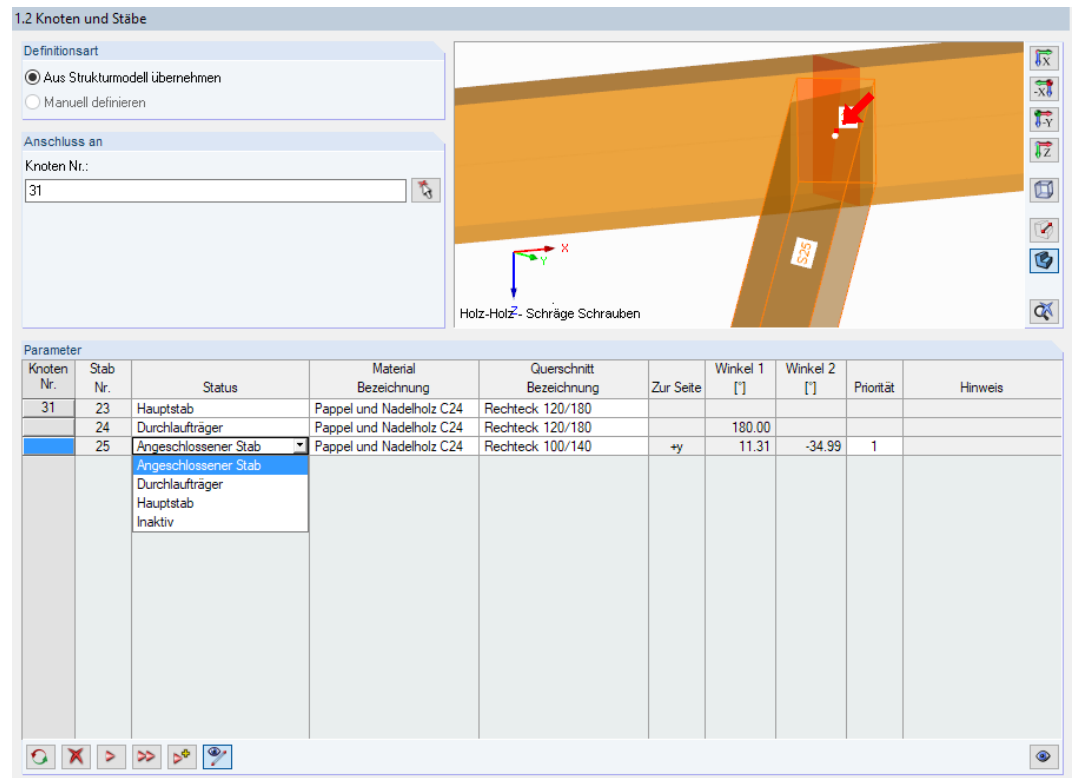


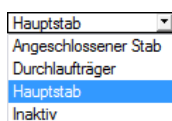
Bild 10.8: Maske 1.2 Knoten und Stäbe - Status der Stäbe anpassen

Im Abschnitt *Parameter* können die Randbedingungen der anschließenden Bauteile überprüft werden. Falls erforderlich, kann dort der *Status* angepasst werden. Der aktuelle Stab ist im Grafikfenster 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 Anschließstyp *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](#)).

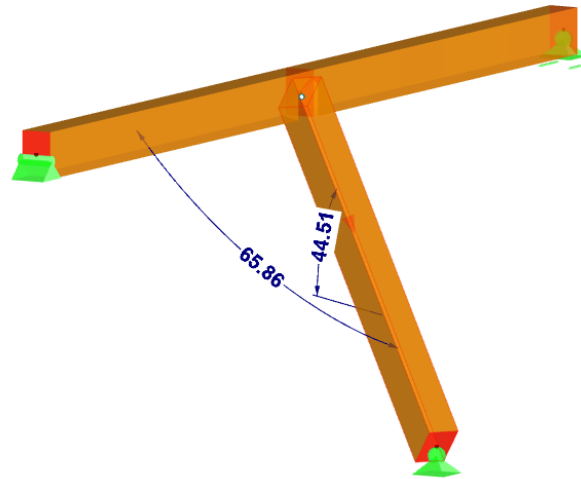


Bild 10.9: Schifteranschluss

- Für den Anslusstyp *Hauptstab* sind die Anschnitte auf Winkel zwischen  $75^\circ$  und  $105^\circ$  begrenzt.
- Beim Anslusstyp *Stirn zu Stirn* darf der Winkel des angeschlossenen Stabes maximal  $60^\circ$  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 Anslusstyp *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.

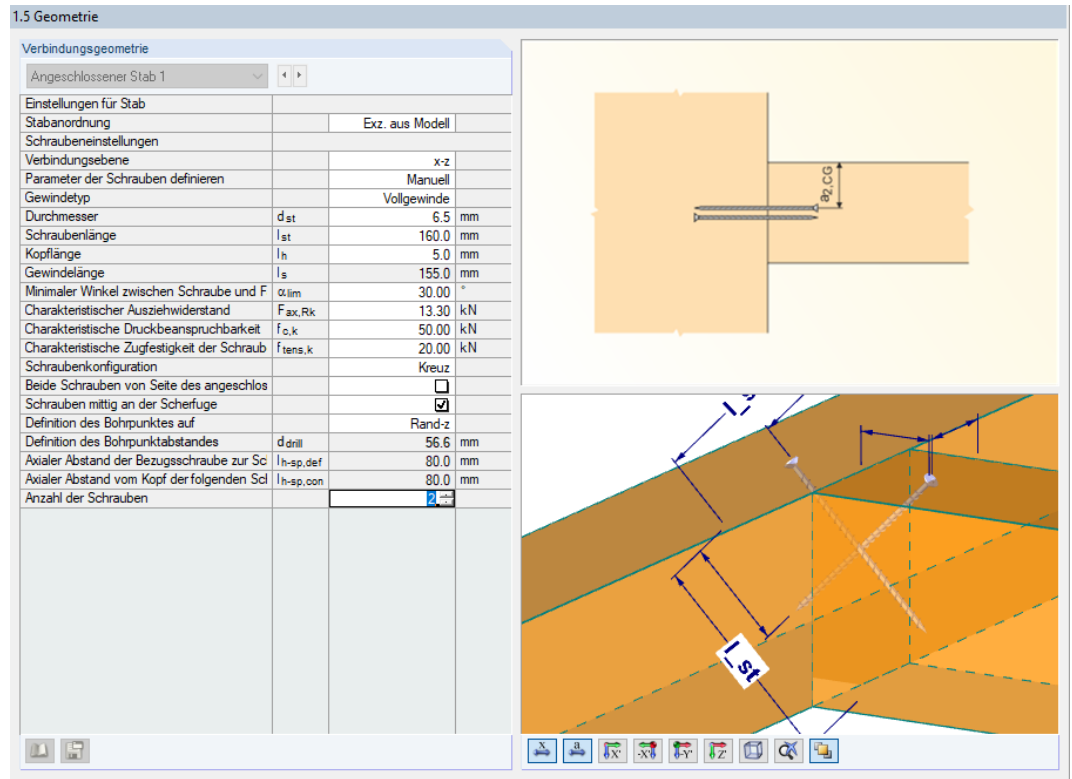
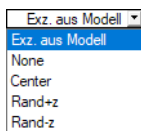


Bild 10.10: Maske 1.5 Geometrie

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.

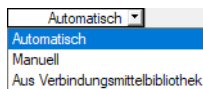
Die Maske ist auf den Anschluss typ abgestimmt. Nachfolgend werden die Eingaben für den Typ *Stirn zur Seite* vorgestellt. Dieser Anschluss ist die häufigste Ausführungsart für schräge Schrauben.



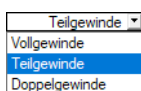
Wenn für die *Stabanordnung* im Modell eine Exzentrizität vorliegt, kann diese aus RFEM bzw. RSTAB übernommen werden. Mit den *Rand*-Optionen kann eine benutzerdefinierte Exzentrizität vorgegeben werden. Diese Exzentrizität wird jedoch nicht an das Hauptprogramm übergeben. Damit hat diese Exzentrizität 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) ist im Eingabefeld unterhalb mit der Schaltfläche aufrufbar.



Der *Gewindetyp* kann in der Liste ausgewählt werden.

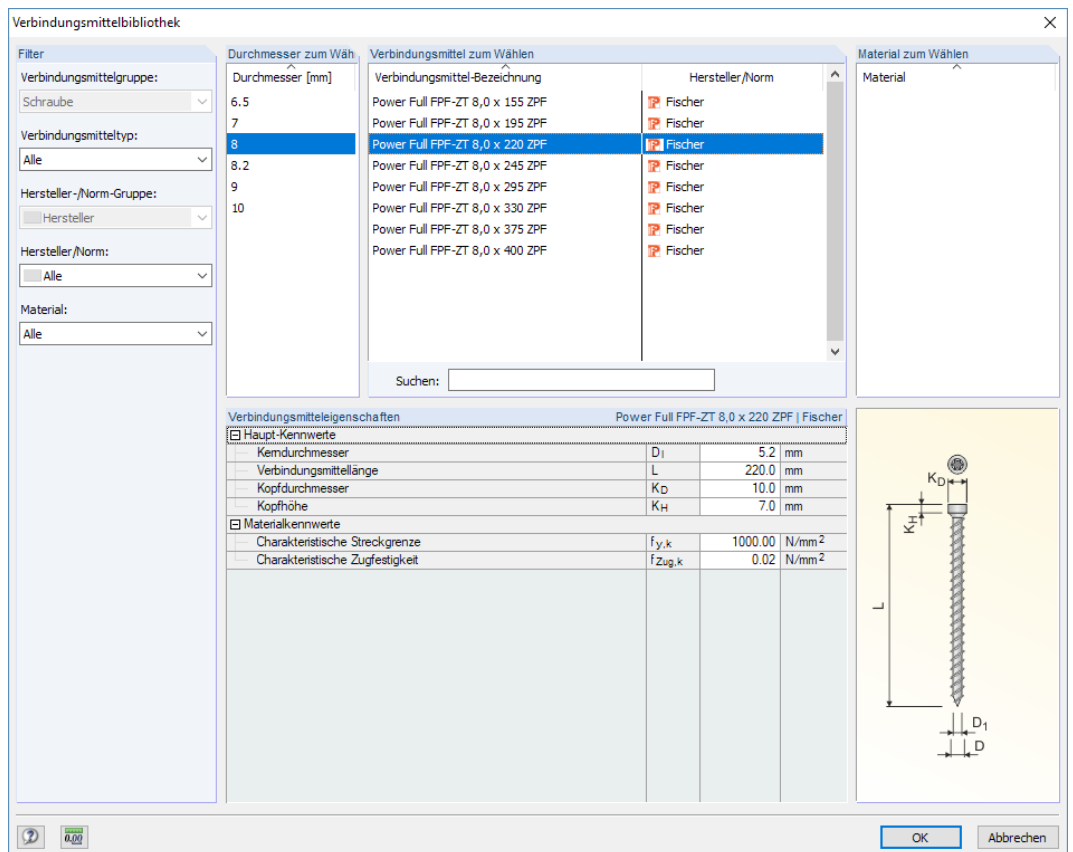


Bild 10.11: Verbindungsmittelbibliothek

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  $l_{st}$  ist frei definierbar. Die Schraube darf allerdings nicht aus dem Holz herausragen.
- Die Kopflänge  $l_h$  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 Auszieh widerstand  $F_{ax,Rk}$  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  $f_{tens,k}$  wird gemäß Zulassung mit 20 kN angenommen.
- 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.





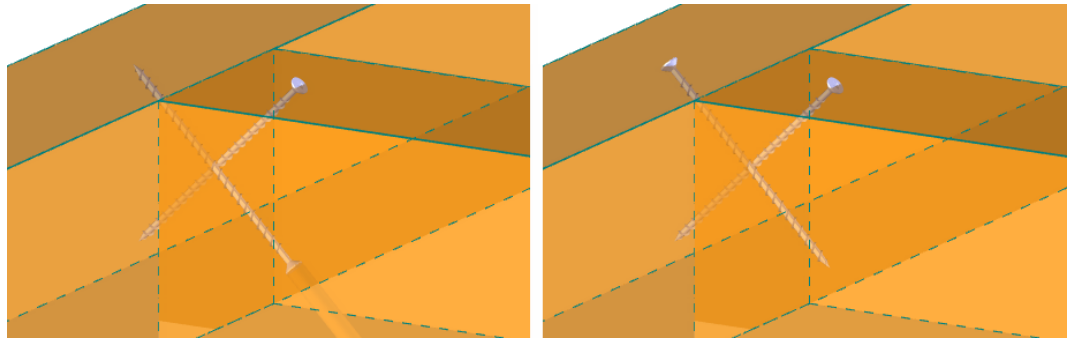
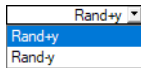
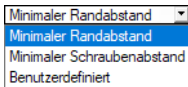


Bild 10.12: Einschraubrichtung: Beide Schrauben von Seite des angeschlossenen Stabes (links)



- 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 *Bohrpunkt*abstand, 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 benutzerdefinierter 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

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** → **Zu berechnen**) sind die Bemessungsfälle der Zusatzmodule wie Lastfälle oder Lastkombinationen aufgelistet.

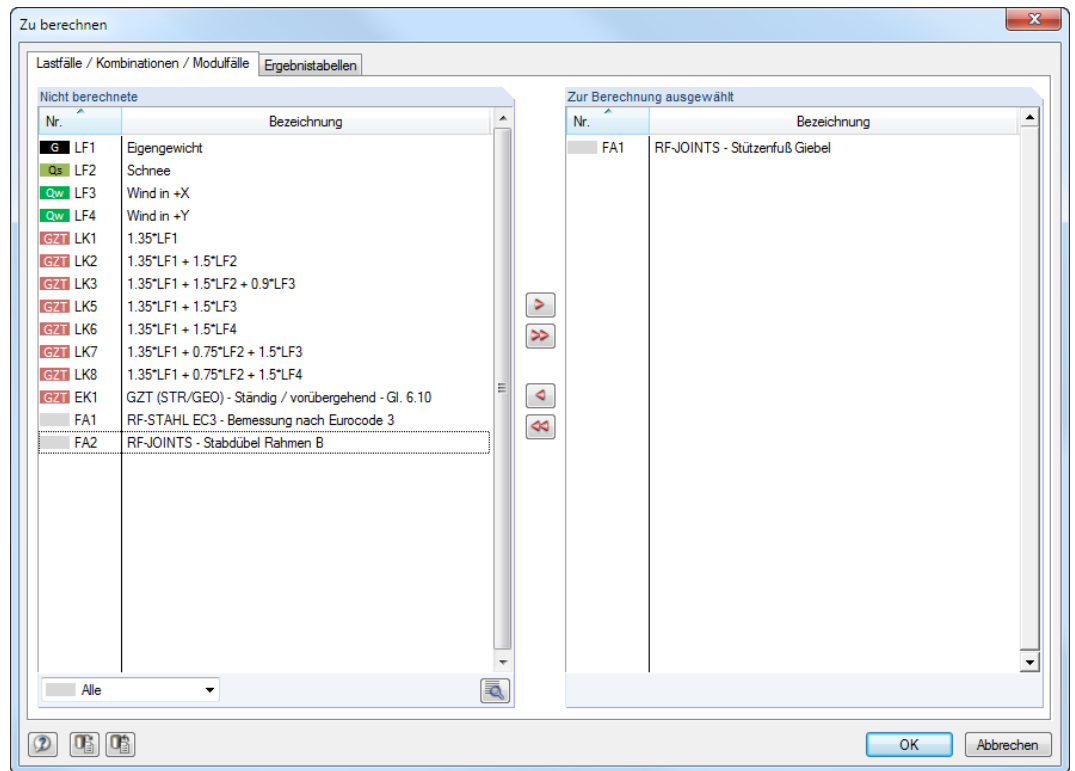
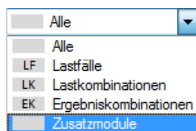


Bild 11.1: Dialog *Zu berechnen*



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.



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.



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.

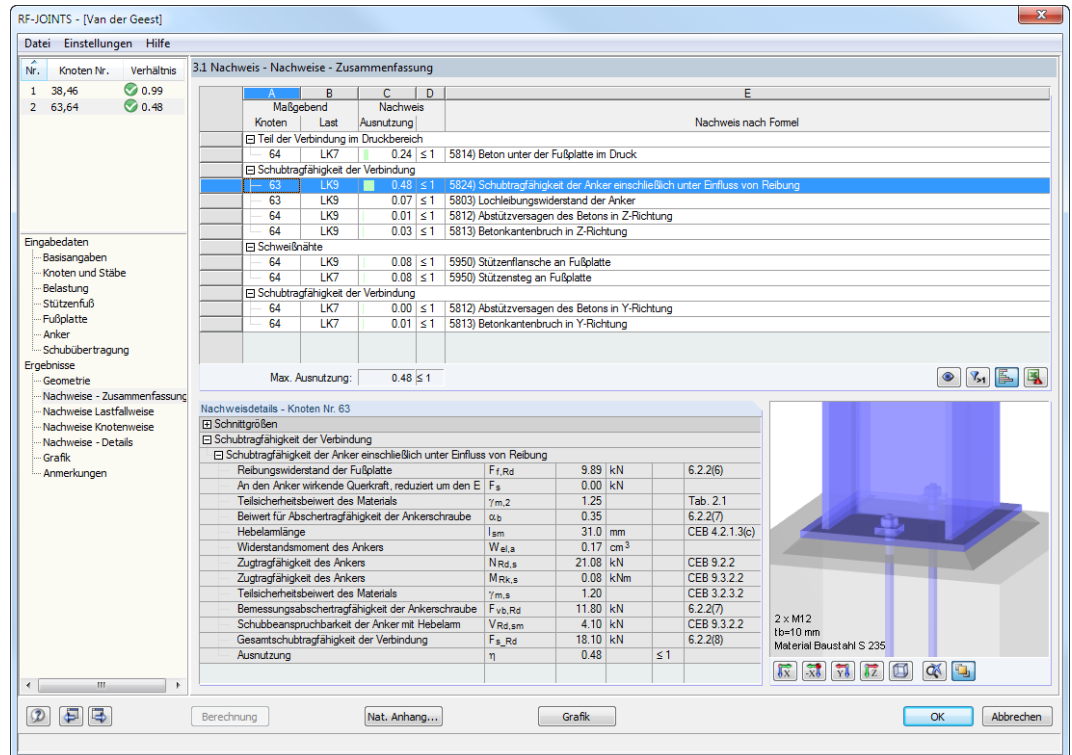


Bild 12.1: Ergebnismaske mit Nachweisen, Ausnutzungen und Nachweisdetails

Nr.	Knoten Nr.	Verhältnis
1	3	0,43
2	8,9	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.

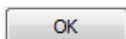
In den Ergebnismasken 3.1 bis 3.3 sind die Nachweise nach bestimmten Kriterien sortiert. Maske 3.4 listet die Zwischenwerte der einzelnen Nachweise auf.

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] 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		
<input checked="" type="checkbox"/> Stütze		
<input checked="" type="checkbox"/> Träger		
<input checked="" type="checkbox"/> Verbindungsgeometrie, Spalt		
Anschluss an Flansch/Steg		Stützenflansch
Spalt zwischen Träger und Stütze	g	20.0 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Verbindungselement		
Winkel		L 120x80x10
Material		Baustahl S 235
Ausrichtung der Schenkel		Längerer Sch
Anordnung am Trägersteg		Einseitig
Vertikale Lage		Höchste Posi
Abstand von Trägeroberkante	p <sub>con</sub>	30.7 mm
Winkellänge	h <sub>el</sub>	225.0 mm
Schenkelbreite an der Stütze	b <sub>el,St</sub>	80.0 mm
Schenkelbreite am Träger	b <sub>el,Tr</sub>	120.0 mm
Dicke der Schenkel	d	10.0 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Schrauben am Träger		
Gewinde in Scherfuge		Ja
Normales Lochspiel		Ja
Horizontal-symmetrische Anordnung		Ja
Vertikal-symmetrische Anordnung		Ja
Schraubendurchmesser		M12
Schraubenfestigkeitsklasse		4.8
Lochdurchmesser	d <sub>0</sub>	13.0 mm
Horizontale Schraubenreihen	n <sub>r</sub>	4
Vertikale Schraubenreihen	n <sub>e</sub>	1
Vertikaler Randabstand	e <sub>1</sub>	24.0 mm
Vertikaler Schraubenabstand	p <sub>1</sub>	59.0 mm
Vertikaler Randabstand	e <sub>1'</sub>	24.0 mm
Horizontaler Randabstand	e <sub>2</sub>	60.0 mm
Horizontaler Schraubenabstand	p <sub>2</sub>	0.0 mm
Horizontaler Randabstand	e <sub>2'</sub>	40.0 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Schrauben an der Stütze		
Gewinde in Scherfuge		Ja
Normales Lochspiel		Ja
Horizontal-symmetrische Anordnung		Ja
Vertikal-symmetrische Anordnung		Ja

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.

## 12.2 Nachweise - Zusammenfassung

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.

3.1 Nachweis - Nachweise - Zusammenfassung

A		B		C		D		E	
Maßgebend		Last		Nachweis		Ausnutzung		Nachweis nach Formel	
Knoten									
☐ Teil der Verbindung im Zugbereich									
3	LK4		0.00	≤ 1	5800) Anker im Zug				
3	LK4		0.00	≤ 1	5802) Ankerherausziehen				
3	LK4		0.00	≤ 1	5810) Betonkegelversagen				
3	LK4		0.00	≤ 1	5811) Spaltversagen				
3	LK4		0.00	≤ 1	5650) T-Stummel mit Zugbeanspruchung				
☐ Teil der Verbindung im Druckbereich									
3	LK4		0.00	≤ 1	5814) Beton unter der Fußplatte im Druck				
☐ Schubtragfähigkeit der Verbindung									
3	LK4		0.24	≤ 1	5824) Schubtragfähigkeit der Anker einschließlich unter Einfluss von Reibung				
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				
☐ Schweißnähte									
3	LK4		0.00	≤ 1	5950) Stützenflansche an Fußplatte				
Max. Ausnutzung:			0.24	≤ 1					

Nachweisdetails - Knoten Nr. 3

☐ Schnittgrößen

☐ Teil der Verbindung im Zugbereich

☐ Anker im Zug

Parameter	Wert	Einheit	Norm
Angewendete Zugkraft	F <sub>t</sub>	0.00	kN
Abminderung der Tragfähigkeit für Anker m <sub>a</sub>	β <sub>a</sub>	0.85	3.6.1(3)
Teilsicherheitsbeiwert des Materials	γ <sub>m,2</sub>	1.25	Tab. 2.1
Ankerzugbeanspruchbarkeit	F <sub>t,Rd</sub>	25.80	kN
Ausnutzung	η	0.00	≤ 1

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.

3.2 Nachweis - Nachweise Lastfallweise

Belastung	A		B	C		D	E	
	Bezeichnung	Bezeichnung	Knoten Nr.	Nachweis Ausnutzung	Nachweis		Nachweis nach Formel	
LK4	1.35*LF1 + 1.5*LF2 + 0.9*LF4		8	0.27	≤ 1		5824) Schubtragfähigkeit der Verbindung - Schubtragfähigkeit der Anker einschließlich unter Einfluss von Re	
LK6	1.35*LF1 + 1.5*LF4		8	0.55	≤ 1		5824) Schubtragfähigkeit der Verbindung - Schubtragfähigkeit der Anker einschließlich unter Einfluss von Re	
LK7	1.35*LF1 + 0.75*LF2 + 1.5*LF3		8	0.50	≤ 1		5824) Schubtragfähigkeit der Verbindung - Schubtragfähigkeit der Anker einschließlich unter Einfluss von Re	

Max. Ausnutzung: 0.55 ≤ 1

Nachweisdetails - Knoten Nr. 8

- Schnittgrößen
- Schubtragfähigkeit der Verbindung
- Schubtragfähigkeit der Anker einschließlich unter Einfluss von Reibung

**Verbindungstragfähigkeit unter Reibungswiderstand ist nicht ausreichend. Schub wird durch die**

Reibungswiderstand der Fußplatte	$F_{r,Rd}$	0.85	kN	6.2.2(6)
An den Anker wirkende Querkraft, reduziert	$F_s$	2.13	kN	
Teilsicherheitsbeiwert des Materials	$\gamma_{m,2}$	1.25		Tab. 2.1
Beiwert für Abschertragfähigkeit der Ankers	$\alpha_b$	0.35		6.2.2(7)
Hebelarmlänge	$l_{sm}$	30.0	mm	CEB 4.2.1.3(c)
Widerstandsmoment des Ankers	$W_{el,a}$	0.17	cm <sup>3</sup>	
Zugtragfähigkeit des Ankers	$N_{Rd,s}$	21.08	kN	CEB 9.2.2
Zugtragfähigkeit des Ankers	$M_{Rk,s}$	0.08	kNm	CEB 9.3.2.2
Teilsicherheitsbeiwert des Materials	$\gamma_{m,s}$	1.20		CEB 3.2.3.2
Bemessungsabschertragfähigkeit der Anker	$F_{vb,Rd}$	11.80	kN	6.2.2(7)
Schubbeanspruchbarkeit der Anker mit Hel	$V_{Rd,sm}$	4.24	kN	CEB 9.3.2.2
Gesamtschubtragfähigkeit der Verbindung	$F_{s,Rd}$	9.33	kN	6.2.2(8)
Ausnutzung	$\eta$	0.55		≤ 1

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

3.3 Nachweise knotenweise

Knoten Nr.	Nachweis			D
	A	B	C	
58	LK3	0.81	≤ 1	6144) Hauptstab - Holzquerschnitt - Zug und Biegung im Nettoquerschnitt nach 6.2.3
59	LK3	0.75	≤ 1	6144) Hauptstab - Holzquerschnitt - Zug und Biegung im Nettoquerschnitt nach 6.2.3

Max. Ausnutzung: 0.81 ≤ 1

Nachweisdetails - Knoten Nr. 58

Schnittgrößen			
Holzquerschnitt			
Einwirkende Normalkraft	$N_{Ed}$	130.87	kN
Einwirkendes Moment	$M_{y,d}$	-0.57	kNm
Nettoholzquerschnitt formgebende Stabdübel		3.2	1
Holzquerschnittsdicke	$b$	160.0	mm
Holzquerschnittshöhe	$h$	240.0	mm
Anzahl der Stahlbleche	$n_{pl}$	1	
Schlitzbreite für Stahlblech	$t_{sl}$	10.0	mm
Nettofläche	$A_{net}$	306.00	cm <sup>2</sup>
Zugspannung	$\sigma_{t,0,d}$	0.43	kN/cm <sup>2</sup>
Trägheitsmoment	$I_{net}$	15407.30	cm <sup>4</sup>
Abstand vom Schwerpunkt der Nettoquerschnittsfläche zum Zug	$z_{s,z}$	120.0	mm
Biegespannung	$\sigma_{m,d}$	0.04	kN/cm <sup>2</sup>
Abstand der Nullachse zum Zugrand	$e_z$	240.0	mm
Charakteristische Zugfestigkeit	$f_{t,0,k}$	1.95	kN/cm <sup>2</sup>
Charakteristische Biegefestigkeit	$f_{m,k}$	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

Nachw. Nr.	A	B	C	D	E
Load	Knoten Nr.	Nachweis Ausnutzung	Nachweis nach Formel		
5813	LK4	3	0.00	≤ 1	5813) Schubtragfähigkeit der Verbindung - Betonkantenbruch in Z-Richtung
5812	LK4	3	0.00	≤ 1	5812) Schubtragfähigkeit der Verbindung - Abstützensagen des Betons in Z-Richtung
5950	LK4	3	0.00	≤ 1	5950) Schweißnähte - Stützensteg an Fußplatte
5650	LK4	3	0.00	≤ 1	5650) Teil der Verbindung im Zugbereich - T-Stummel mit Zugbeanspruchung
5814	LK4	3	0.00	≤ 1	5814) Teil der Verbindung im Druckbereich - Beton unter der Fußplatte im Druck
5811	LK4	3	0.00	≤ 1	5811) Teil der Verbindung im Zugbereich - Spaltversagen
5810	LK4	3	0.00	≤ 1	5810) Teil der Verbindung im Zugbereich - Betonkegelversagen
5802	LK4	3	0.00	≤ 1	5802) Teil der Verbindung im Zugbereich - Ankerherausziehen
5800	LK4	3	0.00	≤ 1	5800) Teil der Verbindung im Zugbereich - Anker im Zug
5950	LK4	3	0.00	≤ 1	5950) Schweißnähte - Stützenflansche an Fußplatte
5803	LK4	3	0.02	≤ 1	5803) Schubtragfähigkeit der Verbindung - Lochleibungswiderstand der Anker
5824	LK4	3	0.24	≤ 1	5824) Schubtragfähigkeit der Verbindung - Schubtragfähigkeit der Anker einschließlich unter Einfluss von Reibung

Max. Ausnutzung: 0.24 ≤ 1

Nachweisdetails - Knoten Nr. 3

Schnittgrößen

Schubtragfähigkeit der Verbindung

Betonkantenbruch in Z-Richtung

Kraft wirkend auf Anker in Z-Richtung	$F_{s,z}$	0.00	kN	
Ankerbemessungseinfluss	$\gamma_2$	1.20		CEB: 3.2.3.1
Teilsicherheitsbeiwert des Materials	$\gamma_o$	1.50		EN 1992-1-1; Tab. 1
Charakteristische Tragfähigkeit des Ankers	$V_{Rk,o,z}$	57.22	kN	CEB 9.3.4(a)
Tatsächliche Betonkegelfläche	$A_{o,z}$	2700.00	cm <sup>2</sup>	CEB 9.3.4(b)
Fläche des idealisierten Betonkegels	$A_{o,z,0}$	4050.00	cm <sup>2</sup>	CEB 9.3.4(b)
Beiwert	$\psi_{A,z}$	0.67		CEB 9.3.4(b)
Beiwert	$\psi_{h,z}$	1.00		CEB 9.3.4(c)
Beiwert	$\psi_{s,z}$	0.86		CEB 9.3.4(d)
Beiwert	$\psi_{ec,z}$	1.00		CEB 9.3.4(e)
Beiwert	$\psi_{z,z}$	1.00		CEB 9.3.4(f)
Beiwert	$\psi_{vor,z}$	1.20		CEB 9.3.4(g)
Betonkantenbruchwiderstand in Z-Richtung	$F_{ve,Rd,z}$	21.96	kN	CEB 9.3.4
Ausnutzung	$\eta$	0.00		≤ 1

2 x M12  
t<sub>b</sub>=8 mm  
Material Baustahl S 235

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.

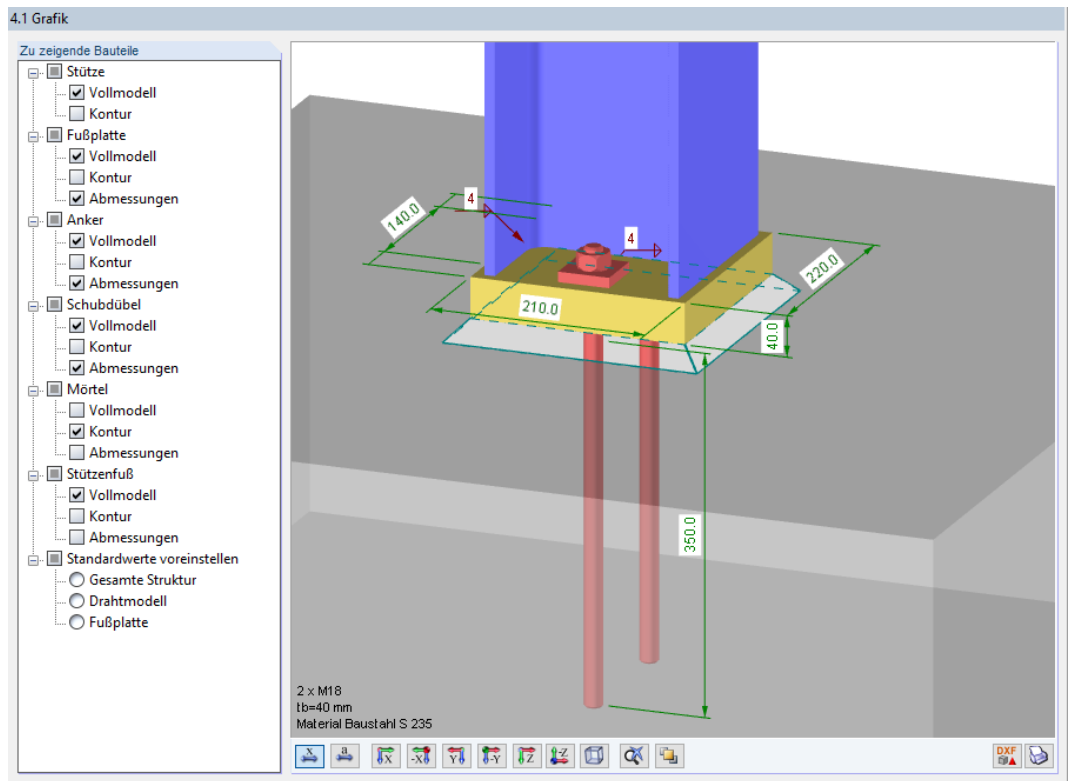


Bild 12.7: Maske 4.1 Grafik

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 Hinweise

Hinweis Nr.	Bezeichnung
100	Biegemoment $M_y$ wird in der Berechnung nicht berücksichtigt.
101	Biegemoment $M_z$ wird in der Berechnung nicht berücksichtigt.

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.

3.1 Nachweis - Nachweise - Zusammenfassung

	A		B		C		D		E	
	Maßgebend		Nachweis		Ausnutzung				Nachweis nach Formel	
	Knoten	Last								
<input type="checkbox"/> Teil der Verbindung im Druckbereich										
	9	LK7		0.17	≤ 1	5814) Beton unter der Fußplatte im Druck				
<input type="checkbox"/> Schubtragfähigkeit der 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				
<input type="checkbox"/> Schweißnähte										
	9	LK7		0.05	≤ 1	5950) Stützenflansche an Fußplatte				
	9	LK7		0.05	≤ 1	5950) Stützensteg an Fußplatte				
Max. Ausnutzung: 0.48 ≤ 1										

Bild 13.1: Schaltflächen zur Ergebnisauswertung in den Tabellen

Die Schaltflächen sind mit folgenden Funktionen belegt:

Schaltfläche	Bezeichnung	Funktion
	Ansichtsmodus	Ermöglicht den Wechsel in das Arbeitsfenster von RFEM bzw. RSTAB, um die Ansicht zu ändern
	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 → 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.

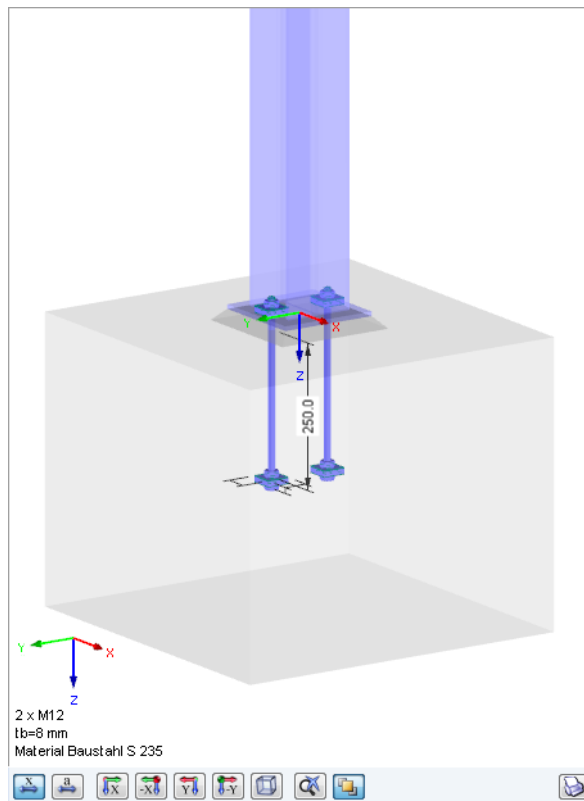


Bild 13.2: Grafik der Verbindung

Die Schaltflächen unterhalb der Grafik sind mit folgenden Funktionen belegt:

Schaltfläche	Funktion
	Blendet die Bemaßung ein oder aus
	Stellt die Werte oder die Symbole der Bemaßung dar
	Zeigt die Ansicht in Richtung der X-Achse
	Zeigt die Ansicht entgegen der X-Achse
	Zeigt die Ansicht in Richtung der Y-Achse
	Zeigt die Ansicht in Richtung der Z-Achse
	Stellt die isometrische Ansicht dar
	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



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.



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

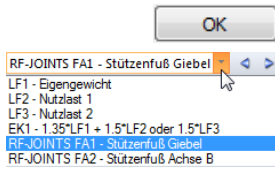
2.1 Geometrie

Parameter			
<input type="checkbox"/> Stütze			
Querschnitt		HEA 120 (ohr)	
Material		Baustahl S 235	
<input type="checkbox"/> Fußplatte			
Plattenhöhe	$h_b$	170.0	mm
Plattenbreite	$b_b$	170.0	mm
Plattendicke	$t_b$	8.0	mm
Schweißnaht am Flansch	$a_{wf}$	6.0	mm
Schweißnaht am Steg	$a_{ww}$	4.0	mm
<input type="checkbox"/> Anker			
Anzahl der Anker		2	
Durchmesser		M12	
Klasse		5.6	
Typ		Ankerbolzen I	
Verbundbedingungen		Gut	
Installationssicherheit		Normale Instz	
Ankerlänge	$L_a$	250.0	mm
	$e_1$	30.0	mm
	$e_{1,2}$	80.0	mm
	$e_2$	30.0	mm
	$e_{2,2}$	80.0	mm
	$p_2$	110.0	mm
Scheibenform		Rechteckig	
Scheibengröße	$d_w$	40.0	mm
Scheibendicke	$t_w$	10.0	mm
Ankerkopfform		Rechteckig	
Abmessung des Ankerkopfs	$d_h$	40.0	mm
Abmessung des Ankerkopfs	$l_h$	40.0	mm
<input type="checkbox"/> Mörtel			
Dicke	$t_{gr}$	20.0	mm
Festigkeit	$f_{ok,gr}$	1.20	kN/cm
Reibungszahl	$C_{f,d}$	0.20	
<input type="checkbox"/> Stützenfuß			
Charakteristische Zylinderdruckzugfestigkeit	$f_{ok}$	1.20	kN/cm
5%-Quantil der zentrischen Zugfestigkeit	$f_{ctk}$	0.11	kN/cm
Länge der Fundamentplatte	$h_f$	600.0	mm
Breite der Fundamentplatte	$b_f$	600.0	mm

Bild 13.3: Schaltfläche *Nicht selektierte Teile transparent anzeigen*

Diese Grafik kann mit 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.

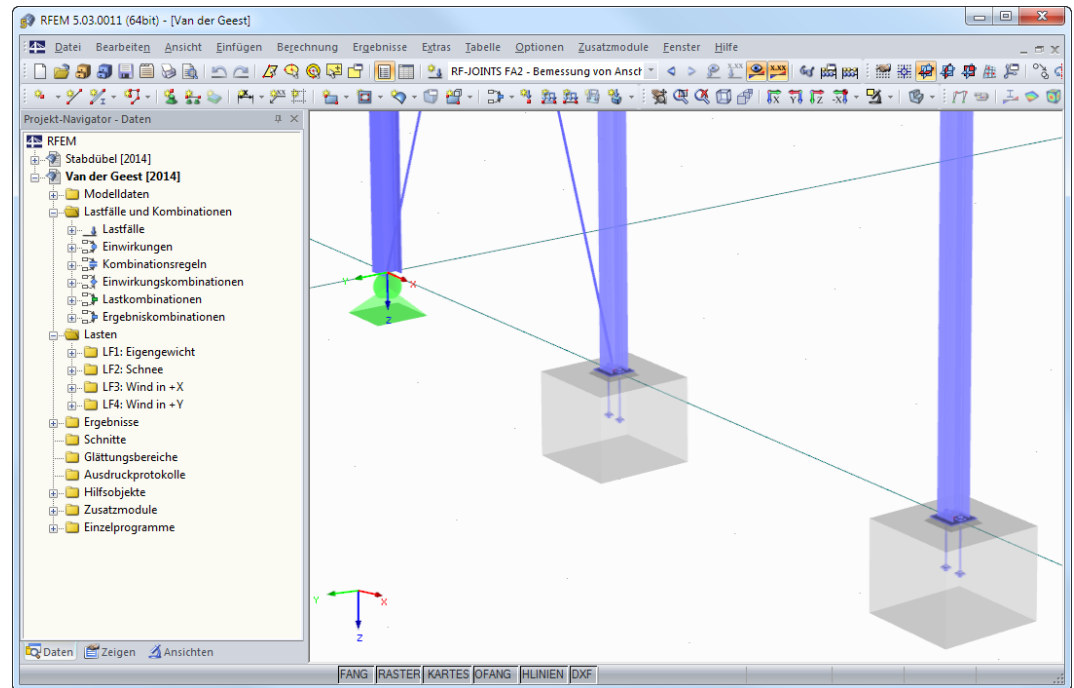


Bild 13.4: Darstellung der Verbindungen im RFEM-Arbeitsfenster



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.



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 Ausdruck

## 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.

Bauteil	Zeichen	Wert	Einh.
Stütze			
Querschnitt		HE-A 240	
Material		Baustahl S 235	
Träger			
Querschnitt		IPE 300	
Material		Baustahl S 235	
Verbindungsgeometrie, Spalt			
Anschluss an Flansch/Steg		Stützenflansch 2	
Spalt zwischen Träger und Stütze	q	15	mm
Verbindungselement			
Winkel		L 80x60x7IEN	
		10056-1;1998	
Material		Baustahl S 235	
Ausrichtung der Schenkel		Längerer Schenkel am	
Anordnung am Trägersteg		Träger	
Vertikale Laage		Beide Seiten	
Abstand von Trägeroberkante	p <sub>00n</sub>	Mitte des Trägerstegs	
Winkellänge	h <sub>01</sub>	62.5	mm
Schenkelbreite an der Stütze	b <sub>01St</sub>	175	mm
Schenkelbreite am Träger	b <sub>01Tr</sub>	60	mm
Dicke der Schenkel	d	80	mm
Schrauben am Träger		7	mm
Gewinde in Scherfuge		Ja	
Normales Lochspiel		Ja	
Horizontal-symmetrische Anordnung		Ja	
Vertikal-symmetrische Anordnung		Ja	
Schraubendurchmesser		M12	
Schraubefestigkeitsklasse		4.6	
Lochdurchmesser	d <sub>0</sub>	13	mm
Horizontale Schraubenreihen	n <sub>r</sub>	3	
Vertikale Schraubenreihen	n <sub>c</sub>	1	
Vertikaler Randabstand	e <sub>1</sub>	24	mm
Vertikaler Schraubenabstand	p <sub>1</sub>	63.5	mm
Vertikaler Randabstand	e <sub>1</sub>	24	mm
Horizontaler Randabstand	e <sub>2</sub>	40	mm
Horizontaler Schraubenabstand	p <sub>2</sub>	0	mm
Horizontaler Randabstand	e <sub>2</sub>	25	mm
Schrauben an der Stütze			
Gewinde in Scherfuge		Ja	
Normales Lochspiel		Ja	
Horizontal-symmetrische Anordnung		Ja	
Vertikal-symmetrische Anordnung		Ja	
Schraubendurchmesser		M12	
Schraubefestigkeitsklasse		4.6	

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.

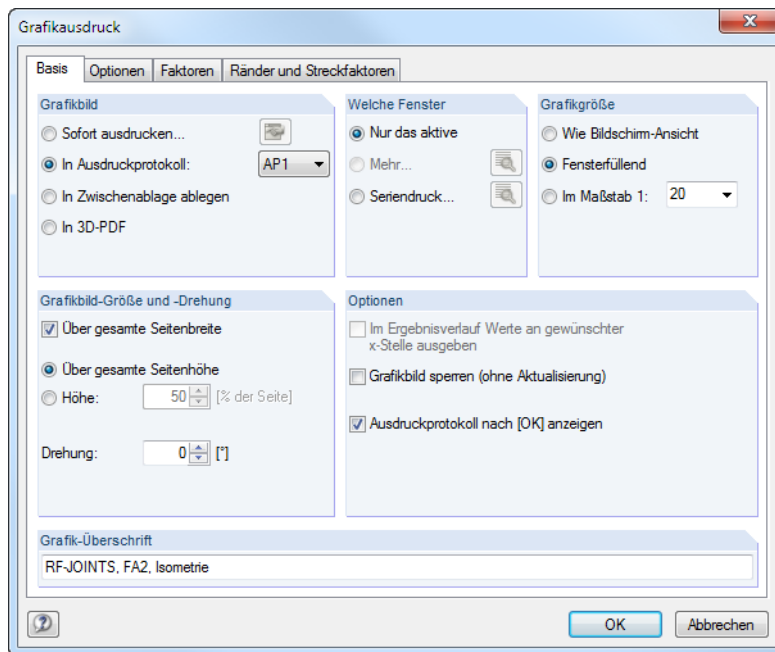


Bild 14.2: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Basis*

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.

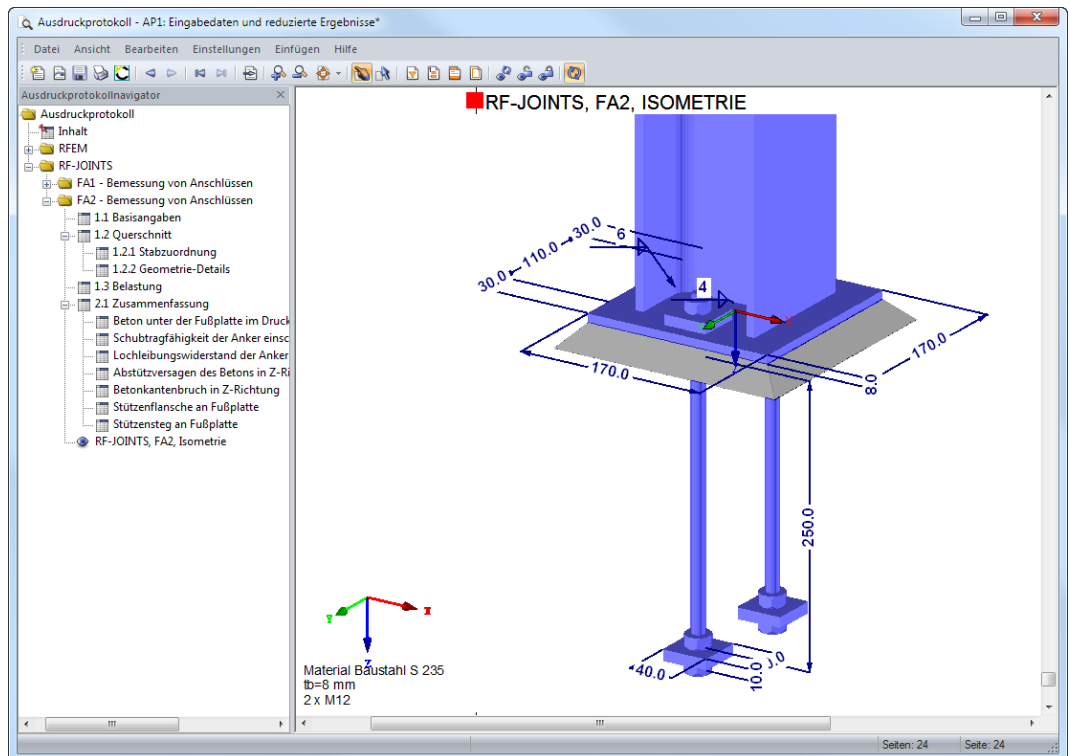


Bild 14.3: Verbindung im Ausdruckprotokoll



### 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 RFEM- bzw. RSTAB-Modell dargestellten Verbindungen für den Ausdruck aufbereiten.

Die aktuelle Grafik der Verbindung kann gedruckt werden über Menü

**Datei → Drucken**



oder die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste.

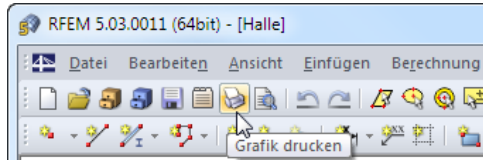


Bild 14.4: Schaltfläche [Grafik drucken] in RFEM-Symbolleiste

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.

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.

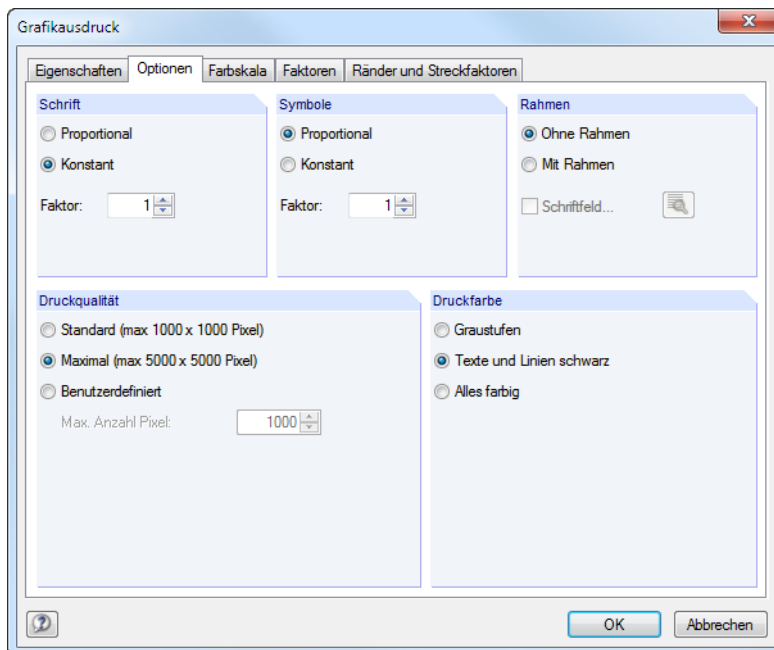
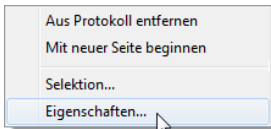


Bild 14.5: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Optionen*

# 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. muss 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 Bemessungsfälle 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

**Datei** → **Neuer Fall**.

Es erscheint folgender Dialog.

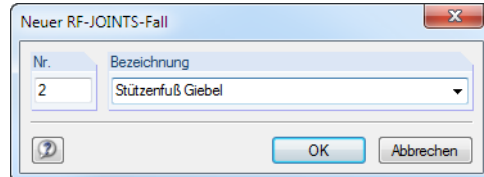


Bild 15.1: Dialog *Neuer RF-JOINTS-Fall*

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** → **Fall umbenennen**.

Es erscheint folgender Dialog.

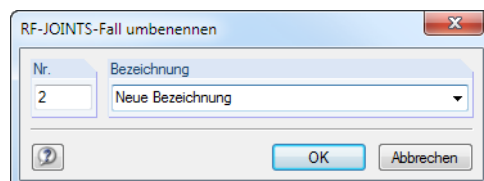


Bild 15.2: Dialog *RF-JOINTS-Fall umbenennen*

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

**Datei** → **Fall kopieren**.

Es erscheint folgender Dialog.

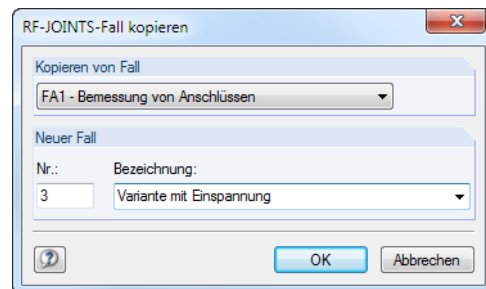


Bild 15.3: Dialog *RF-JOINTS-Fall kopieren*

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** → **Fall löschen**.

Es erscheint folgender Dialog.

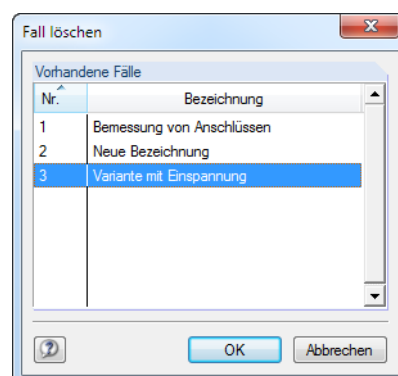


Bild 15.4: Dialog *Fall löschen*

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** → **Einheiten und Dezimalstellen**.

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

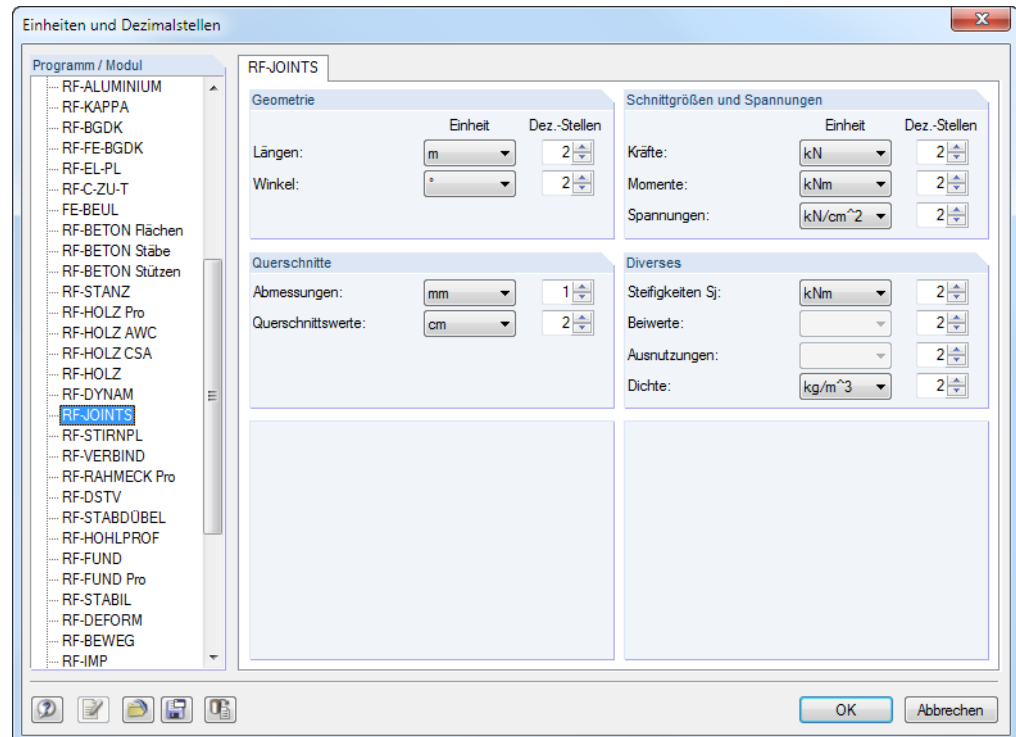


Bild 15.5: Dialog *Einheiten und Dezimalstellen*



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

**Datei** → **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

**Datei** → **Tabellen exportieren**.

Es öffnet sich folgender Exportdialog.

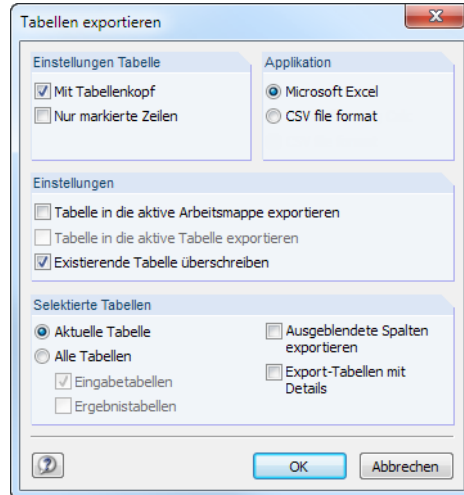


Bild 15.6: Dialog *Tabellen exportieren*

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

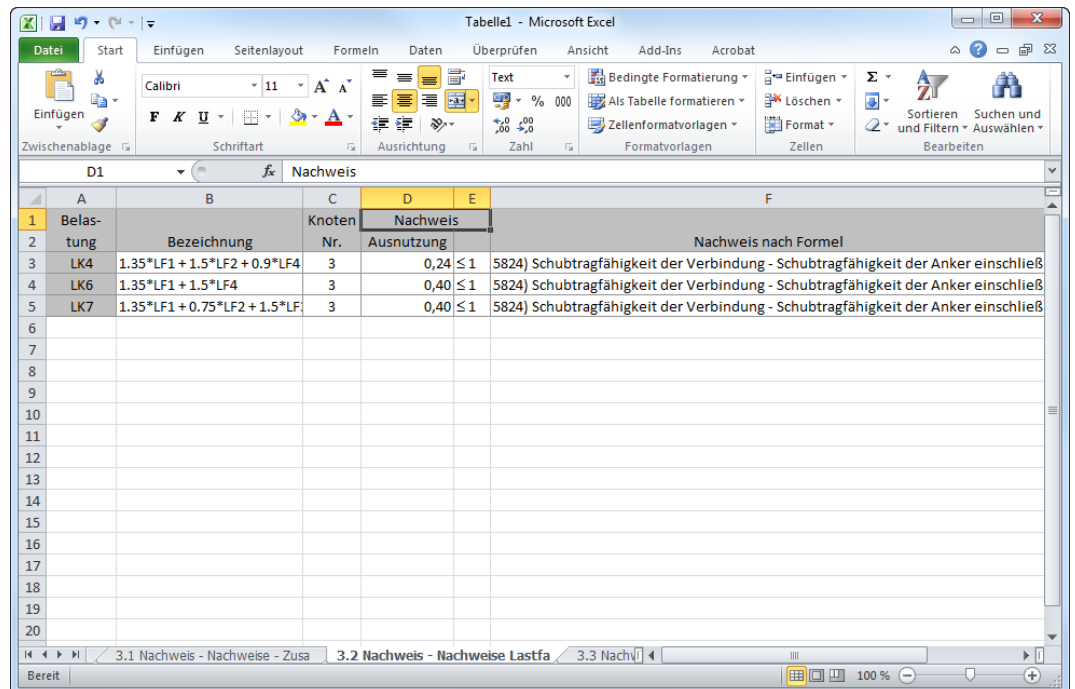


Bild 15.7: Ergebnis in Excel

## 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 Grafikenster dargestellt werden.

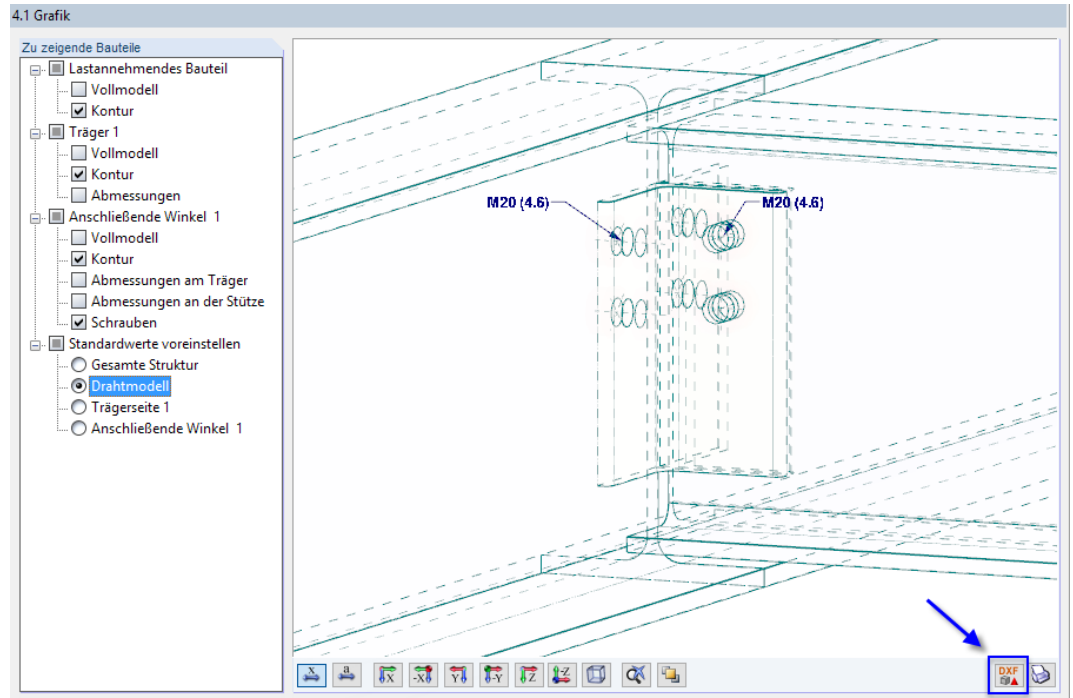


Bild 15.8: Schaltfläche [Export DXF] in Maske 4.1 *Grafik*

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

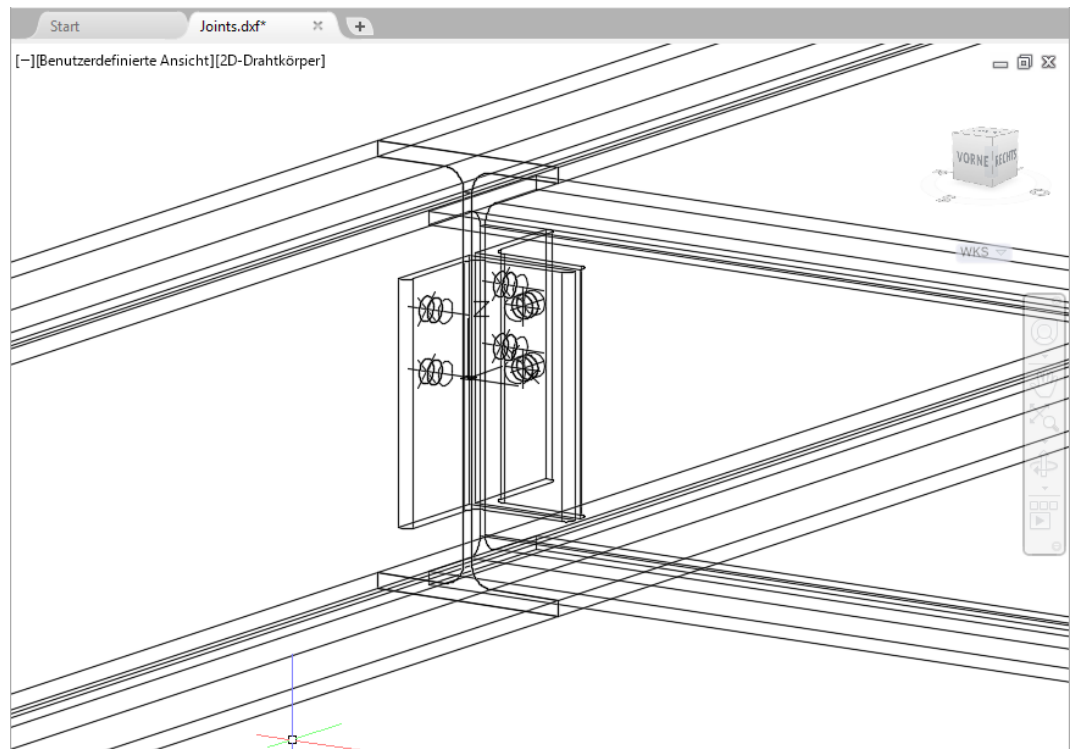


Bild 15.9: Ergebnis in AutoCAD

# 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

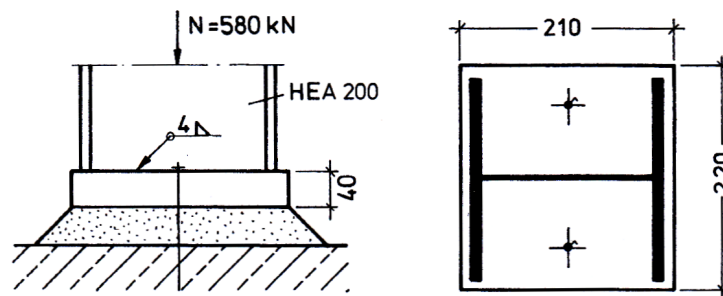


Bild 16.1: System und Belastung nach [10]

### System

Gelenkig gelagerte Innenstütze

### Stütze

Querschnitt HE A 200, Baustahl S 235 JR

Höhe	$h_c$	190	mm
Breite	$b_c$	200	mm
Flanschdicke	$t_{fc}$	10	mm
Stegdicke	$t_{wc}$	6,5	mm
Ausradius	$r_c$	18	mm
Querschnittsfläche	$A_c$	53,8	cm <sup>3</sup>

Tabelle 16.1: Stützenquerschnitt

### Fußplatte

Dicke	$t_p$	40	mm
Breite	$b_p$	220	mm
Höhe	$h_p$	210	mm
Überstand	$u$	10	mm
Schweißnaht Flansch	$a_f$	4	mm
Schweißnaht Steg	$a_w$	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.

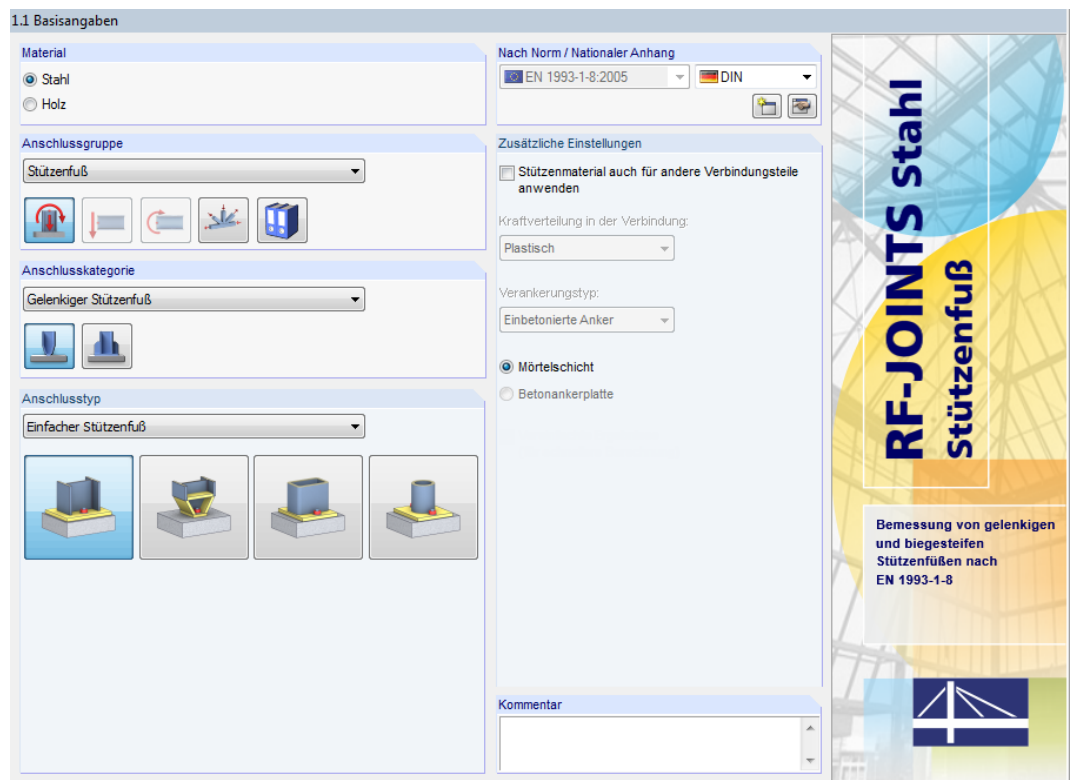


Bild 16.2: RF-JOINTS-Maske *1.1 Basisangaben*

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 Anschlussstyp **Einfacher Stützenfuß** festzulegen.



## 16.1.2.2 Knoten und Stäbe

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

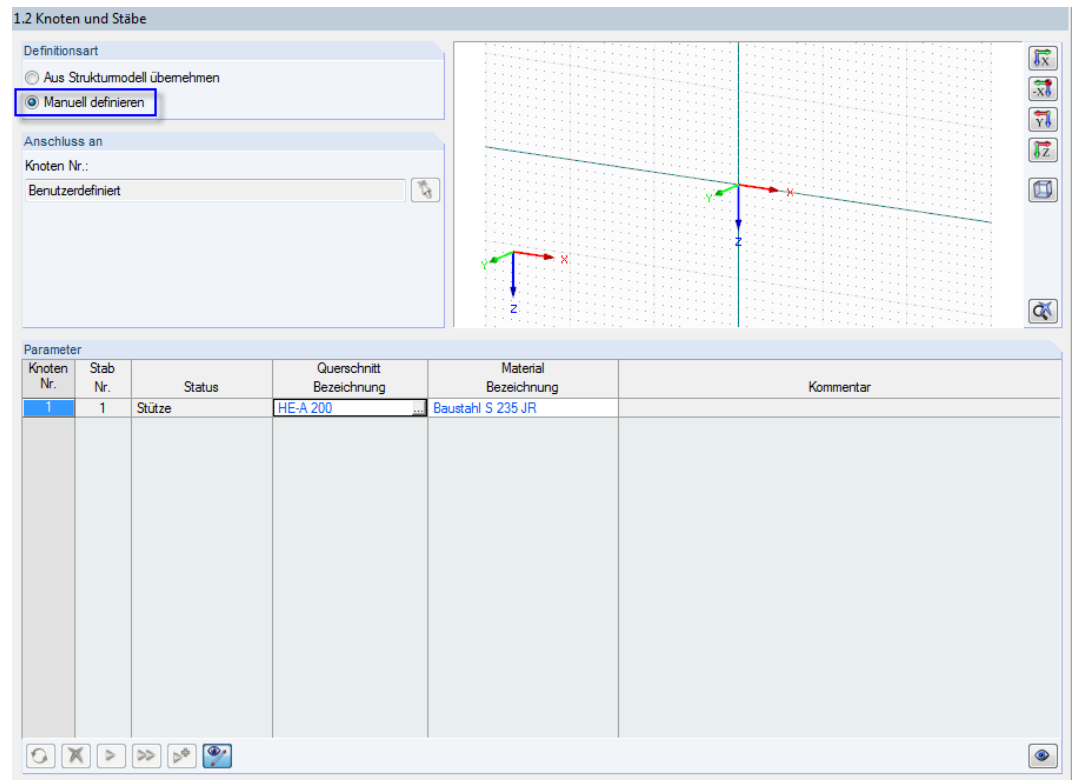


Bild 16.3: Maske *1.2 Knoten und Stäbe*

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.

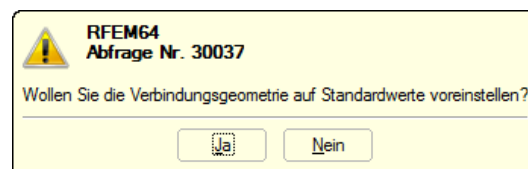


Bild 16.4: RFEM-Abfrage

### 16.1.2.3 Schnittgrößen

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

1.3 Schnittgrößen

LF	A	B	C	D	E
	Stab	Kraft	Symbol	Wert	Einheit
1	<b>Normal- und Querkraft</b>				
	Stütze	Normalkraft	N	-580.00	kN
		Querkraft	$V_y$	0.00	kN
		Querkraft	$V_z$	100.00	kN

Bild 16.5: Maske 1.3 *Schnittgrößen*

### 16.1.2.4 Stützenfuß

Maske 1.4 *Stützenfuß* verwaltet die Parameter des Fundamentes.

1.4 Stützenfuß

Fundament

Betonklasse: **Beton C20/25**

Char. Zylinderdruckfestigkeit  $f_{ck}$ : 2.00 [kN/cm<sup>2</sup>]

5%-Quantil der zentrischen Zugfestigkeit  $f_{ctk,0.05}$ : 0.15 [kN/cm<sup>2</sup>]

Länge des Fundamentes  $h_f$ : 1000.0 [mm]

Breite des Fundamentes  $b_f$ : 1000.0 [mm]

Dicke des Fundamentes  $d_f$ : 400.0 [mm]

Mörtelschicht

Mörteldicke  $t_{gr}$ : 20.0 [mm]

Mörtelfestigkeit (char.)  $f_{ck,gr}$ : 2.00 [kN/cm<sup>2</sup>]

Reibungszahl  $C_{f,d}$ : 0.20 [-]

Betonankerplatte

Plattenlänge  $h_a$ : [mm]

Plattenbreite  $b_a$ : [mm]

Plattendicke  $t_a$ : [mm]

Fußplatte wird mit der Betonankerplatte verschweißt

Zusätzliche Parameter

Exzentrizität der Fußplatte:

- in Z-Richtung  $e_{zh}$ : 0.0 [mm]

- in Y-Richtung  $e_{yb}$ : 0.0 [mm]

Randbewehrung:  Risse im Beton

Ohne

Gerade

Netz oder Bügel

2 x M12  
t<sub>b</sub>=10 mm  
Material Baustahl S 235

Bild 16.6: Maske 1.4 *Stützenfuß*

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

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:

$$h \geq \sqrt{A_{c,1}} - \sqrt{A_{c,0}}$$

$$A_{c,0} = h_c b_c = 190 \text{ mm} \cdot 200 \text{ mm} = 38\,000 \text{ mm}^2$$

$$A_{c,1} = \min(1,0 \cdot 1,0; 9A_{c,0}) = 342\,000 \text{ mm}^2$$

$$h \geq 390 \text{ mm} \Rightarrow \text{gewählt: } h = 400 \text{ mm}$$

### 16.1.2.5 Fußplatte und Schweißnähte

Die Fußplatte besteht ebenfalls aus Stahl S 235 JR.

Mit dem Überstand  $u = 10 \text{ mm}$  ergeben sich folgende Abmessungen:

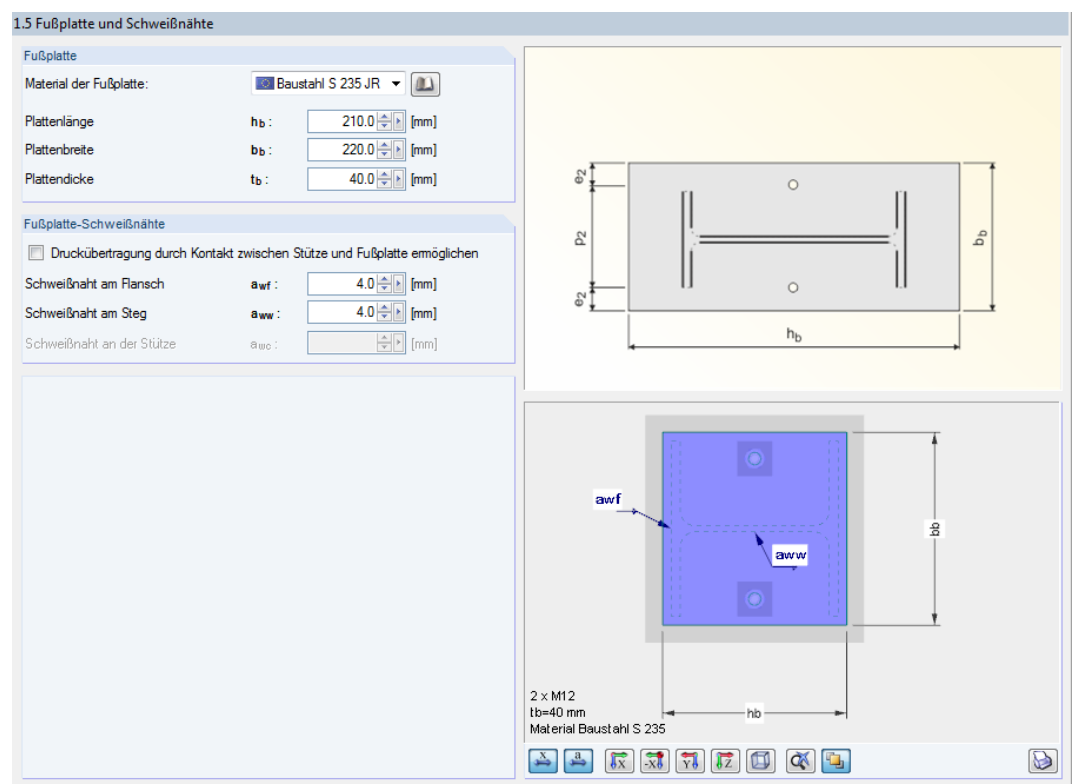


Bild 16.7: Maske 1.5 Fußplatte und Schweißnähte

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.

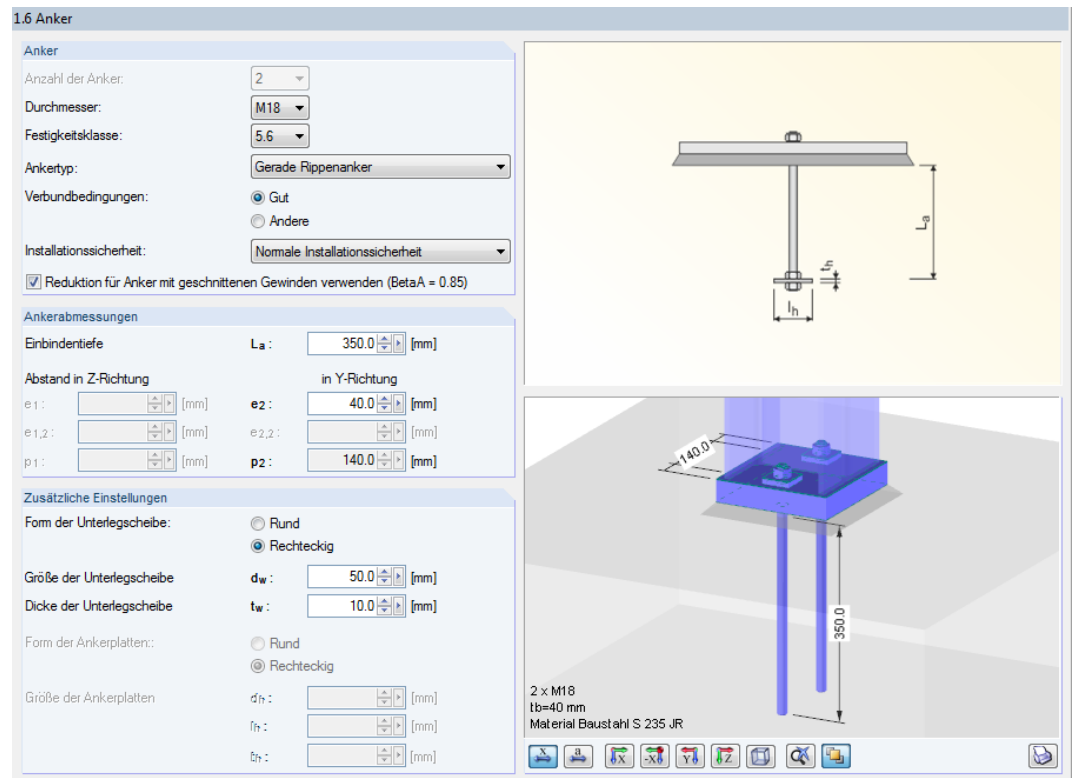


Bild 16.8: Maske 1.6 Anker

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.

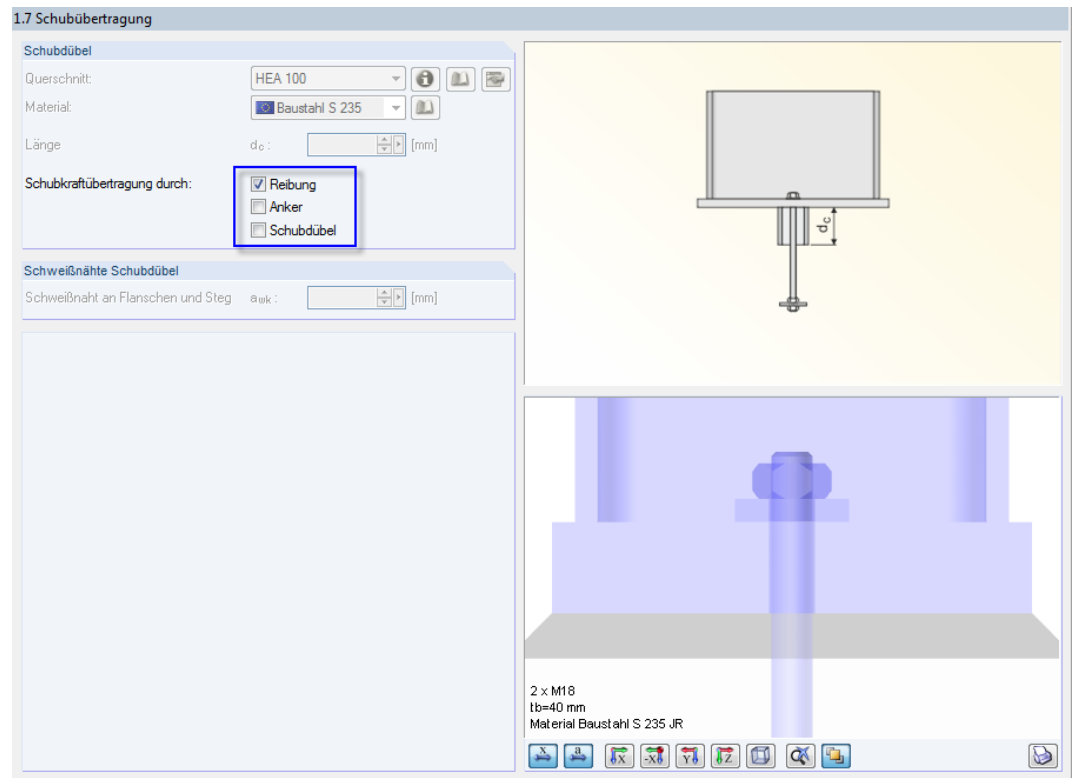


Bild 16.9: Maske 1.7 Schubübertragung

Die Eingabedaten liegen nun vollständig vor.

### 16.1.3 Berechnung

Berechnung

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

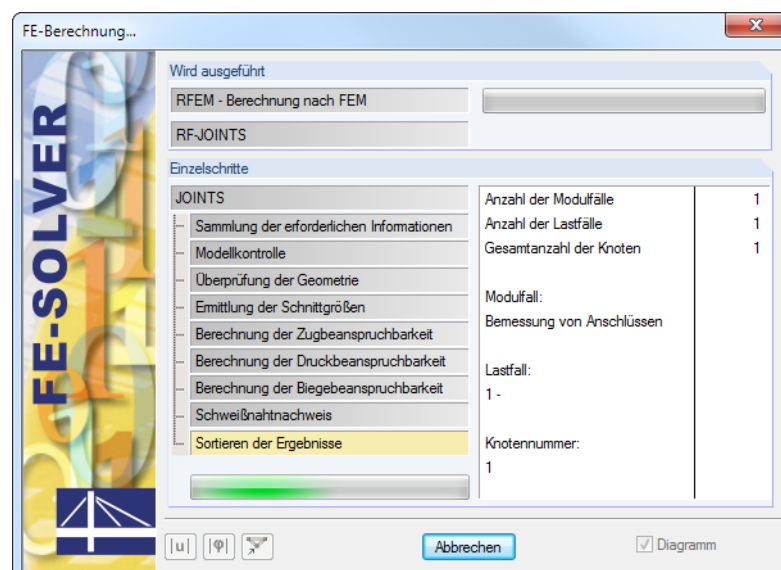


Bild 16.10: Dialog FE-Berechnung

### 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

3.1 Nachweis - Nachweise - Zusammenfassung

A	B	C	D	E
Maßgebend		Nachweis		
Knoten	Last	Ausnutzung		Nachweis nach Formel
<input type="checkbox"/> Teil der Verbindung im Druckbereich				
1	1	0.60 ≤ 1	5814	Beton unter der Fußplatte im Druck
<input type="checkbox"/> Schubtragfähigkeit der Verbindung				
1	1	0.86 ≤ 1	5820	Reibung zwischen Fußplatte und Mörtel
<input type="checkbox"/> Schweißnähte				
1	1	0.58 ≤ 1	5950	Stützenflansche an Fußplatte
1	1	0.73 ≤ 1	5950	Stützensteg an Fußplatte

Max. Ausnutzung: 0.86 ≤ 1

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

Schnittgrößen

Stütze

Normalkraft	N	-580.00	kN	
Querkraft	V <sub>y</sub>	0.00	kN	
Querkraft	V <sub>z</sub>	100.00	kN	

Teil der Verbindung im Druckbereich

Beton unter der Fußplatte im Druck

Ausbreitungsweite	c	76.7	mm	6.2.5(4)
Spannungskonzentrationsfaktor	k <sub>j</sub>	2.82		EN 1992-1-1: 6.7(2)
Beiwert für Verbindungsmaterial	β <sub>f</sub>	0.67		6.2.5(7)
Beton- oder Mörtelfestigkeit	f <sub>jd</sub>	2.13	kN/cm <sup>2</sup>	6.2.5(7)
Gedruckte Fläche unter der Fußplatte	A <sub>o</sub>	452.06	cm <sup>2</sup>	6.2.5(3)
Druckbeanspruchbarkeit der Fußplatte	F <sub>o, bp, Rd</sub>	962.56	kN	6.2.8.2
Ausnutzung	η	0.60	≤ 1	

2 x M18  
l<sub>b</sub>=40 mm  
Material Baustahl S 235 JR

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

### Spannungskonzentrationsfaktor

$$a_1 = b_1 = \min \begin{cases} h_p + 2(a - h_p) = 210 + 2(1000 - 210) = 1790 \text{ mm} \\ 3 h_p = 3 \cdot 210 = 630 \text{ mm} \\ h_p + h_{\text{Fundament}} = 210 + 400 = \underline{610 \text{ mm}} \end{cases}$$

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 b_1}{h_p b_p}} = \sqrt{\frac{610 \cdot 610}{220 \cdot 210}} = 2,82$$

### Beton- und Mörtelfestigkeit unter Lagerpressung

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

## Ausbreitungsbreite

$$c = t_p \sqrt{\frac{f_{y,k}}{3f_{j,d} \gamma_{M0}}} = 4,0 \sqrt{\frac{23,5}{3 \cdot 2,13 \cdot 1,0}} = 7,67 \text{ cm} \quad [1] \text{ Gleichung (6.5)}$$

$$c_1 = 7,67 \text{ cm} \geq u = 1,0 \text{ cm}$$

$$c_2 = 7,67 \text{ cm} \leq \frac{h_c - 2t_{f,c}}{2} = \frac{19,0 - 2 \cdot 1,0}{2} = 8,5 \text{ cm}$$

$$c_3 = 7,67 \text{ cm} \geq u = 1,0 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} = u + t_{f,c} + c_2 = 1,0 + 1,0 + 7,67 = 9,67 \text{ cm}$$

$$\ell_{\text{eff}} = b_c + 2c_3 = 20,0 + 2 \cdot 1,0 = 22,0 \text{ cm}$$

$$A_{c,1} = b_{\text{eff}} \ell_{\text{eff}} = 9,67 \cdot 22,0 = 212,74 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} A_{c,2} &= (t_{w,c} + 2c_2) (h_c - 2t_{f,c} - 2c_2) \\ &= (0,65 + 2 \cdot 7,67) (19,0 - 2 \cdot 1,0 - 2 \cdot 7,67) = 26,54 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{c,3} = b_{\text{eff}} \ell_{\text{eff}} = 9,67 \cdot 22,0 = 212,74 \text{ cm}^2$$

$$A_{c,0} = A_{c,1} + A_{c,2} + A_{c,3} = 452,02 \text{ cm}^2$$

Aus der Summe der Einzeltragfähigkeiten der T-Stummel ergibt sich folgende Gesamttragfähigkeit:

$$F_{c,Rd} = A_{c,0} f_{j,d} = 452,02 \cdot 2,13 = 962,80 \text{ kN} \quad [1] \text{ Gleichung (6.4)}$$

Nachweis:

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

## 16.1.4.2 Schubtragfähigkeit der Verbindung

3.1 Nachweis - Nachweise - Zusammenfassung

A	B	C	D	E
Maßgebend Knoten	Last	Nachweis Ausnutzung		Nachweis nach Formel
<input type="checkbox"/> Teil der Verbindung im Druckbereich				
1	1	0.60	≤ 1	5814) Beton unter der Fußplatte im Druck
<input type="checkbox"/> Schubtragfähigkeit der Verbindung				
1	1	0.86	≤ 1	5820) Reibung zwischen Fußplatte und Mörtel
<input type="checkbox"/> Schweißnähte				
1	1	0.58	≤ 1	5950) Stützenflansche an Fußplatte
1	1	0.73	≤ 1	5950) Stützensteg an Fußplatte

Max. Ausnutzung: 0.86 ≤ 1

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

Schnittgrößen

Stütze

Normalkraft	N	-580.00	kN
Querkraft	V <sub>y</sub>	0.00	kN
Querkraft	V <sub>z</sub>	100.00	kN

Schubtragfähigkeit der Verbindung

Reibung zwischen Fußplatte und Mörtel

Reibungszahl zwischen Fußplatte und Mörtelschicht	C <sub>f,d</sub>	0.20		6.2.2(6)
Bemessungswert der Querkraft für Reibung	V <sub>Ed</sub>	100.00	kN	
Reibungswiderstand der Fußplatte	F <sub>f,Rd</sub>	116.00	kN	6.2.2(6)
Ausnutzung	η	0.86	≤ 1	

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

**Gleitwiderstand zwischen Fußplatte und Mörtelschicht**

$$F_{f,Rd} = C_{f,d} N_{c,Ed}$$

[1] Gleichung (6.1)

$$C_{f,d} = 0,20$$

$$N_{c,Ed} = -580 \text{ kN}$$

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

Nachweis:

$$\frac{V_{Ed}}{F_{f,Rd}} = \frac{100}{116} = 0,86 \leq 1,00$$

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



### 16.1.4.3 Schweißnähte

Die Schweißnähte werden für die Stützenflansche und den Stützensteg nachgewiesen.

## Stützenflansch

3.1 Nachweis - Nachweise - Zusammenfassung

A	B	C	D	E
Maßgebend	Last	Nachweis		
Knoten		Ausnutzung		Nachweis nach Formel
<input type="checkbox"/> Teil der Verbindung im Druckbereich				
1	1	0.60	≤ 1	5814) Beton unter der Fußplatte im Druck
<input type="checkbox"/> Schubtragfähigkeit der Verbindung				
1	1	0.86	≤ 1	5820) Reibung zwischen Fußplatte und Mörtel
<input type="checkbox"/> Schweißnähte				
1	1	0.58	≤ 1	5950) Stützenflansche an Fußplatte
1	1	0.73	≤ 1	5950) Stützensteg an Fußplatte

Max. Ausnutzung: 0.86 ≤ 1

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

Schweißnähte				
Stützenflansche an Fußplatte				
Durch Flanschennaht übertragene Quer	V <sub>f</sub>	0.00	kN	
Normalkraft in Stütze	N	-580.00	kN	
Schweißnaht-Korrelationskoeffizient	β <sub>w</sub>	0.80		Tab. 4.1
Schubfläche der Schweißnaht in Y-Richt	A <sub>we, v, y</sub>	28.60	cm <sup>2</sup>	
Schubfläche der Schweißnaht in Z-Richt	A <sub>we, v, z</sub>	10.72	cm <sup>2</sup>	
Gesamte belastete Schweißnahtfläche	A <sub>we</sub>	39.32	cm <sup>2</sup>	
Querschnittsfläche übertragend Druck c	A <sub>0, cs</sub>	53.80	cm <sup>2</sup>	
Grenzfestigkeit der Schweißnähte	σ <sub>w</sub>	36.00	kN/cm <sup>2</sup>	4.5.3.2(6)
Normalspannung senkrecht zur Schweiß	σ <sub>senk</sub>	10.43	kN/cm <sup>2</sup>	4.5.3.2(4)
Schubspannung senkrecht zur Schweiß	τ <sub>senk</sub>	10.43	kN/cm <sup>2</sup>	4.5.3.2(4)
Schubspannung parallel zur Schweißna	τ <sub>par</sub>	0.00	kN/cm <sup>2</sup>	4.5.3.2(4)
Gesamtspannung in der Schweißnaht	σ <sub>w</sub>	20.86	kN/cm <sup>2</sup>	4.5.3.2(6)
Ausnutzung der Normalspannung		0.40		
Gesamtspannungsausnutzung		0.58		
Ausnutzung	η	0.58	≤ 1	

2 x M18  
t<sub>b</sub>=40 mm  
Material Baustahl S 235 JR

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

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{N_d}{\sqrt{2}A_w} \leq 0,9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \quad [1] \text{ Gleichung (4.1)}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{580,00}{\sqrt{2} \cdot 39,32} \leq 0,9 \cdot \frac{36,00}{1,25}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 10,43 \text{ kN/cm}^2 \leq 25,90 \text{ kN/cm}^2$$

Nachweis:

$$\frac{10,43}{25,90} = 0,40 \leq 1,00$$

$$\sigma_w = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad [1] \text{ Gleichung (4.1)}$$

$$\sigma_w = \sqrt{10,43^2 + 3(10,43^2 + 0^2)} \leq \frac{36,00}{0,8 \cdot 1,25}$$

$$\sigma_w = 20,86 \text{ kN/cm}^2 \leq 36,00 \text{ kN/cm}^2$$

Nachweis:

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

## Stützensteg

3.1 Nachweis - Nachweise - Zusammenfassung

A	B	C	D	E
Maßgebend Knoten	Last	Nachweis Ausnutzung		Nachweis nach Formel
<input type="checkbox"/> Teil der Verbindung im Druckbereich				
-1	1	0.60	≤ 1	5814) Beton unter der Fußplatte im Druck
<input type="checkbox"/> Schubtragfähigkeit der Verbindung				
-1	1	0.86	≤ 1	5820) Reibung zwischen Fußplatte und Mörtel
<input type="checkbox"/> Schweißnähte				
-1	1	0.58	≤ 1	5950) Stützenflansche an Fußplatte
-1	1	0.73	≤ 1	5950) Stützensteg an Fußplatte

Max. Ausnutzung: 0.86 ≤ 1

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

Schweißnähte				
Stützensteg an Fußplatte				
Durch Stegnaht übertragene Querkraft	$V_w$	100.00	kN	
Normalkraft in Stütze	$N$	-580.00	kN	
Schweißnaht-Korrelationskoeffizient	$\beta_w$	0.80		Tab. 4.1
Schubfläche der Schweißnaht in Y-Richt	$A_{w, v, y}$	28.60	cm <sup>2</sup>	
Schubfläche der Schweißnaht in Z-Richt	$A_{w, v, z}$	10.72	cm <sup>2</sup>	
Gesamte belastete Schweißnahtfläche	$A_w$	39.32	cm <sup>2</sup>	
Querschnittsfläche übertragend Druck	$A_{0, cs}$	53.80	cm <sup>2</sup>	
Grenzfestigkeit der Schweißnähte	$\sigma_u$	36.00	kN/cm <sup>2</sup>	4.5.3.2(6)
Normalspannung senkrecht zur Schweißnaht	$\sigma_{senk}$	10.43	kN/cm <sup>2</sup>	4.5.3.2(4)
Schubspannung senkrecht zur Schweißnaht	$\tau_{senk}$	10.43	kN/cm <sup>2</sup>	4.5.3.2(4)
Schubspannung parallel zur Schweißnaht	$\tau_{par}$	9.33	kN/cm <sup>2</sup>	4.5.3.2(4)
Gesamtspannung in der Schweißnaht	$\sigma_w$	26.39	kN/cm <sup>2</sup>	4.5.3.2(6)
Ausnutzung der Normalspannung		0.40		
Gesamtspannungsausnutzung		0.73		
Ausnutzung	$\eta$	0.73	≤ 1	

2 x M18  
t<sub>b</sub>=40 mm  
Material Baustahl S 235 JR

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

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{N_d}{\sqrt{2}A_w} \leq 0,9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{580,00}{\sqrt{2} \cdot 39,32} \leq 0,9 \cdot \frac{36,00}{1,25}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 10,43 \text{ kN/cm}^2 \leq 25,90 \text{ kN/cm}^2$$

Nachweis:

$$\frac{10,43}{25,90} = 0,40 \leq 1,00$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{V_w}{2a_w h_s}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{100,00}{2 \cdot 0,4 \cdot 13,4} = 9,33 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_w = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_w = \sqrt{10,43^2 + 3(10,43^2 + 9,33^2)} \leq \frac{36,00}{0,8 \cdot 1,25}$$

$$\sigma_w = 26,38 \text{ kN/cm}^2 \leq 36,00 \text{ kN/cm}^2$$

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

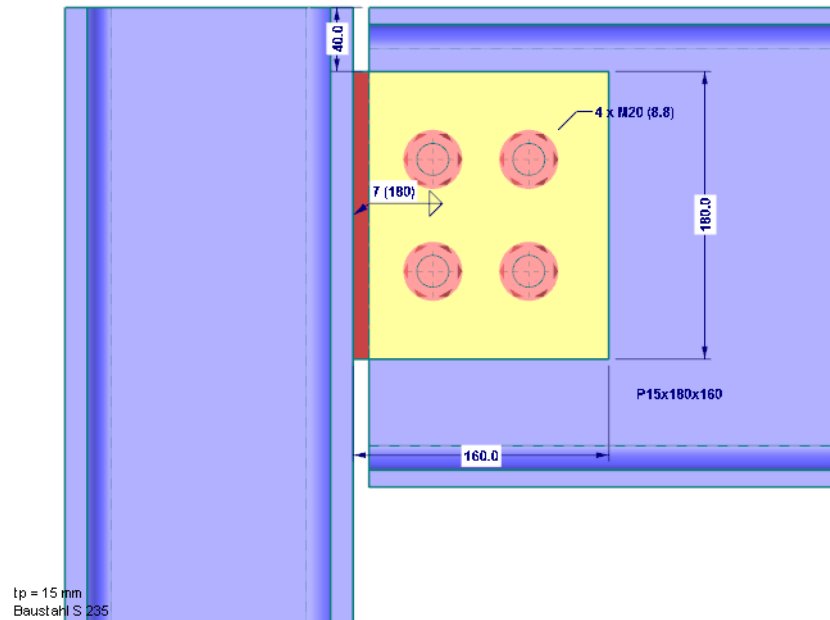


Bild 16.15: Gelenkiger Fahnenblechanschluss nach [11]

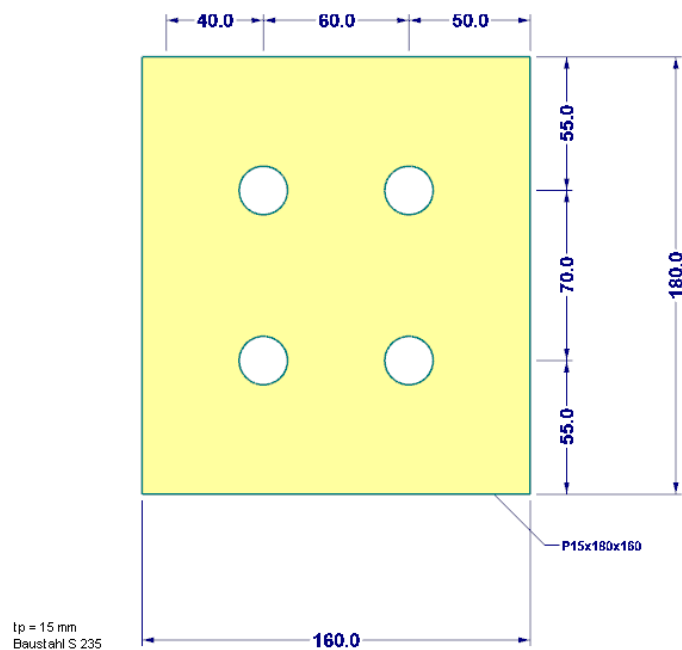


Bild 16.16: Abmessungen des Fahnenblechs nach [11]

**Lastaufnehmendes Bauteil: HEB 180, S 235 JR**

Höhe	$h_c$	180	mm
Breite	$b_c$	180	mm
Flanschdicke	$t_{fc}$	14	mm
Stegdicke	$t_{wc}$	8,5	mm
Ausrundungsradius	$r_c$	15	mm
Steghöhe	$d_w$	122	mm
Querschnittsfläche	$A_c$	6 525	mm <sup>2</sup>

Tabelle 16.4: Querschnittsparameter HEB 180

**Träger: IPE 300, S 235 JR**

Höhe	$h_c$	300	mm
Breite	$b_c$	150	mm
Flanschdicke	$t_{fc}$	10,7	mm
Stegdicke	$t_{wc}$	7,1	mm
Ausrundungsradius	$r_c$	15	mm
Steghöhe	$d_w$	248,6	mm
Querschnittsfläche	$A_c$	5 381	mm <sup>2</sup>

Tabelle 16.5: Querschnittsparameter IPE 300

**Fahnenblech**

Höhe	$h_p$	180	mm
Breite	$b_p$	160	mm
Blechdicke	$t_p$	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	$f_{yb}$	640	N/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit	$f_{ub}$	800	N/mm <sup>2</sup>
Scherfuge		im Schaft	

Tabelle 16.7: Parameter Schrauben

**Schweißnaht: Kehlnaht**

Schweißnahtdicke	$a_w$	7	mm
------------------	-------	---	----

Tabelle 16.8: Parameter Schweißnaht

## Teilsicherheitsbeiwerte

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

Tabelle 16.9: Teilsicherheitsbeiwerte

## Belastung

Es sollen die Tragfähigkeiten der Grundkomponenten ermittelt werden. Die maßgebende Komponente ist der Trägersteg auf Lochleibung. Um eine Auslastung von 100 % des Anschlusses zu ermitteln, wird diese Tragfähigkeit als Belastung ( $V_{Ed} = 108 \text{ kN}$ ) 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.

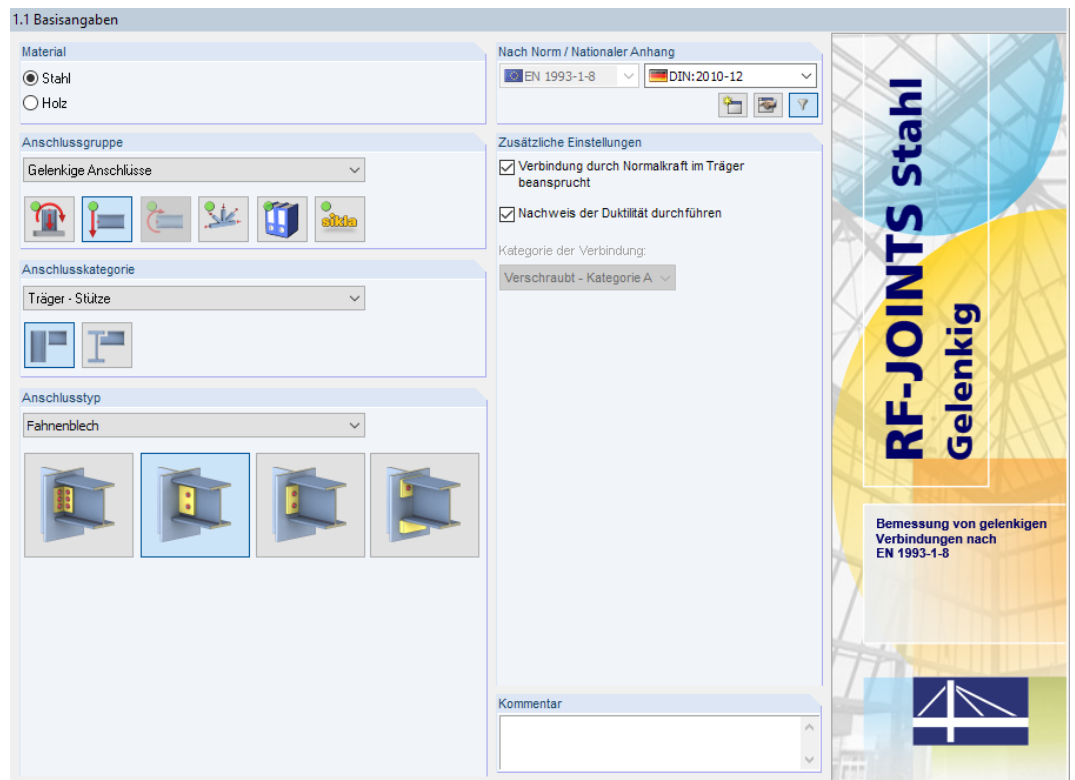


Bild 16.17: RF-JOINTS-Maske 1.1 Basisangaben

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 Anschlussstyp **Fahnenblech** festzulegen.

### 16.2.2.2 Knoten und Stäbe

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

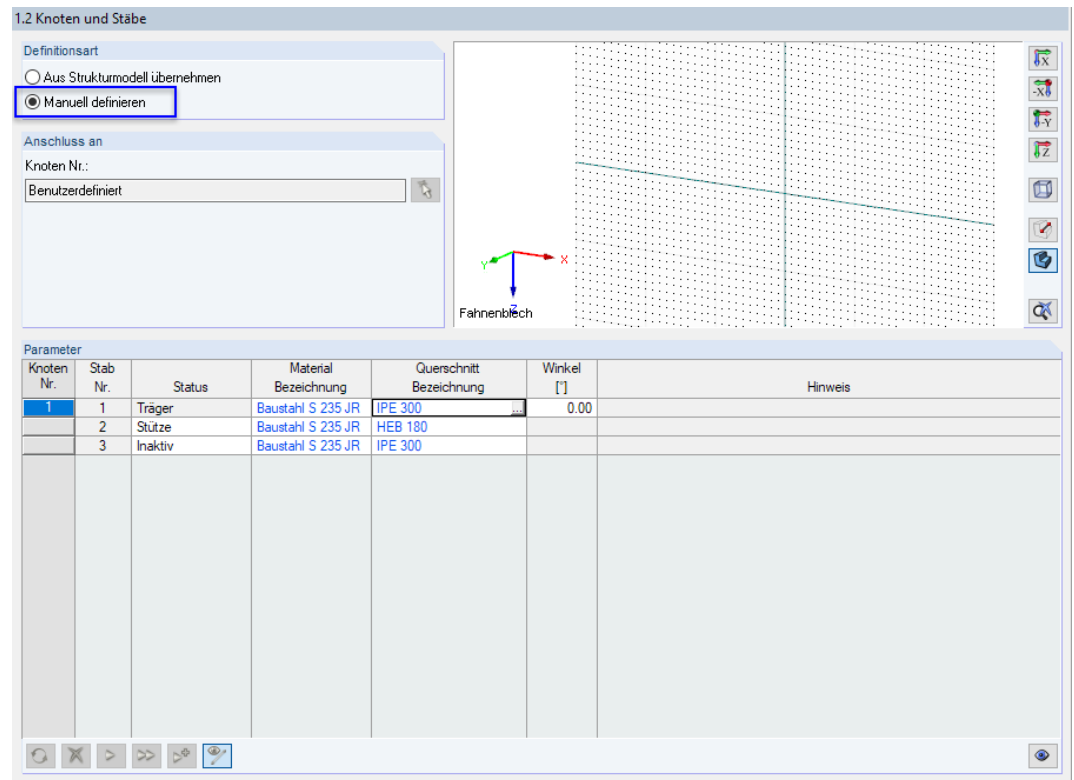


Bild 16.18: Maske 1.2 *Knoten und Stäbe*

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.

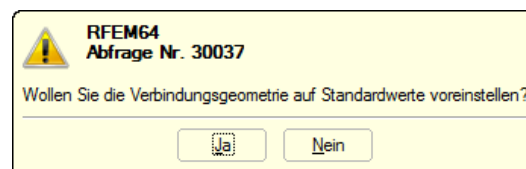


Bild 16.19: RFEM-Abfrage

### 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.

1.3 Schnittgrößen

LF	A	B	C	D	E
	Stab	Kraft	Symbol	Wert	Einheit
1					
	Träger	Nomalkraft	N	0.00	kN
		Querkraft	$V_z$	108.00	kN
	Stütze	Nomalkraft	N	0.00	kN
		Querkraft	$V_z$	0.00	kN

Bild 16.20: Maske 1.3 *Schnittgrößen*

### 16.2.2.4 Geometrie

Maske 1.4 *Geometrie* verwaltet die Parameter des Anschlusses.

1.4 Geometrie

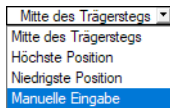
Parameter

- Anordnung**
  - Anschluss an Flansch/Steg: Stützenflansch 1
  - Anpassung des Stützenendes: Senkrecht
  - Spalt zwischen Träger und Stütze: g = 10.0 mm
- Ausklinkungen**: Keine
- Verbindungselement**
  - Material: Stahl S 235
  - Position des Fahnenblechs: Direkt auf Stütze
  - Anordnung am Trägersteg: Einseitig
  - Vertikale Lage: Manuelle Eingabe
  - Abstand von Trägeroberkante: p<sub>con</sub> = 40.0 mm
- Abmessungen des Fahnenblechs**
  - Plattenhöhe: h<sub>pl</sub> = 180.0 mm
  - Plattenbreite: b<sub>pl</sub> = 160.0 mm
  - Plattendicke: t<sub>pl</sub> = 15.0 mm
- Schrauben am Träger**
  - Gewinde in Scherfuge:
  - Normales Lochspiel:
  - Horizontal-symmetrische Anordnung:
  - Vertikal-symmetrische Anordnung:
  - Schraubendurchmesser: M20
  - Schraubenfestigkeitsklasse: 8.8
  - Lochdurchmesser: d<sub>0</sub> = 22.0 mm
  - Horizontale Schraubenreihen: n<sub>r</sub> = 2
  - Vertikale Schraubenreihen: n<sub>c</sub> = 2
  - Vertikaler Randabstand: e<sub>1</sub> = 55.0 mm
  - Vertikaler Schraubenabstand: p<sub>1</sub> = 70.0 mm
  - Vertikaler Randabstand: e'<sub>1</sub> = 55.0 mm
  - Horizontaler Randabstand: e<sub>2</sub> = 50.0 mm
  - Horizontaler Schraubenabstand: p<sub>2</sub> = 80.0 mm
  - Horizontaler Randabstand: e'<sub>2</sub> = 30.0 mm
- Schweißnähte**
  - Schweißnahtdicke: a<sub>w</sub> = 7.0 mm
  - Schweißnahtlänge: l<sub>w</sub> = 180.0 mm

tp = 15 mm  
Baustahl S 235

Bild 16.21: Maske 1.4 *Geometrie*

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.



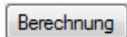
Die Parameter für das *Verbindungselement* können über die **Manuelle Eingabe** definiert werden. Diese Option zur Anordnung am Trägersteg steht in der Liste zur Auswahl. Anschließend kann der Abstand von der Trägeroberkante auf **40 mm** geändert werden.

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  $l_w$  ergibt sich aus den Randbedingungen des Fahnenblechs.

Die Eingabedaten liegen damit vollständig vor.

## 16.2.3 Berechnung



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

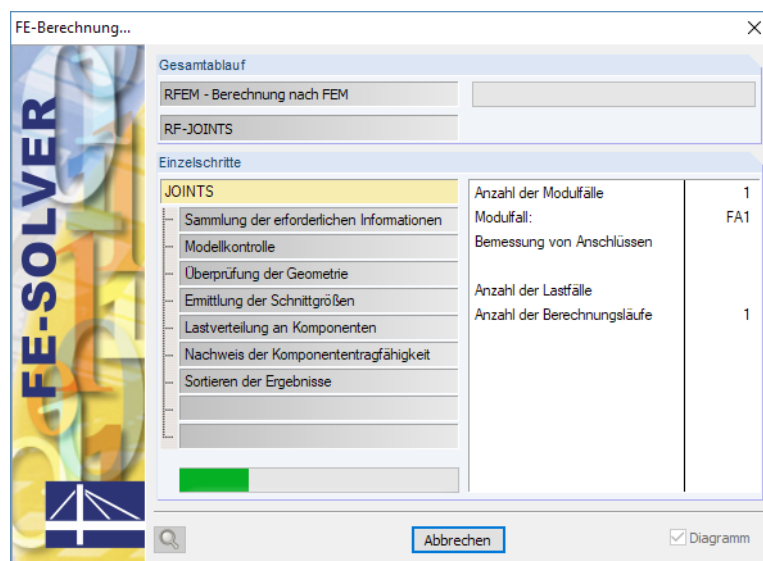


Bild 16.22: Dialog *FE-Berechnung*



## 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

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

A	B	C	D	E
Maßgebend	Nachweis	Nachweis nach Formel		
Knoten	Last	Ausnutzung		
<input type="checkbox"/> Anforderungen an gelenkige Verbindung				
1	1	OK	3220) Zulässige Verdrehung in gelenkiger Verbindung	
1	1	OK	3321) Vermeidung von vorzeitigem Nahtversagen am Fahnenblech	
<input type="checkbox"/> Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger				
1	1	0.56 ≤ 1	5901) Einzelne Schraube - Abscheren	
1	1	0.56 ≤ 1	5910) Abschertragfähigkeit der Schraubengruppe unter Querkraft	
<input type="checkbox"/> Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs				
1	1	0.46 ≤ 1	5019) Lochleibung einzelne Schraube	
1	1	0.37 ≤ 1	5041) Fahnenblech unter Schub - Bruttoquerschnitt	
1	1	0.32 ≤ 1	5042) Fahnenblech unter Schub - Nettoquerschnitt	
1	1	0.31 ≤ 1	5043) Fahnenblech unter Schub - Blockversagen	
1	1	0.45 ≤ 1	5045) Fahnenblech unter Biegung	
1	1	OK	5044) Fahnenblech unter Biegung - Stabilität	
<input type="checkbox"/> Normalkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs				
1	1	0.00 ≤ 1	5046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt	

Max. Ausnutzung: 1.00 > 1

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

Schnittgrößen			
<input type="checkbox"/> Träger, 1			
Normalkraft	N	0.00	kN
Querkraft	V <sub>z</sub>	108.00	kN
Anforderungen an gelenkige Verbindung			
<input type="checkbox"/> Zulässige Verdrehung in gelenkiger Verbindung			
Hebelarmlänge	z	80.0	mm
Abstand zwischen Trägersaußenkante und Fahnenblech	h <sub>e</sub>	80.0	mm
Spalt zwischen Träger und Stütze	g	10.0	mm
Erforderliche Verdrehung	φ <sub>req</sub>	0.00	°
Zulässige Verdrehung in Verbindung	φ <sub>prov</sub>	3.41	°

Ip = 15 mm  
Baustahl S 235

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

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

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

$$g_h = 10 \text{ mm}$$

$$h_e = h_B - p_{\text{con}} = 300 - 40 - 180 = 80,0 \text{ mm}$$

$$z = \frac{b_p}{2} + g_h = \frac{160}{2} + 10 = \underline{80,0 \text{ mm}} \leq \sqrt{(z - g_h)^2 + \left(\frac{h_p}{2} + h_e\right)^2} = 183,85 \text{ mm}$$

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

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

### Vermeidung von vorzeitigem Nahtversagen

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

A		B		C		D		E	
Maßgebend		Last		Nachweis		Ausnutzung		Nachweis nach Formel	
Knoten	Last	Ausnutzung							
Anforderungen an gelenkige Verbindung									
-1	1			OK				3220	Zulässige Verdrehung in gelenkiger Verbindung
-1	1			OK				3321	Vermeidung von vorzeitigem Nahtversagen am Fahnenblech
Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger									
-1	1			0.56 ≤ 1				5901	Einzelne Schraube - Abscheren
-1	1			0.56 ≤ 1				5910	Abschertragfähigkeit der Schraubengruppe unter Querkraft
Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs									
-1	1			0.46 ≤ 1				5019	Lochleibung einzelne Schraube
-1	1			0.37 ≤ 1				5041	Fahnenblech unter Schub - Bruttoquerschnitt
-1	1			0.32 ≤ 1				5042	Fahnenblech unter Schub - Nettoquerschnitt
-1	1			0.31 ≤ 1				5043	Fahnenblech unter Schub - Blockversagen
-1	1			0.45 ≤ 1				5045	Fahnenblech unter Biegung
-1	1			OK				5044	Fahnenblech unter Biegung - Stabilität
Normalkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs									
-1	1			0.00 ≤ 1				5046	Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt

Max. Ausnutzung: 1.00 > 1

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

Schnittgrößen

Träger, 1

Normalkraft	N	0.00	kN
Querkraft	Vz	108.00	kN

Anforderungen an gelenkige Verbindung

Vermeidung von vorzeitigem Nahtversagen am Fahnenblech

Streckgrenze des Stahlblechs	$f_{y,pl}$	235.00	N/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit des Stahlblechs	$f_{u,pl}$	360.00	N/mm <sup>2</sup>
Maßgebender Korrelationskoeffizient	$\beta_w$	0.80	
Teilsicherheitsbeiwert für Material	$\gamma_{m,0}$	1.00	EN 1993-1-1: 6.1(1)
Teilsicherheitsbeiwert für Material	$\gamma_{m,2}$	1.25	Tab. 2.1
Dicke des Fahnenblechs	$t_{pl}$	15.0	mm
Schweißnahtdicke	$a_w$	7.0	mm
Erforderliche Schweißnahtdicke	$a_{w,min}$	6.9	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

$$\beta_w : 0,80 \quad [1] \text{ Tabelle 4.1}$$

$$a_w \geq \frac{0,80}{\sqrt{2}} \cdot \frac{235}{360} \cdot \frac{1,25}{1,00} \cdot 15 = 6,924 \text{ mm}$$

⇒ gewählt:  $a_w = 7,0 \text{ mm}$

### 16.2.4.2 Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger

#### Einzelne Schraube - Abscheren

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

A	B	C	D	E
Maßgebend		Nachweis		
Knoten	Last	Ausnutzung		Nachweis nach Formel
<input type="checkbox"/> Anforderungen an gelenkige Verbindung				
-1	1	OK		3220) Zulässige Verdrehung in gelenkiger Verbindung
-1	1	OK		3321) Vermeidung von vorzeitigem Nahtversagen am Fahnenblech
<input type="checkbox"/> Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger				
-1	1	0,56 ≤ 1		5901) Einzelne Schraube - Abscheren
-1	1	0,56 ≤ 1		5910) Abschertragfähigkeit der Schraubengruppe unter Querkraft
<input type="checkbox"/> Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs				
-1	1	0,46 ≤ 1		5019) Lochleibung einzelne Schraube
-1	1	0,37 ≤ 1		5041) Fahnenblech unter Schub - Bruttoquerschnitt
-1	1	0,32 ≤ 1		5042) Fahnenblech unter Schub - Nettoquerschnitt
-1	1	0,31 ≤ 1		5043) Fahnenblech unter Schub - Blockversagen
-1	1	0,45 ≤ 1		5045) Fahnenblech unter Biegung
-1	1	OK		5044) Fahnenblech unter Biegung - Stabilität
<input type="checkbox"/> Normalkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs				
-1	1	0,00 ≤ 1		5046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt

Max. Ausnutzung: 1,00 > 1

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

Schnittgrößen

Träger, 1

Nomalkraft	N	0,00	kN
Querkraft	V <sub>z</sub>	108,00	kN

Schnittgrößen aus Anschlussgeometrie

Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger

Einzelne Schraube - Abscheren

Anzahl der Scherfugen	α <sub>v</sub>	0,60	Tab. 3.4
Beiwert für Abscheren	f <sub>u,b</sub>	800,00	N/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit der Schraube	A <sub>b</sub>	3,14	cm <sup>2</sup>
Querschnittsfläche der Schraube	F <sub>n,Ed</sub>	67,61	kN
Maximale auf einzelne Schraube wirkende Querkraft	F <sub>v,Rd</sub>	120,58	kN
Abschertragfähigkeit einzelne Schraube	η	0,56	≤ 1

tp = 15 mm  
Baustahl S 235

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

$$\alpha_v : 0,60$$

$$A : \pi \cdot d^2 / 4 = \pi \cdot 20^2 / 4 = 314,2 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,60 \cdot 800 \cdot 314,2}{1,25} = 120,58 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{F_{n,Rd}}{F_{v,Rd}} = \frac{67,61}{120,58} = \underline{0,56} \leq 1,00$$

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.

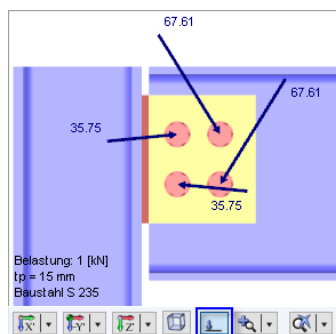


Bild 16.26: Schraubenkräfte

## Abschertragfähigkeit der Schraubengruppe unter Querkraft

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

A		B		C		D		E	
Maßgebend		Last		Nachweis				Nachweis nach Formel	
Knoten		Last		Ausnutzung					
Anforderungen an gelenkige Verbindung									
-1	1	1		OK		3220	Zulässige Verdrehung in gelenkiger Verbindung		
-1	1	1		OK		3321	Verminderung von vorzeitigem Nahtversagen am Fahnenblech		
Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger									
-1	1	1		0,56	≤ 1	5901	Einzelne Schraube - Abscheren		
-1	1	1		0,56	≤ 1	5910	Abschertragfähigkeit der Schraubengruppe unter Querkraft		
Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs									
-1	1	1		0,46	≤ 1	5019	Lochleibung einzelne Schraube		
-1	1	1		0,37	≤ 1	5041	Fahnenblech unter Schub - Bruttoquerschnitt		
-1	1	1		0,32	≤ 1	5042	Fahnenblech unter Schub - Nettoquerschnitt		
-1	1	1		0,31	≤ 1	5043	Fahnenblech unter Schub - Blockversagen		
-1	1	1		0,45	≤ 1	5045	Fahnenblech unter Biegung		
-1	1	1		OK		5044	Fahnenblech unter Biegung - Stabilität		
Normalkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs									
-1	1	1		0,00	≤ 1	5046	Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt		

Max. Ausnutzung: 1,00 > 1

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

Schnittgrößen

Träger, 1

Schnittgrößen aus Anschlussgeometrie

Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger

Abschertragfähigkeit der Schraubengruppe unter Querkraft

Abschertragfähigkeit einzelne Schraube	$F_{v,Rd}$	120,58	kN		
Anzahl der Schrauben	$n$	4			
Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe	$n_1$	2			
Anzahl der Schrauben in der horizontalen Reihe	$n_2$	2			
Anzahl der Scherfugen		1			
Hebelarmlänge	$z$	80,0	mm		
Vertikaler Schraubenaabstand	$p_1$	70,0	mm		
Horizontaler Schraubenaabstand	$p_2$	60,0	mm		
Polares Trägheitsmoment der Schraubengruppe	$I_p$	85,00	cm <sup>2</sup>		
Einwirkende Querkraft	$V_{Ed}$	108,00	kN		
Querkrafttragfähigkeit der Schraubengruppe	$V_{Rd,1}$	192,60	kN	ECCS Nr. 126	
Ausnutzung	$\eta$	0,56		≤ 1	

$t_p = 15 \text{ mm}$   
Baustahl S 235

Bild 16.27: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Abschertragfähigkeit der Schraubengruppe

 Nach [5] Kapitel 6.3.3 für  $n_2 = 2$ :

$$V_{Rd,1} = \frac{F_{v,Rd}}{\sqrt{\left(\frac{z \cdot p_2}{2 \cdot I_p} + \frac{1}{n}\right)^2 + \left(\frac{z \cdot p_1}{2 \cdot I_p} \cdot (n_1 - 1)\right)^2}}$$

mit

$$p_1 : 70,0 \text{ mm}$$

$$p_2 : 60,0 \text{ mm}$$

$$n : n_1 \cdot n_2 = 2 \cdot 2 = 4$$

$$z : g + e_2 + p_2/2 = 10 + 40 + 60/2 = 80,0 \text{ mm}$$

$$I_p : n_1/2 \cdot p_2^2 + 1/6 \cdot n_1 \cdot (n_1^2 - 1) \cdot p_1^2 = 2/2 \cdot 60^2 + 1/6 \cdot 2 \cdot (2^2 - 1) \cdot 70^2 = 8500 \text{ mm}^2$$

$$V_{Rd,1} = \frac{120,58}{\sqrt{\left(\frac{80,0 \cdot 60,0}{2 \cdot 8500} + \frac{1}{4}\right)^2 + \left(\frac{80,0 \cdot 70,0}{2 \cdot 8500} \cdot (2 - 1)\right)^2}} = 192,60 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,1}} = \frac{108,00}{192,60} = \underline{\underline{0,56}} \leq 1,00$$

## 16.2.4.3 Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs

## Lochleibung einzelne Schraube

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

Maßgebend		Nachweis		E	
Knoten	Last	Ausnutzung		Nachweis nach Formel	
Anforderungen an gelenkige Verbindung					
Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger					
-1	1	0.56	≤ 1	5901) Einzelne Schraube - Abscheren	
-1	1	0.56	≤ 1	5910) Abschertragfähigkeit der Schraubengruppe unter Querkraft	
Querkräfttragfähigkeit des Fahnenblechs					
-1	1	0.46	≤ 1	5019) Lochleibung einzelne Schraube	
-1	1	0.37	≤ 1	5041) Fahnenblech unter Schub - Bruttoquerschnitt	
-1	1	0.32	≤ 1	5042) Fahnenblech unter Schub - Nettoquerschnitt	
-1	1	0.31	≤ 1	5043) Fahnenblech unter Schub - Blockversagen	
-1	1	0.45	≤ 1	5045) Fahnenblech unter Biegung	
-1	1	OK		5044) Fahnenblech unter Biegung - Stabilität	
Nomalkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs					
-1	1	0.00	≤ 1	5046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt	
-1	1	0.00	≤ 1	5047) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Nettoquerschnitt	
Querkräfttragfähigkeit des Trägers					
Max. Ausnutzung: 1.00 > 1					

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

Querkraft Vz 108.00 kN

Schnittgrößen aus Anschlussgeometrie

Querkräfttragfähigkeit des Fahnenblechs

Lochleibung einzelne Schraube

Position der Schraube in Lastrichtung	Innenbolzen	
Position der Schraube rechtwinklig zur Lastrichtung	Innenbolzen	
Beiwert für den Lochabstand senkrecht zur Lastrichtung	$k_1$	2.12 Tab. 3.4
Beiwert für den Lochabstand in der Lastrichtung	$\alpha_b$	0.81 Tab. 3.4
Grenzfestigkeit	$f_{ub}$	360.00 N/mm <sup>2</sup>
Schraubendurchmesser	$d$	20.0 mm
Dicke der Stützenplatte	$t_p$	15.0 mm
Teilsicherheitsbeiwert für Material	$\gamma_{m,2}$	1.25 Tab. 2.1
Vertikale Querkraft	$F_{v,Ed}$	57.49 kN
Horizontale Querkraft	$F_{h,Ed}$	35.58 kN
Bemessungswert der Lochleibungstragfähigkeit, vertikal	$F_{b,v,Rd}$	148.35 kN Tab. 3.4
Bemessungswert der Lochleibungstragfähigkeit, horizontal	$F_{b,h,Rd}$	142.36 kN Tab. 3.4
Ausnutzung	$\eta$	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

$$\alpha_b : \text{MIN} \left( \frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_{up}}; 1,0 \right) = \text{MIN} (0,833; 0,8106; 2,22; 1,0) = 0,8106$$

$$k_1 : \text{MIN} \left( 2,8 \frac{e_2}{3d_0} - 1,7; 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right) = \text{MIN} (4,664; 2,118; 2,5) = 2,118$$

$$F_{b,h,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,6591 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 15}{1,25} = 142,36 \text{ kN}$$

mit

$$\alpha_b : \text{MIN} \left( \frac{e_2}{3d_0}; \frac{p_2}{3d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_{up}}; 1,0 \right) = \text{MIN} (0,7576; 0,6591; 2,22; 1,0) = 0,6591$$

$$k_1 : \text{MIN} \left( 2,8 \frac{e_1}{3d_0} - 1,7; 1,4 \frac{p_1}{d_0} - 1,7; 2,5 \right) = \text{MIN} (5,3; 2,755; 2,5) = 2,5$$

Nach [5] Kapitel 6.3.3, S. 59 mit  $n = 2$ :

$$V_{Rd,2} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1/n + \alpha}{F_{b,v,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{\beta}{F_{b,h,Rd}}\right)^2}}$$

mit

$$\alpha : \frac{z}{l_p} \cdot \frac{p_2}{2} = \frac{80,0}{8500} \cdot \frac{60,0}{2} = 0,2824$$

$$\beta : \frac{z}{l_p} \cdot \frac{n_1 - 1}{2} \cdot p_1 = \frac{80,0}{8500} \cdot \frac{2 - 1}{2} \cdot 70,0 = 0,3294$$

$$V_{Rd,2} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1/2 + 0,2824}{148,35}\right)^2 + \left(\frac{0,3294}{142,36}\right)^2}} = 234,20 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,2}} = \frac{108,00}{234,20} = \underline{0,46} \leq 1,00$$

### Fahnenblech unter Schub - Bruttoquerschnitt

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

Maßgebend	Knoten	Last	Ausnutzung	Nachweis	E
Anforderungen an gelenkige Verbindung					
Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger					
1	1		0,56 ≤ 1	5901) Einzelne Schraube - Abscheren	
1	1		0,56 ≤ 1	5910) Abschertragfähigkeit der Schraubengruppe unter Querkraft	
Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs					
1	1		0,46 ≤ 1	5019) Lochleibung einzelne Schraube	
1	1		0,37 ≤ 1	5041) Fahnenblech unter Schub - Bruttoquerschnitt	
1	1		0,32 ≤ 1	5042) Fahnenblech unter Schub - Nettoquerschnitt	
1	1		0,31 ≤ 1	5043) Fahnenblech unter Schub - Blockversagen	
1	1		0,45 ≤ 1	5045) Fahnenblech unter Biegung	
1	1		OK	5044) Fahnenblech unter Biegung - Stabilität	
Normalkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs					
1	1		0,00 ≤ 1	5046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt	
1	1		0,00 ≤ 1	5047) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Nettoquerschnitt	
Querkrafttragfähigkeit des Trägers					

Max. Ausnutzung: 1,00 > 1

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

Träger, 1			
Nomalkraft	N	0,00	kN
Querkraft	V <sub>z</sub>	108,00	kN
Schnittgrößen aus Anschlussgeometrie			
Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs			
Fahnenblech unter Schub - Bruttoquerschnitt			
Plattenhöhe	h <sub>pl</sub>	180,0	mm
Plattendicke	t <sub>pl</sub>	15,0	mm
Anzahl der Stahlbleche	n <sub>pl</sub>	1	
Schubfläche	A <sub>vb</sub>	27,00	cm <sup>2</sup>
Abminderungsbeiwert		1,27	ECCS Tech.comm.1
Abminderungsfaktor für Schubbeanspruchbarkeit		1,73	EN 1993-1-1 (6.18)
Streckgrenze des Stahlblechs	f <sub>y,pl</sub>	235,00	N/mm <sup>2</sup>
Teilsicherheitsbeiwert für Material	γ <sub>m,0</sub>	1,00	EN 1993-1-1: 6.1(1)
Einwirkende Querkraft	V <sub>Ed</sub>	108,00	kN
Querkrafttragfähigkeit	V <sub>Rd,3</sub>	288,45	kN
Ausnutzung	η	0,37	≤ 1

Belastung: 1 [kN]  
t<sub>p</sub> = 15 mm  
Baustahl S 235

Bild 16.29: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Fahnenblech unter Schub - Bruttoquerschnitt

Nach [5] Kapitel 6.3.3, S. 59:

$$V_{Rd,3} = \frac{h_p \cdot t_p}{1,27} \cdot \frac{f_{yp}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{180 \cdot 15}{1,27} \cdot \frac{235}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 288,40 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,3}} = \frac{108,00}{288,40} = \underline{0,37} \leq 1,00$$

## Fahnenblech unter Schub - Nettoquerschnitt

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

A		B		C		D		E	
Maßgebend		Nachweis						Nachweis nach Formel	
Knoten	Last	Ausnutzung							
Anforderungen an gelenkige Verbindung									
Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger									
-1	1	0.56	≤ 1	5901	Einzelne Schraube - Abscheren				
-1	1	0.56	≤ 1	5910	Abschertragfähigkeit der Schraubengruppe unter Querkraft				
Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs									
-1	1	0.46	≤ 1	5019	Lochleibung einzelne Schraube				
-1	1	0.37	≤ 1	5041	Fahnenblech unter Schub - Bruttoquerschnitt				
-1	1	0.32	≤ 1	5042	Fahnenblech unter Schub - Nettoquerschnitt				
-1	1	0.31	≤ 1	5043	Fahnenblech unter Schub - Blockversagen				
-1	1	0.45	≤ 1	5045	Fahnenblech unter Biegung				
-1	1	OK		5044	Fahnenblech unter Biegung - Stabilität				
Normalkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs									
-1	1	0.00	≤ 1	5046	Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt				
-1	1	0.00	≤ 1	5047	Fahnenblech unter Zug oder Druck - Nettoquerschnitt				
Querkrafttragfähigkeit des Trägers									
Max. Ausnutzung:		1.00		> 1					

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

Normalkraft	N	0.00	kN		
Querkraft	V <sub>z</sub>	108.00	kN		
Schnittgrößen aus Anschlussgeometrie					
Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs					
Fahnenblech unter Schub - Nettoquerschnitt					
Plattenhöhe	h <sub>pl</sub>	180.0	mm		
Plattendicke	t <sub>pl</sub>	15.0	mm		
Anzahl der Stahlbleche	n <sub>pl</sub>	1			
Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe	n <sub>1</sub>	2			
Lochdurchmesser	d <sub>0</sub>	22.0	mm		
Nettofläche	A <sub>v,net</sub>	20.40	cm <sup>2</sup>		
Zugfestigkeit des Stahlblechs	f <sub>u,pl</sub>	360.00	N/mm <sup>2</sup>		
Abminderungsfaktor für Schubbeanspruchbarkeit		1.73			
Teilsicherheitsbeiwert für Material	γ <sub>m,2</sub>	1.25		Tab. 2.1	
Einwirkende Querkraft	V <sub>Ed</sub>	108.00	kN		
Querkrafttragfähigkeit	V <sub>Rd,4</sub>	339.20	kN	ECCS Nr. 126	
Ausnutzung	η	0.32		≤ 1	

Bild 16.30: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Fahnenblech unter Schub - Nettoquerschnitt

Nach [5] Kapitel 6.3.3, S. 59:

$$V_{Rd,4} = A_{v,net} \cdot \frac{f_{ub}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M2}} = 2040 \cdot \frac{360}{\sqrt{3} \cdot 1,25} = 339,20 \text{ kN}$$

mit

$$A_{v,net} : t_p \cdot (h_p - n_1 \cdot d_0) = 15 \cdot (180 - 2 \cdot 22) = 2040 \text{ mm}^2$$

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,4}} = \frac{108,00}{339,20} = \underline{0,32} \leq 1,00$$

## Fahnenblech unter Schub - Blockversagen

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

A		B		C		D		E	
Maßgebend		Last		Ausnutzung		Nachweis		Nachweis nach Formel	
Knoten	Last								
Anforderungen an gelenkige Verbindung									
Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger									
-1	1			0.56	≤ 1	5901) Einzelne Schraube - Abscheren			
-1	1			0.56	≤ 1	5910) Abschertragfähigkeit der Schraubengruppe unter Querkraft			
Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs									
-1	1			0.46	≤ 1	5019) Lochleibung einzelne Schraube			
-1	1			0.37	≤ 1	5041) Fahnenblech unter Schub - Bruttoquerschnitt			
-1	1			0.32	≤ 1	5042) Fahnenblech unter Schub - Nettoquerschnitt			
-1	1			0.31	≤ 1	5043) Fahnenblech unter Schub - Blockversagen			
-1	1			0.45	≤ 1	5045) Fahnenblech unter Biegung			
-1	1			OK		5044) Fahnenblech unter Biegung - Stabilität			
Normalkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs									
-1	1			0.00	≤ 1	5046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt			
-1	1			0.00	≤ 1	5047) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Nettoquerschnitt			
Querkrafttragfähigkeit des Trägers									
Max. Ausnutzung:		1.00		> 1					

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

Plattenhöhe	h <sub>pl</sub>	180.0	mm		
Plattendicke	t <sub>pl</sub>	15.0	mm		
Anzahl der Stahlbleche	n <sub>pl</sub>	1			
Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe	n <sub>1</sub>	2			
Lochdurchmesser	d <sub>0</sub>	22.0	mm		
Vertikaler Randabstand	e <sub>1</sub>	55.0	mm		
Horizontaler Randabstand	e <sub>2</sub>	50.0	mm		
Horizontaler Schraubenabstand	p <sub>2</sub>	60.0	mm		
Streckgrenze des Stahlblechs	f <sub>y,pl</sub>	235.00	N/mm <sup>2</sup>		
Zugfestigkeit des Stahlblechs	f <sub>u,pl</sub>	360.00	N/mm <sup>2</sup>		
Zugbeanspruchte Nettoquerschnittsfläche	A <sub>nt</sub>	11.55	cm <sup>2</sup>		
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A <sub>nv</sub>	13.80	cm <sup>2</sup>		
Teilsicherheitsbeiwert für Material	γ <sub>m,0</sub>	1.00		EN 1993-1-1: 6.1(1)	
Teilsicherheitsbeiwert für Material	γ <sub>m,2</sub>	1.25		Tab. 2.1	
Einwirkende Querkraft	V <sub>Ed</sub>	108.00	kN		
Querkrafttragfähigkeit	V <sub>Rd,5</sub>	353.55	kN	ECCS Nr. 126, Stahl	
Ausnutzung	η	0.31		≤ 1	

Belastung: 1 [kN]  
t<sub>p</sub> = 15 mm  
Baustahl S.235

Bild 16.31: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Fahnenblech unter Schub - Blockversagen

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

$$A_{nt} : t_p \cdot (p_2 + e_2 - 3 \cdot d_0/2) = 15 \cdot (60 + 50 - 3 \cdot 22/2) = 1155 \text{ mm}^2$$

$$A_{nv} : t_p \cdot (h_p - e_1 - (n_1 - 0,5) \cdot d_0) = 15 \cdot (180 - 55 - (2 - 0,5) \cdot 22) = 1380 \text{ mm}^2$$

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,5}} = \frac{108,00}{339,20} = \underline{\underline{0,32}} \leq 1,00$$



## Fahnenblech unter Biegung

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

A		B		C		D		E	
Maßgebend		Last		Ausnutzung		Nachweis		Nachweis nach Formel	
Knoten									
Anforderungen an gelenkige Verbindung									
Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger									
-1	1			0.56	≤ 1	5901) Einzelne Schraube - Abscheren			
-1	1			0.56	≤ 1	5910) Abschertragfähigkeit der Schraubengruppe unter Querkraft			
Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs									
-1	1			0.46	≤ 1	5019) Lochleibung einzelne Schraube			
-1	1			0.37	≤ 1	5041) Fahnenblech unter Schub - Bruttoquerschnitt			
-1	1			0.32	≤ 1	5042) Fahnenblech unter Schub - Nettoquerschnitt			
-1	1			0.31	≤ 1	5043) Fahnenblech unter Schub - Blockversagen			
-1	1			0.45	≤ 1	5045) Fahnenblech unter Biegung			
-1	1			OK		5044) Fahnenblech unter Biegung - Stabilität			
Normalkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs									
-1	1			0.00	≤ 1	5046) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt			
-1	1			0.00	≤ 1	5047) Fahnenblech unter Zug oder Druck - Nettoquerschnitt			
Querkrafttragfähigkeit des Trägers									
Max. Ausnutzung: 1.00 > 1									

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

Schnittgrößen

Träger, 1			
Nomalkraft	N	0.00	kN
Querkraft	V <sub>z</sub>	108.00	kN

Schnittgrößen aus Anschlussgeometrie

Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs

Fahnenblech unter Biegung

Plattenhöhe	h <sub>pl</sub>	180.0	mm
Plattendicke	t <sub>pl</sub>	15.0	mm
Elastisches Widerstandsmoment	W <sub>el,y</sub>	81.00	cm <sup>3</sup>
Streckgrenze des Stahlblechs	f <sub>y,pl</sub>	235.00	N/mm <sup>2</sup>
Hebelarmlänge	z	80.0	mm
Einwirkende Querkraft	V <sub>Ed</sub>	108.00	kN
Querkrafttragfähigkeit	V <sub>Rd,6</sub>	237.94	kN
Ausnutzung	η	0.45	≤ 1

ECSS Nr. 126, Stahlbau

t<sub>p</sub> = 15 mm  
Baustahl S 235

Bild 16.32: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Fahnenblech unter Biegung

Nach [5] Kapitel 6.3.3, S. 60:

$$h_p \geq 2,73 \cdot z = 2,73 \cdot 80,0 = 218,40 \text{ mm}$$

$$180,00 \text{ mm} \geq 218,40 \text{ mm} \quad \rightarrow \text{falsch}$$

$$V_{Rd,6} = \frac{W_{el}}{z} \cdot \frac{f_{yp}}{\gamma_{M0}} = \frac{\left(\frac{t_p \cdot h^2}{6}\right)}{z} \cdot \frac{f_{yp}}{\gamma_{M0}} = \frac{\left(\frac{15 \cdot 180^2}{6}\right)}{80} \cdot \frac{235}{1,0} = 237,90 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,6}} = \frac{108,00}{237,90} = \underline{0,45} \leq 1,00$$

### Fahnenblech unter Biegung - Stabilität

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

A		B		C		D		E	
Maßgebend		Last		Nachweis		Ausnutzung		Nachweis nach Formel	
Knoten									
Anforderungen an gelenkige Verbindung									
Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger									
Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs									
-1	1			0.46	≤ 1	5019)	Lochleibung einzelne Schraube		
-1	1			0.37	≤ 1	5041)	Fahnenblech unter Schub - Bruttoquerschnitt		
-1	1			0.32	≤ 1	5042)	Fahnenblech unter Schub - Nettoquerschnitt		
-1	1			0.31	≤ 1	5043)	Fahnenblech unter Schub - Blockversagen		
-1	1			0.45	≤ 1	5045)	Fahnenblech unter Biegung		
-1	1			OK		5044)	Fahnenblech unter Biegung - Stabilität		
Normalkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs									
-1	1			0.00	≤ 1	5046)	Fahnenblech unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt		
-1	1			0.00	≤ 1	5047)	Fahnenblech unter Zug oder Druck - Nettoquerschnitt		
Querkrafttragfähigkeit des Trägers									
-1	1			1.00	> 1	5019)	Lochleibung einzelne Schraube		
-1	1			0.37	≤ 1	5041)	Trägersteg unter Schub - Bruttoquerschnitt		
Max. Ausnutzung:				1.00		> 1			

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

Schnittgrößen

Schnittgrößen aus Anschlussgeometrie

Auf Anschluss wirkende Zugkraft	N <sub>x,Ed</sub>	0.00	kN
Auf Anschluss wirkende Querkraft	V <sub>z,Ed</sub>	108.00	kN
Biegemoment aus Steifigkeit des Anschlusses	M <sub>y</sub>	0.00	kNm
Exzentrizität der Normalkraft N <sub>x</sub>	e <sub>x</sub>	2.00	cm
Biegemoment aus Exzentrizität e <sub>x</sub>	M <sub>y,ex,x</sub>	0.00	kNm
Exzentrizität der Querkraft V <sub>z</sub>	e <sub>z</sub>	8.00	cm
Biegemoment aus Exzentrizität e <sub>z</sub>	M <sub>y,ex,z</sub>	-8.64	kNm
Gesamtbiegemoment aus Exzentrizitäten	M <sub>y,ex</sub>	-8.64	kNm

Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs

Fahnenblech unter Biegung - Stabilität

Dicke des Fahnenblechs	t <sub>p</sub>	15.0	mm
Knicklänge	z <sub>p</sub>	50.0	mm
Nachweis nicht erforderlich, wenn: z <sub>p</sub> ≤ t <sub>p</sub> /0,15			

t<sub>p</sub> = 15 mm  
Baustahl S 235

Bild 16.33: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Fahnenblech unter Biegung - Stabilität

Nach [5] Kapitel 6.3.3, S. 60:

$$z_p = z - \frac{p_2}{2} < \frac{t_p}{0,15}$$

$$80 - \frac{60}{2} < \frac{15}{0,15}$$

$$\underline{50 < 100}$$

$$V_{Rd,7} = V_{Rd,6} = 237,90 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,7}} = \frac{108,00}{237,90} = \underline{0,45} \leq 1,00$$

## 16.2.4.4 Querkrafttragfähigkeit des Trägers

## Lochleibung einzelne Schraube

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

Maßgebend		Nachweis		E	
Knoten	Last	Ausnutzung		Nachweis nach Formel	
☐ Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs					
-1	1	0,46	≤ 1	5019) Lochleibung einzelne Schraube	
-1	1	0,37	≤ 1	5041) Fahnenblech unter Schub - Bruttoquerschnitt	
-1	1	0,32	≤ 1	5042) Fahnenblech unter Schub - Nettoquerschnitt	
-1	1	0,31	≤ 1	5043) Fahnenblech unter Schub - Blockversagen	
-1	1	0,45	≤ 1	5045) Fahnenblech unter Biegung	
-1	1	OK		5044) Fahnenblech unter Biegung - Stabilität	
☑ Normalkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs					
☐ Querkrafttragfähigkeit des Trägers					
-1	1	1,00	> 1	5019) Lochleibung einzelne Schraube	
-1	1	0,37	≤ 1	5041) Trägersteg unter Schub - Bruttoquerschnitt	
-1	1	0,36	≤ 1	5042) Trägersteg unter Schub - Nettoquerschnitt	
-1	1	0,55	≤ 1	5043) Trägersteg unter Schub - Blockversagen	
☑ Normalkrafttragfähigkeit des Trägers					
-1	1	0,00	≤ 1	5046) Trägersteg unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt	

Max. Ausnutzung: 1,00 > 1

---

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

Querkraft Vz 108,00 kN

☑ Schnittgrößen aus Anschlussgeometrie

☐ Querkrafttragfähigkeit des Trägers

☐ Lochleibung einzelne Schraube

Position der Schraube in Lastrichtung	Innenbolzen	
Position der Schraube rechtwinklig zur Lastrichtung	Innenbolzen	
Beiwert für den Lochabstand senkrecht zur Lastrichtung	k <sub>1</sub>	2,12 Tab. 3.4
Beiwert für den Lochabstand in der Lastrichtung	α <sub>b</sub>	0,81 Tab. 3.4
Zugfestigkeit des Stahlblechs	f <sub>u,pl</sub>	360,00 N/mm <sup>2</sup>
Schraubendurchmesser	d	20,0 mm
Plattendicke	t <sub>pl</sub>	7,1 mm
Teilsicherheitsbeiwert für Material	γ <sub>m,2</sub>	1,25 Tab. 2.1
Vertikale Querkraft	F <sub>v,Ed</sub>	57,49 kN
Horizontale Querkraft	F <sub>h,Ed</sub>	35,58 kN
Bemessungswert der Lochleibungstragfähigkeit, vertikal	F <sub>b,v,Rd</sub>	70,22 kN Tab. 3.4
Bemessungswert der Lochleibungstragfähigkeit, horizontal	F <sub>b,h,Rd</sub>	61,96 kN Tab. 3.4
Ausnutzung	η	1,00 > 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

$$\alpha_b : \text{MIN} \left( \frac{p_1}{3 d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_{up}}; 1,0 \right) = \text{MIN} (0,8106; 2,22; 1,0) = 0,8106$$

$$k_1 : \text{MIN} \left( 2,8 \frac{e_{2b}}{3 d_0} - 1,7; 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right) = \text{MIN} (3,391; 2,118; 2,5) = 2,118$$

$$F_{b,h,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,6591 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 7,1}{1,25} = 61,96 \text{ kN}$$

mit

$$\alpha_b : \text{MIN} \left( \frac{e_{2b}}{3 d_0}; \frac{p_2}{3 d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_{up}}; 1,0 \right) = \text{MIN} (0,6061; 0,6591; 2,22; 1,0) = 0,6061$$

$$k_1 : \text{MIN} \left( 1,4 \frac{p_1}{d_0} - 1,7; 2,5 \right) = \text{MIN} (2,755; 2,5) = 2,5$$

Nach [5] Kapitel 6.3.3, S. 62 mit  $n = 2$ :

$$V_{Rd,8} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1/n + \alpha}{F_{b,v,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{\beta}{F_{b,h,Rd}}\right)^2}}$$

mit

$$\alpha : \frac{z}{l_p} \cdot \frac{p_2}{2} = \frac{80,0}{8500} \cdot \frac{60,0}{2} = 0,2824$$

$$\beta : \frac{z}{l_p} \cdot \frac{n_1 - 1}{2} \cdot p_1 = \frac{80,0}{8500} \cdot \frac{2 - 1}{2} \cdot 70,0 = 0,3294$$

$$V_{Rd,2} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1/2 + 0,2824}{70,22}\right)^2 + \left(\frac{0,3294}{61,96}\right)^2}} = 108,00 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,8}} = \frac{108,00}{108,00} = \underline{1,00} \leq 1,00$$

## Trägersteg unter Schub - Bruttoquerschnitt

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

A	B	C	D	E
Maßgebend	Nachweis			
Knoten	Last	Ausnutzung	Nachweis nach Formel	
☐ Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs				
-1	1	0,46 ≤ 1	5019) Lochleibung einzelne Schraube	
-1	1	0,37 ≤ 1	5041) Fahnenblech unter Schub - Bruttoquerschnitt	
-1	1	0,32 ≤ 1	5042) Fahnenblech unter Schub - Nettoquerschnitt	
-1	1	0,31 ≤ 1	5043) Fahnenblech unter Schub - Blockversagen	
-1	1	0,45 ≤ 1	5045) Fahnenblech unter Biegung	
-1	1	OK	5044) Fahnenblech unter Biegung - Stabilität	
☑ Normalkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs				
☐ Querkrafttragfähigkeit des Trägers				
-1	1	1,00 > 1	5019) Lochleibung einzelne Schraube	
-1	1	0,37 ≤ 1	5041) Trägersteg unter Schub - Bruttoquerschnitt	
-1	1	0,36 ≤ 1	5042) Trägersteg unter Schub - Nettoquerschnitt	
-1	1	0,55 ≤ 1	5043) Trägersteg unter Schub - Blockversagen	
☐ Normalkrafttragfähigkeit des Trägers				
-1	1	0,00 ≤ 1	5046) Trägersteg unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt	

Max. Ausnutzung: 1,00 > 1

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

☐ Schnittgrößen

☐ Träger, 1

Normalkraft	N	0,00	kN
Querkraft	Vz	108,00	kN

☑ Schnittgrößen aus Anschlussgeometrie

☐ Querkrafttragfähigkeit des Trägers

☐ Trägersteg unter Schub - Bruttoquerschnitt

Wirksame Trägersteghöhe	h <sub>wb</sub>	300,0	mm
Stegdicke	t <sub>wb</sub>	7,1	mm
Abminderungsfaktor für Schubbeanspruchbarkeit		1,73	EN 1993-1-1 (6.18)
Streckgrenze des Trägers	f <sub>y,b</sub>	235,00	N/mm <sup>2</sup>
Teilsicherheitsbeiwert für Material	γ <sub>m,0</sub>	1,00	EN 1993-1-1: 6.1(1)
Einwirkende Querkraft	V <sub>Ed</sub>	108,00	kN
Querkrafttragfähigkeit	V <sub>Rd,9</sub>	288,99	kN
Ausnutzung	η	0,37	≤ 1

Belastung: 1 [kN]  
t<sub>p</sub> = 15 mm  
Baustahl S.235

Bild 16.35: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Trägersteg unter Schub - Bruttoquerschnitt

Nach [5] Kapitel 6.3.3, S. 62:

$$V_{Rd,9} = \frac{h_w \cdot t_w}{1,27} \cdot \frac{f_{yp}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{300 \cdot 7,1}{1,27} \cdot \frac{235}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 288,99 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,9}} = \frac{108,00}{288,99} = \underline{0,37} \leq 1,00$$

## Trägersteg unter Schub - Nettoquerschnitt

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

A		B		C		D		E	
Maßgebend		Last		Nachweis		Ausnutzung		Nachweis nach Formel	
Knoten	Last								
<input type="checkbox"/> Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs									
-1	1			0,45	≤ 1	5019)	Lochleibung einzelne Schraube		
-1	1			0,37	≤ 1	5041)	Fahnenblech unter Schub - Bruttoquerschnitt		
-1	1			0,32	≤ 1	5042)	Fahnenblech unter Schub - Nettoquerschnitt		
-1	1			0,31	≤ 1	5043)	Fahnenblech unter Schub - Blockversagen		
-1	1			0,45	≤ 1	5045)	Fahnenblech unter Biegung		
-1	1			OK		5044)	Fahnenblech unter Biegung - Stabilität		
<input type="checkbox"/> Normalkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs									
<input type="checkbox"/> Querkrafttragfähigkeit des Trägers									
-1	1			1,00	> 1	5019)	Lochleibung einzelne Schraube		
-1	1			0,37	≤ 1	5041)	Trägersteg unter Schub - Bruttoquerschnitt		
-1	1			0,36	≤ 1	5042)	Trägersteg unter Schub - Nettoquerschnitt		
-1	1			0,55	≤ 1	5043)	Trägersteg unter Schub - Blockversagen		
<input type="checkbox"/> Normalkrafttragfähigkeit des Trägers									
-1	1			0,00	≤ 1	5046)	Trägersteg unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt		

Max. Ausnutzung: 1,00 > 1

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

<input type="checkbox"/> Träger, 1			
Nomalkraft	N	0,00	kN
Querkraft	V <sub>z</sub>	108,00	kN
<input type="checkbox"/> Schnittgrößen aus Anschlussgeometrie			
<input type="checkbox"/> Querkrafttragfähigkeit des Trägers			
<input type="checkbox"/> Trägersteg unter Schub - Nettoquerschnitt			
Trägerhöhe	h <sub>wb</sub>	300,0	mm
Stegdick	t <sub>wb</sub>	7,1	mm
Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe	n <sub>1</sub>	2	
Lochdurchmesser	d <sub>0</sub>	22,0	mm
Nettofläche	A <sub>v,net</sub>	18,18	cm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit des Trägers	f <sub>u,b</sub>	360,00	N/mm <sup>2</sup>
Abminderungsfaktor für Schubbeanspruchbarkeit		1,73	
Teilsicherheitsbeiwert für Material	γ <sub>m,2</sub>	1,25	Tab. 2.1
Einwirkende Querkraft	V <sub>Ed</sub>	108,00	kN
Querkrafttragfähigkeit	V <sub>Rd,10</sub>	302,22	kN
Ausnutzung	η	0,36	≤ 1

Belastung: 1 [kN]  
t<sub>p</sub> = 15 mm  
Baustahl S 235

Bild 16.36: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Trägersteg unter Schub - Nettoquerschnitt

Nach [5] Kapitel 6.3.3, S. 62:

$$V_{Rd,10} = A_{b,v,net} \cdot \frac{f_{ub}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M2}} = 1818 \cdot \frac{360}{\sqrt{3} \cdot 1,25} = 339,20 \text{ kN}$$

mit

$$A_{b,v,net} : h_w \cdot t_w - n_1 \cdot d_0 \cdot t_w = 300 \cdot 7,1 - 2 \cdot 22 \cdot 7,1 = 1818 \text{ mm}^2$$

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,10}} = \frac{108,00}{302,22} = \underline{\underline{0,36}} \leq 1,00$$

## Trägersteg unter Schub - Blockversagen

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

A		B		C		D		E	
Maßgebend		Last		Nachweis		Ausnutzung		Nachweis nach Formel	
Anforderungen an gelenkige Verbindung									
Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger									
1	1	0.56	≤ 1	5901) Einzelne Schraube - Abscheren					
1	1	0.56	≤ 1	5910) Abschertragfähigkeit der Schraubengruppe unter Querkraft					
Querkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs									
Normalkrafttragfähigkeit des Fahnenblechs									
Querkrafttragfähigkeit des Trägers									
1	1	1.00	> 1	5019) Lochleibung einzelne Schraube					
1	1	0.37	≤ 1	5041) Trägersteg unter Schub - Bruttoquerschnitt					
1	1	0.36	≤ 1	5042) Trägersteg unter Schub - Nettoquerschnitt					
1	1	0.55	≤ 1	5043) Trägersteg unter Schub - Blockversagen					
Normalkrafttragfähigkeit des Trägers									
1	1	0.00	≤ 1	5046) Trägersteg unter Zug oder Druck - Bruttoquerschnitt					
1	1	0.00	≤ 1	5047) Trägersteg unter Zug - Nettoquerschnitt					
Max. Ausnutzung:		1.00		> 1					

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

Trägersteg unter Schub - Blockversagen

Trägerhöhe	h <sub>wb</sub>	300.0	mm
Stegdicke	t <sub>wb</sub>	7.1	mm
Anzahl der Schrauben in der vertikalen Reihe	n <sub>1</sub>	2	
Lochdurchmesser	d <sub>0</sub>	22.0	mm
Vertikaler Randabstand auf dem Träger	e <sub>1</sub>	95.0	mm
Horizontaler Randabstand auf dem Träger	e <sub>2</sub>	40.0	mm
Horizontaler Schraubenabstand auf dem Träger	p <sub>2</sub>	60.0	mm
Streckgrenze des Trägers	f <sub>y,b</sub>	235.00	N/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit des Trägers	f <sub>u,b</sub>	360.00	N/mm <sup>2</sup>
Zugbeanspruchte Nettoquerschnittsfläche	A <sub>nt</sub>	4.76	cm <sup>2</sup>
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A <sub>nv</sub>	9.37	cm <sup>2</sup>
Teilsicherheitsbeiwert für Material	γ <sub>m,0</sub>	1.00	EN 1993-1-1: 6.1(1)
Teilsicherheitsbeiwert für Material	γ <sub>m,2</sub>	1.25	Tab. 2.1
Einwirkende Querkraft	V <sub>Ed</sub>	108.00	kN
Querkrafttragfähigkeit	V <sub>Rd,11</sub>	195.66	kN
Ausnutzung	η	0.55	≤ 1

Belastung: 1 [kN]  
t<sub>p</sub> = 15 mm  
Baustahl S 235

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

$$A_{nt} : t_w \cdot (p_2 + e_{2b} - 3 \cdot d_0/2) = 7,1 \cdot (60 + 40 - 3 \cdot 22/2) = 475,7 \text{ mm}^2$$

$$A_{nv} : t_w \cdot (e_{b1} - (n_1 - 0,5) \cdot p_1 - (n_1 - 0,5) \cdot d_0) = 7,1 \cdot (95 - (2 - 0,5) \cdot 70 - (2 - 0,5) \cdot 22) = 937,2 \text{ mm}^2$$

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,11}} = \frac{108,00}{195,66} = \underline{\underline{0,55}} \leq 1,00$$

### 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

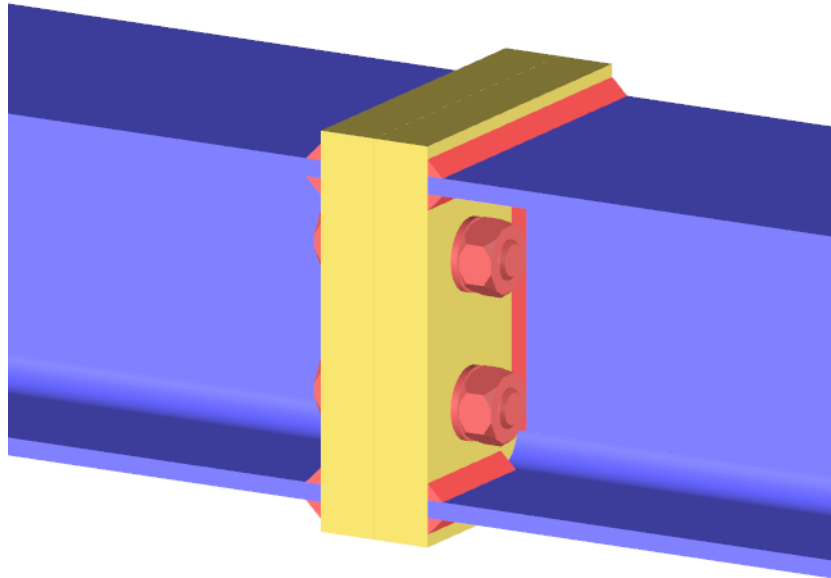


Bild 16.38: Momententragfähiger Stirnplattenstoß

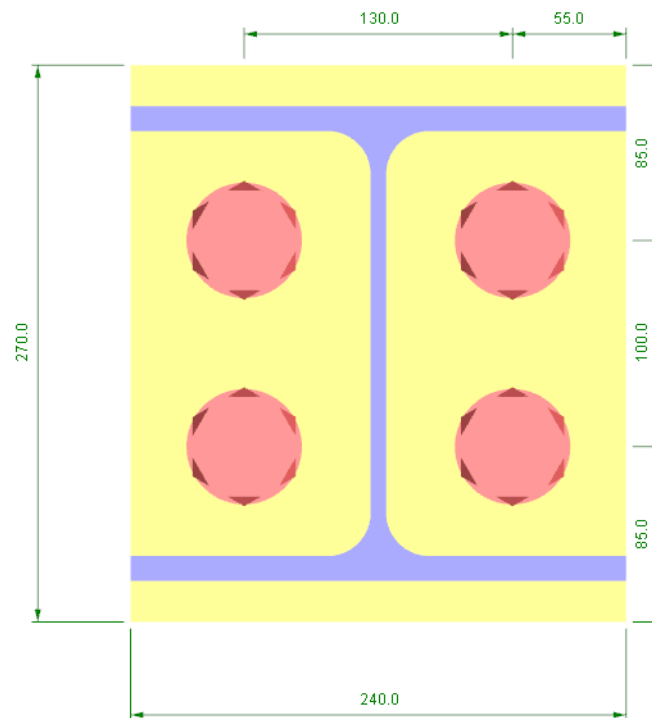


Bild 16.39: Abmessungen der Stirnplatte und Anordnung der Schrauben

**Träger: HEA 240, S 355**

Höhe	h	230	mm
Breite	b	240	mm
Flanschdicke	$t_f$	12,0	mm
Stegdicke	$t_w$	7,5	mm
Ausrundungsradius	r	21	mm
Steghöhe	$d_w$	164,0	mm
Querschnittsfläche	A	7 684	mm <sup>2</sup>

Tabelle 16.10: Querschnittsparameter HEA 240

**Stirnplatte**

Höhe	$h_p$	270	mm
Breite	$b_p$	240	mm
Blechdicke	$t_p$	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	$f_{yb}$	900	N/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit	$f_{ub}$	1 000	N/mm <sup>2</sup>
Scherfuge		im Schaft	

Tabelle 16.12: Parameter Schrauben

**Schweißnaht: Kehlnähte**

Dicke am Steg	$a_{ww}$	5	mm
Dicke an den Flanschen	$a_{wf}$	8	mm

Tabelle 16.13: Parameter Schweißnähte

**Teilsicherheitsbeiwerte**

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

Tabelle 16.14: Teilsicherheitsbeiwerte

**Belastung**

Es sollen die Tragfähigkeiten der Grundkomponenten ermitteln werden. Als Belastung wird eine Querkraft  $V_{z,Ed} = 100$  kN und ein Biegemoment  $M_{y,Ed} = 100$  kNm angesetzt.



## 16.3.2 Eingabe in RF-/JOINTS

### 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 Anschlussstyp **Biegesteifer Stirnplattenanschluss** festzulegen.

## 16.3.2.2 Knoten und Stäbe

In Maske *1.2 Knoten und Stäbe* sind die Trägerquerschnitte und das Material festzulegen.

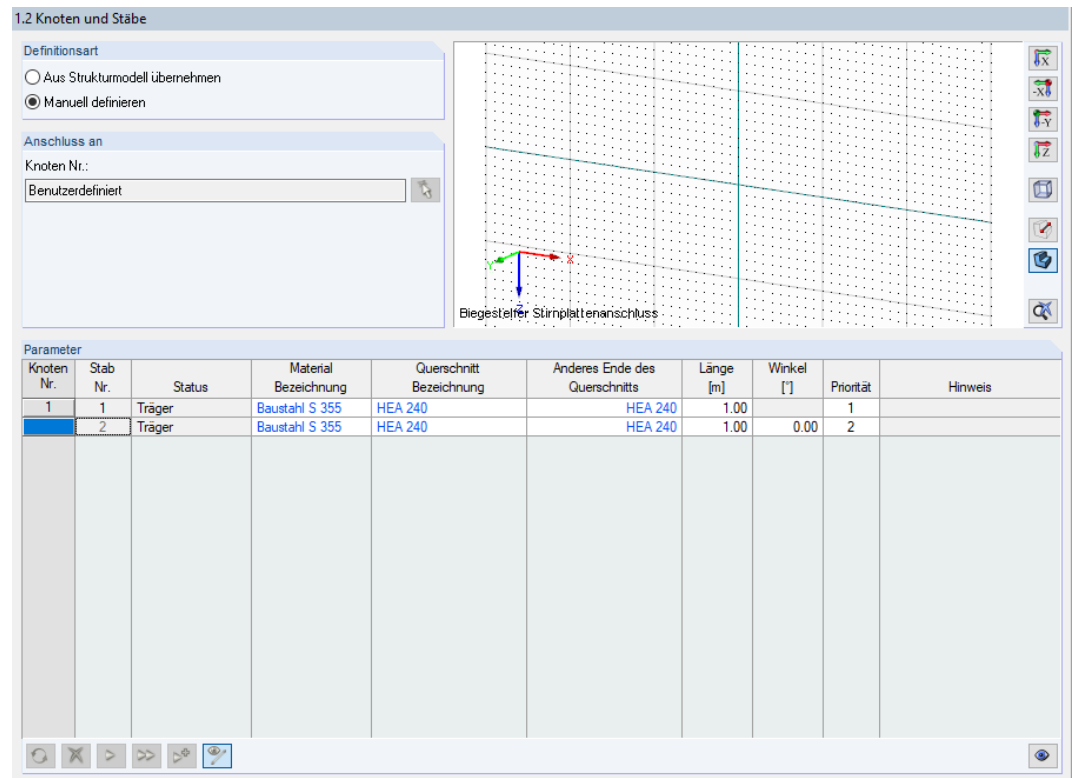


Bild 16.41: Maske *1.2 Knoten und Stäbe*

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.

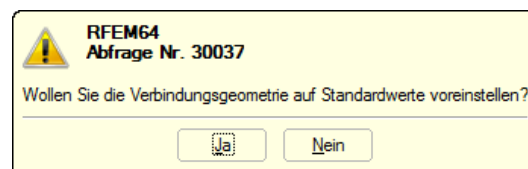


Bild 16.42: RFEM-Abfrage

### 16.3.2.3 Schnittgrößen

Die Querkraft und das Moment sind in Maske 1.3 *Schnittgrößen* wie folgt einzugeben.

1.3 Schnittgrößen

LF	A Stab	B Kraft	C Symbol	D Wert	E Einheit
1					
	Träger 1	Normalkraft	N	0.00	kN
		Querkraft	$V_z$	100.00	kN
		Biegemoment	$M_y$	100.00	kNm
	Träger 2	Normalkraft	N	0.00	kN
		Querkraft	$V_z$	100.00	kN
		Biegemoment	$M_y$	100.00	kNm

Bild 16.43: Maske 1.3 *Schnittgrößen*

### 16.3.2.4 Geometrie

Maske 1.4 *Geometrie* verwaltet die Parameter des Anschlusses.

1.4 Geometrie

Parameter

**Anschlussanordnung**

Stabanordnung (für Berechnung der Exzer)	Exz. aus Modell
Exzentrizitätswerte zusammen verbunden	<input type="checkbox"/>
Vertikale Exzentrizität am Stabanfang	$e_s$ 0.0 mm
Vertikale Exzentrizität am Stabende	$e_e$ 0.0 mm
Vertikale Exzentrizität am Stabanfang	$e_s$ 0.0 mm
Vertikale Exzentrizität am Stabende	$e_e$ 0.0 mm

**Stabanordnung**

Obere Flanschanordnung	Keine Anordnung
Untere Flanschanordnung	Keine Anordnung

**Schweißnähte**

Abmessung der oberen Flanschnaht	$a_{wf.o}$ 8.0 mm
Abmessung der unteren Flanschnaht	$a_{wf.u}$ 8.0 mm
Dicke der Stegnaht	$a_{ww}$ 5.0 mm

**Stimplatte**

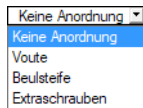
Material	Baustahl S 355
Lage der Stimplattennaht	An Außenseite des
Plattenhöhe	$h_{pl}$ 270.0 mm
Plattenbreite	$b_{pl}$ 240.0 mm
Plattendicke	$t_{pl}$ 40.0 mm
Länge des Plattenüberstands	$d_t$ 20.0 mm

**Schrauben**

Regelmäßige Schraubenabstand	<input checked="" type="checkbox"/>
Gewinde in Scherfuge	<input type="checkbox"/>
Schraubendurchmesser	M30
Schraubenfestigkeitsklasse	10.9
Lochdurchmesser	$d_0$ 33.0 mm
Horizontale Schraubenreihen	$n_r$ 2
Vertikale Schraubenreihen	$n_c$ 2
Vertikaler Randabstand	$e_1$ 85.0 mm
Schraubenabstand	$p_1$ 100.0 mm
Vertikaler Randabstand	$e_1$ 85.0 mm
Horizontaler Randabstand	$e_2$ 55.0 mm
Horizontaler Schraubenabstand	$p_2$ 130.0 mm
Horizontaler Randabstand	$e_2$ 55.0 mm

Bild 16.44: Maske 1.4 *Geometrie*

Über die *Anschlussanordnung* der Verbindung können die Exzentrizitäten festgelegt werden. In diesem Beispiel sind jedoch keine Einstellungen zu ändern.



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.

## 16.3.3 Berechnung



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

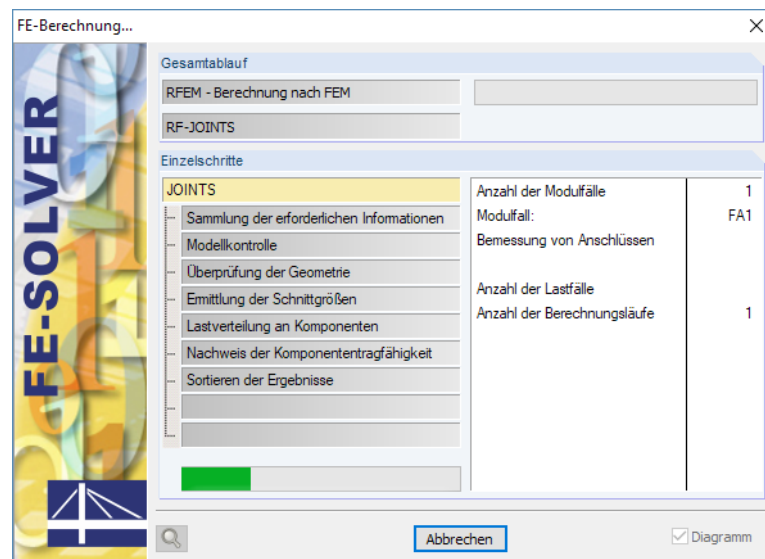


Bild 16.45: Dialog *FE-Berechnung*

## 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

#### Querkraft- und Zugbeanspruchbarkeit des Stegblechs

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

A	B	C	D	E
Maßgebend	Nachweis	Nachweis nach Formel		
Knoten	Last	Ausnutzung		
☐ Tragfähigkeit des Trägers 1				
-1	1	0.89 ≤ 1	5005) Querkraft- und Zugbeanspruchbarkeit des Stegblechs	
-1	1	0.63 ≤ 1	5200) Trägerflansch - Druckbeanspruchbarkeit	
☐ Tragfähigkeit der Stimplatte am Träger 1				
-1	1	0.68 ≤ 1	5650) T-Stummel unter Zugbeanspruchung	
-1	1	0.03 ≤ 1	5009) Lochleibung einzelne Schraube	
-1	1	0.03 ≤ 1	5034) Tragfähigkeit der Stimplatte	
☐ Tragfähigkeit der Schweißnähte am Träger 1				
-1	1	0.89 ≤ 1	5950) Tragfähigkeit des Schweißnahts an der Stimplatte	
☐ Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger 1				
-1	1	0.56 ≤ 1	5900) Einzelne Schraube - Kombination Abscheren und Zug	
☐ Tragfähigkeit des Trägers 2				
-1	1	0.74 ≤ 1	5000) Trägerflansch - Zugbeanspruchbarkeit	
-1	1	0.89 ≤ 1	5005) Querkraft- und Zugbeanspruchbarkeit des Stegblechs	
☐ Tragfähigkeit der Stimplatte am Träger 2				
Max. Ausnutzung: 0.89 ≤ 1				

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

- ☐ Schnittgrößen
- ☐ Träger, 1
- ☐ Träger, 2
- ☐ Schnittgrößen aus Anschlussgeometrie
- Zwischenergebnisse
- ☐ Querkraft- und Zugbeanspruchbarkeit des Stegblechs

Nummer des T-Stummels		2		
Einwirkende Normalkraft	$N_{Ed}$	552.81	kN	
Einwirkende Querkraft	$V_{Ed}$	50.00	kN	
Charakteristische Streckgrenze	$f_{yk}$	355.00	N/mm <sup>2</sup>	
Teilsicherheitsbeiwert für Material	$\gamma_{m,0}$	1.00		EN 1993-1-1: 6.1(1)
Plastische Normalkrafttragfähigkeit	$N_{pl,Rd}$	623.82	kN	EN1993-1-1: (6.6)
Bemessungswert der plastischen Querkraftbeanspr.	$V_{pl,Rd}$	300.13	kN	EN 1993-1-1: 6.18
Querschnittsfläche	$A_0$	17.57	cm <sup>2</sup>	
Schubfläche	$A_v$	14.64	cm <sup>2</sup>	EN 1993-1-1: 6.2.6(3)
Ausnutzung aus Querkraft		0.17		
Ausnutzung aus Normalkraft (beeinflusst durch Qu)		0.89		

Bild 16.46: Maske 3.1 *Nachweise - Zusammenfassung*: Querkraft- und Zugbeanspruchbarkeit des Stegblechs

$$N_{pl,Rd} = F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} \cdot t_{wb} \cdot \frac{f_{y,wb}}{\gamma_{M0}} = 23,41 \cdot 0,75 \cdot \frac{35,5}{1,00} = 623,3 \text{ kN}$$

$$A_v = \frac{5}{6} A_0 = \frac{5}{6} \cdot b_{eff,t,wb} \cdot t_{wb} = \frac{5}{6} \cdot 23,41 \cdot 0,75 = 14,63 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = F_{v,wb,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{y,wb}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{14,63 \cdot 35,5}{\sqrt{3} \cdot 1,00} = 299,9 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = F_{t,Ed} = 552,8 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \frac{V_{z,Ed}}{2} = \frac{100,0}{2} = 50,0 \text{ kN}$$

$$\eta_v = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{50,0}{299,9} = 0,17$$

$$\eta_n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{552,8}{623,3} = 0,89$$

$$\eta = \eta_n = 0,89$$

## Trägerflansch - Druckbeanspruchbarkeit

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

A		B		C		D		E	
Maßgebend		Last		Nachweis		Ausnutzung		Nachweis nach Formel	
Knoten	Last								
☐ Tragfähigkeit des Trägers 1									
-1	1			0.89	≤ 1	5005) Querkraft- und Zugbeanspruchbarkeit des Stegblechs			
-1	1			0.63	≤ 1	5200) Trägerflansch - Druckbeanspruchbarkeit			
☐ Tragfähigkeit der Stimplatte am Träger 1									
-1	1			0.68	≤ 1	5650) T-Stummel unter Zugbeanspruchung			
-1	1			0.03	≤ 1	5009) Lochleibung einzelne Schraube			
-1	1			0.03	≤ 1	5034) Tragfähigkeit der Stimplatte			
☐ Tragfähigkeit der Schweißnähte am Träger 1									
-1	1			0.80	≤ 1	5950) Tragfähigkeit des Schweißnahts an der Stimplatte			
☐ Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger 1									
-1	1			0.56	≤ 1	5900) Einzelne Schraube - Kombination Abscheren und Zug			
☐ Tragfähigkeit des Trägers 2									
-1	1			0.74	≤ 1	5000) Trägerflansch - Zugbeanspruchbarkeit			
-1	1			0.99	≤ 1	5005) Querkraft- und Zugbeanspruchbarkeit des Stegblechs			
☐ Tragfähigkeit der Stimplatte am Träger 2									
Max. Ausnutzung:				0.89	≤ 1				

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

☐ Schnittgrößen

- ☐ Träger, 1
- ☐ Träger, 2
- ☐ Schnittgrößen aus Anschlussgeometrie
- ☐ Zwischenergebnisse
- ☐ Oberer Flansch

Einwirkende Druckkraft	$F_{c,Ed}$	757.94	kN		
Charakteristische Streckgrenze	$f_{yk}$	35.50	kN/cm <sup>2</sup>		
Querschnittsklasse		2			
Plastisches Widerstandsmoment des Quers	$W_{pl,y}$	744.60	cm <sup>3</sup>		
Biegebeanspruchbarkeit	$M_{c,Rd}$	264.33	kNm		EN 1993-1-1: 6.2.8(1)
Drucktragfähigkeit des Flansches	$F_{c,fc,Rd}$	1212.54	kN		6.2.6.7(1)
Ausnutzung	$\eta$	0.63			

Bild 16.47: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Trägerflansch - Druckbeanspruchbarkeit

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{tb}}{\gamma_{M0}} = \frac{744,6 \cdot 35,5}{1,00} = 26\,433 \text{ kNm}$$

$$F_{c,fc,Rd} = \frac{M_{c,Rd}}{(h - t_{fb})} = \frac{26\,433}{(23,0 - 1,2)} = 1\,212,5 \text{ kN}$$

$$F_{c,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{\left(\ell_{b,1} + \frac{\ell_{b,2}^2}{\ell_{b,1}}\right)} + \frac{M_{y,Ed}}{\left(\ell_{b,2} + \frac{\ell_{b,1}^2}{\ell_{b,2}}\right)} = \frac{10\,000}{\left(15,9 + \frac{5,9^2}{15,9}\right)} + \frac{10\,000}{\left(5,9 + \frac{15,9^2}{5,9}\right)} = 757,9 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{F_{c,Ed}}{F_{c,fc,Rd}} = \frac{757,9}{1\,212,5} = 0,63$$

## 16.3.4.2 Tragfähigkeit der Stirnplatte am Träger 1

## T-Stummel unter Zugbeanspruchung

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

A		B		C		D		E	
Maßgebend		Last		Nachweis		Ausnutzung		Nachweis nach Formel	
Knoten									
☐ Tragfähigkeit des Trägers 1									
-1	1			0,89	≤ 1	5005) Querkraft- und Zugbeanspruchbarkeit des Stegblechs			
-1	1			0,63	≤ 1	5200) Trägerflansch - Druckbeanspruchbarkeit			
☐ Tragfähigkeit der Stirnplatte am Träger 1									
-1	1			0,68	≤ 1	5650) T-Stummel unter Zugbeanspruchung			
-1	1			0,03	≤ 1	5009) Lochleibung einzelne Schraube			
-1	1			0,03	≤ 1	5034) Tragfähigkeit der Stirnplatte			
☐ Tragfähigkeit der Schweißnähte am Träger 1									
1	1			0,89	≤ 1	5950) Tragfähigkeit des Schweißnahts an der Stirnplatte			
☐ Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger 1									
-1	1			0,56	≤ 1	5900) Einzelne Schraube - Kombination Abscheren und Zug			
☐ Tragfähigkeit des Trägers 2									
-1	1			0,74	≤ 1	5000) Trägerflansch - Zugbeanspruchbarkeit			
-1	1			0,89	≤ 1	5005) Querkraft- und Zugbeanspruchbarkeit des Stegblechs			
☐ Tragfähigkeit der Stirnplatte am Träger 2									
Max. Ausnutzung: 0,89 ≤ 1									

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

☐ T-Stummel unter Zugbeanspruchung			
Nummer des T-Stummels		2	
Typ des T-Stummels		4	Bild 6.9; 6.10
Kraft im T-Stummel	$F_{T,Ed}$	552,81 kN	
Hebelarm der Schrauben zu dem oberen Flansch	$l_{b,1}$	159,0 mm	
Hebelarm der Schrauben zu dem unteren Flansch	$l_{b,2}$	59,0 mm	
Grenzdehnlänge der Schraube für Abstützkräfte	$L_b^*$	56,6 mm	Tab. 6.2
Dehnlänge der Schraube	$L_b$	111,3 mm	Tab. 6.2
Schrauben erhalten zusätzlich Abstützkräfte		nein	
Dicke des T-Stummelflansches		40,0 mm	
Abstand Schraube - T-Stummel-Steg	$m$	55,6 mm	Bild 6.8
Abstand Schraube - seitlicher Rand des T-Stummels	$e$	55,0 mm	Bild 6.8
Abstand Schraube - Abstützkräfte	$n$	55,0 mm	Tab. 6.2
Maß = $dw/4$ ( $dw$ =Scheibendurchmesser)	$e_w$	14,0 mm	Tab. 6.2
Abstand zwischen den Schraubenreihen	$p$	100,0 mm	Tab. 6.2
Abstand der Schraube vom Rand der T-Verstärkung	$m_2$	43,9 mm	Bild 6.11
Beiwert	$\lambda_1$	0,50	Abb. 6.11

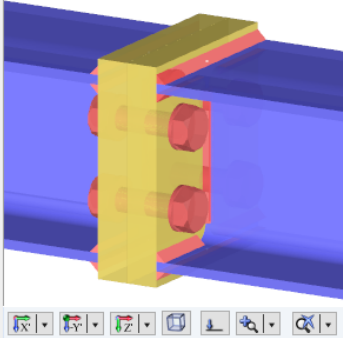


Bild 16.48: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: T-Stummel unter Zugbeanspruchung

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.

$$F_{T,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{\left( l_{b,1} + \frac{l_{b,2}^2}{l_{b,1}} \right)} = \frac{10\,000}{\left( 15,9 + \frac{5,9^2}{15,9} \right)} = 552,8 \text{ kN}$$

$$m = \frac{w - t_{wb}}{2} - 0,8 a \sqrt{2} = \frac{130 - 7,5}{2} - 0,8 \cdot 5 \cdot \sqrt{2} = 55,6 \text{ mm}$$

$$n = \min \begin{cases} e = 55 \text{ mm} \\ 1,25 m = 69,5 \text{ mm} \end{cases}$$

$$m_2 = e_1 - e_b - t_{fb} - 0,8 a \sqrt{2} = 85 - 20 - 12 - 0,8 \cdot 8 \cdot \sqrt{2} = 43,9 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = \frac{m}{m + e} = \frac{55,6}{55,6 + 55} = 0,50$$

$$\lambda_2 = \frac{m_2}{m + e} = \frac{43,9}{55,6 + 55} = 0,40$$

$$\alpha = 5,93$$

$$l_{eff,cp} = \min \begin{cases} 2 \pi m = 349,3 \text{ mm} \\ \pi m + p = 274,7 \text{ mm} \end{cases}$$

$$l_{eff,nc} = \min \begin{cases} \alpha m = 329,7 \text{ mm} \\ 0,5 p + \alpha m - (2 m + 0,625 e) = 234,1 \text{ mm} \end{cases}$$

$$l_{eff,1} = l_{eff,2} = 234,1 \text{ mm}$$

$$M_{pl,Rd,1} = M_{pl,Rd,2} = 0,25 \sum \ell_{eff,1} \cdot t_p^2 \cdot \frac{f_{yp}}{\gamma_{M0}} = 0,25 \cdot 23,41 \cdot 4,0^2 \cdot \frac{35,5}{1,00} = 3\,324 \text{ kNcm}$$

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 M_{pl,Rd,1}}{m} = \frac{4 \cdot 3\,324}{5,56} = 2\,391,4 \text{ kN}$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 M_{pl,Rd,2} + n \sum F_{t,Rd}}{m + n} = \frac{2 \cdot 3\,324 + 5,5 \cdot 2 \cdot 403,9}{5,56 + 5,5} = 1\,002,8 \text{ kN}$$

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 \cdot 403,9 = 807,8 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{F_{T,Ed}}{F_{T,min,Rd}} = \frac{552,8}{807,8} = 0,68$$

### Lochleibung für einzelne Schraube

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

Maßgebend	A	B	C	D	E
Knoten	Last	Nachweis	Ausnutzung		Nachweis nach Formel
☐ Tragfähigkeit des Trägers 1					
1	1	0.89	≤ 1	5005	Querkraft- und Zugbeanspruchbarkeit des Stegblechs
1	1	0.63	≤ 1	5200	Trägerflansch - Druckbeanspruchbarkeit
☐ Tragfähigkeit der Stimplatte am Träger 1					
1	1	0.68	≤ 1	5650	T-Stummel unter Zugbeanspruchung
1	1	0.03	≤ 1	5009	Lochleibung einzelne Schraube
1	1	0.03	≤ 1	5034	Tragfähigkeit der Stimplatte
☐ Tragfähigkeit der Schweißnähte am Träger 1					
1	1	0.80	≤ 1	5950	Tragfähigkeit des Schweißnahts an der Stimplatte
☐ Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger 1					
1	1	0.56	≤ 1	5900	Einzelne Schraube - Kombination Abscheren und Zug
☐ Tragfähigkeit des Trägers 2					
1	1	0.74	≤ 1	5000	Trägerflansch - Zugbeanspruchbarkeit
1	1	0.99	≤ 1	5005	Querkraft- und Zugbeanspruchbarkeit des Stegblechs
☐ Tragfähigkeit der Stimplatte am Träger 2					

Max. Ausnutzung: 0.89 ≤ 1

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

☐ Schnittgrößen

- ☐ Träger, 1
- ☐ Träger, 2
- ☐ Schnittgrößen aus Anschlussgeometrie
- ☐ Zwischenergebnisse

	Innenbolzen	Außenbolzen	
Position der Schraube in Lastrichtung			
Position der Schraube rechtwinklig zur Lastrichtung			Tab. 3.4
Beiwert für den Lochabstand senkrecht zur Lastrichtung	$k_1$	2.50	
Beiwert für den Lochabstand in der Lastrichtung	$\alpha_b$	0.76	Tab. 3.4
Zugfestigkeit des Trägers	$f_{u,b}$	49.00	kN/cm <sup>2</sup>
Schraubendurchmesser	$d$	30.0	mm
Plattendicke	$t_{pl}$	40.0	mm
Teilsicherheitsbeiwert für Material	$\gamma_{m,2}$	1.25	Tab. 2.1
Auf einzelne Schraube wirkende Querkraft	$F_{b,Ed}$	25.00	kN
Bemessungswert der Lochleibungstragfähigkeit	$F_{b,Rd}$	893.88	kN
Ausnutzung	$\eta$	0.03	

Bild 16.49: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Lochleibung für einzelne Schraube

$$k_1 = \min \begin{cases} 2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7 = 2,8 \cdot \frac{55}{33} - 1,7 = 4,67 \\ 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7 = 1,4 \cdot \frac{130}{33} - 1,7 = 5,52 \\ 2,5 \end{cases}$$

$$\alpha_b = \min \begin{cases} \frac{e_1}{3d_0} = \frac{85}{3 \cdot 33} = 0,86 \\ \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} = \frac{100}{3 \cdot 33} - \frac{1}{4} = 0,76 \\ \frac{f_{ub}}{f_u} = \frac{100}{49} = 2,04 \\ 1,0 \end{cases}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,76 \cdot 49,0 \cdot 3,0 \cdot 4,0}{1,25} = 893,9 \text{ kN}$$

$$F_{b,Ed} = \frac{V_{z,Ed}}{n_b} = \frac{100}{4} = 25,0 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{25,0}{893,9} = 0,03$$



## Schubtragfähigkeit der Stirnplatte

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

	Maßgebend		Nachweis		E
	Knoten	Last	Ausnutzung		
Nachweis nach Formel					
☐ Tragfähigkeit des Trägers 1					
— 1	1	0.89	≤ 1	5005	Querkraft- und Zugbeanspruchbarkeit des Stegblechs
— 1	1	0.63	≤ 1	5200	Trägerflansch - Druckbeanspruchbarkeit
☐ Tragfähigkeit der Stirnplatte am Träger 1					
— 1	1	0.68	≤ 1	5650	T-Stummel unter Zugbeanspruchung
— 1	1	0.03	≤ 1	5009	Lochleibung einzelne Schraube
— 1	1	0.03	≤ 1	5034	Tragfähigkeit der Stirnplatte
☐ Tragfähigkeit der Schweißnähte am Träger 1					
— 1	1	0.80	≤ 1	5950	Tragfähigkeit des Schweißnahts an der Stirnplatte
☐ Tragfähigkeit der Schraubengruppe am Träger 1					
— 1	1	0.56	≤ 1	5900	Einzelne Schraube - Kombination Abscheren und Zug
☐ Tragfähigkeit des Trägers 2					
— 1	1	0.74	≤ 1	5000	Trägerflansch - Zugbeanspruchbarkeit
— 1	1	0.99	≤ 1	5005	Querkraft- und Zugbeanspruchbarkeit des Stegblechs
☐ Tragfähigkeit der Stirnplatte am Träger 2					
Max. Ausnutzung:			0.89	≤ 1	

Nachweisdetails - Knoten Nr. -1

☐ Schnittgrößen

- ☐ Träger, 1
- ☐ Träger, 2

☐ Schnittgrößen aus Anschlussgeometrie

☐ Zwischenergebnisse

Lochleibungstragfähigkeit einzelne Schraube	$F_{b,Rd}$	893.88	kN	Tab. 3.4
Anzahl der Schrauben	$n$	4		
Einwirkende Querkraft	$V_{Ed}$	100.00	kN	
Querkrafttragfähigkeit	$V_{Rd,2}$	3575.52	kN	ECCS Nr. 126, Stah
Ausnutzung	$\eta$	0.03		

Bild 16.50: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung: Schubtragfähigkeit der Stirnplatte

$$V_{Rd,2} = n \cdot F_{b,Rd} = 4 \cdot 893,9 = 3\,575,5 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{z,Ed} = 100,0 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,2}} = \frac{100,0}{3\,575,5} = 0,03$$

## 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 $a_1$	= 130 mm
Abstand $a_2$	= 110 mm
$N_x$	= 8 kN (Zug)
$V_z$	= 5 kN
$M_y$	= -10 kNm
$M_{yED}$	= -8,61 kNm (reduziert durch Hebelarm Querkraft)

Querschnitt = 12 cm/21 cm

Material GL 24h

$d_{St}$  (Durchmesser Dübel) = 12 mm

$t_{pl}$  (Stahlblechdicke) = 10 mm (ein eingeschlitztes Stahlblech)

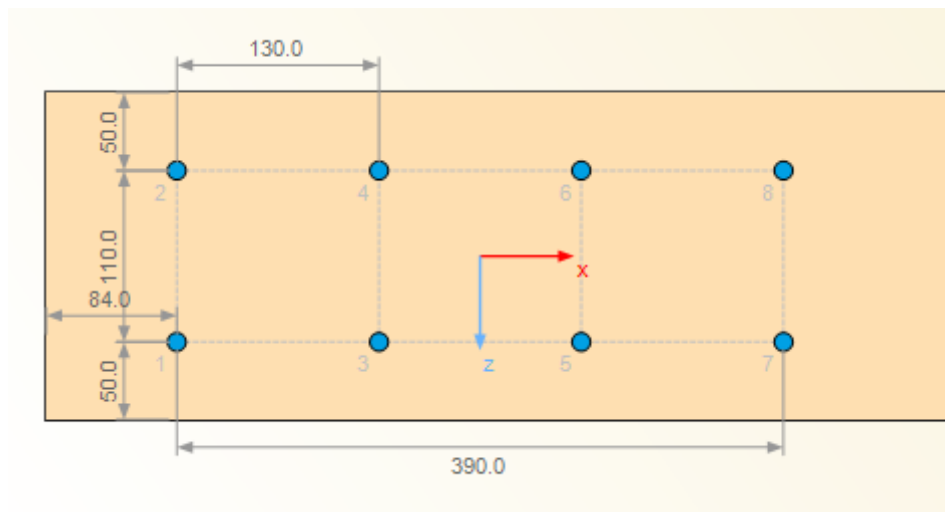


Bild 16.51: Geometrie der Verbindung

## 16.4.2 Querschnittswerte

### Polares Trägheitsmoment

Zur Ermittlung des polaren Trägheitsmoments werden die x- und z-Koordinaten des Anschlusses quadriert und aufsummiert.

$$I_p = \sum x_i^2 + \sum z_i^2 = \sum r_i^2 \quad \text{Trägheitsmoment von Punkten}$$

Dübel Nr.	x	z	$x_i^2$ [cm <sup>2</sup> ]	$z_i^2$ [cm <sup>2</sup> ]
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
			<b>1 690,0</b>	<b>242,0</b>

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  $\text{cm}^4$ , sondern  $\text{cm}^2$ . Bei einem polaren Flächenträgheitsmoment würde noch die Querschnittsfläche gemäß folgender Gleichung multipliziert werden:

$$I_p = \int_A z^2 dA \quad \text{Trägheitsmoment von Flächen}$$

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.

$$K_{\text{ser}} = \rho_m^{1,5} \cdot \frac{d}{23} \quad \text{Verschiebungsmodul [2] Tabelle 7.1}$$

Für das Beispiel ermittelt sich so folgender Verschiebungsmodul:

$$K_{\text{ser}} = 418 \text{ kg/m}^{3,5} \cdot \frac{12 \text{ mm}}{23} = 4\,458,8 \text{ N/mm}$$

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  $K_{\text{ser}} = 142\,681,5 \text{ N/mm}$ .

**Rotationsmodul**

Die Rotationssteifigkeit eines Anschlusses ergibt sich durch die Multiplikation des Verschiebungsmoduls mit dem polaren Trägheitsmoment.

$$K_{\varphi} = \sum_{i=1}^n K_{ser,i} \cdot I_{p,i} = 344\,576 \text{ Nmm/rad}$$

Dies entspricht 3 445,8 kNm/rad.

**Verschiebungsmodul GZT**

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit muss die Steifigkeit reduziert werden. Um dem semiprobabilistischen 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.

$$K_u = \frac{2}{3} K_{ser} = 95\,121 \text{ N/mm}$$

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.

**3.1 Nachweise - Zusammenfassung**

Maßgebend		Nachweis		Nachweis nach Formel
Knoten	Last	Ausnutzung		
<input type="checkbox"/> Hauptstab				
1	LF3	0.587 ≤ 1		5005) Hauptstab 1 - Stahlbleche - Biegung, Quer- und Normalkraftbeanspruchbarkeit nach EN 1993-1-1, 6.2.10
1	LF3	0.182 ≤ 1		6142) Hauptstab 1 - Holzquerschnitt - Schub im Nettoquerschnitt nach 6.1.7
1	LF3	0.048 ≤ 1		6030) Hauptstab 1 - Stabdübelgruppe - Blockscheitversagen von Verbindungen nach Anhang A
1	LF3	0.813 ≤ 1		6144) Hauptstab 1 - Holzquerschnitt - Zug und Biegung im Nettoquerschnitt nach 6.2.3
1	LF3	1.053 > 1		6010) Hauptstab 1 - Stabdübelgruppe - Tragfähigkeit je Stabdübel nach 8.2.3 und 8.6
1	LF3	0.166 ≤ 1		5009) Hauptstab 1 - Stahlbleche - Lochleibung nach EN 1993-1-8, Tab. 3.4
1	LF3	0.094 ≤ 1		6031) Hauptstab 1 - Stabdübelgruppe - Verbindungen mit mehreren Verbindungsmitteln nach 8.1.2 und 8.5.1.1.(4)
1	LF3	0.181 ≤ 1		6032) Hauptstab 1 - Stabdübelgruppe - Verbindungsmittelkräfte unter einem Winkel zur Faserichtung nach 8.1.4
1	LF3	0.679 ≤ 1		6146) Hauptstab 1 - Holzquerschnitt - Zusätzlicher Schub im Nettoquerschnitt infolge Momentes
1	LF3	0.928 ≤ 1		6033) Hauptstab 1 - Stabdübelgruppe - Verbindungsmittelkräfte unter einem Winkel zur Faserichtung infolge Momentes
1	LF3	OK		6510) Hauptstab 1 - Stabdübelgeometrie - Minimaler Abstand zwischen Kreisen (Rechtecken) und zwischen Stabdübeln im Kreis (Rt)

Max. Ausnutzung: 1.05 > 1

**Nachweisdetails - Knoten Nr. 1**

Kraft-Faserwinkel	α	57.44 °
Ausnutzung	η	0.272
<input type="checkbox"/> Stabdübel-Nr.		
Koordinate	x	195.0 mm
Koordinate	z	-55.0 mm
Resultierende Kraft	F <sub>res</sub>	8.767 kN
Resultierende Stabdübelverformung	d <sub>res</sub>	0.9 mm
Kraft-Faserwinkel	α	66.83 °
Ausnutzung	η	0.921
<input type="checkbox"/> Stabdübel-Nr.		
Koordinate	x	195.0 mm
Koordinate	z	55.0 mm
Resultierende Kraft	F <sub>res</sub>	8.190 kN
Resultierende Stabdübelverformung	d <sub>res</sub>	0.8 mm
Kraft-Faserwinkel	α	79.80 °
Ausnutzung	η	0.890

Resultierende Verformung und Tragfähigkeit der Verbindung

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:

Nummer	Nachweis	Abschnitt in Norm
5005	Stahlblech bei Biegung, Schub und Normalkraft	[13] 6.2.10
5009	Lochleibung	[1] Tabelle 3.4
5010	Stahlblech bei Biegung und Schub ohne Normalkraft	[13] 6.2.8
6010	Tragfähigkeit je Stabdübel	[2] 8.2.3 und 8.6
6030	Blockscherversagen	[2] Anhang A
6031	Wirksame Anzahl der Verbindungsmittel ( $n_{ef}$ )	[2] 8.1.2; 8.5.1.1(4)
6032	Stabdübelgruppe	[2] 8.1.4
6033	Stabdübelgruppe infolge Moment	[2] 8.1.4
6140	Zugspannung	[2] 6.1.2
6142	Schubspannung	[2] 6.1.7
6143	Biegespannung	[2] 6.1.6
6144	Zug- und Biegespannung	[2] 6.2.3
6146	Schubspannung infolge Ausmitte (siehe Bild 16.57)	[2] 6.1.7
6200	Verstärkung mit Schrauben	[2] 8.7.2(4/5)
6201	Verstärkung mit Schrauben	[2] 8.7.2(7)
6500	Mindestabstände	[2] 8.6, Tabelle 8.5
6530	Kontakt überprüfen	

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.

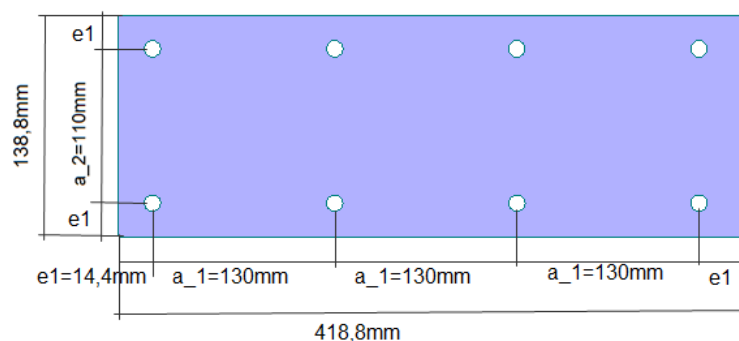


Bild 16.53: Abmessungen Stahlblech

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.

Für die Querschnittsfläche wird die Dicke des Stahlblechs von 10 mm und die Höhe von 138,8 mm angesetzt.

Nachweisdetails - Knoten Nr. 1				
Einwirkende Kraft	$N_{Ed}$	8.00	kN	
Querkraft	$V_z$	5.00	kN	
Einwirkendes Moment	$M_{y,d}$	-8.61	kNm	
Stahlblechdicke	$t_{pl}$	10.0	mm	
Höhe	$h_{pl}$	138.8	mm	
Anzahl der Stahlbleche	$n_{pl}$	1		
Schubfläche	$A_v$	11.57	cm <sup>2</sup>	
Streckgrenze des Stahlblechs	$f_{yk}$	235.000	N/mm <sup>2</sup>	
Teilsicherheitsbeiwert für Material	$\gamma_{m,0}$	1.00		EN 1993
Plastische Normalkrafttragfähigkeit	$N_{pl,Rd}$	326.18	kN	(6.6)
Bemessungswert der plastischen Querkraftbeanspruchung	$V_{pl,Rd}$	156.93	kN	(6.18)
Verhältnis der einwirkenden Querkraft und plastischen Querkrafttragfähigkeit	$\eta$	0.03		6.2.8(3)
Plastisches Widerstandsmoment	$W_{pl,y}$	48.16	cm <sup>3</sup>	
Abgemindertes plastisches Moment aus der Querkraft	$M_{Vz,Rd}$	11.32	kNm	(6.30)
Abgemindertes plastisches Moment aus der Normalkraft	$M_{N,y,Rd}$	11.31	kNm	(6.13)
Ausnutzung	$\eta$	0.76		(6.31)

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 Längs- und Querrichtung zerlegt und separat nachgewiesen. Der Nachweis wird hier für den höchstbeanspruchten Stabdübel 1 vorgestellt.

Anzahl der Scherfugen		2		
Kraft pro Stahlblech	$F_{Ed,pl}$	3.45	kN	
Randabstand des Blechs zum Verbindung	$e_2$	124.4	mm	
Beiwert	$k_{1,1}$	27.33		Tab. 3.4
Beiwert für Verbindungsmittelabstand rech	$k_1$	2.50		Tab. 3.4
Grenzfestigkeit des Stahlblechs	$f_u$	360.000	N/mm <sup>2</sup>	
Grenzfestigkeit des Verbindungsmittel	$f_{u,b}$	360.000	N/mm <sup>2</sup>	
Beiwert	$\alpha_{b,1}$	1.00		
Randabstand des Blechs zum Verbindung	$e_1$	14.4	mm	
Beiwert	$\alpha_{b,2}$	0.40		
Beiwert für den Verbindungsmittelabstand	$\alpha_b$	0.40		
Durchmesser	$d_{st}$	12.0	mm	
Stahlblechdicke	$t_{pl}$	10.0	mm	
Teilsicherheitsbeiwert für Material	$\gamma_{m,2}$	1.25		Tab. 2.1
Bemessungswert der Lochleibungstragfähi	$F_{b,Rd}$	34.56	kN	Tab. 3.4
Ausnutzung	$\eta$	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 Krafrichtung angesetzt.

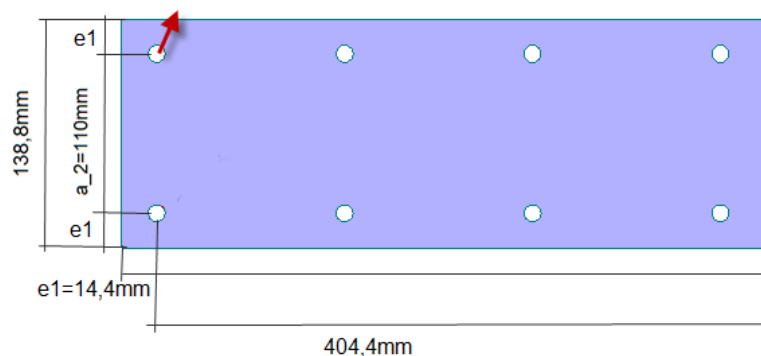


Bild 16.56: Abstände zum Blechrand

Daraus ergeben sich folgende Abstände:

$$e_1 = 14,4 \text{ mm}; e_2 = 404,4 \text{ mm}$$

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.

$$F_{i,x} = \frac{N}{n} + \frac{M}{I_p} \cdot z_i \quad \text{Anteil der Kraft in x-Richtung je Dübel}$$

$$F_{i,z} = \frac{V_z}{n} + \frac{M_y}{I_p} \cdot x_i \quad \text{Anteil der Kraft in y-Richtung je Dübel}$$

$$F_{i,res} = \sqrt{F_{i,x}^2 + F_{i,z}^2} \quad \text{Resultierende Kraft je Dübel}$$

Das Programm berechnet auch ein zusätzliches Moment, das sich aus der Exzentrizität des Dübel-schwerpunkts zum Lastangriffspunkt bestimmt.

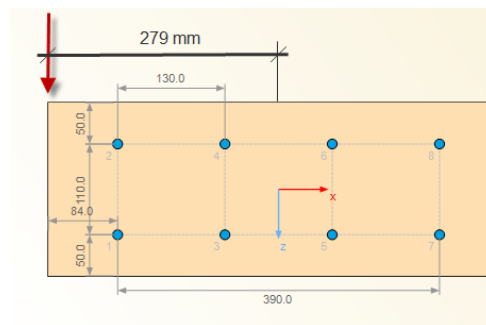


Bild 16.57: Abstand der Querkraft zum Schwerpunkt des Dübelbildes

Bei einer Querkraft von 5 kN ergibt sich ein zusätzliches Moment von  $5 \text{ kN} \cdot 0,279 \text{ m} = 1,4 \text{ kNm}$ . Dieses dreht jedoch entgegengesetzt zum äußeren Moment und verringert in diesem Fall das Moment auf  $-8,6 \text{ kNm}$ :

$$M_{y,res} = -10,0 \text{ kNm} + 1,4 \text{ kNm} = -8,6 \text{ kNm} \quad (\text{neues Moment})$$

Für das Beispiel ergeben sich somit folgende Kräfte:

Dübel	$F_{i,x}$	$F_{i,z}$	$F_{i,res}$	Kraft-Faserwinkel $\alpha$
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	79,80°

Tabelle 16.17: Resultierende Kraft je Dübel

Grafisch aufbereitet orientieren sich die Kräfte wie folgt:

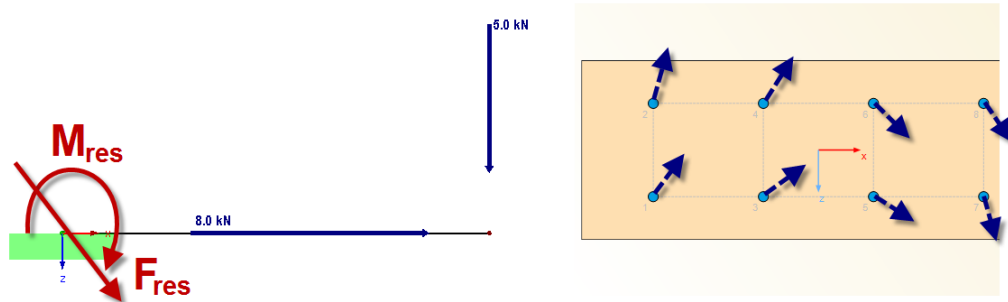


Bild 16.58: Resultierende Kraft an Stabdübeln (qualitativ)

Bei den Nachweisdetails werden die Kräfte mit den zugehörigen Kraft-Faserwinkeln angegeben.

Nachweisdetails - Knoten Nr. 1			
Schnittgrößen			
An Verbindungsmittel wirkende Ergebniskräfte			
Stabdübel-Nr. 1			
Koordinate	x	-195.0	mm
Koordinate	z	-55.0	mm
Resultierende Kraft	F <sub>res</sub>	9.93	kN
Resultierende Stabdübelverformung	d <sub>res</sub>	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
Resultierende Kraft	F <sub>res</sub>	9.42	kN
Resultierende Stabdübelverformung	d <sub>res</sub>	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  $K_{ser}$ , der im Kapitel 16.4.2 bestimmt wurde.

$$d_{res} = \frac{F_{res}}{K_{ser}} \quad \text{Resultierende Stabdübelverformung}$$

Für den ersten Dübel ergibt sich somit folgende Verformung:

$$d_{res} = \frac{9,93 \text{ kN}}{15,46 \text{ kN/mm}} = 0,6 \text{ mm}$$

### 16.4.3.4 Tragfähigkeit je Scherfuge und Stabdübel

Der Nachweis **6010** erfolgt gemäß [2] Abschnitt 8.2.3.

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} t_1 d \\ f_{h,1,k} t_1 d \left[ \sqrt{2 \frac{4 M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_1^2} - 1} \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 2,3 \sqrt{2 M_{y,Rk} f_{h,2,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right. \quad (8.11)$$

Die Lochleibungsfestigkeit wird gemäß [2] Abschnitt 8.5.1.1 nachgewiesen.

$$f_{h,0,k} = 0,082 (1 - 0,01d) p_k \quad (8.32)$$

$$= 0,082 (1 - 0,01 \cdot 12 \text{ mm}) \cdot 380 \text{ kg/m}^3 = 27,42 \text{ N/mm}^2 \approx 2,74 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{h,a,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad (8.33)$$

$$k_{90} = 1,53$$



Das Fließmoment ermittelt sich ebenfalls gemäß [2] Abschnitt 8.5.1.1.

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} \quad (8.30)$$

Für die Dübel ergeben sich damit gemäß der Kraft-Faserwinkel in **Tabelle 16.17** folgende Werte:

Dübel	Kraft-Faserwinkel $\alpha$	$F_{h,\alpha,k,max}$	$F_{v,Rk,f}$	$F_{v,Rk,g}$	$F_{v,Rk,h}$
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	$F_{v,Rd,f}$	$F_{v,Rd,g}$	$F_{v,Rd,h}$	$F_{i,res}$	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 Brettsper Holz*; 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

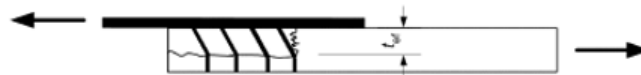


Bild 16.61: Blockscherversagen (Fall 1 nach [2] Anhang A)

2. Zugversagen des Holzes (Komplettversagen der Verbindungsmittelgruppe)

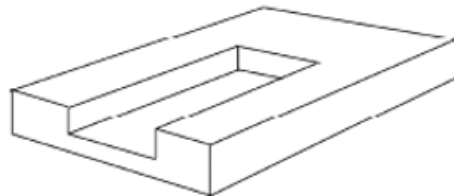


Bild 16.62: Blockscherversagen (Fall 2 nach [2] Anhang A)

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  $h$ .

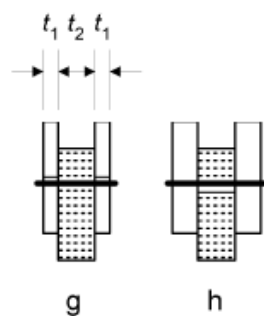


Bild 16.63: Versagensmechanismen

$$t_{\text{ef}} = \begin{cases} 2 \cdot \sqrt{\frac{M_{y,\text{Rk}}}{f_{h,k} d}} & \text{Versagensmechanismus (e) (h)} \\ t_1 \left[ \sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{y,\text{Rk}}}{f_{h,k} d t_1^2}} - 1 \right] & \text{Versagensmechanismus (d) (g)} \end{cases} \quad (\text{A.7})$$

Daher wird die Gleichung (A.7) für den Versagensmechanismus (g) verwendet.

$$t_1 \left[ \sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{y,\text{Rk}}}{f_{h,k} d t_1^2}} - 1 \right] = 55 \text{ mm} \cdot \left[ \sqrt{2 + \frac{4 \cdot 69\,070,9 \text{ Nmm}}{27,42 \text{ N/mm}^2 \cdot 12 \text{ mm} \cdot (55 \text{ mm})^2}} - 1 \right] = 28 \text{ mm}$$

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  $F_{\text{bs,Rk,t,edge}}$  bezeichnet.

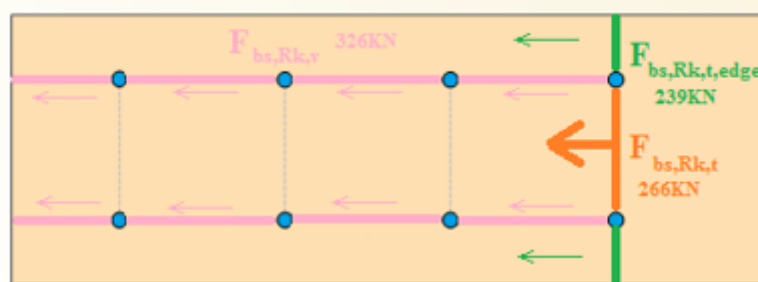


Bild 16.64: Kräfte in Anschlussflächen

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 ( $F_{\text{bs,Rk,t}}$ ), wenn die Schubkraftfläche  $F_{\text{bs,Rk,v}}$  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.

$$F_{\text{bs,Rk}} = \max \begin{cases} 1,5 A_{\text{net,t}} \cdot f_{t,0,k} & = 1,5 \cdot 107,8 \text{ cm}^2 \cdot 1,65 \text{ kN/cm}^2 = 266,8 \text{ kN} \\ 1,5 A_{\text{net,t,edge}} \cdot f_{t,0,k} & = 1,5 \cdot 96,8 \text{ cm}^2 \cdot 1,65 \text{ kN/cm}^2 = 239,6 \text{ kN} \\ 0,7 A_{\text{net,v}} \cdot f_{v,k} & = 0,7 \cdot 1\,330,6 \text{ cm}^2 \cdot 0,35 \text{ kN/cm}^2 = 326 \text{ kN} \end{cases} \quad (\text{A.1})$$

$$A_{\text{net,t}} = \ell_{\text{net,t}} t_1 \cdot 2 = 98 \text{ mm} \cdot 55 \text{ mm} \cdot 2 = 107,8 \text{ cm}^2 \quad (\text{A.2})$$

$$A_{\text{net,t,edge}} = \ell_{\text{net,t,edge}} t_1 \cdot 2 = 88 \text{ mm} \cdot 55 \text{ mm} \cdot 2 = 96,8 \text{ cm}^2 \quad (\text{A.2})$$

$$A_{\text{net,v}} = \frac{\ell_{\text{net,t}}}{2} (\ell_{\text{net,t}} + 2 t_{\text{ef}}) \cdot 2 = \frac{864 \text{ mm}}{2} (98 \text{ mm} + 2 \cdot 28 \text{ mm}) \cdot 2 = 1\,330,6 \text{ cm}^2 \quad (\text{A.3})$$

Der Faktor 2 in Gleichung (A.2) und (A.3) berücksichtigt, dass zwei Hölzer jeweils links und rechts des Schlitzblechs vorliegen.

$$\ell_{\text{net,v}} = \sum_i \ell_{v,i} = 6 \cdot (a_1 - d) + 2 \left( a_3 - \frac{d}{2} \right) = 864 \text{ mm} \quad (\text{A.4})$$

$$\ell_{\text{net,t}} = \sum_i \ell_{t,i} = a_2 - d = 110 \text{ mm} - 12 \text{ mm} = 98 \text{ mm} \quad (\text{A.5})$$

$$\ell_{\text{net,t,edge}} = \sum_i \ell_{t,a} = 88 \text{ mm} \quad (\text{A.5})$$

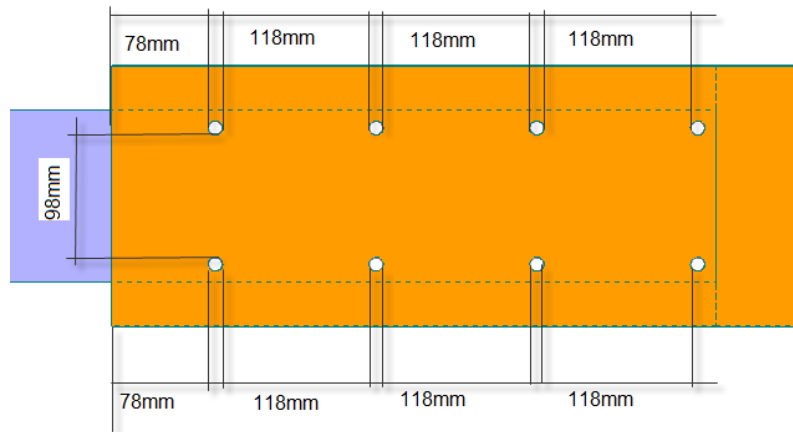


Bild 16.65: Nettolängen

Nachweis:

$$F_{bs,Rd} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot F_{bs,Rk} = \frac{0,9}{1,3} \cdot 266,8 = 184,7$$

$$\eta = \frac{N_{Zug}}{F_{bs,Rd}} = \frac{8 \text{ kN}}{184,7 \text{ kN}} = 0,04 \ll 1$$

### Exkurs: Vergleich der Versagenszustände

Um die Besonderheiten dieses Nachweises zu vertiefen, werden weitere mögliche Konstellationen vorgestellt. Im **ersten Fall** wird die Anschlussgeometrie aus Bild 16.51 so verändert, dass die Randbereiche  $F_{bs,Rk,t,edge}$  der Verbindungsmittelgruppe versagen.

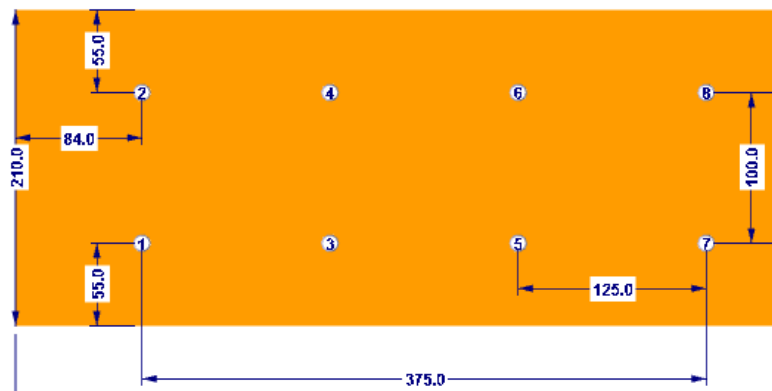


Bild 16.66: Geometrie für Versagen im Randbereich

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:

$$F_{bs,Rk} = \max \begin{cases} 1,5 A_{net,t} \cdot f_{t,0,k} & = 239,6 \text{ kN} \\ 1,5 A_{net,t,edge} \cdot f_{t,0,k} & = 266,8 \text{ kN} \\ 0,7 A_{net,v} \cdot f_{v,k} & = 294,3 \text{ kN} \end{cases} \quad (\text{A.1})$$

Die maßgebende Tragfähigkeit dieses Anschlusses ist damit:

$$F_{bs,Rk} = 266,8 \text{ kN}$$

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.

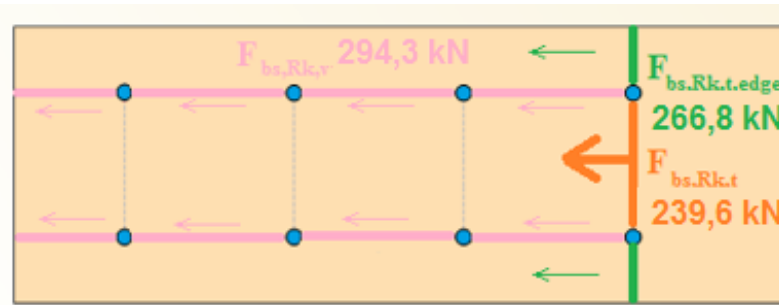


Bild 16.67: Kräfte im Versagensmodus

Im **zweiten Fall** wird die Geometrie so verändert, dass die Verbindungsmittelgruppe auf Schub ( $F_{bs,Rk,v}$ ) versagt.

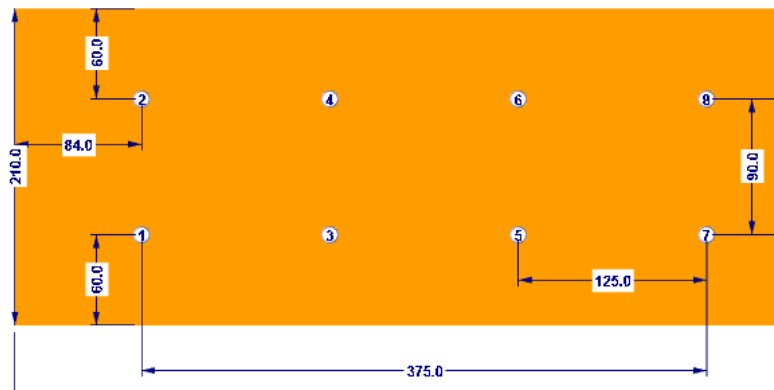


Bild 16.68: Geometrie für Versagen auf Schub

Der Randbereich wird auf 60 mm vergrößert, der Schubbereich in Längsrichtung bleibt gleich.

$$F_{bs,Rk} = \max \begin{cases} 1,5 A_{net,t} \cdot f_{t,0,k} & = 212,4 \text{ kN} \\ 1,5 A_{net,t,edge} \cdot f_{t,0,k} & = 294 \text{ kN} \\ 0,7 A_{net,v} \cdot f_{v,k} & = 273,8 \text{ kN} \end{cases} \quad (\text{A.1})$$

Die maßgebende Tragfähigkeit dieses Anschlusses ist damit:

$$F_{bs,Rk} = 273,8 \text{ kN}$$

Die Schubkrafttragfähigkeit ist größer als die Zugkrafttragfähigkeit des Mittelteils. Daher ist sie maßgebend.

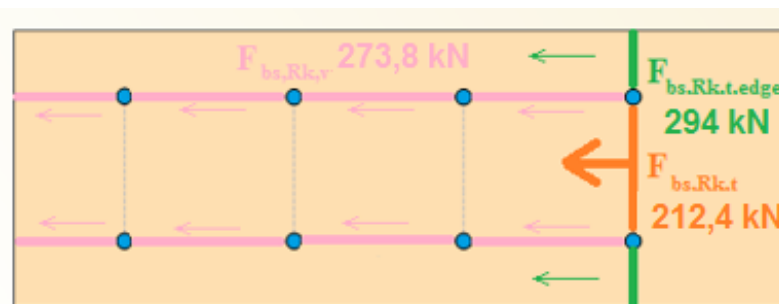


Bild 16.69: Kräfte im Versagensmodus

### 16.4.3.6 Effektive Anzahl an Verbindungsmitteln $n_{\text{eff}}$

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 Stabdübel			
Stabdübelgruppe			
Stabdübelgruppe parallel zur Faser			
Durchmesser	$d_{\text{st}}$	12.0 mm	
Anzahl der Stabdübel in einer Reihe	$n$	4	
Mindestabstand zwischen Stabdübeln in	$a_1$	130.0 mm	
Wirksame Anzahl der Dübel	$n_{\text{eff}}$	3.33	(8.34)
Abgeminderter Bemessungswert der Tra	$F_{v,Rk,red}$	42.45 kN	(8.1)
Stabdübelgruppe parallel zur Faser			
Durchmesser	$d_{\text{st}}$	12.0 mm	
Anzahl der Stabdübel in einer Reihe	$n$	4	
Mindestabstand zwischen Stabdübeln in	$a_1$	130.0 mm	
Wirksame Anzahl der Dübel	$n_{\text{eff}}$	3.33	(8.34)
Abgeminderter Bemessungswert der Tra	$F_{v,Rk,red}$	42.45 kN	(8.1)
Wirkende Kraft in Verbindung parallel zur f	$F_{\text{Ed,tot}}$	8.00 kN	
Totaler Bemessungswert der Tragfähigkeit	$F_{v,ed,Rd,tot}$	84.90 kN	
Ausnutzung	$\eta$	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:

$$n_{\text{eff}} = \min \left\{ \begin{array}{l} n \\ n^{0,9} \sqrt[4]{\frac{a_1}{13d}} = 4^{0,9} \sqrt[4]{\frac{130 \text{ mm}}{13 \cdot 12 \text{ mm}}} = 3,33 \end{array} \right. \quad (8.34)$$

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  $f_{h,0,k}$  ohne die Berücksichtigung des Kraft-Faserwinkels berechnet.

Die Gesamttragfähigkeit für Normalkraft einer Reihe ist somit:

$$F_{v,ed,Rd,tot} = n_{\text{eff}} \cdot F_{v,Rd} = 3,33 \cdot 12,76 \text{ kN} = 42,4 \text{ kN}$$

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.

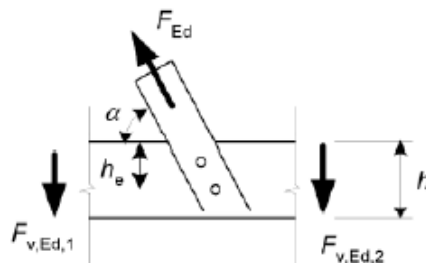


Bild 16.71: Angreifende Querkraft gemäß [2] Bild 8.1

Die maximale Querkraft im Beispiel beträgt 5 kN.

$$F_{90,Rk} = 14 bw \cdot \sqrt{\frac{h_e}{\left(1 - \frac{h_e}{h}\right)}} = 14 \cdot 110 \text{ m} \cdot 1 \cdot \sqrt{\frac{160 \text{ mm}}{\left(1 - \frac{160 \text{ mm}}{210 \text{ mm}}\right)}} = 39,9 \text{ kN} \quad (8.4)$$

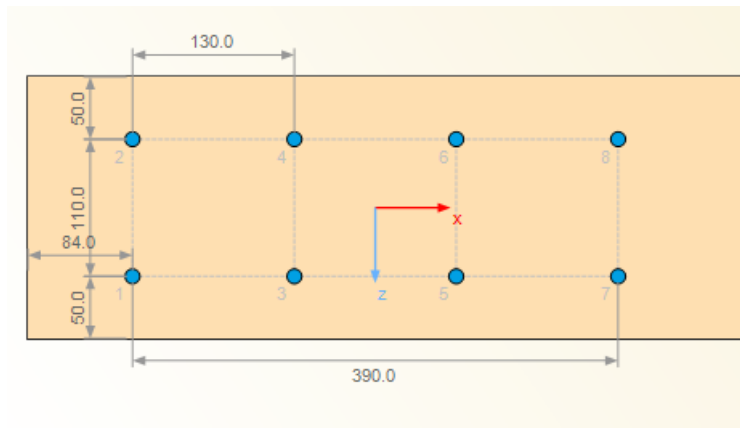


Bild 16.72: Geometrie der Verbindung

Der maximale Abstand eines Dübels vom Holzrand  $h_e$  beträgt 160 mm.

Nachweis:

$$\eta = \frac{5 \text{ kN}}{39,9 \text{ kN} \cdot \frac{0,9}{1,3}} = 0,18 < 1$$

Nachweisdetails - Knoten Nr. 1

Schnittgrößen				
Stabdübelgruppe				
Bemessungswert der Querkraft	$F_{v,Ed}$	5,00	kN	
Modifikationsbeiwert	$w$	1,00		(8.5)
Holzquerschnittsdicke	$b$	110,0	mm	
Maximaler Abstand des Dübels zum beanspruchten Holzrand	$h_e$	160,0	mm	
Holzquerschnittshöhe	$h$	210,0	mm	
Charakteristischer Spaltwiderstand	$F_{90,Rk}$	39,92	kN	(8.4)
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_m$	1,30		Tab. 2.3
Modifikationsbeiwert für Lasteinwirkungsdauer	$k_{mod}$	0,90		Tab. 3.1
Bemessungswert des Spaltwiderstandes	$F_{90,Rd}$	27,64	kN	
Ausnutzung	$\eta$	0,18		(8.2)

Bild 16.73: Nachweis 6032 - Querkugtragfähigkeit

### 16.4.3.8 Querkugtragfähigkeit infolge Moment

Beim Nachweis **6033** gemäß [2] Abschnitt 8.1.4 wird die Verbindung gegen Querkug 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:

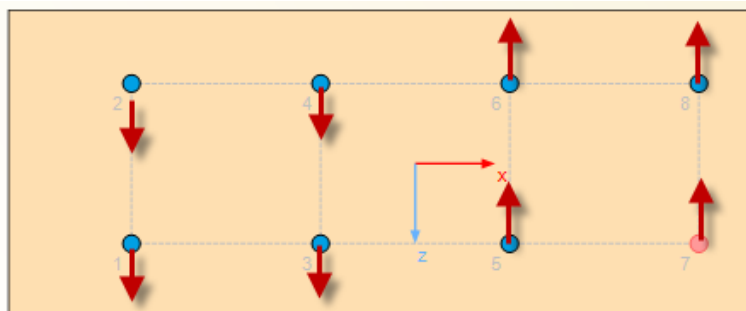


Bild 16.74: Resultierende Kräfte an Stabdübeln (qualitativ) in z-Richtung

Die resultierende Komponente beträgt im Beispiel 25,66 kN. Der Nachweis wird analog zum Nachweis 6032 geführt. Es ergibt sich eine höhere Auslastung von  $25,66 \text{ kN} / 27,64 \text{ kN} = 0,93 < 1$ .

### 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 Stabdübellocher vorliegt.

Das eingeschlitzte Stahlblech weist eine Dicke von 10 mm auf, die Dübellöcher einen Durchmesser von 12 mm.

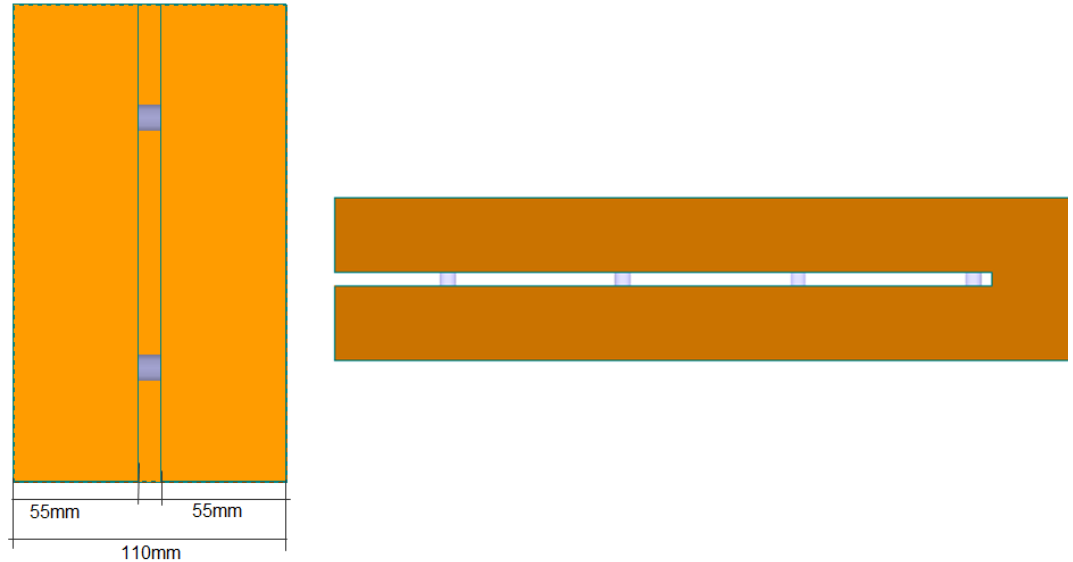


Bild 16.75: Querschnittsschwächung durch Blech

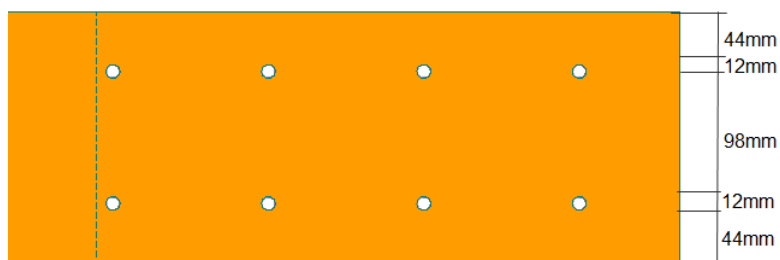


Bild 16.76: Querschnittsschwächung durch Dübel

Das Trägheitsmoment des ungeschwächten Querschnitts ist:

$$I_y = \frac{b_{ef} \cdot h^3}{12} = \frac{11 \text{ cm} \cdot (21 \text{ cm})^3}{12} = 8\,489,3 \text{ cm}^4$$

Mit diesem Trägheitsmoment berücksichtigt das Programm bereits die Reduzierung des Querschnitts durch das eingeschlitzte Blech.



Die Schwächung durch die Bohrung der Stabdübellocher wird beim Nachweis 6142 komplett abgezogen.

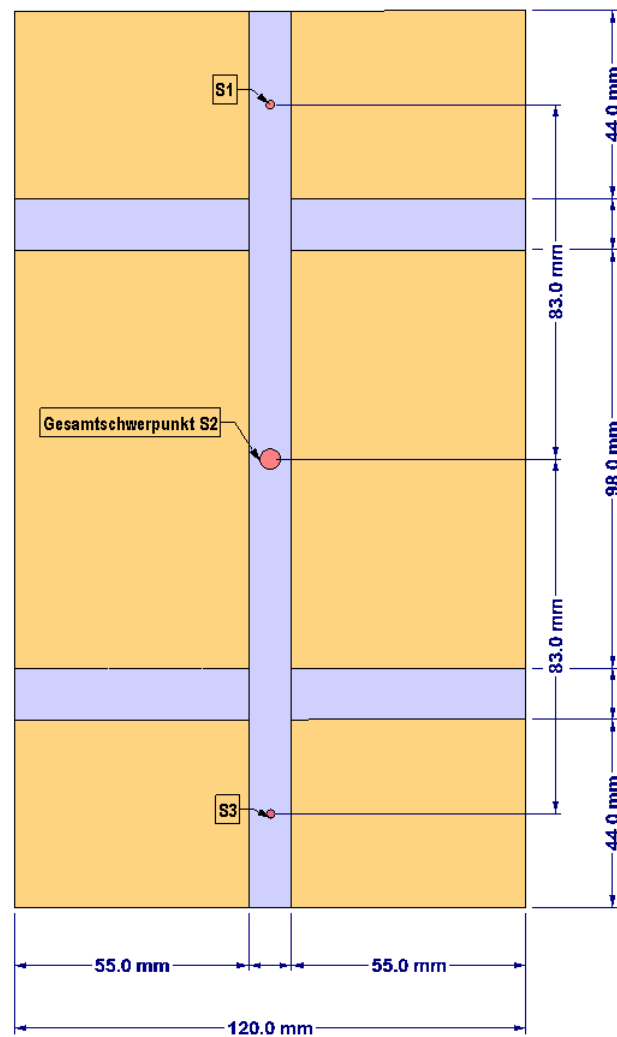


Bild 16.77: Querschnittsschwächung durch Dübellöcher

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:

$$A_1 = 11 \text{ cm} \cdot 4,4 \text{ cm} = 48,4 \text{ cm}^2$$

$$I_{y1} = 11 \cdot 4,4^3 / 12 = 78,09 \text{ cm}^4$$

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:

$$A_3 = 11 \text{ cm} \cdot 4,4 \text{ cm} = 48,4 \text{ cm}^2$$

$$I_{y3} = 11 \cdot 4,4^3 / 12 = 78,09 \text{ cm}^4$$

$$I_{\text{net}} = I_{y1} + A_1 \cdot z_1^2 + I_{y2} + A_2 \cdot z_2^2 + I_{y3} + A_3 \cdot z_3^2 = 7687,4 \text{ cm}^4$$

## Statisches Moment

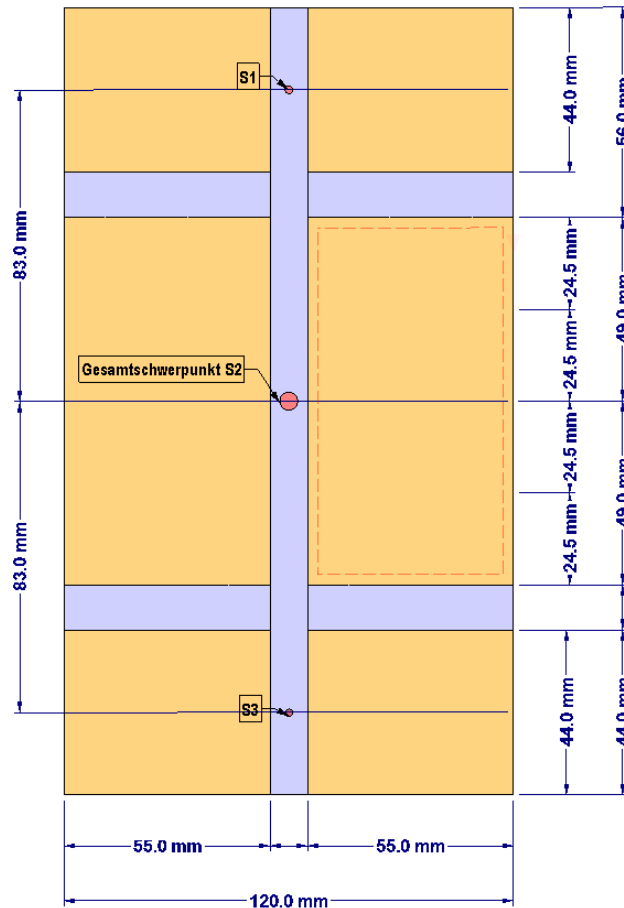


Bild 16.78: Abmessungen für statisches Moment

$$S_{\text{net}} = \int z dA = 11 \text{ cm} \cdot (4,9 \text{ cm} \cdot 2,45 \text{ cm} + 4,4 \text{ cm} \cdot 8,3 \text{ cm}) = 533,78 \text{ cm}^3$$

Nachweis:

$$\tau = \frac{V_z \cdot S_{\text{net}}}{I_{\text{net}} \cdot t_{\text{ef}} \cdot k_{\text{cr}}} = \frac{5 \text{ kN} \cdot 533,78 \text{ cm}^3}{7687,4 \text{ cm}^4 \cdot 11 \text{ cm} \cdot 0,714} = 0,044 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{v,d} = f_{v,k} \cdot \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} = 0,35 \text{ kN/cm}^2 \cdot \frac{0,9}{1,3} = 0,242 \text{ kN/cm}^2$$

$$\eta = \frac{\tau}{f_{v,d}} = \frac{0,044 \text{ kN/cm}^2}{0,242 \text{ kN/cm}^2} = 0,18 < 1$$

Nachweisdetails - Knoten Nr. 1				
☐ Holzquerschnitt				
Querkraft	V <sub>z</sub>	5,00	kN	
Nettoh Holzquerschnitt formgebende Stabdü		2,1		
Holzquerschnittsdicke	b	120,0	mm	
Holzquerschnittshöhe	h	210,0	mm	
Anzahl der Stahlbleche	n <sub>pl</sub>	1		
Schlitzbreite für Stahlblech	t <sub>sl</sub>	10,0	mm	
Statisches Moment	S <sub>net</sub>	533,78	cm <sup>3</sup>	
Trägheitsmoment	I <sub>net</sub>	7687,48	cm <sup>4</sup>	
Dicke ohne Blechdicke	b <sub>net</sub>	110,0	mm	
Schubkorrekturfaktor	k <sub>cr</sub>	0,71		6.1.7 (2)
Schubspannung	τ <sub>v,d</sub>	0,044	kN/cm <sup>2</sup>	
Charakteristische Schubfestigkeit	f <sub>v,k</sub>	0,350	kN/cm <sup>2</sup>	
Modifikationsbeiwert für Lasteinwirkungsdi	k <sub>mod</sub>	0,90		Tab. 3.1
Teilsicherheitsbeiwert	γ <sub>m</sub>	1,30		Tab. 2.3
Schubfestigkeit	f <sub>v,d</sub>	0,242	kN/cm <sup>2</sup>	(2.14)
Ausnutzung	η	0,18		(6.13)

Bild 16.79: Nachweis 6142 - Schubspannungsnachweis

Die anderen Spannungsnachweise 6140, 6143, 6144 etc. erfolgen analog. Sie werden hier nicht weiter vorgestellt.

### 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.

Nachweisdetails - Knoten Nr. 1				
Schnittgrößen				
Stabdübelgruppeabstand				
Kraft-Faserwinkel	$\alpha$	32.01	°	
Mindestabstand der Verbindungsmitteln inr	$a_{1,min}$	56.4	mm	
Abstand der Verbindungsmitteln innerhalb	$a_1$	130.0	mm	OK
Mindestabstand der Verbindungsmittelreih	$a_{2,min}$	36.0	mm	
Abstand der Verbindungsmittelreihen rech	$a_2$	110.0	mm	OK
Stabdübel-Nr.		1		
Mindestabstand zwischen Verbindungsmitt	$a_{3,t,min}$	84.0	mm	
Abstand zwischen Verbindungsmittel und t	$a_{3,t}$	84.0	mm	OK
Stabdübel-Nr.		7		
Kraft-Faserwinkel	$\alpha$	79.80	°	
Mindestabstand zwischen Verbindungsmitt	$a_{4,t,min}$	47.6	mm	
Abstand zwischen Verbindungsmittel und t	$a_{4,t}$	50.0	mm	OK

Bild 16.80: Nachweis der Mindestabstände VBM

Abstand  $a_1$  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  $32,01^\circ$  bezieht sich bei dem Mindestabstand der inneren Abstände ( $a_1$  und  $a_2$ ) 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  $a_2$  in Faserrichtung:

$$a_2 = 3d = 3 \cdot 12 \text{ mm} = 36 \text{ mm} \ll 110 \text{ mm}$$

Abstand  $a_{3,t}$  Zugbeanspruchung am Hirnholz:

$$a_{3,t} = \max(7d; 80 \text{ mm}) = 84 \text{ mm} = 84 \text{ mm}$$

Abstand  $a_{3,c}$  Druckbeanspruchung am Hirnholz:

$$a_{3,c} = \max(3,5d; 40 \text{ mm}) = 42 \text{ mm} \ll 84 \text{ mm}$$

Abstand  $a_{4,t}$  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  $79,8^\circ$  hat, ergibt sich folgender Abstand:

Abstand  $a_{4,c}$  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.

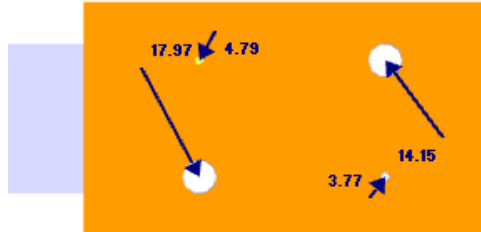


Bild 16.81: Dübelkräfte bei unterschiedlichen Durchmessern der Verbindungsmittel

Die Verlagerung des polaren Trägheitsmoments wird durch folgende Gleichungen erfasst:

$$I_{p,K_{ser,i}} = \left( \sum x_i^2 + \sum z_i^2 \right) \cdot K_{ser,i}$$

$$I_{p,K_{ser,tot}} = \sum I_{p,K_{ser,i}}$$

Aufgeteilte Kräfte in Normalkraftrichtung:

$$F_{i,x} = \frac{N_x}{K_{ser,tot}} \cdot K_{ser,i} + \frac{M_y}{I_{p,K_{ser}}} \cdot z_i \cdot K_{ser,i}$$

Aufgeteilte Kräfte in Querkraftrichtung:

$$F_{i,z} = \frac{V_z}{K_{ser,tot}} \cdot K_{ser,i} + \frac{M_y}{I_{p,K_{ser}}} \cdot x_i \cdot K_{ser,i}$$

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:

$$K_{ser,i} = \rho^{1,5} \cdot \frac{d_i}{23}$$

Die resultierende Kraft im Verbindungsmittel ermittelt sich nach den in [Kapitel 16.4.3.3](#) auf [Seite 170](#) angegebenen Gleichungen.

Aus dieser Kraft wird die Verformung eines jeden Dübels bestimmt:

$$u_{dowel,i} = \frac{F_{res,i}}{K_{ser,i}}$$

Mit der Verformung, die sich so in Abhängigkeit von der Nachgiebigkeit errechnet, ergibt sich die Steifigkeit eines jeden Dübels:

$$C_{\varphi,ser} = u_{dowel,i} \cdot K_{ser,i}$$

# 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] *Informationsdienst Holz Bemessung und Baustoffe STEP1.* Informationsdienst 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 für 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 1993-1-8 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.

# Index

<b>A</b>	
Abschrägung .....	33
Anker .....	30, 31
Ankerplatte .....	30, 37, 44
Anordnung .....	51
Anschluss .....	11, 90
Anschlussgruppe .....	9
Anschlusskategorie .....	9, 22, 35, 42, 50, 59, 66, 72, 94
Anschlusstyp .....	10, 22, 35, 42, 50, 59, 66, 72, 94
Ansichtsmodus .....	110
Ausdruckprotokoll .....	114, 116
Ausklinkung .....	38, 63
Ausnutzung .....	104, 105
<b>B</b>	
Basisangaben .....	8
Bauteil .....	108
Beenden von RF-/JOINTS .....	8
Belastung .....	15
Belastungstyp .....	80
Bemessungsfall .....	113, 117, 118
Bemessungswert .....	92
Benutzerprofil .....	119
Betonankerplatte .....	26
Beulsteife .....	45
Biegesteif .....	41
Biegesteife Verbindung .....	59
Blättern in Masken .....	8
Blech .....	51, 55
Bolzen .....	72
<b>D</b>	
Definitionsart .....	11
Details .....	62, 90
Dezimalstellen .....	17, 119
Diagonale .....	54, 56
Drucken .....	114, 116
DSTV .....	58
Duktilität .....	36, 60
Durchlaufstab .....	72
Durchlaufträger .....	94
DXF-Export .....	121
<b>E</b>	
Eingespannt .....	22
Einheiten .....	17, 119
Ergebnisbewertung .....	110
Ergebniskombination .....	15
Ergebnismasken .....	102
Ergebnisse-Navigator .....	113
Excel .....	120
Export .....	90, 119
Exzentrizität .....	26, 29, 90
<b>F</b>	
Fahnenblech .....	35
Festigkeitsklasse .....	56
Fundament .....	26
Fußplatte .....	28
<b>G</b>	
Gelenkig .....	22, 34
Gelenkige Verbindung .....	59
Geometrie .....	38, 45, 54, 70, 82, 98, 103
Gewindetyp .....	98
Grafik .....	14, 108, 111, 113, 114
Grafikausdruck .....	114
Grenzwinkel .....	89, 92
<b>H</b>	
Hauptstab .....	72, 77, 94
Holz zu Holz .....	93
Holzzugfestigkeit .....	92
<b>I</b>	
Inaktiv .....	25, 37, 43, 61, 68
Installation .....	6
Installationssicherheit .....	30
<b>K</b>	
Kehlnaht .....	46
KLED .....	80
Knagge .....	35
Knoten .....	11, 106
Köcherfundament .....	27, 29
Kommentar .....	10
Kontakt .....	76
Kraft .....	17
Kraftverteilung .....	43
Kragarm .....	66
<b>L</b>	
Laschenblech .....	42, 48
Laschenblechverbindung .....	45, 48
Lasteinwirkungsdauer .....	80
Lastfall .....	15, 16, 104, 105
Lastkombination .....	15

<b>M</b>			
Masken	8	Seitenstäbe	86
Mast	49	SFS intec	75, 82
Material	9, 13, 43, 69	Sichtbarkeiten	113
Mindestabstand	74, 75	Sikla	65
Modifikationsbeiwert $k_{mod}$	80	Spalt	38, 55
Mörtelschicht	26	Stab	11, 17
Momententragfähiger Anschluss	41	Stabdübel	72
		Stabexzentrizität	86, 91
		Stahl zu Holz	71
<b>N</b>		Stahlblech	82
Nachweis	102, 104, 105, 106	Starten von RF-/JOINTS	7
Nagel	72	Status	12, 78, 96
Nationaler Anhang	10, 18	Stegrippe	46, 47
Navigator	8	Stegwinkel	35
Nebenstab	73	Steife	32, 33, 46
NKL	81	Stirn	94
Norm	10	Stirnplatte	35, 45, 66
Normalkraft	36	Stirnplattenanschluss	42, 45
Nutzungsklasse	80, 81	Stirnplattenstoß	42
		Stütze	35, 42, 47
		Stützenfuß	20, 26
<b>P</b>			
Parameter	12	<b>T</b>	
Plattenüberstand	45	Torsion	68
Priorität	53	Träger	35, 40, 42
Programmaufruf	7	Tragwerksmodell	90
<b>Q</b>		<b>U</b>	
Querbalken	33	Überstand	63
Querkraftanschluss	34	Unterlegblech	47
Querschnitt	12	Unterlegscheibe	30
<b>R</b>		<b>V</b>	
Randbewehrung	26	Verbindungselement	38
Rangfolge Anschnitt	72, 73, 94	Verbindungsexzentrizität	54
Rechteck	85	Verbindungsgeometrie	54, 84
Reibung	31	Verbindungsmittel	57
Relationsbalken	110	Verbindungstypen	62
RF/-DYNAM Pro	15	Verbund	30
RFEM/RSTAB-Grafik	113, 116	Vereinfachte Ergebnisse	91
Rotationskapazität	36	Versatz	54
		Verschiebungsmodul	92
<b>S</b>		Verstärkung mit Schrauben	87
Schaltflächen	110	Verstärkungsblech	47
Schiftung	96		
Schlitzblech	82	<b>W</b>	
Schnittgrößen	15, 16	Winkel	53, 77, 96
Schraube	39, 46, 48, 56, 57, 62, 72, 87, 89, 94, 99		
Schraubenfestigkeitsklasse	46	<b>Z</b>	
Schubdübel	31	Zugfestigkeit	92
Schubkorrekturfaktor	74	Zwischenablage	119
Schubübertragung	31		
Schweißnaht	28, 29, 31, 33, 46, 56		