



Fassung  
November 2015

Zusatzmodul

# RF-JOINTS

Bemessung von Stahl- und Holzbau-  
verbindungen

## Programm-Beschreibung

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 2015  
Am Zellweg 2  
D-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>3</b>
1.1	Zusatzmodul RF-JOINTS	3
1.2	Gebrauch des Handbuchs	4
1.3	Aufruf des RF-JOINTS-Moduls	5
<b>2.</b>	<b>Allgemeine Eingabedaten</b>	<b>6</b>
2.1	Basisangaben	6
2.2	Knoten und Stäbe	9
2.3	Belastung bzw. Schnittgrößen	13
2.3.1	Belastung	13
2.3.2	Schnittgrößen	14
2.4	Nationaler Anhang	15
<b>3.</b>	<b>Stahl Stützenfuß</b>	<b>17</b>
3.1	Basisangaben	18
3.2	Knoten und Stäbe	22
3.3	Belastung	22
3.4	Stützenfuß	23
3.5	Fußplatte und Schweißnähte	25
3.6	Anker	27
3.7	Schubübertragung	28
3.8	Steifen	29
<b>4.</b>	<b>Stahl Gelenkig</b>	<b>31</b>
4.1	Basisangaben	31
4.2	Knoten und Stäbe	34
4.3	Belastung	34
4.4	Geometrie	35
<b>5.</b>	<b>Stahl Mast</b>	<b>38</b>
5.1	Basisangaben	39
5.2	Knoten und Stäbe	42
5.3	Belastung	42
5.4	Geometrie 1 / Geometrie 2	43
5.5	Geometrie Bleche	44
5.6	Diagonal 1,1 Verbindung / Diagonal 1,2 Verbindung	45
5.7	Eingabe der Verbindungsmittel	46
<b>6.</b>	<b>Stahl DSTV</b>	<b>47</b>
6.1	Basisangaben	47
6.2	Knoten und Stäbe	50
6.3	Belastung	50
6.4	Verbindungstypen	51
<b>7.</b>	<b>Holz Stahl zu Holz</b>	<b>53</b>
7.1	Basisangaben	53
7.2	Knoten und Stäbe	59
7.3	Belastung	61
7.4	Lasteinwirkungsdauer und Nutzungsklasse	62
7.5	Geometrie	64
7.6	Details	71
<b>8.</b>	<b>Berechnung</b>	<b>74</b>



<b>9.</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>75</b>
9.1	Geometrie	76
9.2	Nachweise - Zusammenfassung	77
9.3	Nachweise lastfallweise	78
9.4	Nachweise knotenweise	79
9.5	Nachweise - Details	80
9.6	Grafik	81
9.7	Hinweise	82
<b>10.</b>	<b>Ergebnisauswertung</b>	<b>83</b>
10.1	Grafik der Verbindung in RF-JOINTS	84
10.2	Grafik der Verbindung im RFEM-Modell	86
<b>11.</b>	<b>Ausdruck</b>	<b>87</b>
11.1	Ausdruckprotokoll	87
11.2	Grafikausdruck	87
11.2.1	RF-JOINTS-Grafik	87
11.2.2	RFEM-Grafik	89
<b>12.</b>	<b>Allgemeine Funktionen</b>	<b>90</b>
12.1	Bemessungsfälle	90
12.2	Einheiten und Dezimalstellen	92
12.3	Datenexport	92
<b>13.</b>	<b>Beispiele</b>	<b>94</b>
13.1	Stahl Stützenfuß	94
13.1.1	System und Belastung	94
13.1.2	Eingabe in RF-JOINTS	95
13.1.2.1	Basisangaben	95
13.1.2.2	Knoten und Stäbe	96
13.1.2.3	Schnittgrößen	97
13.1.2.4	Stützenfuß	97
13.1.2.5	Fußplatte und Schweißnähte	98
13.1.2.6	Anker	99
13.1.2.7	Schubübertragung	100
13.1.3	Berechnung	100
13.1.4	Nachweise	101
13.1.4.1	Teil der Verbindung im Druckbereich	101
13.1.4.2	Schubtragfähigkeit der Verbindung	103
13.1.4.3	Schweißnähte	104
13.2	Holz Stahl zu Holz	106
13.2.1	System und Belastung	106
13.2.2	Querschnittswerte	107
13.2.3	Nachweise Zusammenfassung	108
13.2.3.1	Stahlblech bei Normalkraft, Schub und Biegung	109
13.2.3.2	Lochleibung	110
13.2.3.3	Tragfähigkeit je Stabdübel	111
13.2.3.4	Tragfähigkeit je Scherfuge und Stabdübel	112
13.2.3.5	Blockscherversagen	114
13.2.3.6	Effektive Anzahl an Verbindungsmitteln $n_{eff}$	118
13.2.3.7	Querzugtragfähigkeit für schräg wirkende Kraft	118
13.2.3.8	Querzugtragfähigkeit infolge Moment	119
13.2.3.9	Schubspannungsnachweis	120
13.2.3.10	Mindestabstände der Verbindungsmittel	123
<b>A.</b>	<b>Literatur</b>	<b>124</b>
<b>B.</b>	<b>Index</b>	<b>125</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Zusatzmodul RF-JOINTS

Die Bemessung von Verbindungen erhält durch die Einführung der Eurocodes eine immer größere Bedeutung. Für Stahlbauverbindungen sind die Nachweise in EN 1993-1-8 [1] geregelt. Die Bemessung von Holzbauverbindungen wird in EN 1995-1-1 [2] behandelt. Das Zusatzmodul RF-JOINTS vereint die in früheren RFEM-Programmversionen entwickelten Verbindungsmodulare für Stabelemente in einer Oberfläche. Dabei wird auch der Funktionsumfang für Verbindungsnachweise erweitert und an die aktuellen Erfordernisse angepasst.

Zurzeit sind im Zusatzmodul RF-JOINTS die Stahl-Kategorien *Stützenfuß*, *Gelenkig*, *Mast* und *DSTV* sowie die Holz-Kategorie *Stahl 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

**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 - 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]. Die Beanspruchbarkeiten werden nach DIN EN 1993-1-8 [1] ermittelt.

Bei momententragfähigen Verbindungen stehen folgende Ausführungsvarianten zur Auswahl:

- Stirnplatte ohne Stütze (Typ IH)
- Trägerstoß mit Stirnplatte (Typ IH)



- Einseitiger Träger mit Stirnplatte (Typ IH)
- Beidseitige Träger mit Stirnplatten (Typ IH)
- 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)

**RF-JOINTS Holz - Stahl zu Holz** bemisst Stabdübelverbindungen 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

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 visualisiert und in das zentrale Ausdruckprotokoll eingebunden werden.

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

Ihr DLUBAL-Team

## 1.2 Gebrauch des Handbuchs

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

Dieses 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]. Gleichzeitig 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 nicht fündig werden, können Sie die Suchfunktion auf unserer Blog-Website <https://www.dlubal.com/blog/de> nutzen, um unter den Beiträgen zu den Zusatzmodulen für Verbindungen eine Lösung zu finden.

## 1.3 Aufruf des RF-JOINTS-Moduls

Es bestehen in RFEM folgende Möglichkeiten, das Zusatzmodul RF-JOINTS zu starten.

### Menü

Sie können das Zusatzmodul aufrufen mit dem RFEM-Menü

**Zusatzmodule → Verbindungen → RF-JOINTS.**

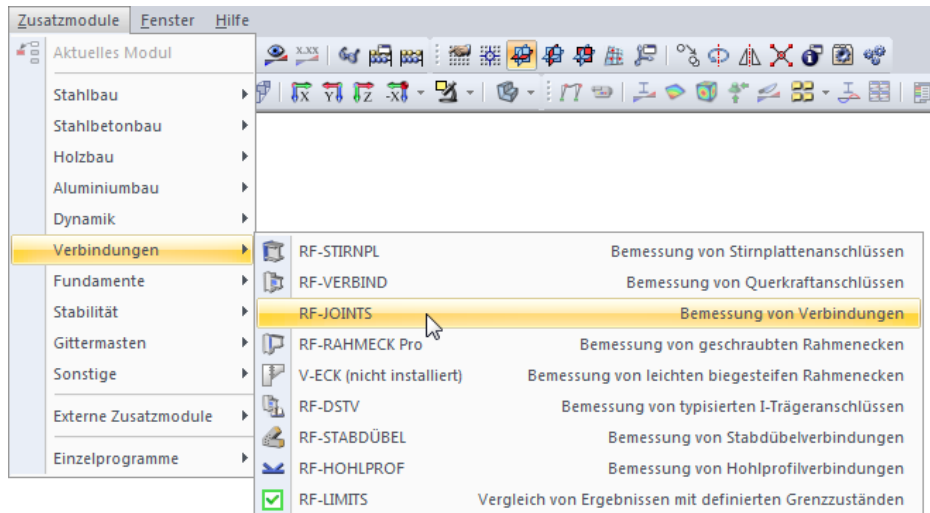


Bild 1.1: Menü: Zusatzmodule → Verbindungen → RF-JOINTS

### Navigator

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

**Zusatzmodule → RF-JOINTS.**

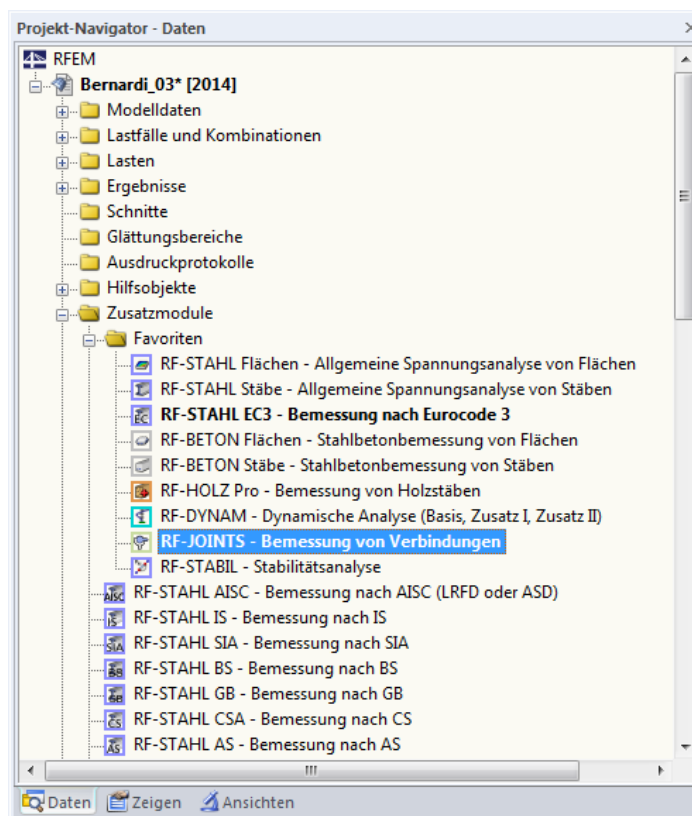


Bild 1.2: Daten-Navigator: Zusatzmodule → RF-JOINTS

## 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 12.1, Seite 90](#)) 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 Grundeinstellung zu treffen, die für den Nachweis der Verbindung erforderlich sind. Über die Filterfunktionen kann der Anschlussstyp gezielt ausgewählt werden.

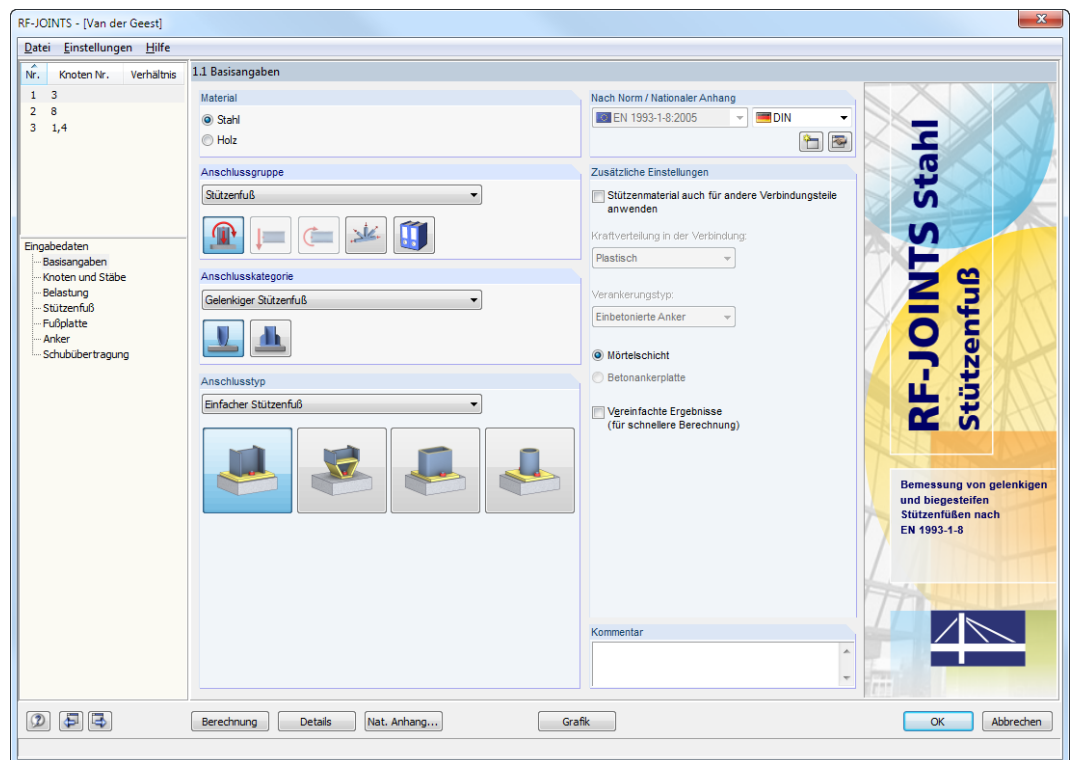


Bild 2.1: Maske 1.1 *Basisangaben*

### Material

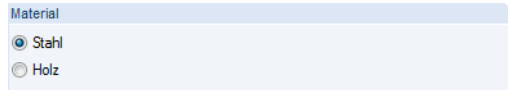


Bild 2.2: Filter für Stahl- und Holzbauverbindungen

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

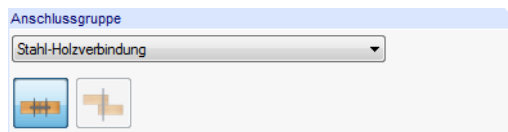


Bild 2.4: Filter für Holzbau-Anschlussgruppen

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

### Anschlusskategorie

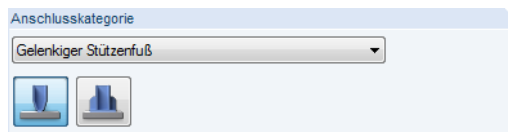


Bild 2.5: Filter für Stützenfuß-Anschlusskategorien



Bild 2.6: Filter für Stahl-Holzverbindungskategorien

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

### Anschlusstyp

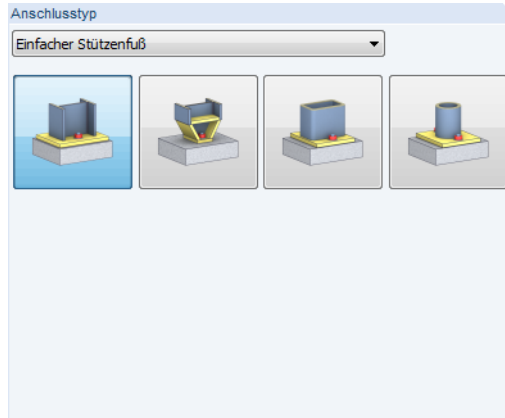


Bild 2.7: Filter für gelenkige Stützenfuß-Anschlusstypen

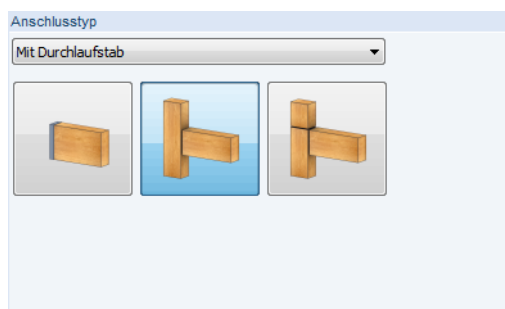


Bild 2.8: Filter für Stabdübel-Anschlusstypen


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. 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 15](#) 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.

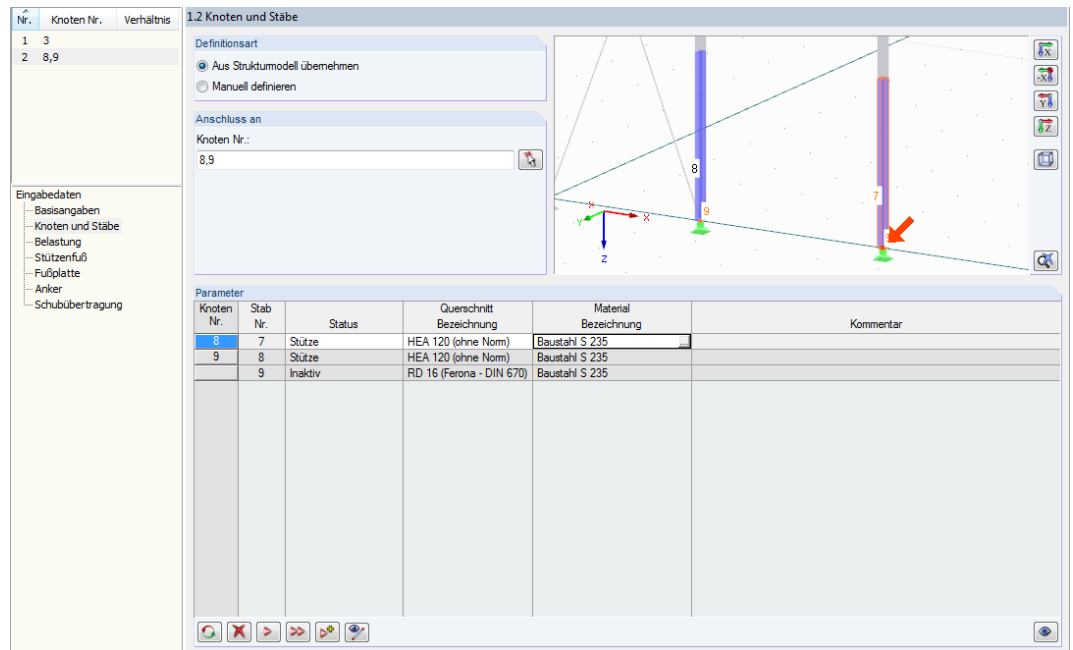


Bild 2.10: Maske 1.2 Knoten und Stäbe

#### Definitionsart

Die Knoten lassen sich aus dem *Strukturmodell übernehmen*. Damit werden die geometrischen Parameter wie Anzahl und Eigenschaften der anschließenden Stäbe automatisch aus RFEM 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-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 gesperrt. Im Eingabefeld erscheint der Hinweis *Benutzerdefiniert*. Die *Parameter* lassen sich dann unabhängig vom Modell eingeben.

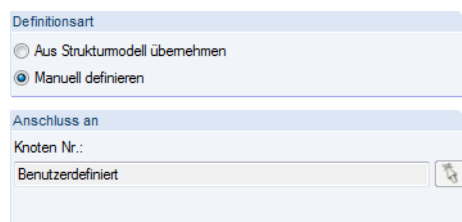


Bild 2.11: Manuelle Definition eines Anschlusses

## Parameter

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

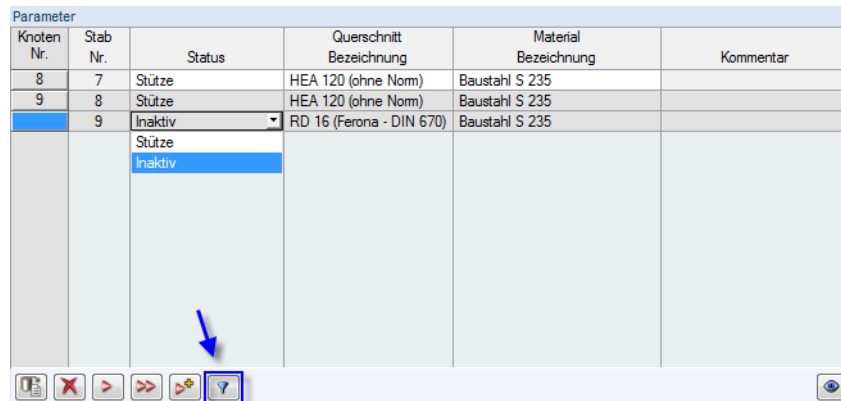
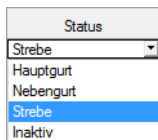


Bild 2.12: Abschnitt *Parameter* mit Schaltfläche [Inaktive Stäbe ein/aus]


## Status



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

## Querschnitt Bezeichnung

Bei der Knotenübernahme aus RFEM 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.

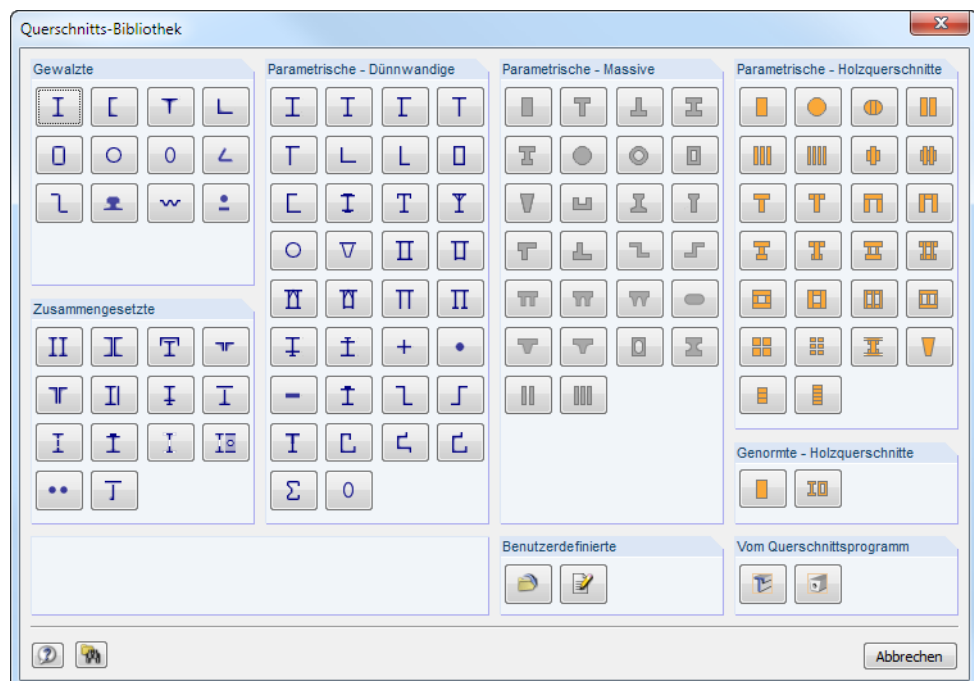



Bild 2.13: Querschnittsbibliothek

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

Ein geänderter Querschnitt wird dann mit blauer Schrift gekennzeichnet.

### Material Bezeichnung

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

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

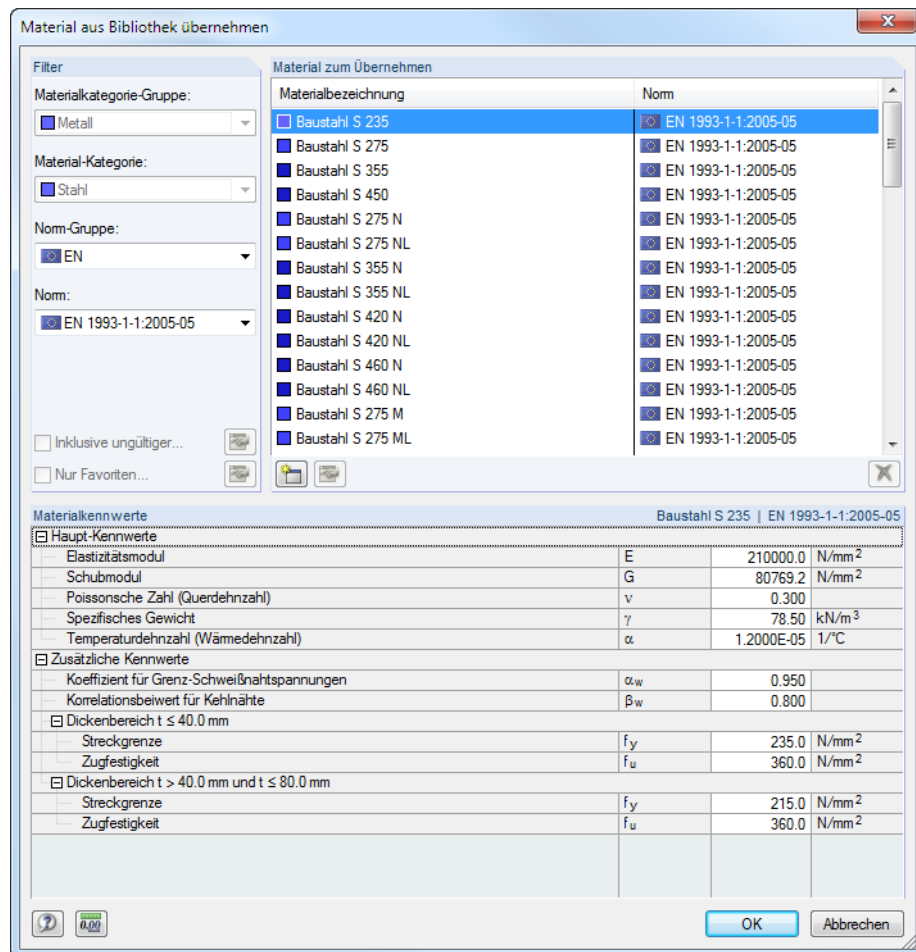


Bild 2.14: Materialbibliothek

Das Kapitel 4.3 des RFEM-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-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.

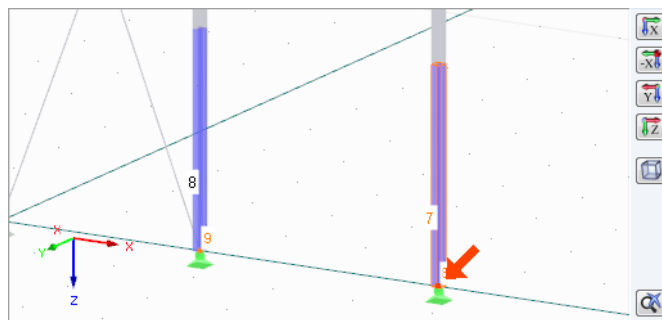


Bild 2.15: Grafik mit Selektionspfeil



Die Grafik lässt sich mit den gleichen Mausfunktionen wie in RFEM 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 9).

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.

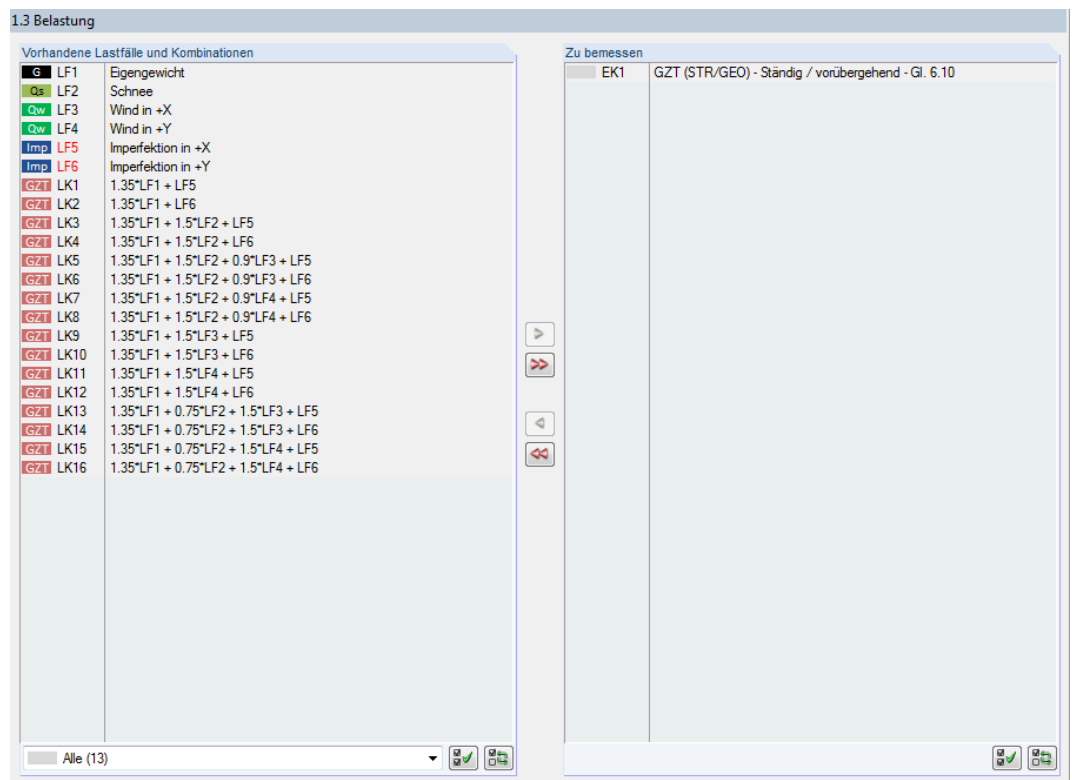


Bild 2.16: Maske 1.3 *Belastung*

#### Vorhandene Lastfälle und Kombinationen

In dieser Spalte sind alle Lastfälle, Last- und Ergebniskombinationen aufgelistet, die in RFEM angelegt wurden.

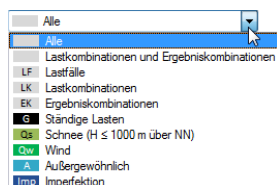


RF-JOINTS ist auch in der Lage, RF-DYNAM-Fälle zu bemessen.

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.

Falls die Nummer eines Lastfalls rot dargestellt ist 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 Lastdaten oder um einen Imperfektionslastfall. 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 9](#)) 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 Menü **Einstellungen** → **Einheiten und Dezimalstellen** anpassen (siehe [Kapitel 12.2, Seite 92](#)).

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.

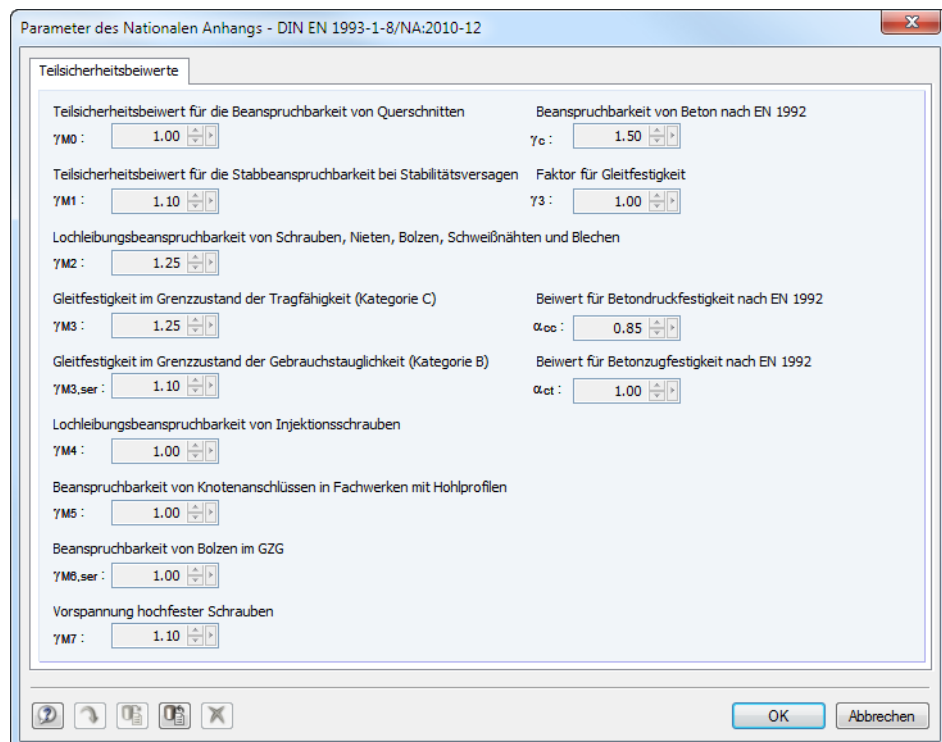
Tabelle 2.4: Schaltflächen in Maske 1.3 *Schnittgrößen*

## 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 8](#)). 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:  $\gamma_{M0}$  : 1.00

Beanspruchbarkeit von Beton nach EN 1992:  $\gamma_c$  : 1.50

Teilsicherheitsbeiwert für die Stabbeanspruchbarkeit bei Stabilitätsversagen:  $\gamma_{M1}$  : 1.10

Faktor für Gleitfestigkeit:  $\gamma_3$  : 1.00

Lochleibungsbeanspruchbarkeit von Schrauben, Nieten, Bolzen, Schweißnähten und Blechen:  $\gamma_{M2}$  : 1.25

Gleitfestigkeit im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Kategorie C):  $\gamma_{M3}$  : 1.25

Beiwert für Betondruckfestigkeit nach EN 1992:  $\alpha_{cc}$  : 0.85

Gleitfestigkeit im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (Kategorie B):  $\gamma_{M3,ser}$  : 1.10

Beiwert für Betonzugfestigkeit nach EN 1992:  $\alpha_{ct}$  : 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.

Nat. Anhang...

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

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

Schaltfläche	Funktion
	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.

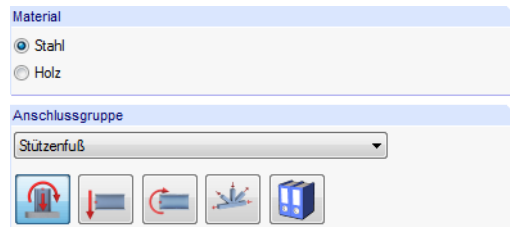


Bild 3.1: Zusatzmodul RF-JOINTS Stahl - Stützenfuß

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 22](#)).

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 23](#)). Die Grafik oben zeigt dabei eine Systemskizze des aktuellen Parameters, die Grafik unten eine 3D-Visualisierung des Stützenfußmodells.

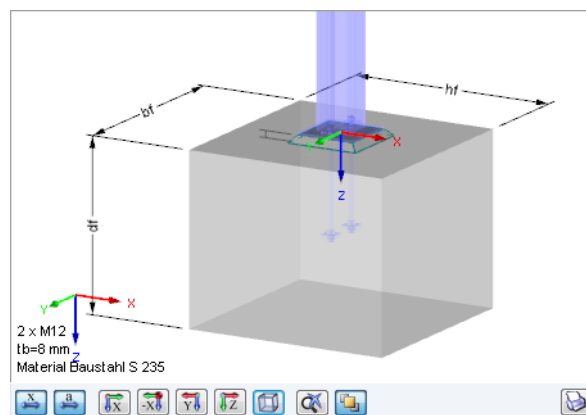


Bild 3.2: 3D-Visualisierung des Stützenfußes

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

**Anslusstyp**

Einfacher Stützenfuß

**Nach Norm / Nationaler Anhang**

EN 1993-1-8:2005 DE DIN

**Zusätzliche Einstellungen**

☐ Stützenmaterial auch für andere Verbindungsteile anwenden

Kraftverteilung in der Verbindung:  
Plastisch

Verankerungstyp:  
Einbetonierte Anker

☒ Mörtelschicht  
☐ Betonankerplatte

☐ Vereinfachte Ergebnisse (für schnellere Berechnung)

**Kommentar**

**RF-JOINTS stahl**  
**Stützenfuß**

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

Bild 3.3: Maske 1.1 Basisangaben

## Anschlusskategorie

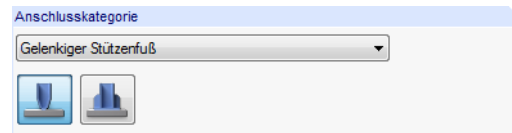
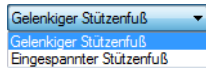


Bild 3.4: Anschlusskategorie



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.

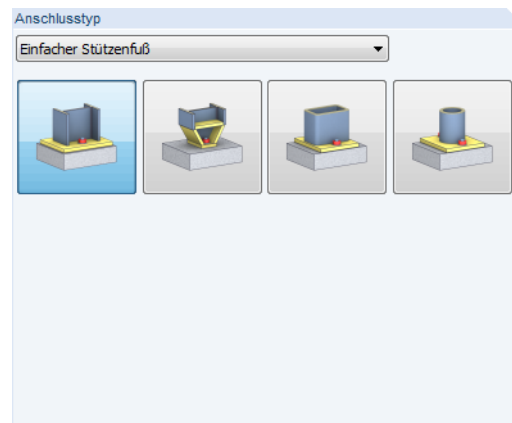
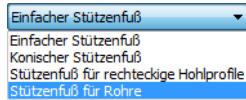


Bild 3.5: Abschnitt *Anschlussstyp* für Kategorie *Gelenkiger Stützenfuß*

Die Kategorie *Gelenkiger Stützenfuß* bietet folgende Ausführungsvarianten:

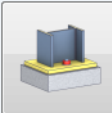
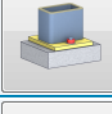
	Stützenfußplatte ohne Steifen
	Konischer Stützenfuß
	Stützenfußplatte für Rechteck-Hohlprofile
	Stützenfußplatte für Rundrohre

Tabelle 3.2: Anschlussstypen für gelenkige Stützenfüße



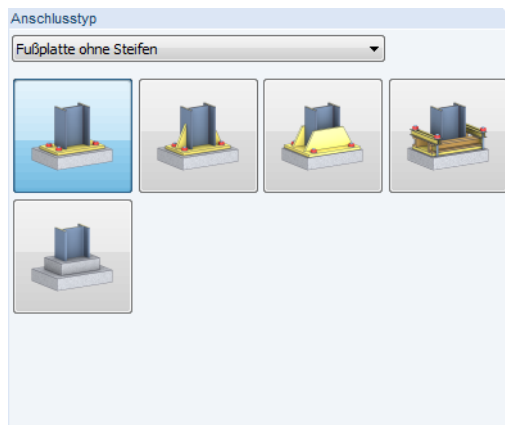


Bild 3.6: Abschnitt *Anschlusstyp* für Kategorie *Eingespannter Stützenfuß*

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


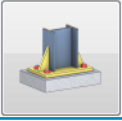



	Stützenfußplatte ohne Steifen
	Stützenfußplatte mit Steifen in der Mitte der Flansche
	Stützenfußplatte mit Steifen an beiden Seiten der Stütze
	Stützenfußplatte mit U-Profilverstärkungen an beiden Seiten der Stütze und mit Querträgern
	Köcherfundamente

Tabelle 3.3: Anschlusstypen für eingespannte Stützenfüße

## Zusätzliche Einstellungen

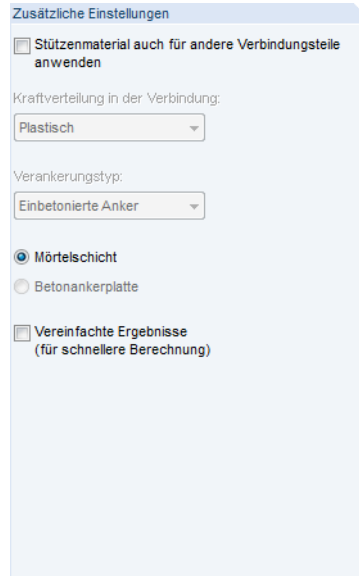


Bild 3.7: Abschnitt *Zusätzliche Einstellungen*

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* hergestellt werden.

Mit dem Kontrollfeld *Vereinfachte Ergebnisse* lässt sich der Umfang der Ausgabe reduzieren: Bei der Berechnung werden alle Knoten und Lastfälle untersucht, die für die Bemessung vorgesehen sind. Daraus filtert RF-JOINTS die maßgebenden Ergebnisse und weist sie in der Ergebnismaske 3.1 *Zusammenfassung* aus (siehe [Bild 9.3](#), [Seite 77](#)). Die Masken 3.2 bis 3.4 mit den Einzelnachweisen für jeden Knoten und Lastfall werden nicht erzeugt. Da diese Ergebnisse nicht aufbereitet werden, erscheint die Ausgabe wesentlich schneller.

## 3.2 Knoten und Stäbe

Die Auswahl der Knoten und Stäbe ist im [Kapitel 2.2](#) auf [Seite 9](#) beschrieben.

Im Abschnitt *Parameter* können die Randbedingungen der anschließenden Bauteile überprüft werden. Falls dort ein *Unzulässiger Querschnitt* ausgewiesen wird, sollte die Profilreihe 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.

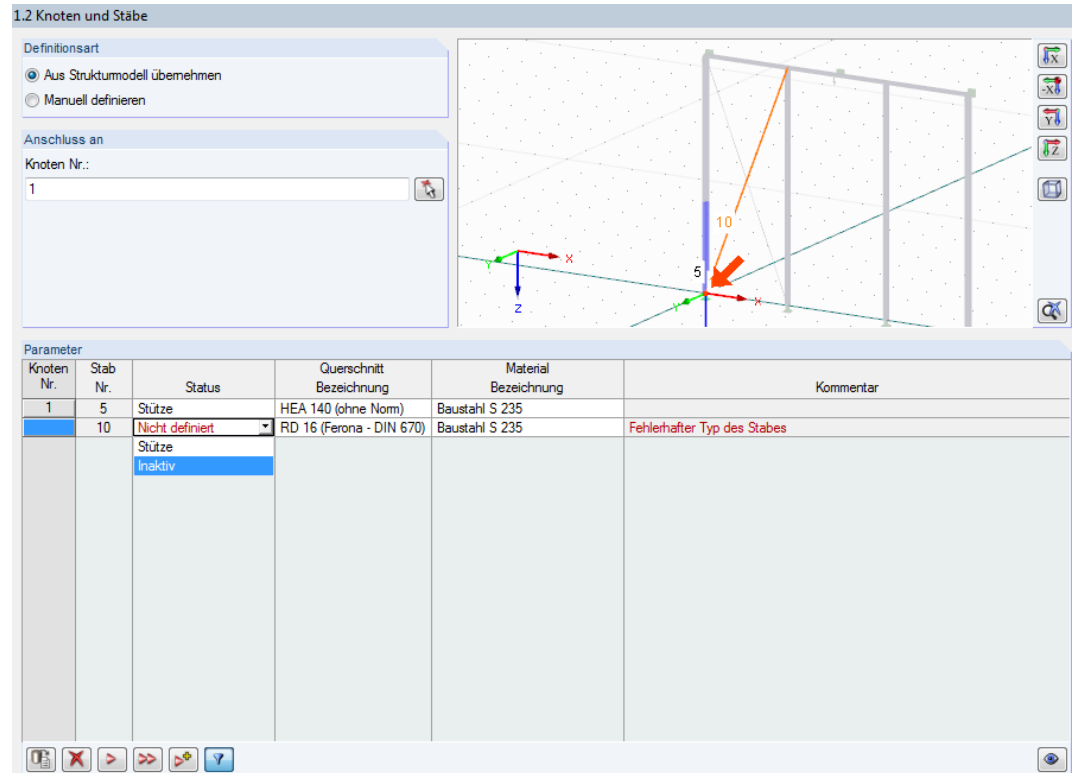


Bild 3.8: Diagonalenstab *Inaktiv* setzen

## 3.3 Belastung


Die Eingabe der Belastung bzw. Schnittgrößen ist im [Kapitel 2.3](#) auf [Seite 13](#) beschrieben.

## 3.4 Stützenfuß

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

Bild 3.9: Maske 1.4 *Stützenfuß*

### Fundament

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

### Mörtelschicht

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

### Betonankerplatte

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 - Anschlusstyp E (Köcherfundament)

Wurde in Maske 1.1 *Basisangaben* der Anschlusstyp *Eingespannter Stützenfuß - Typ E* vorgegeben (siehe Bild 3.6, Seite 20), so zeigt die Maske 1.4 *Stützenfuß* folgende Oberfläche.

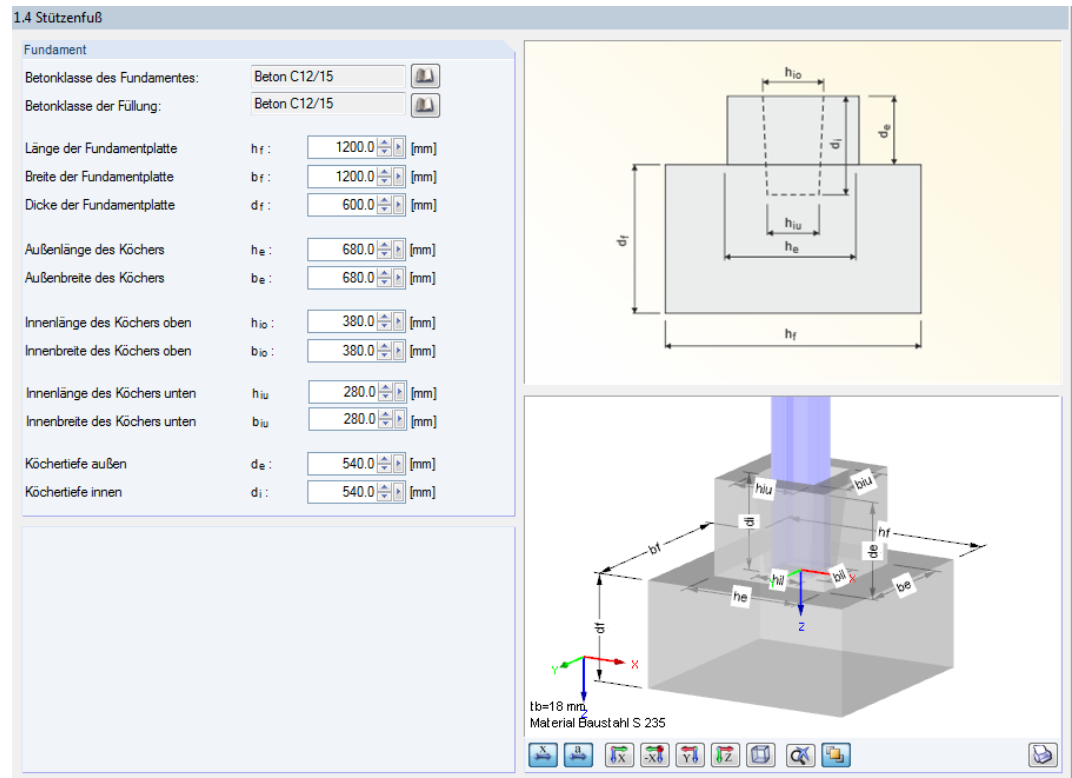



Bild 3.10: Maske 1.4 *Stützenfuß* für Anschlusstyp *Eingespannter Stützenfuß - Typ E* (Köcherfundament)

Die Materialien des Fundaments können über die -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.

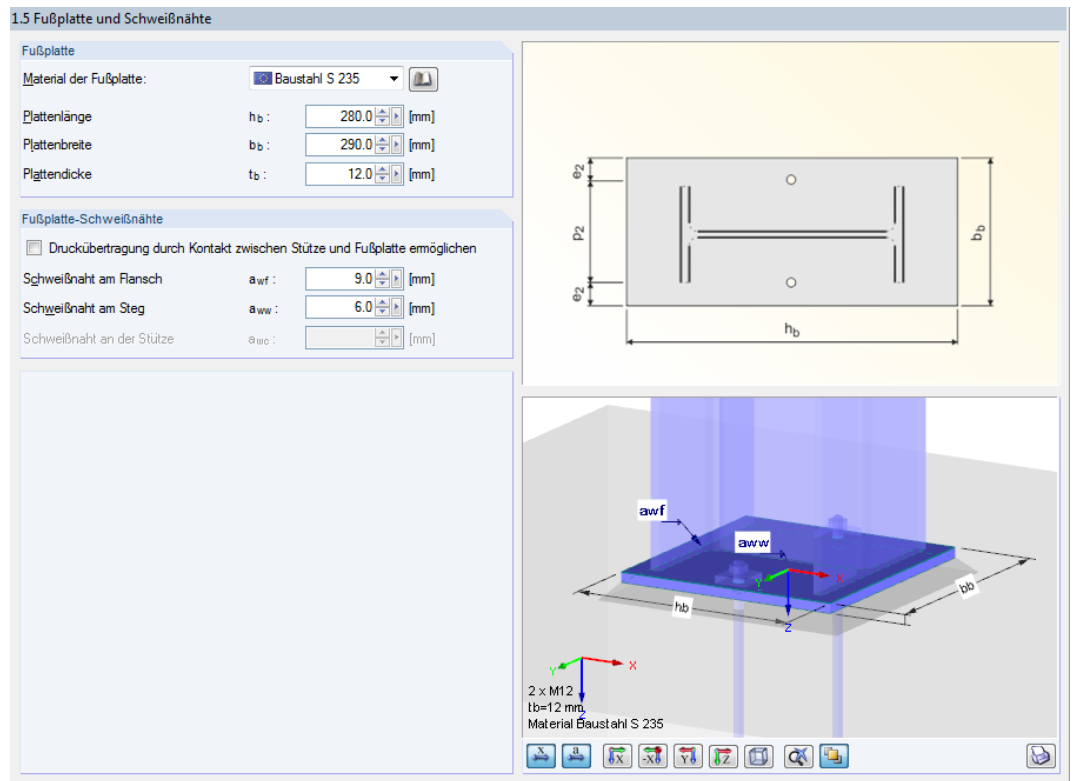


Bild 3.11: Maske 1.5 *Fußplatte und Schweißnähte*

### 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 Schweißnaht-dicken 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 20), so trägt die Maske 1.5 den Titel *Stütze* und zeigt folgende Oberfläche.

**1.5 Stütze**

**Fußplatte**

☒ Die Fußplatte ist am Ende der Stütze angeschweißt

Material der Fußplatte: Baustahl S 235

Plattenlänge  $h_b$ : 250.0 [mm]

Plattenbreite  $b_b$ : 260.0 [mm]

Plattendicke  $t_b$ : 18.0 [mm]

**Schweißnähte**

Schweißnaht am Flansch  $a_{wf}$ : 9.0 [mm]

Schweißnaht am Steg  $a_{ww}$ : 6.0 [mm]

**Zusätzliche Parameter**

☐ Kraftübertragung mit beiden Flanschen

Reibungszahl für Zugbeanspruchbarkeit  $\mu$ : 0.10 [-]

Exzentrizität der Stütze:

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

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

**2D Schematic:** A rectangular plate of width  $b_b$  and length  $h_b$  is shown with a central vertical line representing the column axis.

**3D View:** A 3D model of a column (blue) on a base (grey). The base has dimensions  $a_{wf}$  and  $a_{ww}$ . A coordinate system (X, Y, Z) is shown. Text below the 3D view:  $t_b=18\text{ mm}$ , Material Baustahl S 235.

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 Ankern (gelenkige Stützenfüße) bzw. vier Ankern (eingespannte Stützenfüße) festgesetzt.

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

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

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

Je nach Ausführung der Ankerschrauben kann eine *Reduktion* der ermittelten Tragfähigkeit nach [1], Tabelle 3.4 um den Beiwert  $\beta_A = 0,85$  berücksichtigt werden (siehe [1], 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.

Ankerbolzen mit Kopf
Gerade Rippenanker
Ankerbolzen mit Kopf
Gerade Anker

Normale Installationssicherheit
Hohe Installationssicherheit
Normale Installationssicherheit
Akzeptierbare Installationssicherheit



## 3.7 Schubübertragung

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

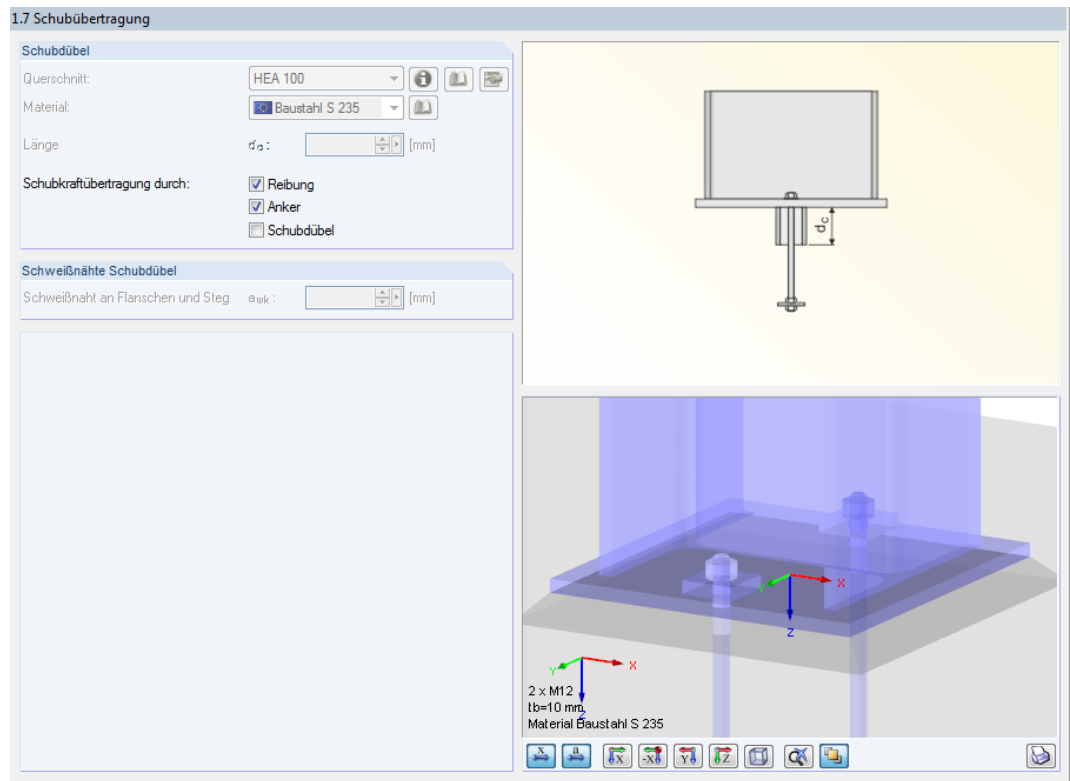


Bild 3.15: Maske 1.7 *Schubübertragung*

### 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-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

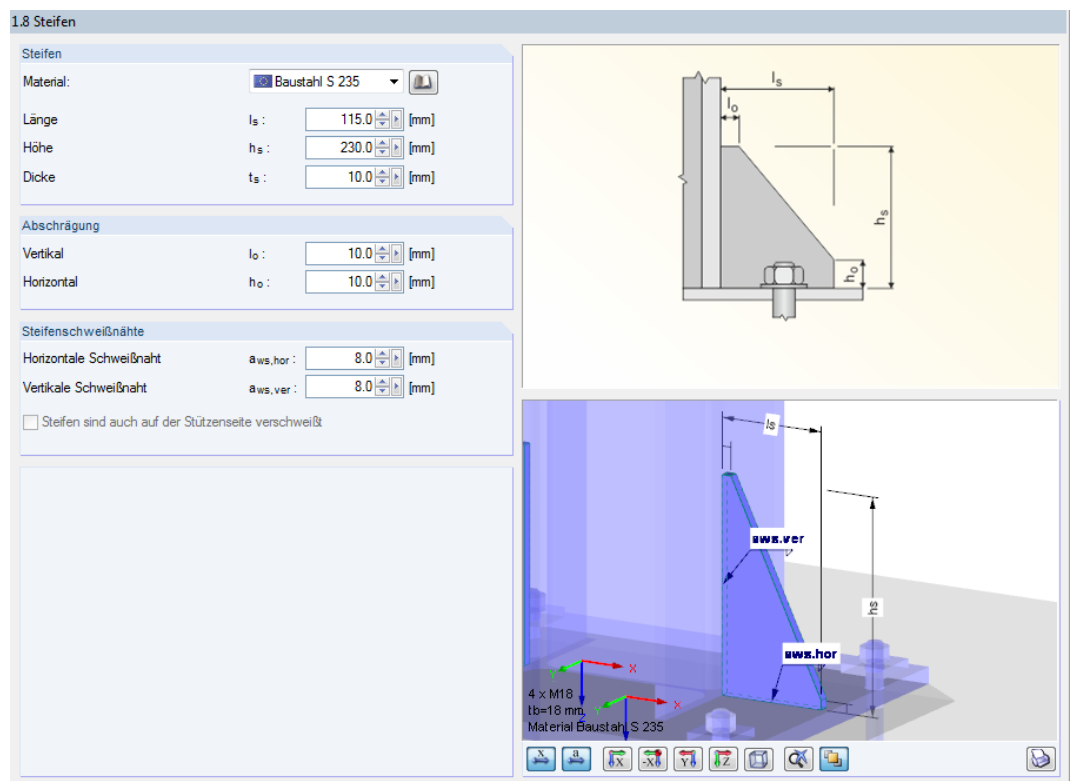


Bild 3.16: Maske 1.8 *Steifen*

## 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 20), so trägt die Maske 1.8 den Titel *Steifen und Querbalken* und zeigt folgende Oberfläche.

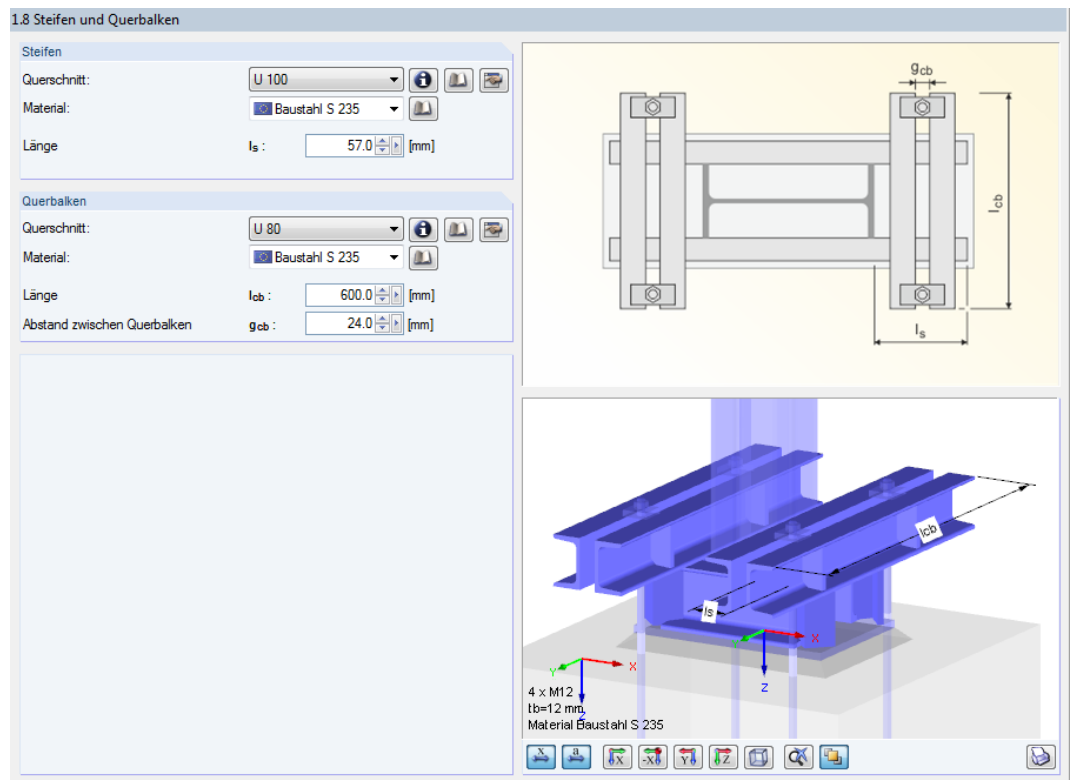


Bild 3.17: Maske 1.8 *Steifen und Querbalken* für Anschlussstyp *Eingespannter Stützenfuß - Typ D*

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.youtube.com/watch?v=OtDf5zBJch4>

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 34](#)).

## 4.1 Basisangaben

Bild 4.2: Maske 1.1 Basisangaben

## Anschlusskategorie

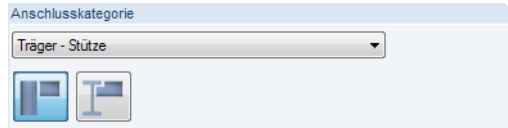


Bild 4.3: Anschlusskategorie

Für RF-JOINTS Stahl - Gelenkig ist derzeit nur die Anschlusskategorie *Träger - Stütze* verfügbar. Die Kategorie *Träger - Träger* für ausgeklinkte Querkraftanschlüsse befindet sich in Vorbereitung.

## Anschlussstyp

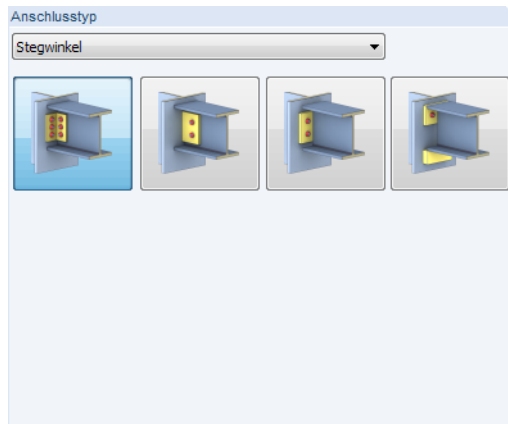
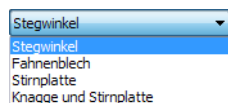


Bild 4.4: Anschlussstyp



Es stehen folgende Anschlussvarianten zur Auswahl:


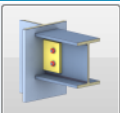
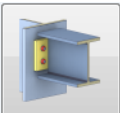

	Stegwinkel - beidseitig am Träger angeordnete Winkelprofile
	Fahnenblech - einseitig angeordnete, an Stütze angeschweißte Lasche
	Stirnplatte - geschraubte Verbindung über aufgeschweißte Kopfplatte
	Knagge und Stirnplatte zur Lagesicherung - nur für <i>Träger - Stütze</i>

Tabelle 4.1: Anschlussstypen

## Zusätzliche Einstellungen



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 [4] 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 DLUBAL-Blog:  
<https://www.dlubal.com/blog/18309>

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 9](#) 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.

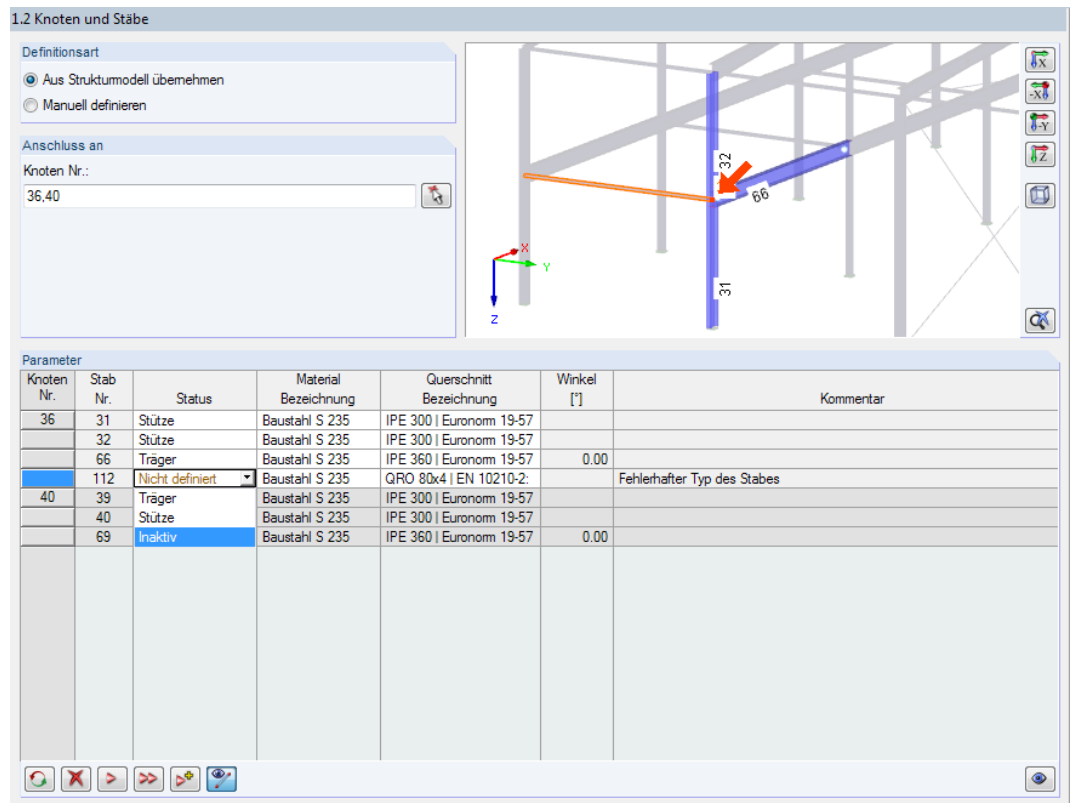
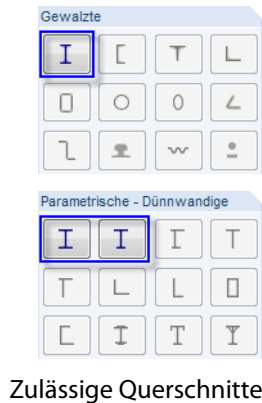


Bild 4.6: Maske 1.2 *Knoten und Stäbe*: Pfostenstab *Inaktiv* setzen



Da der Anschluss keine Momente überträgt, muss für den Trägerstab in RFEM 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 DLUBAL-Blog beschrieben:

<https://www.dlubal.com/blog/16908>

## 4.3 Belastung

Die Eingabe der Belastung bzw. Schnittgrößen ist im [Kapitel 2.3](#) auf [Seite 13](#) beschrieben.

## 4.4 Geometrie

In Maske 1.5 *Geometrie* sind die geometrischen Parameter des Querkraftanschlusses festzulegen. Es sind bereits Standardwerte voreingestellt.

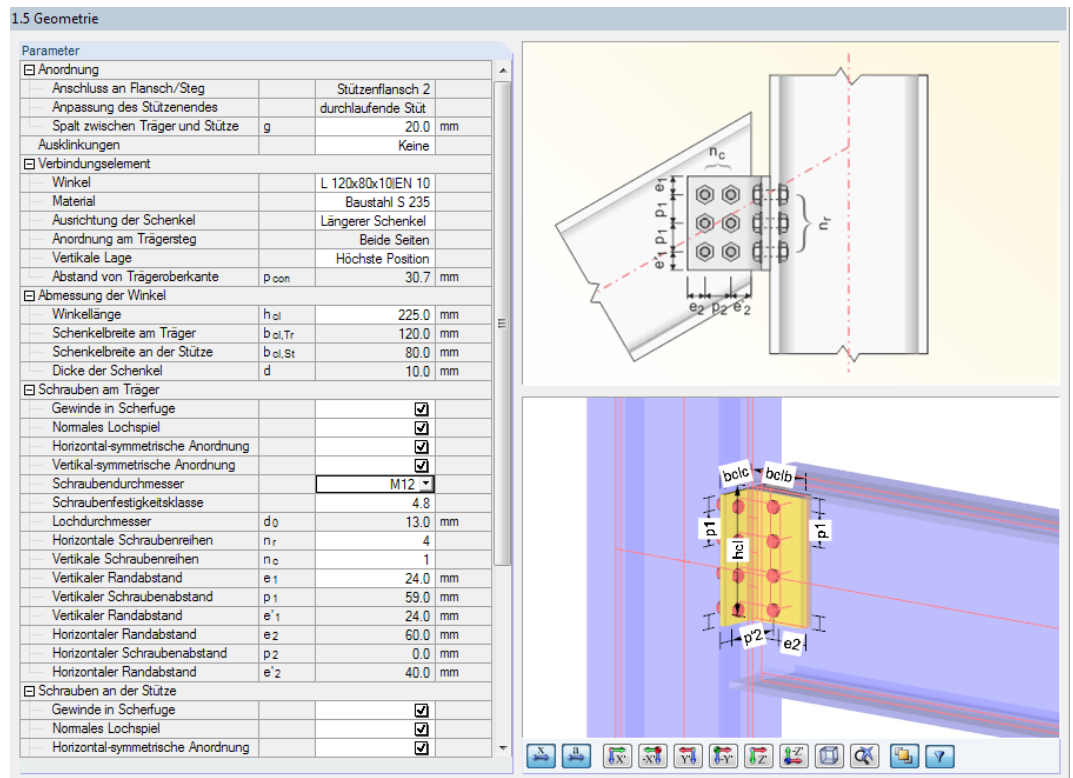


Bild 4.7: Maske 1.5 Geometrie

## Anordnung


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

## Ausklinkungen

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

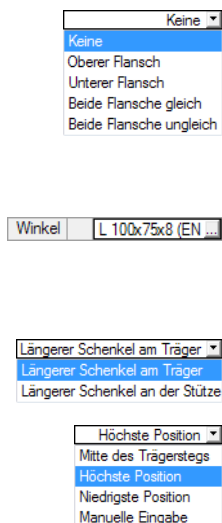
## Verbindungselement

Die Parameter des Verbindungselements hängen vom gewählten Anschlusstyp 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 RFEM-Bibliothek. 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.





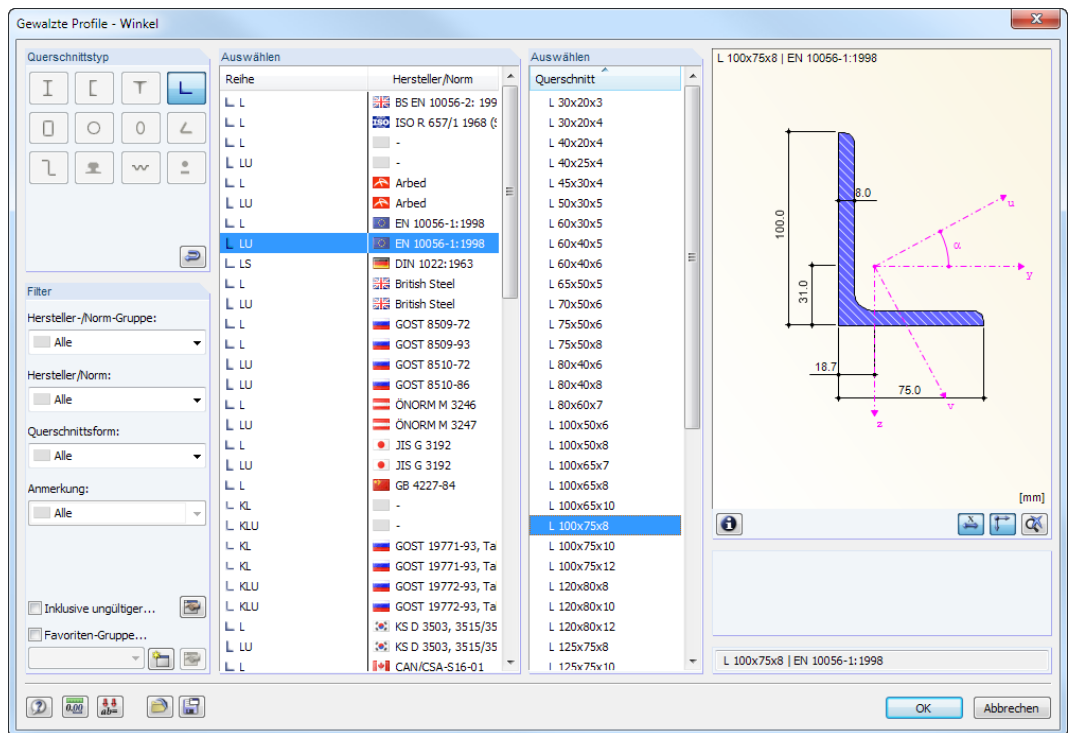


Bild 4.8: Stegwinkel in Bibliothek auswählen

## Abmessungen

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

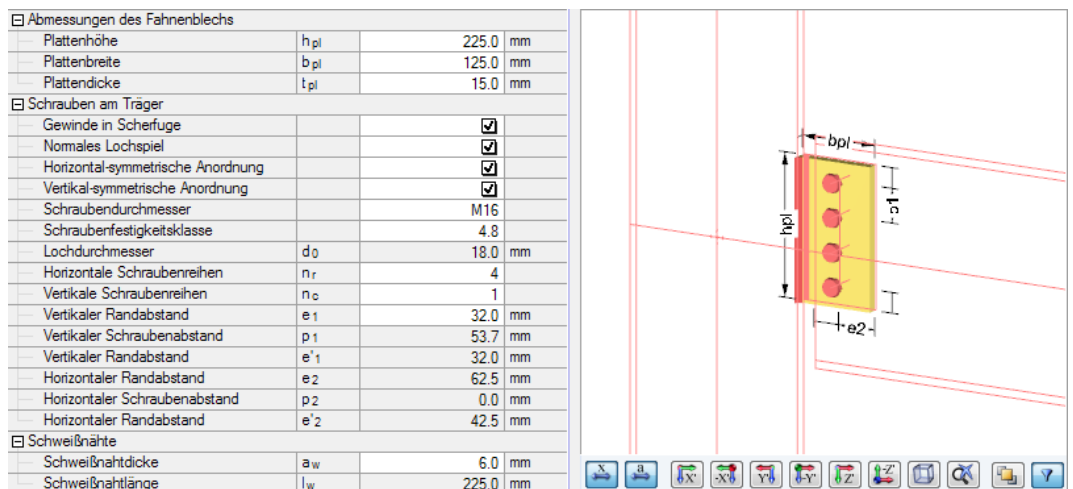


Bild 4.9: Abmessungen des Fahnenblechs, Schrauben- und Schweißnahtparameter festlegen

## Schrauben an Träger / Stütze

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.

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

## 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.

Für die Anschlusskategorie *Träger - Träger* (in Vorbereitung) können die Geometrieparameter analog festgelegt werden.

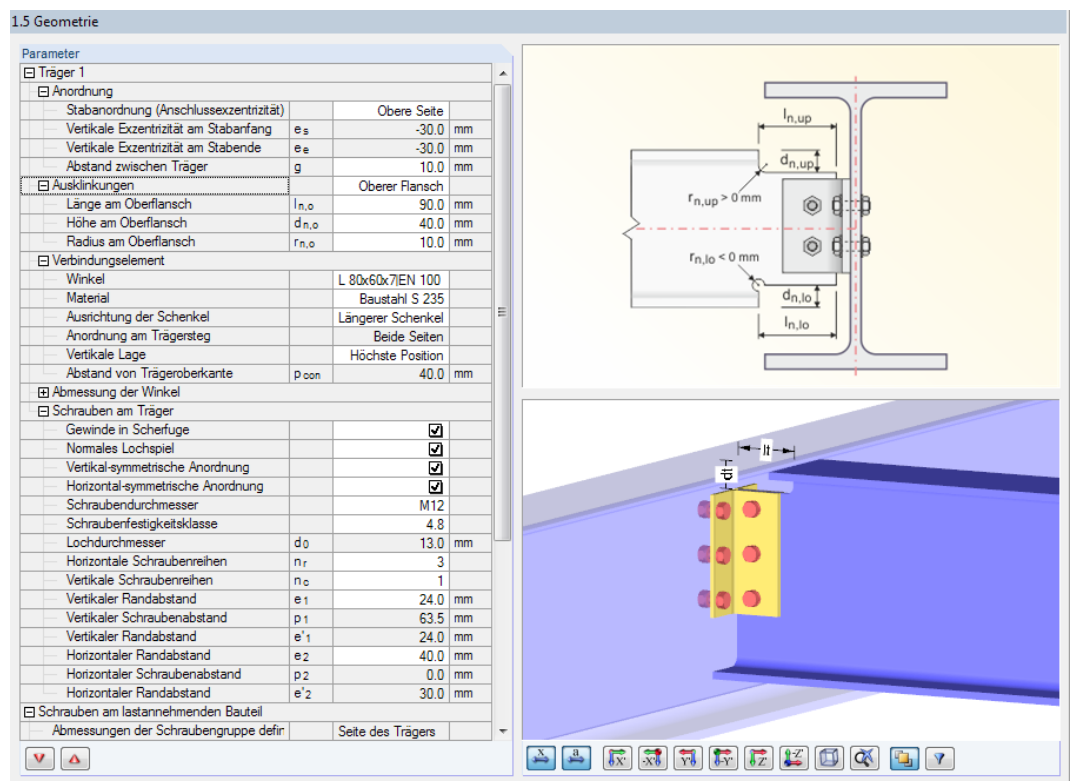


Bild 4.10: Maske 1.5 Geometrie für Anschlusskategorie *Träger - Träger* mit Stegwinkel

# 5 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.

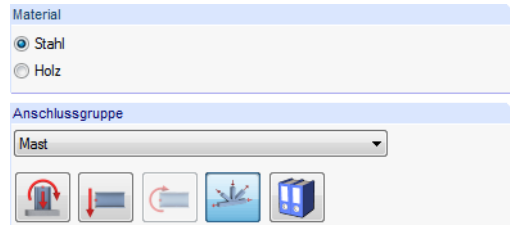


Bild 5.1: Zusatzmodul RF-JOINTS Stahl - Mast

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 5.9](#), [Seite 42](#)).

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 5.10](#), [Seite 43](#)). Die Grafik oben zeigt eine Systemskizze des aktuellen Parameters, die Grafik unten eine 3D-Visualisierung des Knotens.

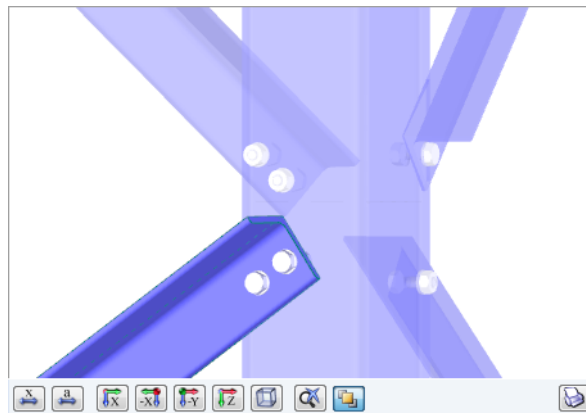


Bild 5.2: 3D-Visualisierung des Knotens

Die Schaltflächen unterhalb der 3D-Grafik sind in [Tabelle 3.1](#) auf [Seite 18](#) erläutert.

## 5.1 Basisangaben

1.1 Basisangaben

**Material**

☒ Stahl  
☐ Holz

**Anschlussgruppe**

Mast

**Anschlusskategorie**

Anschlüsse in Masten

**Anschlussstyp**

Masten - 3D-Verbindung

**Nach Norm / Nationaler Anhang**

EN 1993-1-8:2005 DIN

**Zusätzliche Einstellungen**

Berechnungshypothese für den Anschluss:  
Vereinfacht (§ 3.10.3)

Kategorie der Verbindung:  
Verschraubt - Kategorie A

Klasse der Reibungsfläche:  
Klasse A (0,5)

**1. Anordnung**

T K KT

**2. Anordnung**

T K KT

**Kommentar**

RF-JOINTS Stahl Mast

Bemessung von Winkelverbindungen nach EN 1993-1-8 in Fachwerk-Masten

Bild 5.3: Maske 1.1 Basisangaben

### Anschlusskategorie

**Anschlusskategorie**

Anschlüsse in Masten

Bild 5.4: Anschlusskategorie

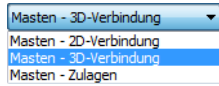
Für RF-JOINTS Stahl - Mast ist nur die Anschlusskategorie *Anschlüsse in Masten* verfügbar.

### Anschlussstyp

**Anschlussstyp**

Masten - 3D-Verbindung

Bild 5.5: Anschlussstyp



Es stehen folgende Anschlussstypen zur Auswahl:




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

Tabelle 5.1: Mast-Anschlussstypen

## 1. Anordnung / 2. Anordnung



Bild 5.6: 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 5.2: Anordnung

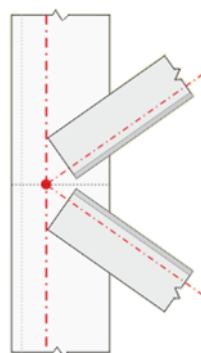


Bild 5.7: Anordnung K

## Zusätzliche Einstellungen

**Zusätzliche Einstellungen**  
 Berechnungshypothese für den Anschluss:  
 Vereinfacht (§ 3.10.3)  
 Kategorie der Verbindung:  
 Verschraubt - Kategorie B  
 Gleitflächenklasse:  
 Klasse B (0,4)

Bild 5.8: Abschnitt *Zusätzliche Einstellungen*

Es wird die vereinfachte *Berechnungshypothese für den Anschluss* gemäß [1] Abschnitt 3.10.3 ange-  
 setzt, 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.

## 5.2 Knoten und Stäbe

Die Auswahl der Knoten und Stäbe ist im [Kapitel 2.2](#) auf [Seite 9](#) beschrieben.

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

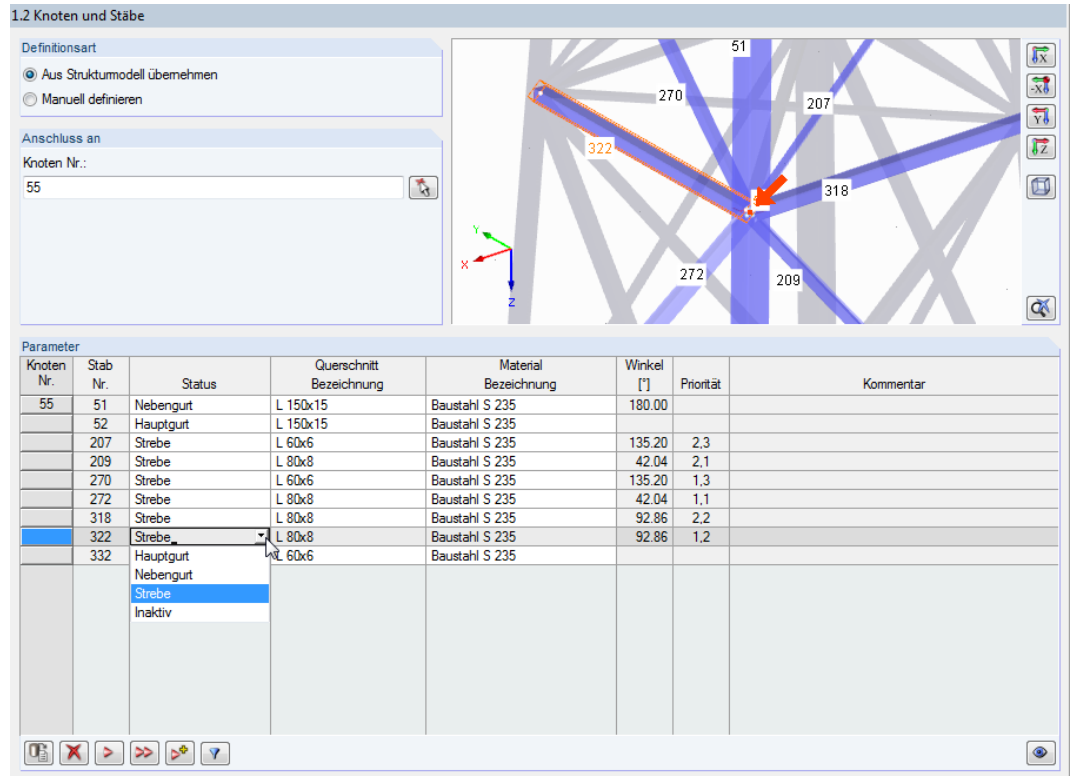


Bild 5.9: Status der Stäbe anpassen

Zur Information werden *Winkel* und *Priorität* der anschließenden Stäbe angegeben.

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



Die Priorität der Streben steuert die Zuordnung für die Eingabemasken *Diagonal 1,1 Verbindung*, *Diagonal 1,2 Verbindung* etc. Die Ziffer vor dem Komma weist die Streben der Ebene 1 ("1. Anordnung") oder der Ebene 2 ("2. Anordnung" - nur bei 3D-Verbindungen) zu. Die Ziffer 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.

## 5.3 Belastung

Die Eingabe der Belastung bzw. Schnittgrößen ist im [Kapitel 2.3](#) auf [Seite 13](#) beschrieben.

## 5.4 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).

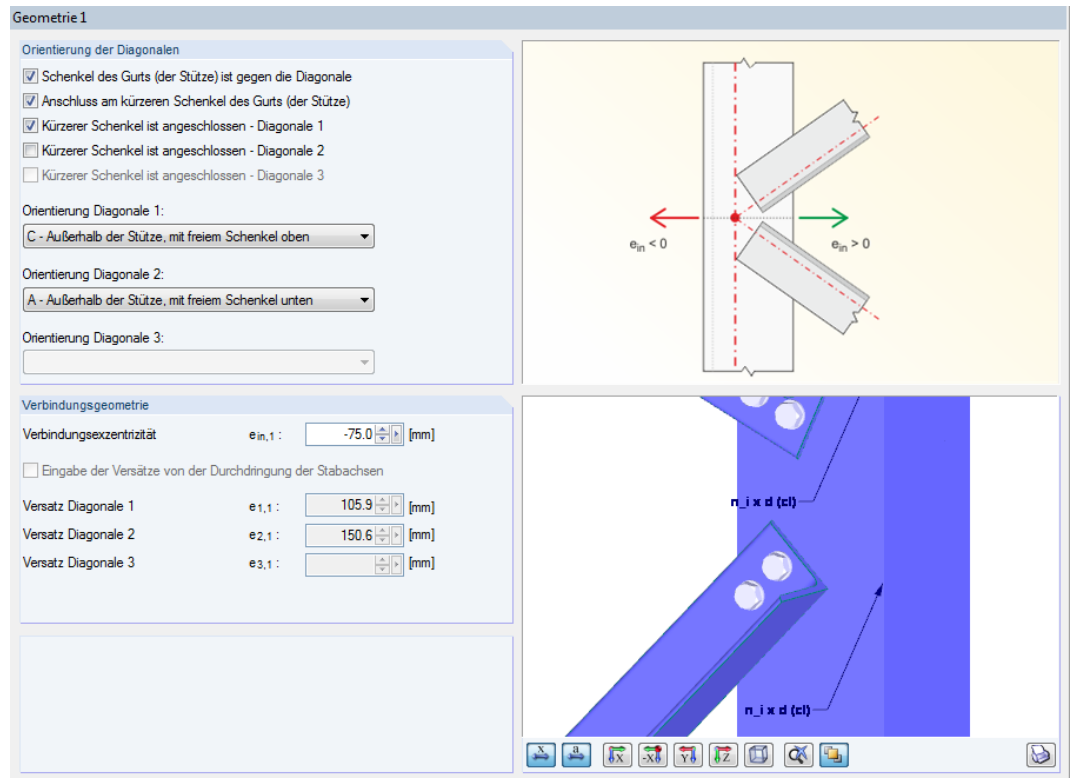


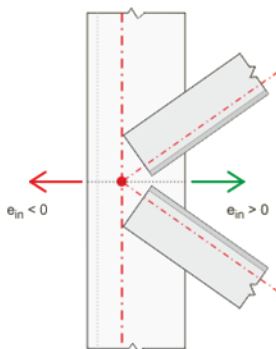
Bild 5.10: Maske *Geometrie 1*

### Orientierung der Diagonalen

Bei der Datenübernahme aus dem RFEM-Modell (siehe Bild 5.9, Seite 42) 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 - Innerhalb der Stütze, mit freiem Schenkel unten
- B - Innerhalb der Stütze, mit freiem Schenkel oben
- D - Innerhalb der Stütze, mit freiem Schenkel unten



### 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.



## 5.5 Geometrie Bleche



Wurde in Maske 1.1 *Basisangaben* der Anschlussart *Masten - Zulagen* vorgegeben (siehe Bild 5.5, Seite 39), erscheint die Maske *Geometrie, Bleche*.


Bild 5.11: Maske *Geometrie, Bleche* für Anschlussart *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.

## 5.6 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.

**Diagonal 1,1 Verbindung**

**Schrauben**

Festigkeitsklasse: 4.6

Durchmesser: M12

☒ Die Scherfuge läuft durch das Gewinde der Schraube

☐ Passschrauben

Lochdurchmesser  $d_0$ : 13.0 [mm]

☐ Versetzte Reihen

Anzahl der Reihen  $n_r$ : 1 [ ]

Anzahl der Schrauben in einer Reihe  $n_i$ : 2 [ ]

Anzahl der Schraube in der Außenreihe  $n_o$ : 1 [ ]

Abstand  $e_{1,b}$ : 20.0 [mm]

Abstand  $e_{1,c}$ : 26.0 [mm]

Abstand  $p_1$ : 40.0 [mm]

Abstand  $e_2$ : 35.0 [mm]

Abstand  $p_2$ : [ ] [mm]

**Schweißnähte**

Schweißnahtabmessung  $a_{w1}$ : [ ] [mm]

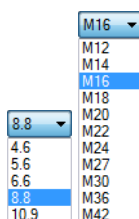
Schweißnahtlänge  $l_{w1}$ : [ ] [mm]

Schweißnahtabmessung  $a_{w2}$ : [ ] [mm]

Schweißnahtlänge  $l_{w2}$ : [ ] [mm]

Bild 5.12: 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.

## 5.7 Eingabe der Verbindungsmittel



Wurde in Maske 1.1 *Basisangaben* der Anschlussart *Masten - Zulagen* vorgegeben (siehe Bild 5.5, Seite 39), so können in Maske *Eingabe der Verbindungsmittel* die Schraubenparameter festgelegt werden.

**Eingabe der Verbindungsmittel**

**Schrauben**

Festigkeitsklasse:

Durchmesser:

☒ Die Scherfuge läuft durch das Gewinde der Schraube

☐ Passschrauben

Lochdurchmesser  $d_0$ :  [mm]

**Abmessungen in Ebene 1**

Anzahl der Reihen  $n_{r,1}$ :  [-]

Anzahl der Schrauben in einer Reihe  $n_{b,1}$ :  [-]

Abstand  $e_{1,1}$ :  [mm]

Abstand  $p_{1,1}$ :  [mm]

Abstand  $e_{2,1}$ :  [mm]

**Abmessungen in Ebene 2**

Anzahl der Reihen  $n_{r,2}$ :  [-]

Anzahl der Schrauben in einer Reihe  $n_{b,2}$ :  [-]

Abstand  $e_{1,2}$ :  [mm]

Abstand  $p_{1,2}$ :  [mm]

Abstand  $e_{2,2}$ :  [mm]

**Diagramm:** Technische Zeichnung der Schraubenanordnung in zwei Ebenen (Ebene 1 und Ebene 2) mit den Parametern  $e_1$ ,  $p_1$ ,  $e_2$ . Darunter ist eine 3D-Visualisierung der Schraubenanordnung an einem Mastsegment zu sehen, beschriftet mit  $2 \times M14 (8.8)$ .

Bild 5.13: Maske *Eingabe der Verbindungsmittel*

### Schrauben

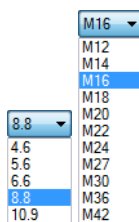
Die *Festigkeitsklasse* und der *Durchmesser* der Schrauben kann in den Listen ausgewählt werden. Für die Verbindung sind nur gleichartige Schrauben zulässig.

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.



# 6 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.youtube.com/watch?v=OtDf5zBJch4>

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

Bild 6.1: 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 6.7](#), [Seite 50](#)).

## 6.1 Basisangaben

Bild 6.2: Maske 1.1 Basisangaben

## Anschlusskategorie

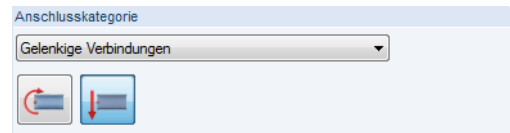
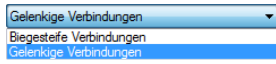


Bild 6.3: Anschlusskategorie



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.

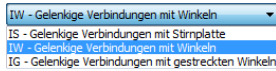


Bild 6.4: Abschnitt *Anschlussstyp* für Kategorie *Biegesteife Verbindungen*

Die Kategorie *Biegesteife Verbindungen* bietet folgende Ausführungsvarianten:

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

Tabelle 6.1: Anschlussstypen für biegesteife Verbindungen

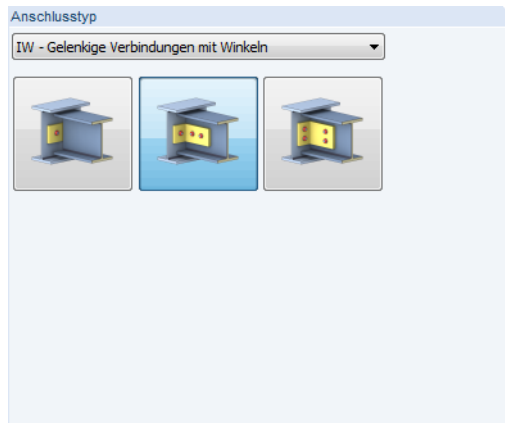


Bild 6.5: Abschnitt *Anschlussstyp* für Kategorie *Gelenkige Verbindungen*

Die Kategorie *Gelenkige Verbindungen* bietet folgende Ausführungsvarianten:

	Stirnplatte
	Winkel
	Gestreckte Winkel

Tabelle 6.2: Anschlussstypen für gelenkige Verbindungen

## Zusätzliche Einstellungen

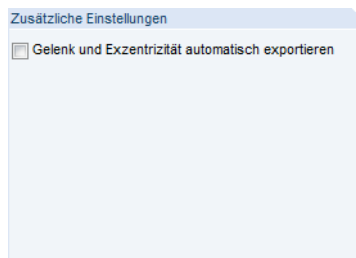


Bild 6.6: Abschnitt *Zusätzliche Einstellungen*

Berechnung

Das Kontrollfeld *Gelenk und Exzentrizität automatisch exportieren* bietet die Möglichkeit, die bei den typisierten Verbindungen hinterlegten Steifigkeiten und die Exzentrizitäten der Anschlüsse bei der Schnittgrößenermittlung zu berücksichtigen: Beim Starten der [Berechnung] werden die Gelenksteifigkeiten  $S_{j,ini}$  und die Exzentrizitäten nach RFEM übergeben. RFEM berechnet dann die Schnittgrößen automatisch unter Berücksichtigung der veränderten Randbedingungen. Die Ergebnisse werden an RF-JOINTS zurückgegeben und dort für die Nachweise benutzt.



Diese Option ist in erster Linie für biegesteife Verbindungen relevant. Damit kann die Nachgiebigkeit des Anschlusses bei der Modellierung berücksichtigt werden.

## 6.2 Knoten und Stäbe

Die Auswahl der Knoten und Stäbe ist im [Kapitel 2.2](#) auf [Seite 9](#) beschrieben.

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



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

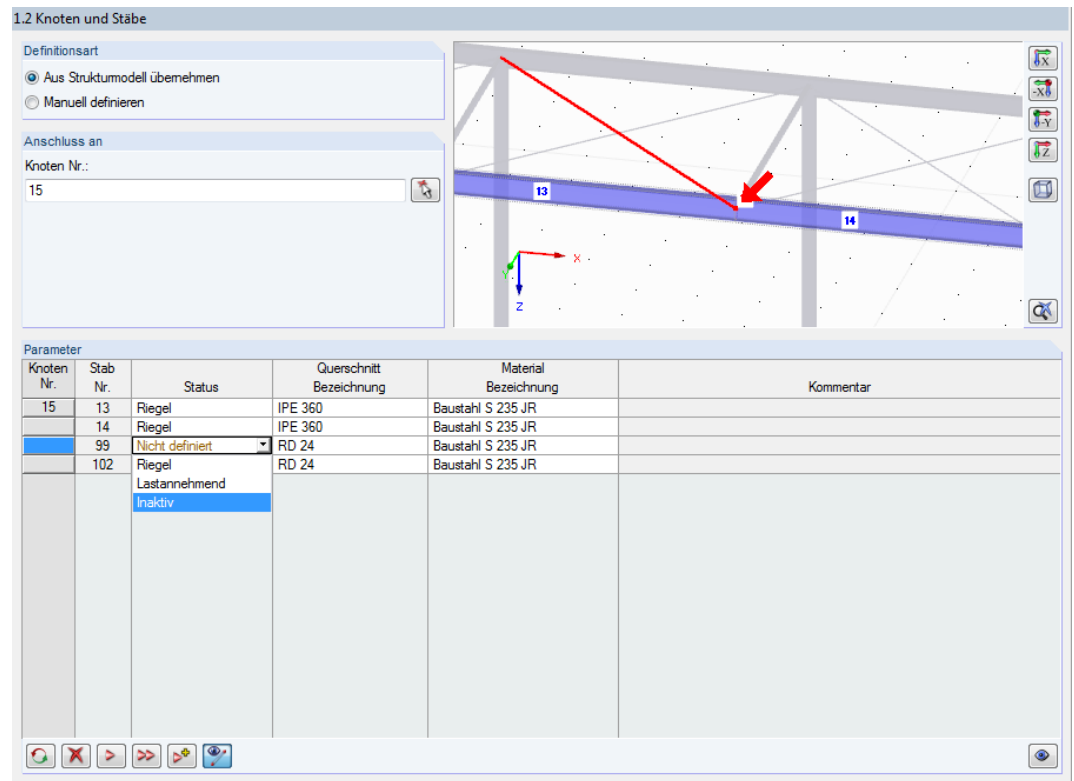


Bild 6.7: Riegelstab *Inaktiv* setzen

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

## 6.3 Belastung

Die Eingabe der Belastung bzw. Schnittgrößen ist im [Kapitel 2.3](#) auf [Seite 13](#) beschrieben.

## 6.4 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

**Detaileinstellungen**

☐ 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

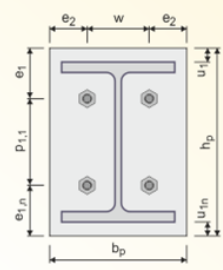
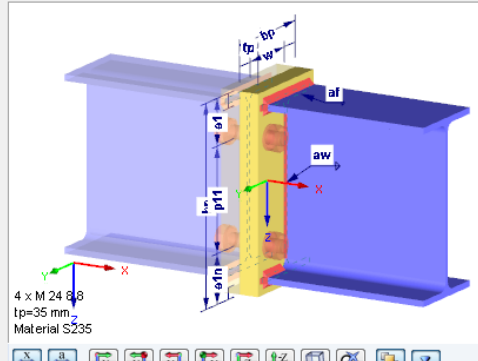
Oberer Rand:  $e_1$  80.0 mm  
 Vertikaler Abstand:  $p_{1,1}$  180.0 mm  
 Unterer Rand:  $e_{1n}$  80.0 mm  
 Obere Überlappung:  $u_1$  25.0 mm  
 Untere Überlappung:  $u_{1n}$  20.0 mm  
 Horizontaler Abstand:  $w$  110.0 mm  
 Horizontaler Rand:  $e_2$  35.0 mm

☐ Schweißnähte

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

☐ Tragfähigkeit

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

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

Bild 6.8: Maske 1.4 *Verbindungstypen*

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

Die Schaltflächen unterhalb der 3D-Grafik sind in [Tabelle 3.1](#) auf [Seite 18](#) erläutert.

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

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



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

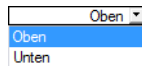
### Detaileinstellungen

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

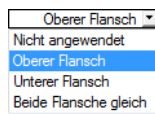


Der Überstand der Stirnplatte kann oben oder unten angeordnet werden. Diese Vorgabe wirkt sich auf die Ergebnisse aus, da eventuell das Umkehrmoment maßgebend wird.

Detaileinstellungen	
Anschluss: IH 3.1 E 30 16 (10.9, S235)	
Stirnplatte überstehend	Oben
Querschnitt	Oben
Material	Unten
Schraubengröße	M 16
Schraubenfestigkeitsklasse	10.9
Stirnplatte	
Stirnplattengeometrie	
Schweißnähte	
Tragfähigkeit	
Steifigkeit	

Bild 6.9: IH 3-Verbindung mit *Stirnplatte überstehend*

### Verbindungstypen IS / IW



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

Detaileinstellungen	
Riegelauklinkungen	
Riegelbearbeitung	Beide Flansche gleich
Typ	Nicht angewendet
Länge	a
Höhe	e
Ausrundungsradius	r
	h <sub>a</sub>
Querkrafttragfähigkeit	V <sub>j,Rd</sub>
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 R	n <sub>1</sub>
Anzahl der Schrauben in vertikaler R	n <sub>2</sub>
Erforderliche Dicke des lastannehmer	t <sub>u</sub>
Winkel	
Querschnitt	L 150x75x9
Höhe	h <sub>w</sub>
Horizontaler Abstand	w
Vertikaler Abstand	p <sub>1</sub>
Oberer Rand	e <sub>1</sub>
Horizontaler Rand	e <sub>2,1</sub>
Horizontaler Rand	e <sub>2,2</sub>
Minimaler Ausklinkung Abstand	u

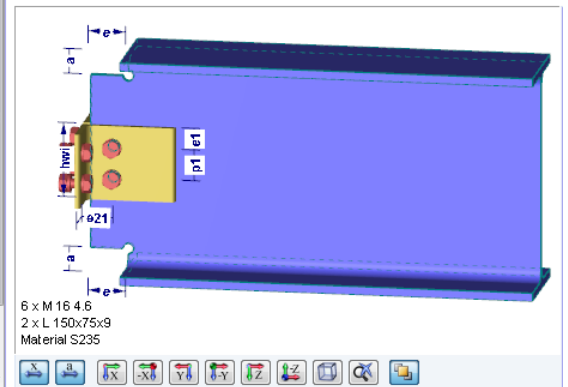


Bild 6.10: IW-Verbindung mit *Riegelbearbeitung* für Ausklinkung (Typ IK)

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

Detaileinstellungen	
Riegelauklinkungen	
Riegelbearbeitung	Beide Flansche gleich
Typ	IK 2 4.6
Länge	a
Höhe	e
Ausrundungsradius	r
	h <sub>a</sub>
Querkrafttragfähigkeit	V <sub>j,Rd</sub>
Anschluss: IW 16 12 (IPE 360, S235); IK 2 3,5,4	
Winkel	70.0
Querschnitt	L 150x75x9

Bild 6.11: 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.

# 7 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.youtube.com/watch?v=-sTG0UX60qq>

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

Bild 7.1: Zusatzmodul RF-JOINTS Holz - Stahl zu Holz

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

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 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 7.16, Seite 59](#)).

## 7.1 Basisangaben

Bild 7.2: Maske 1.1 Basisangaben

## Anschlusskategorie

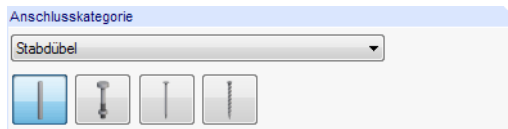
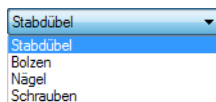


Bild 7.3: Anschlusskategorie

Derzeit ist nur die Stahl-Holzverbindungskategorie *Stabdübel* verfügbar. Verbindungen mit *Bolzen*, *Nägel* und *Schrauben* befinden sich in Vorbereitung.

## Anschlussstyp

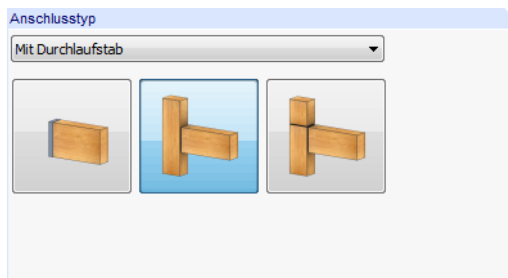
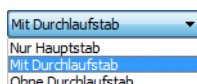


Bild 7.4: Anschlussstyp



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 7.1: Stabdübel-Anschlussstypen

## Rangfolge Anschnitt - Hauptstab

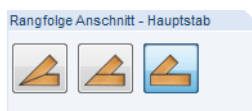


Bild 7.5: Rangfolge Anschnitt - Hauptstab

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 7.2: Anschlussmöglichkeiten Hauptstab

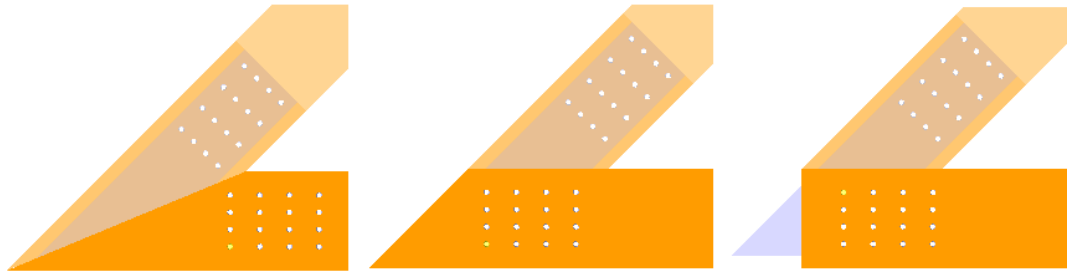


Bild 7.6: Symmetrischer Anschluss (links), durch Nebenstab (Mitte) und rechtwinklig abgeschnitten (rechts)

## Rangfolge Anschnitt - Nebenstab

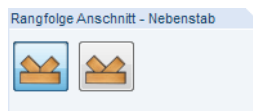


Bild 7.7: Rangfolge Anschnitt - Nebenstab

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



	Symmetrischer Anschluss
	Durchlaufender Anschluss

Tabelle 7.3: Anschlussmöglichkeiten Nebenstab

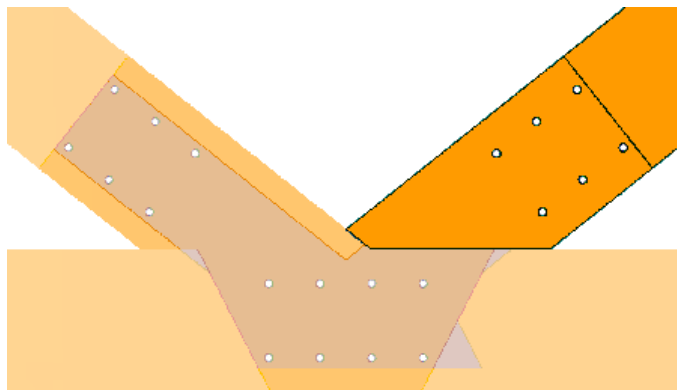


Bild 7.8: Durchlaufender Anschlussstab

## Nach Norm / Nationaler Anhang

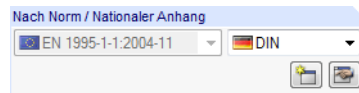


Bild 7.9: Abschnitt *Nach Norm / Nationaler Anhang*

Die bemessungsrelevanten Beiwerte sind gemäß Norm und Nationalem Anhang vorgegeben (siehe Bild 2.19, Seite 16). 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 *Einstellungen des Nationalen Anhangs* individuell angepasst werden.

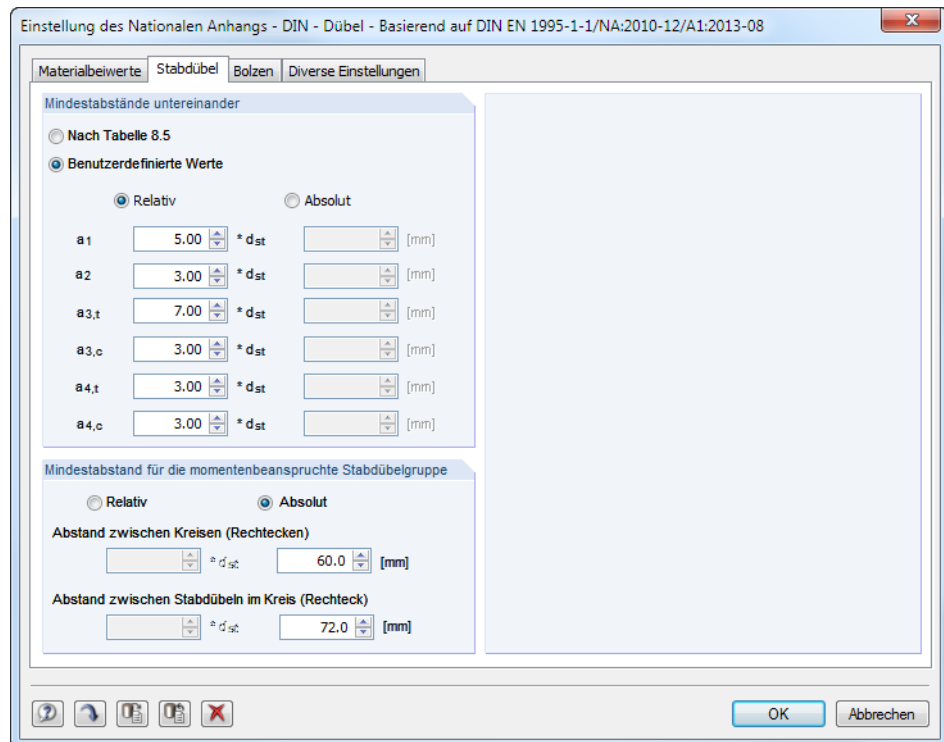


Bild 7.10: Dialog *Einstellungen des Nationalen Anhangs*, Register *Stabdübel*

In den Registern *Stabdübel* und *Bolzen* (in Vorbereitung) können benutzerdefinierte Mindestabstände zwischen den Stabdübeln bzw. Bolzen sowie den momentenbeanspruchten Dübel- bzw. Bolzengruppen 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 7.11: Dialogregister *Diverse Einstellungen*

## Zusätzliche Einstellungen

**Zusätzliche Einstellungen**

☐ Befestigungssystem WS-T von SFS intec

Stahlblechmaterial:  
Baustahl S 235

Dübelmaterial:  
Baustahl S 235

☐ Mindestabstand zwischen Dübeln in der momentenbeanspruchten Gruppe überprüfen

☐ Kontakt der Stäbe überprüfen

☒ Bemessung der Stabdübelgruppe mittels Summe der Kräfte

**Zusätzliche Einstellungen**

Stahlblechmaterial:  
Baustahl S 235

Schraubenfestigkeitsklasse  
4.6

☐ Mindestabstand zwischen Schrauben in der momentenbeanspruchten Gruppe überprüfen

☐ Kontakt der Stäbe überprüfen

☒ Bemessung der Schraubengruppe mittels Summe der Kräfte

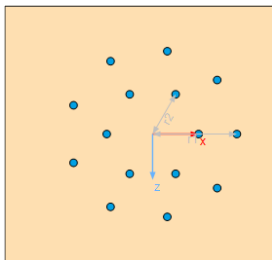
Bild 7.12: Abschnitt *Zusätzliche Einstellungen* für Anschlusskategorien *Stabdübel* und *Bolzen* (i. Vorbereitung)

Über die Listen und -Schaltflächen können die Materialgüten des eingeschlitzten Stahlblechs und der Stabdübel festgelegt werden.

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

Das Anhängen der Option *Mindestabstand zwischen Dübeln 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.

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



Abstand zwischen  
Stabdübelkreisen

LF3	OK	6510) Hauptstab 1 - Stabdübelgeometrie - Minimaler Abstand zwischen
Max. Ausnutzung: 0.51 ≤ 1		
Nachweisdetails - Knoten Nr. 1		
Schnittgrößen		
Stabdübelgruppenabstand		
Minimaler Abstand zwischen Kreisen (Rechtecken)	C 1, min	50.0 mm
Abstand zwischen Kreisen (Rechtecken)	C 1	50.0 mm OK
Minimaler Abstand zwischen Stabdübeln im Kreis (Rechteck)	C 2, min	60.0 mm
Abstand zwischen Stabdübeln im Kreis (Rechteck)	C 2	114.9 mm OK
Stabdübel-Nr.		4
Kraft-Faserwinkel	α	81.96 °
Mindestabstand zwischen Verbindungsmittel und unbeanspruch	a 3, c, min	79.2 mm
Abstand zwischen Verbindungsmittel und unbeanspruchtem En	a 3, c	80.0 mm OK
Stabdübel-Nr.		3
Kraft-Faserwinkel	α	30.31 °
Mindestabstand zwischen Verbindungsmittel und beanspruchte	a 4, t, min	30.1 mm
Abstand zwischen Verbindungsmittel und beanspruchtem Rand	a 4, t	61.2 mm OK

Bild 7.13: Details zu Nachweis Nr. 6510: Überprüfung der Mindestabstände

Mit der Option *Kontakt der Stäbe überprüfen* kann die Verformung der gesamten Verbindung kontrolliert werden. Hierzu ist in Maske 1.5 *Geometrie* der Abstand zwischen den Hölzern über den Parameter  $o_g$  anzugeben.

Einstellungen für Stabdübelgruppe			
Form		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	$o_g$	10.0	mm
Stabexzentrizität in X-Richtung	X	70.0	mm
Stabexzentrizität in Z-Richtung	Z	130.0	mm

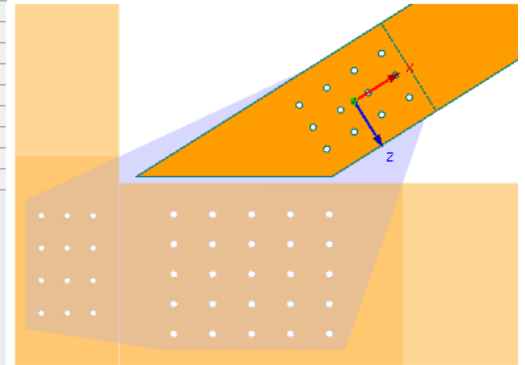


Bild 7.14: Vorgabe für Option *Kontakt der Stäbe überprüfen*

Im Nachweis Nr. 6530 wird überprüft, ob die Gesamtverformung der Verbindung größer ist als der vorgegebene Abstand  $o_g$ . 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 Stabdübelgruppe mittels Summe der Kräfte* steuert, ob der Nachweis über die einzelnen Schnittgrößen der Stabenden geführt wird oder ob die resultierende Schnittgröße verwendet wird, die aus zwei oder mehr am Knoten anschließenden Stäben vorliegt. Beim Anschlusstyp *Hauptstab* ist diese Option zwangsläufig nicht verfügbar.

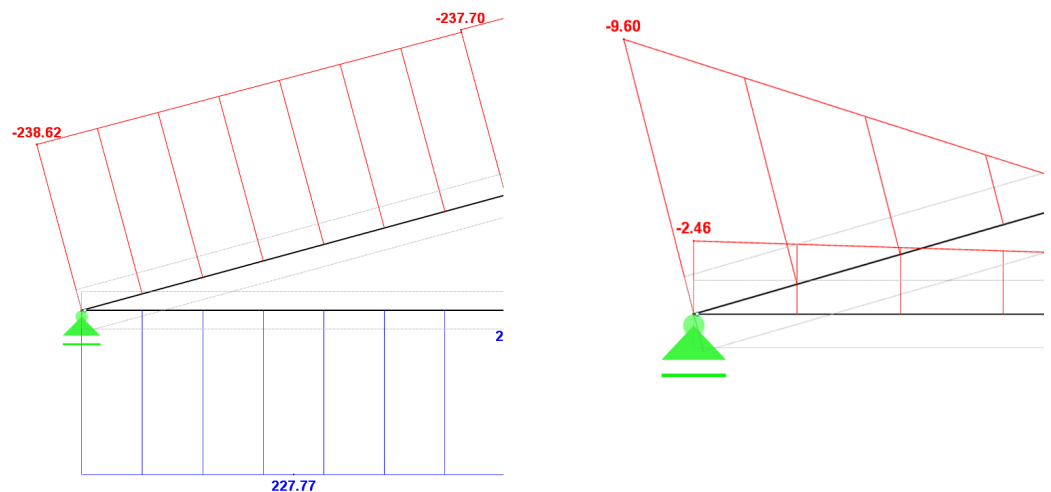


Bild 7.15: Schnittgrößen am Stab

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.

## 7.2 Knoten und Stäbe

Die Auswahl der Knoten und Stäbe ist im [Kapitel 2.2](#) auf [Seite 9](#) beschrieben.

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

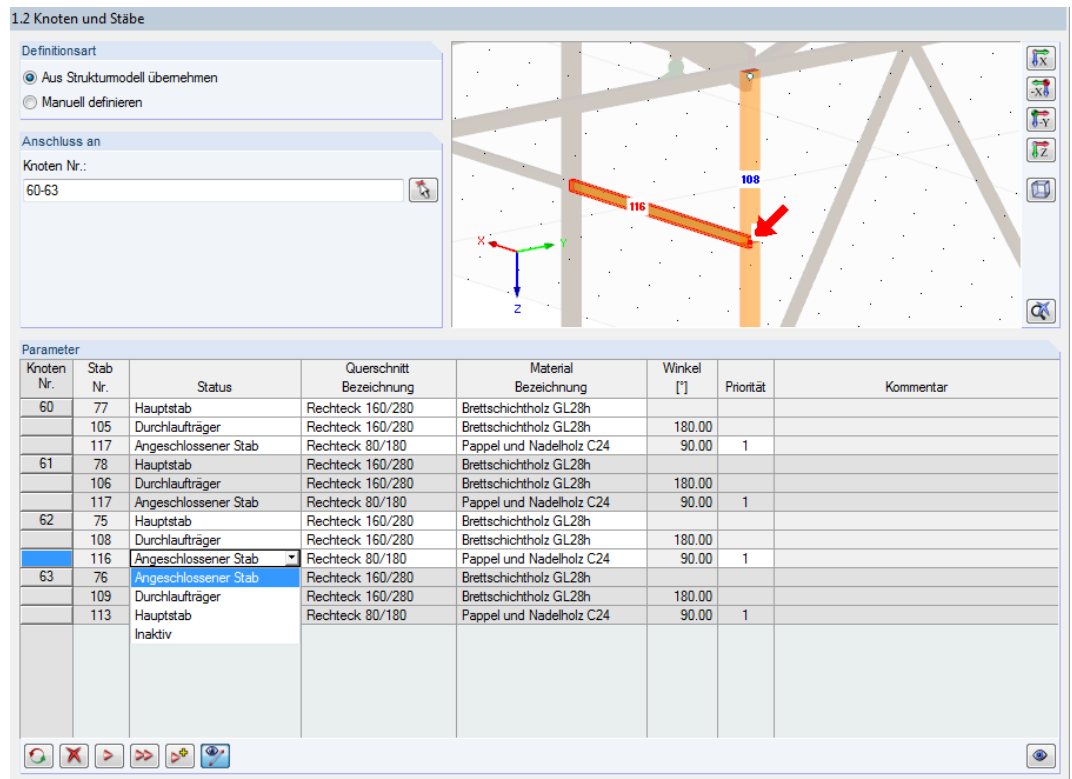


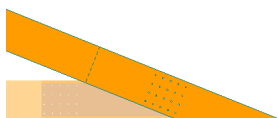
Bild 7.16: Maske 1.2 *Knoten und Stäbe* - Status der Stäbe anpassen

Zur Information werden *Winkel* und *Priorität* der anschließenden Stäbe angegeben.

Die Winkel basieren auf den geometrischen Gegebenheiten des RFEM-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

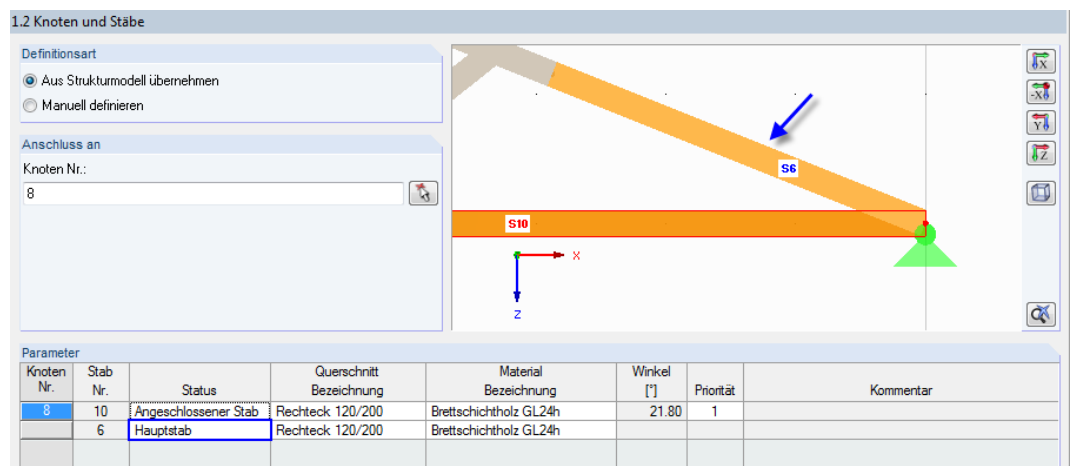
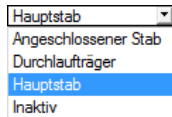


Bild 7.17: Traufknoten mit durchlaufendem Obergurt





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

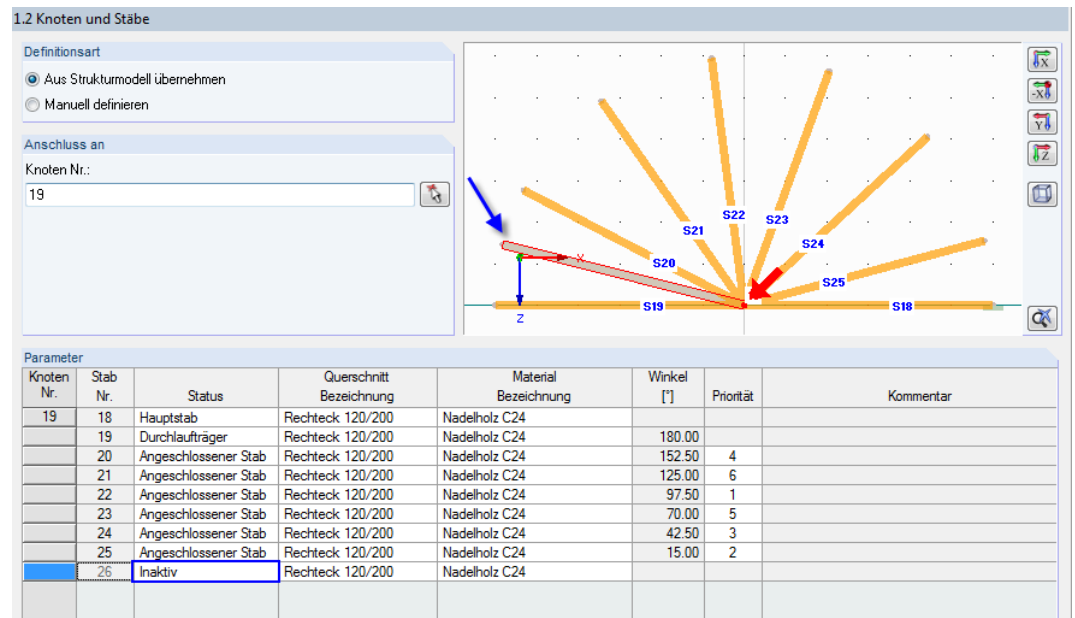


Bild 7.18: Funktionsfähige Verbindungsgeometrie mittels inaktivem Stab



Mit dem Status *Hauptstab* für sämtliche Stäbe ist es möglich, auch mehr als acht Stäbe am Knoten anzuschließen (siehe Bild 7.19). Dies ist vorteilhaft, wenn in einer komplexen Anschlussgeometrie nur die Verbindung bemessen werden soll.

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

1.2 Knoten und Stäbe

Definitionsart

☒ Aus Strukturmodell übernehmen  
☐ Manuell definieren

Anschluss an

Knoten Nr.:  
2

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 7.19: Anschluss vieler Stäbe mit Status *Hauptstab*

## 7.3 Belastung

Die Eingabe der Belastung bzw. Schnittgrößen ist im Kapitel 2.3 auf Seite 13 beschrieben.

## 7.4 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 Bezeichnung	B Belastungstyp	C 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

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 7.20: 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 Anlegen in RFEM 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 16).

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.

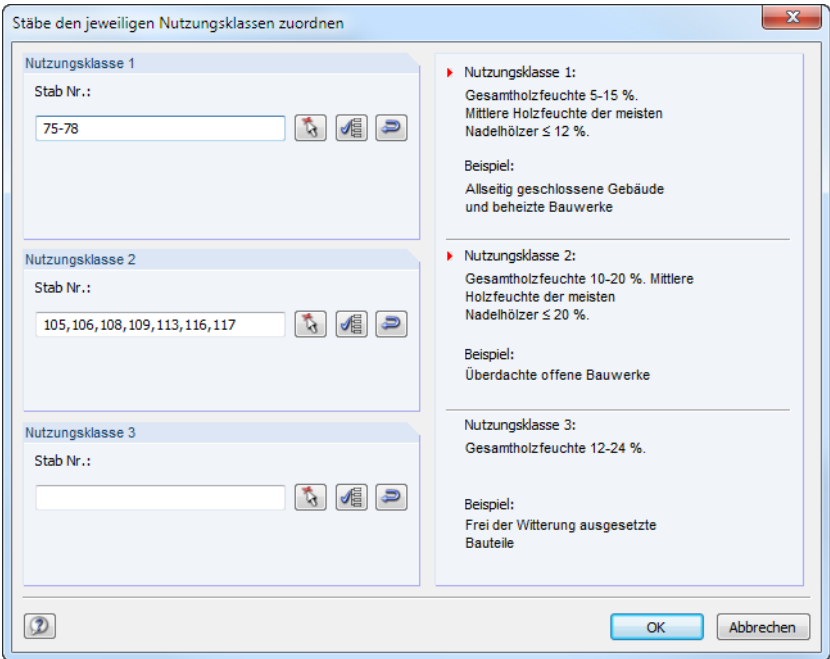
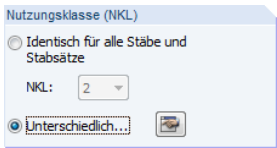


Bild 7.21: Dialog *Stäbe den jeweiligen Nutzungsklassen zuordnen*

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-Arbeitsfenster
	Weist alle Stäbe dieser Nutzungsklasse zu
	Weist alle noch nicht zugewiesenen Stäbe dieser Nutzungsklasse zu

Tabelle 7.4: Schaltflächen im Dialog *Stäbe den jeweiligen Nutzungsklassen zuordnen*

## 7.5 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 7.22: 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 18](#) 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.

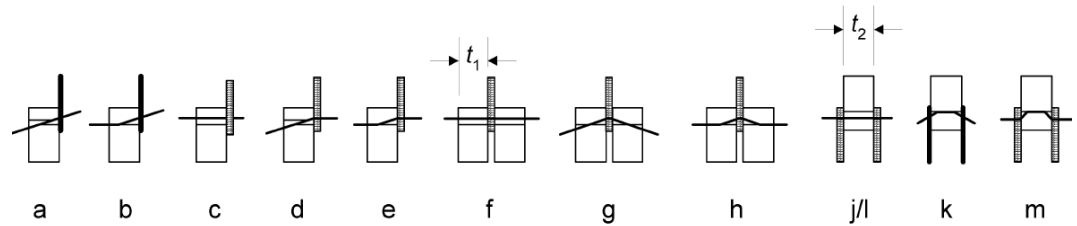


Bild 7.23: Versagensmechanismen gemäß [2] Bild 8.3

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.

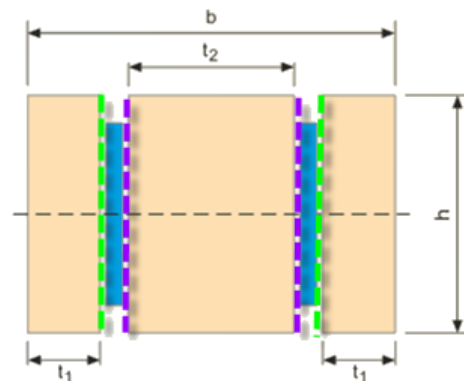
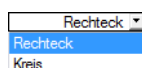
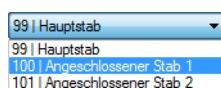


Bild 7.24: Versagensmechanismen: grün gestrichelt (f), (g) und (h); violett gestrichelt (l), (m) oder (j), (k)

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



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 verschiedenen 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. Falls in Maske 1.1 das SFS intec-Befestigungssystem festgelegt wurde, sind 7 mm eingestellt.
- 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 (in Vorbereitung) 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

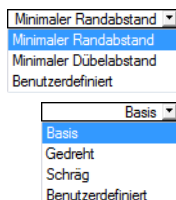
Bild 7.25: Anzahl der Dübelkreise festlegen

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 7.26: Anzahl der Dübelspalten festlegen

Es können auch *Versetzte Reihen* angeordnet werden, um das Rissverhalten des Anschlusses 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 68](#)).



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

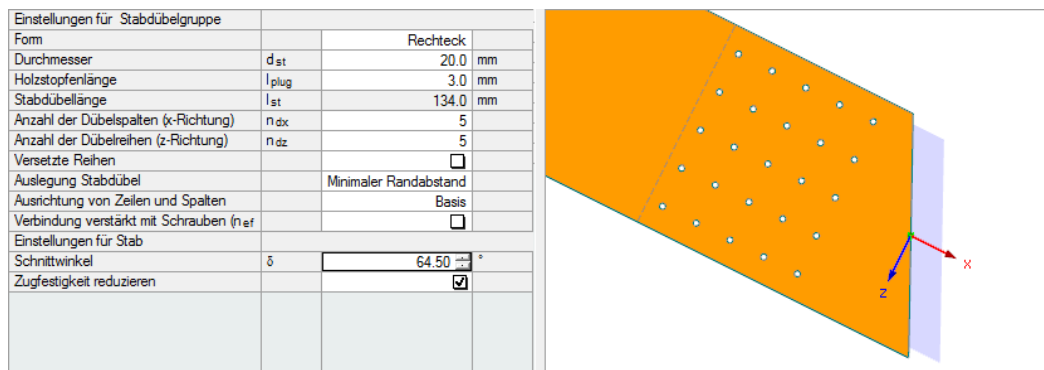


Bild 7.27: Schnittwinkel festlegen

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.

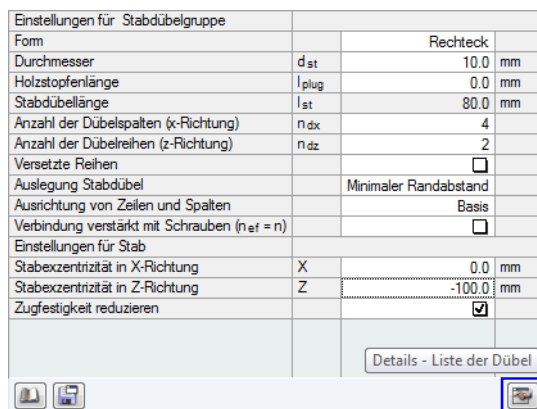


Bild 7.28: Stabexzentrizität definieren

Mit der Option *Zugfestigkeit reduzieren* (siehe Bild 7.28) lässt sich steuern, ob die generelle Abminderung der Zugtragfähigkeit z. B. auch für einen Anschlussstab gilt.

Details...

Die allgemeinen Parameter zur Reduzierung der Zugfestigkeit sind im Dialog *Detaileinstellungen*, Register *Holz* hinterlegt (siehe Bild 7.37, Seite 72).



## Detaileinstellungen



Die Schaltfläche [Details] unten im Abschnitt (siehe Bild 7.28) ruft den Dialog *Detaileinstellungen* auf. Dort können Verbindungsmittel deaktiviert und die Durchmesser individuell angepasst werden.

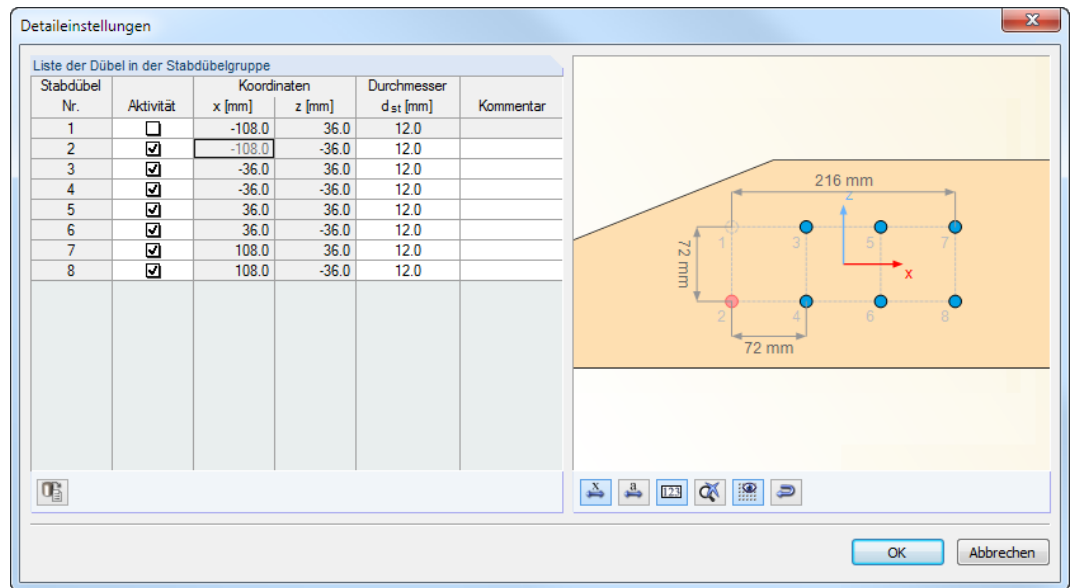


Bild 7.29: Dialog *Detaileinstellungen*

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

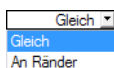
## Verbindung verstärkt mit Schrauben

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
Nenndurchmesser	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)
Grenzfestigkeit des Verbindungsmittel	f <sub>u,b</sub>	70.00 kN/cm <sup>2</sup>

Bild 7.30: 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 (zurzeit noch in Vorbereitung).



Bild 7.31: 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.

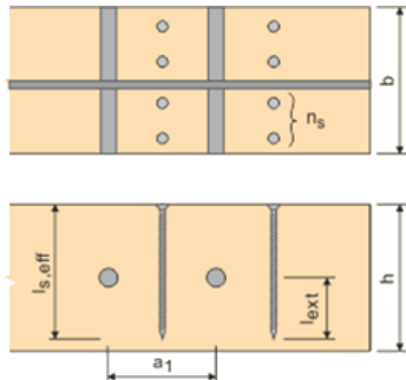


Bild 7.32: Definition der Schraubenlänge

6.0

6.0

7.0

8.0

10.0

12.0

nach 8.7.2(4)

nach 8.7.2(4)

nach 8.7.2(5)

Der Nenndurchmesser der Schraube kann in der Liste ausgewählt oder direkt eingetragen werden.

Die Bemessung der Schrauben wird gemäß [2] Abschnitt 8.7.2 in Richtung der Schraubenachse geführt.

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

Die Berechnung des Ausziehwiderstands erfolgt damit entweder nach

Gleichung (8.38)

$$F_{\text{ax},\alpha,\text{Rk}} = \frac{n_{\text{ef}} f_{\text{ax},k} d l_{\text{ef}} k_d}{1,2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \quad (7.1)$$

oder Gleichung (8.40a)

$$F_{\text{ax},\alpha,\text{Rk}} = \frac{n_{\text{ef}} f_{\text{ax},k} d l_{\text{ef}}}{1,2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8} \quad (7.2)$$

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.

$$f_{\text{tens},k} = f_{u,k} \left( \frac{d_{\text{Kern}}}{2} \right)^2 \pi \quad (7.3)$$

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

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

Bei der **Ermittlung der Schraubenbeanspruchung** wird die resultierende Kraft  $F_{res}$  in jeder Schraube über die Kraft  $F_{res}$  in jedem Verbindungsmittel ausgerechnet. Die Kraft wird im Nachweis 6010 angezeigt (siehe Bild 7.33). Für die Schraubenbemessung wird die maximale Kraft in vertikaler Richtung  $F_{res,z}$  des Stabes verwendet.

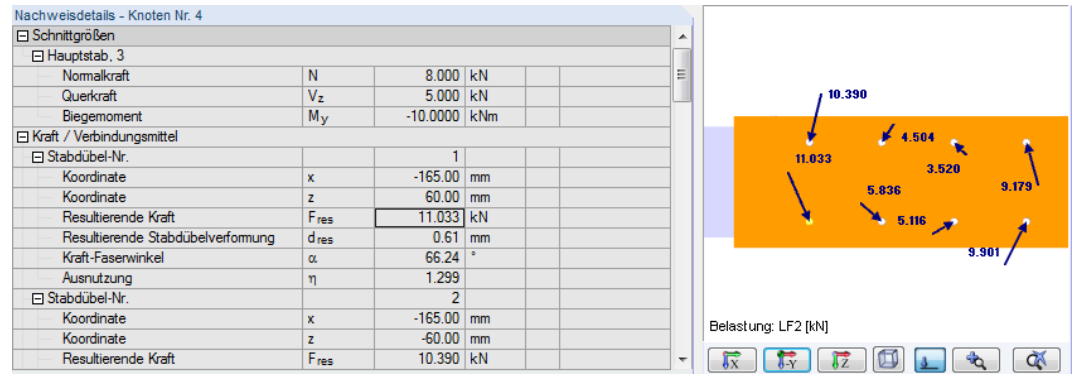


Bild 7.33: Maximale Kraft jedes Stabdübels

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 [5] 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 7.31).

Die zur Bemessung der Schrauben verwendete Kraft ist damit:

$$F_{k,split} = F_{res,0.3} + F_{notch} \quad (7.4)$$



Details...

Bei der Ermittlung der Kräfte in einer Schraube ist zu beachten, dass für die Bemessung nur resultierende Kräfte verwendet werden, die unter einem Winkel kleiner als 30° angreifen. Wenn auch Lasten berücksichtigt werden sollen, die unter einem flacheren Winkel ansetzen, kann der im Dialog *Detaileinstellungen*, Register *Holz* der Grenzwinkel angepasst werden (siehe Bild 7.37, Seite 72).

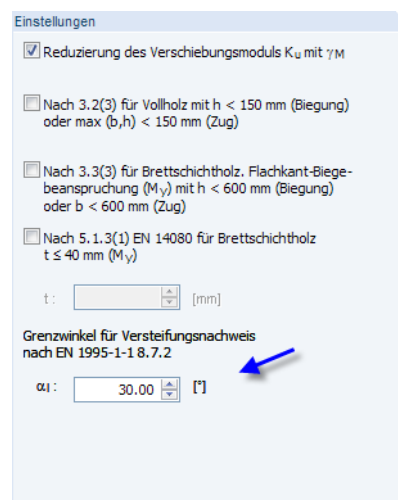


Bild 7.34: Grenzwinkel anpassen

## 7.6 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

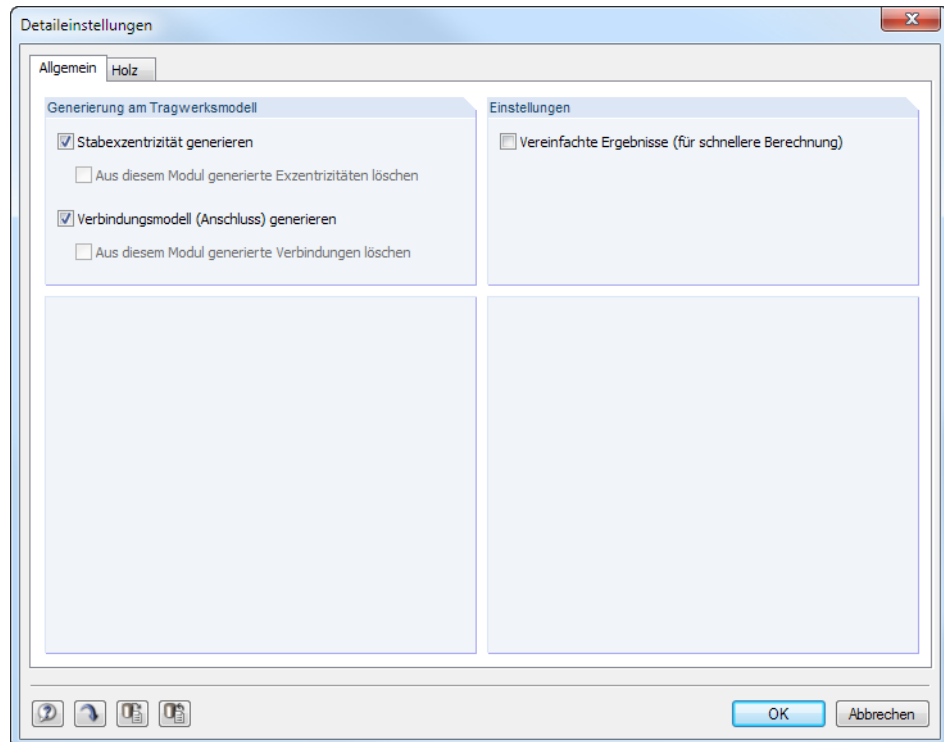


Bild 7.35: Dialog *Detaileinstellungen*, Register *Allgemein*

### 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 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 übergeben. Die Informationen werden dort in die Tabellen 1.15 *Stabexzentrizitäten* und 1.28 *Anschlüsse* geschrieben. Mit dem geänderten Modell werden dann die Schnittgrößen für die Nachweise ermittelt.

Diese Exportmöglichkeiten bestehen für alle Stäbe, für die eine Exzentrizität definiert werden kann. Falls das Maß der Exzentrizität gelöscht oder geändert wird, wird dies ebenfalls berücksichtigt.

Die generierten Exzentrizitäten können im RFEM-Dialog *Stabexzentrizität bearbeiten* überprüft werden (siehe Bild 7.36). Die Werte lassen sich nicht bearbeiten.

### 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.

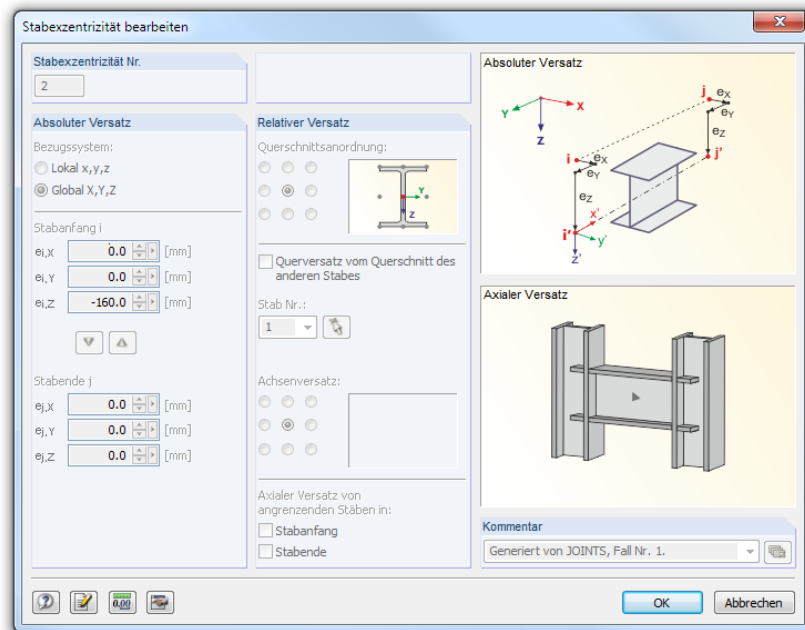


Bild 7.36: Generierte Stabexzentrizität in RFEM

## Holz

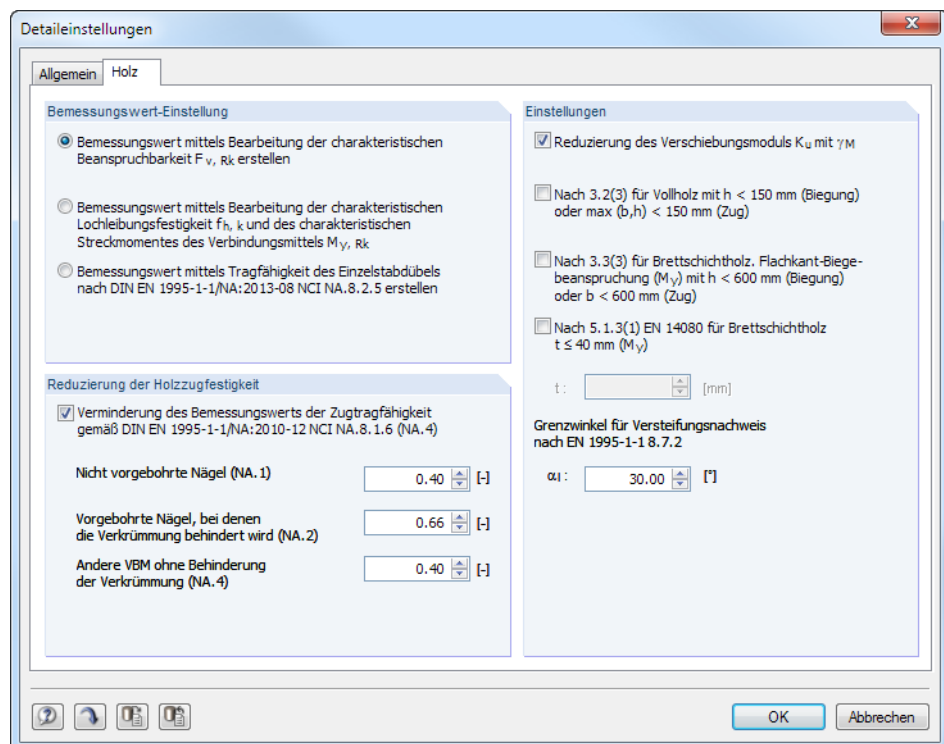


Bild 7.37: Dialog Detaileinstellungen, Register Holz

### 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:

$$F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} \quad (7.5)$$

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

Lochleibungsfestigkeit Holz:

$$F_{h0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{h0,k}}{\gamma_M} \quad (7.6)$$

Fließmoment des Stabdübels:

$$M_{y,Rd} = \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M0}} \quad (7.7)$$

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 [6] überprüft, so erübrigt sich dieser Nachweis.

### Reduzierung der Holzzugfestigkeit

Ist die Option *Verminderung 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 7.28](#), [Seite 67](#)).

### 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  $k_{fi}$  sind in den entsprechenden Normabschnitten [2] geregelt.

Das Eingabefeld *Grenzwinkel* regelt, welche Kraft einer optionalen Schraubenverstärkung zugewiesen wird (siehe [Seite 70](#)). Mit der Standardeinstellung werden nur Kräfte berücksichtigt, die unter einem flacheren Winkel als 30° im jeweiligen Verbindungsmittel angreifen.

# 8 Berechnung

## Berechnung

In jeder Maske des RF-JOINTS-Moduls 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-Berechnung zur Ermittlung der bemessungsrelevanten Schnittgrößen. Falls eine direkte Eingabe der Schnittgrößen gewählt wurde (siehe Kapitel 2.3.2, Seite 14), sind die RFEM-Ergebnisse ohne Relevanz für die Bemessung.

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

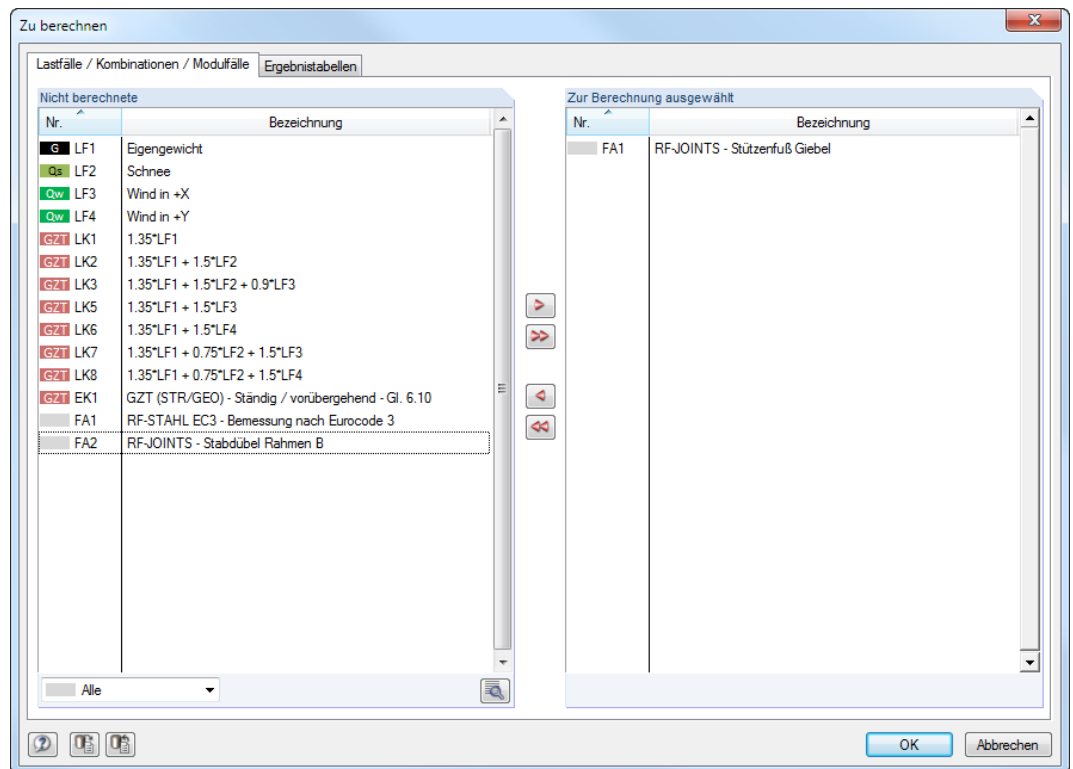
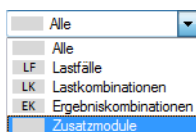



Bild 8.1: Dialog *Zu berechnen*



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 8.2: Direkte Berechnung eines RF-JOINTS-Falls in RFEM

Der Ablauf der Bemessung kann anschließend in einem Dialog verfolgt werden.

# 9 Ergebnisse

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

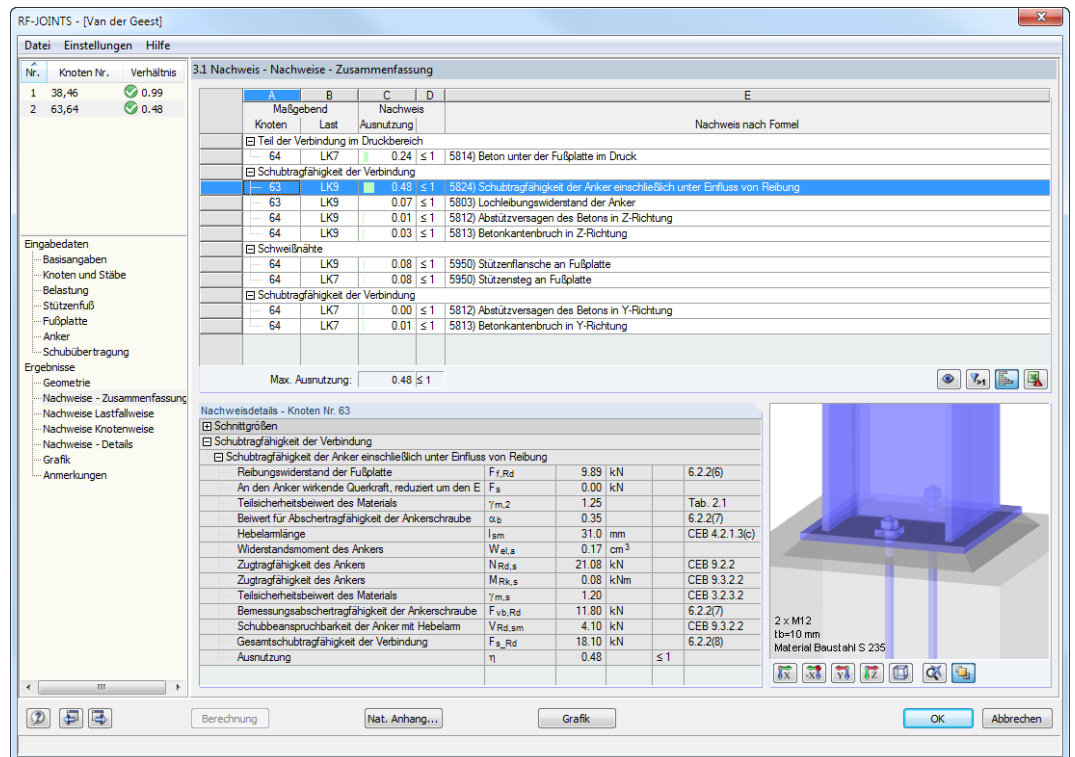


Bild 9.1: Ergebnismaske mit Nachweisen, Ausnutzungen und Nachweisdetails

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.

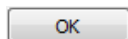
In den Ergebnismasken 3.1 bis 3.3 sind die Nachweise nach bestimmten Kriterien sortiert. Maske 3.4 listet die Zwischenwerte der einzelnen Nachweise auf.

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 9](#) stellt die Ergebnismasken der Reihe nach vor. Die Auswertung und Überprüfung der Resultate ist im [Kapitel 10](#) ab [Seite 83](#) beschrieben.



## 9.1 Geometrie

Diese Maske listet alle geometrischen Parameter der Verbindung auf.

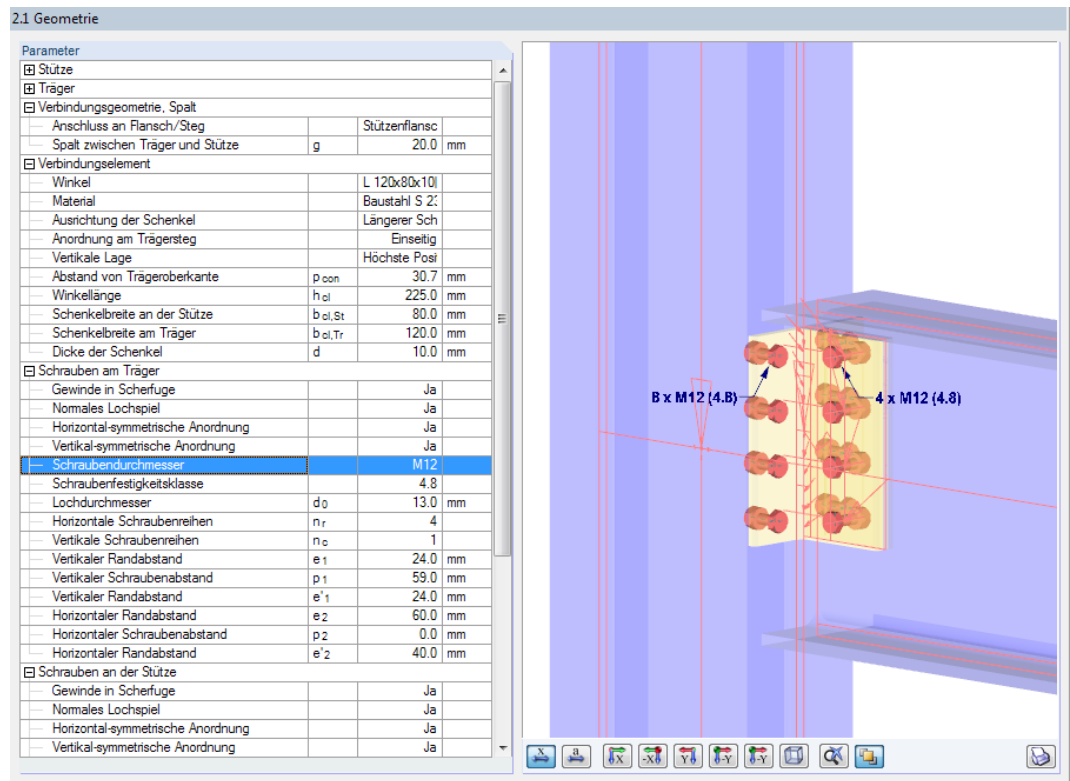


Bild 9.2: Maske 2.1 Geometrie

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 10](#) auf [Seite 84](#) beschrieben.

## 9.2 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					
Knoten				Ausnutzung				Nachweis nach Formel	
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

Angewandte Zugkraft	$F_t$	0.00	kN	
Abminderung der Tragfähigkeit für Anker m	$\beta_a$	0.85		3.6.1(3)
Teilsicherheitsbeiwert des Materials	$\gamma_{m,2}$	1.25		Tab. 2.1
Ankerzugbeanspruchbarkeit	$F_{t,Rd}$	25.80	kN	Tab. 3.4
Ausnutzung	$\eta$	0.00	≤ 1	

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

Bild 9.3: 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 13.5 auf Seite 109 erläutert.

### Nachweisdetails

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

## 9.3 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	Knoten Nr.	Nachweis Ausnutzung		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 9.4: 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

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.

## 9.4 Nachweise knotenweise

3.3 Nachweise knotenweise

Knoten Nr.	A Last	B Nachweis Ausnutzung	C	D
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 <sub>Ed</sub> 130.87 kN
Einwirkendes Moment	M <sub>y,d</sub> -0.57 kNm
Nettoholzquerschnitt formgebende Stabdübel	3, 2, 1
Holzquerschnittsdicke	b 160.0 mm
Holzquerschnittshöhe	h 240.0 mm
Anzahl der Stahlbleche	n <sub>pl</sub> 1
Schlitzbreite für Stahlblech	f <sub>sl</sub> 10.0 mm
Nettofläche	A <sub>net</sub> 306.00 cm <sup>2</sup>
Zugspannung	σ <sub>t,0,d</sub> 0.43 kN/cm <sup>2</sup>
Trägheitsmoment	I <sub>net</sub> 15407.30 cm <sup>4</sup>
Abstand vom Schwerpunkt der Nettoquerschnittsfläche zum Zug	z <sub>s,z</sub> 120.0 mm
Biegespannung	σ <sub>m,d</sub> 0.04 kN/cm <sup>2</sup>
Abstand der Nullachse zum Zugrand	e <sub>z</sub> 240.0 mm
Charakteristische Zugfestigkeit	f <sub>t,0,k</sub> 1.95 kN/cm <sup>2</sup>
Charakteristische Biegefestigkeit	f <sub>m,k</sub> 2.80 kN/cm <sup>2</sup>

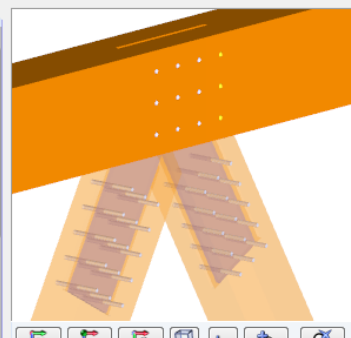


Bild 9.5: Maske 3.3 Nachweise knotenweise

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

## 9.5 Nachweise - Details

3.4 Nachweis - Nachweise - Details

Nachw. Nr.	A Load	B Knoten Nr.	C Nachweis Ausnutzung	D	E 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 - Abstützversagen 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	$\gamma_c$	1.50		EN 1992-1-1: Tab. 3.1
Charakteristische Tragfähigkeit des Ankers	$V_{Rk,o,z}$	57.22	kN	CEB 9.3.4(a)
Tatsächliche Betonkegelgröße	$A_{o,z}$	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	$\psi_{\alpha,z}$	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

Bild 9.6: 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.

## 9.6 Grafik

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

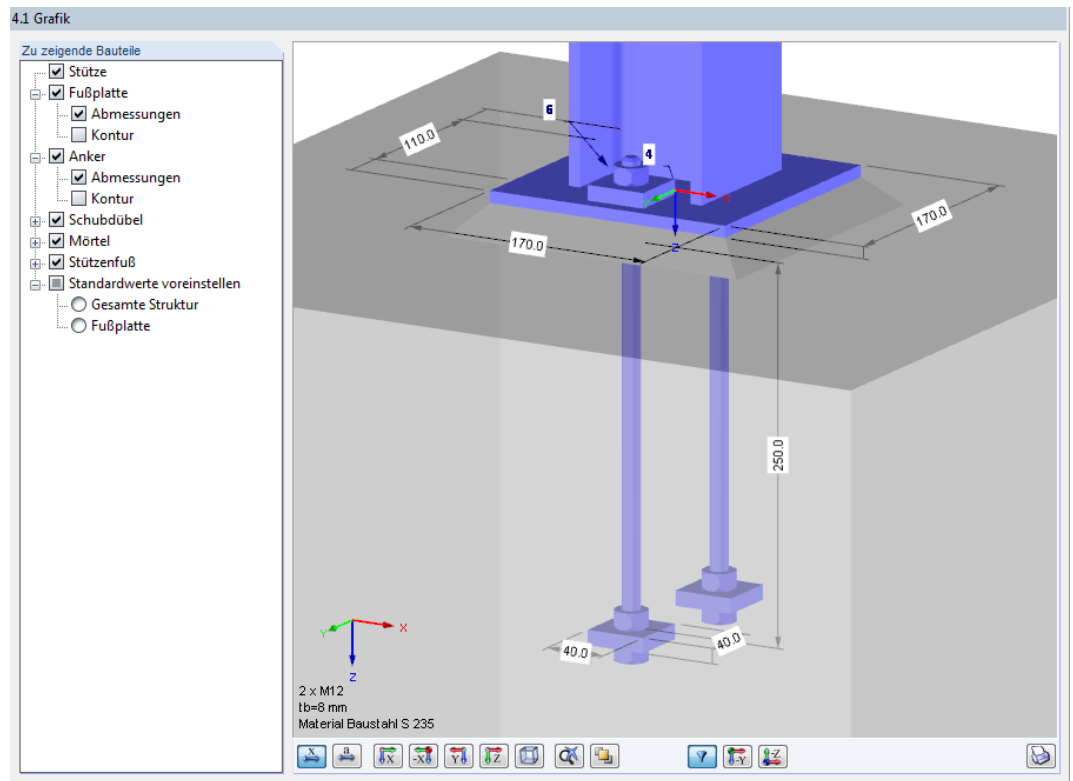



Bild 9.7: Maske 4.1 Grafik

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 bekannten Mausfunktionen kann die Ansicht gezoomt, verschoben oder gedreht werden.

Die Schaltflächen sind im [Kapitel 10](#) auf [Seite 84](#) beschrieben.

## 9.7 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 9.8: Maske 5.1 *Hinweise*

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

3.1 Nachweise - Nachweise - Zusammenfassung				
A	B	C	D	E
Maßgebend Knoten	Last	Nachweis Ausnutzung		Nachweis nach Formel
<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				

Schaltfläche	Bezeichnung	Funktion
	Sichtmodus	Ermöglicht den Wechsel in das RFEM-Arbeitsfenster, 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 / OpenOffice → <a href="#">Kapitel 12.3, Seite 93</a>

83



## 10.1 Grafik der Verbindung in RF-JOINTS

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

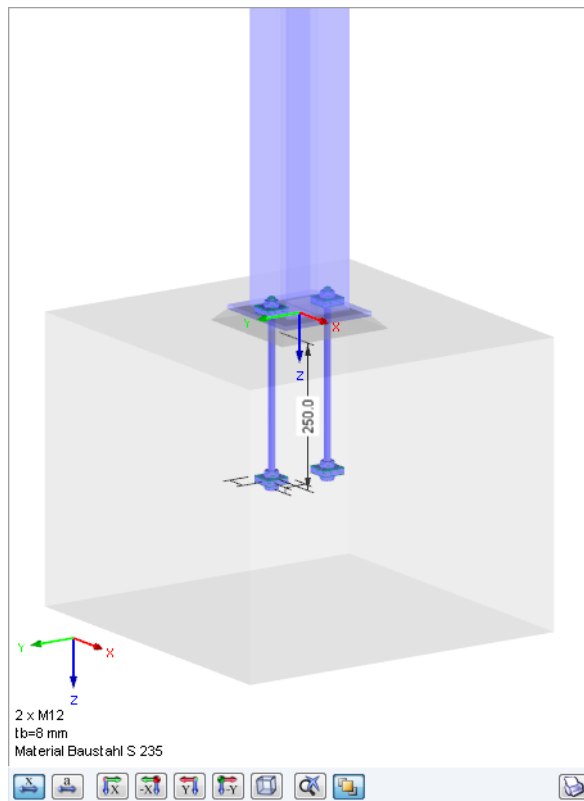


Bild 10.2: Grafik der Verbindung

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 10.2: 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-Handbuchs beschrieben.



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

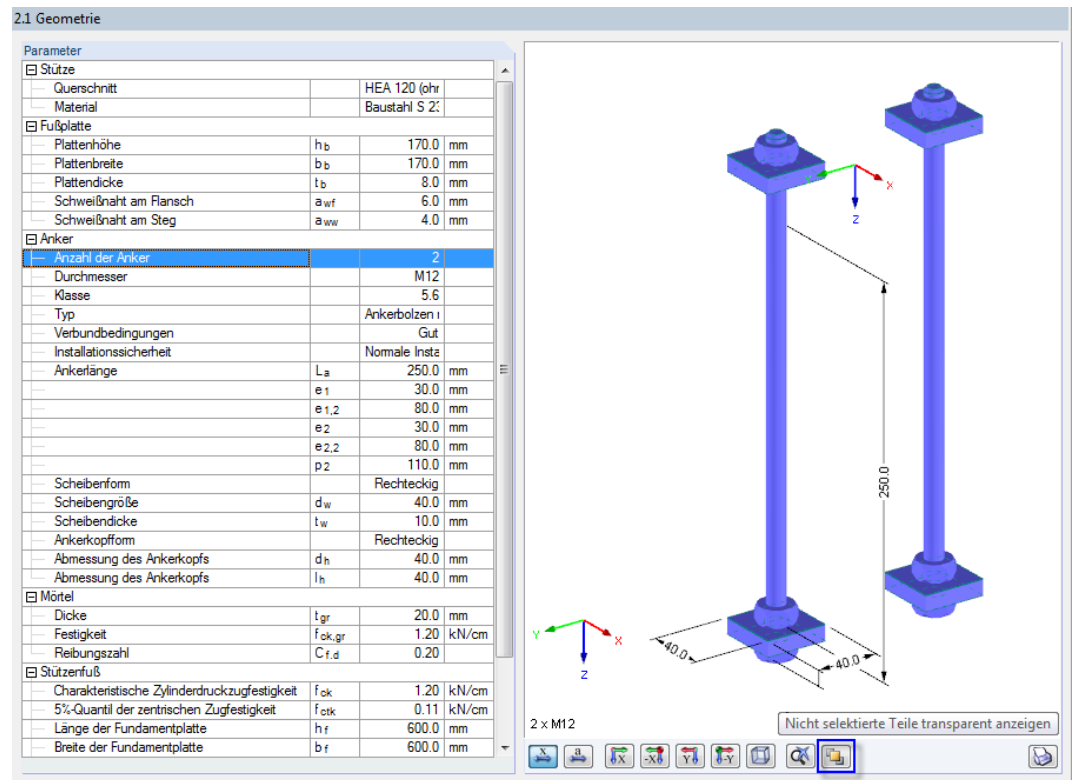
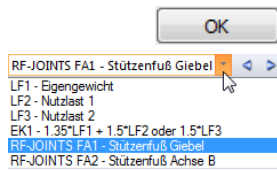


Bild 10.3: Schaltfläche *Nicht selektierte Teile transparent anzeigen*

Diese Grafik kann mit  auch ausgedruckt werden.

## 10.2 Grafik der Verbindung im RFEM-Modell



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

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

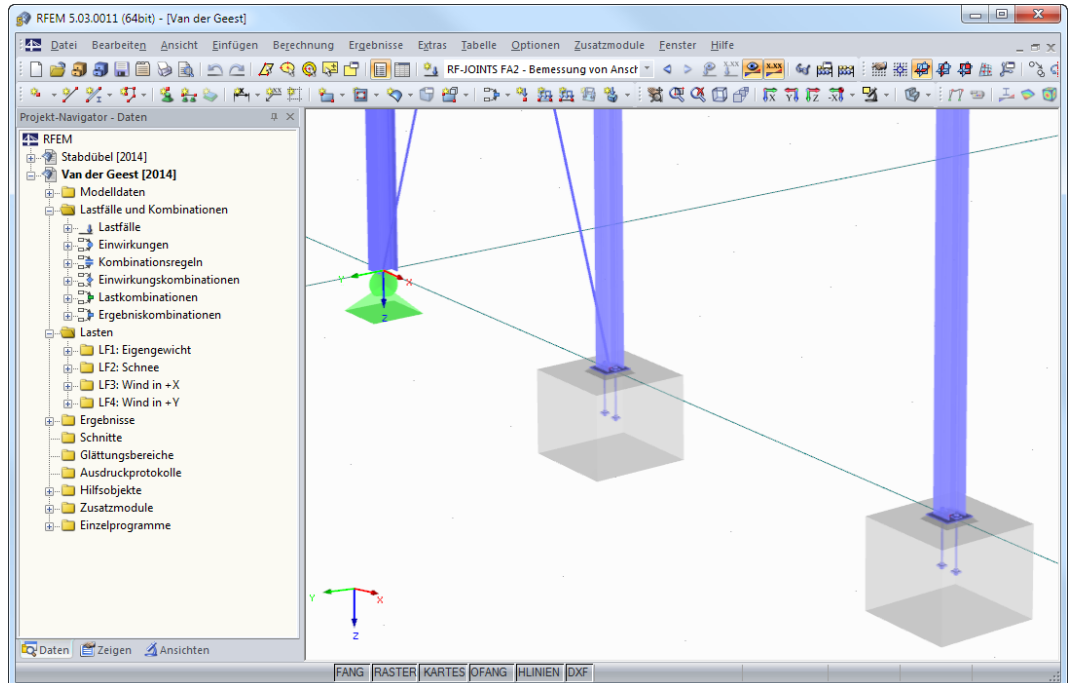


Bild 10.4: Darstellung der Verbindungen im RFEM-Arbeitsfenster



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



RFEM stellt keinen *Ergebnisse*-Navigator für RF-JOINTS-Bemessungsfälle zur Verfügung. Die RFEM-Tabellen sind für RF-JOINTS ebenfalls nicht relevant.



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



Die Grafik der Verbindung lässt sich direkt ausdrucken oder in das Ausdruckprotokoll übergeben (siehe [Kapitel 11.2](#), [Seite 87](#)).

# 11 Ausdruck

## 11.1 Ausdruckprotokoll

Für die Daten des Moduls RF-JOINTS – wie in RFEM – 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-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 vielen Bemessungsfällen 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 1.2.2 *Geometrie-Details* zusammengefasst.

Bauteil	Zeichen	Wert	Einheit
Stütze			
Querschnitt		HEA 120 (ohne Norm)	
Material		Baustahl S 235	
Fußplatte			
Plattenhöhe	$h_b$	170	mm
Plattenbreite	$b_b$	170	mm
Plattendicke	$t_b$	8	mm
Schweißnaht am Flansch	$a_{wf}$	6	mm
Schweißnaht am Steg	$a_{sw}$	4	mm
Anker			
Anzahl der Anker		2	
Durchmesser		M12	
Klasse		5.6	
Typ		Ankerbolzen mit Kopf	
Verbundbedingungen		Gut	
Installationssicherheit		Normale	
Ankerlänge	$L_a$	250	mm
	$e_{1,2}$	30	mm
	$e_{1,2}$	80	mm
	$e_{2,2}$	30	mm
	$e_{2,2}$	80	mm
	$p_2$	110	mm
Scheibenform		Rechteckig	
Scheibengröße	$d_w$	40	mm
Scheibendicke	$t_w$	10	mm
Ankerkopfform		Rechteckig	
Abmessung des Ankerkopfs	$d_k$	40	mm
Abmessung des Ankerkopfs	$l_k$	40	mm
Mörtel			
Dicke	$t_{gr}$	20	mm
Festigkeit	$f_{ck,gr}$	1.2	kN/cm <sup>2</sup>
Reibungszahl	$\mu$	0.2	-
Stützenfuß			
Charakteristische Zylinderdruckzugfestigkeit	$f_{tk}$	1.2	kN/cm <sup>2</sup>
5%-Quantil der zentralen Zugfestigkeit	$f_{tk,5}$	0.11	kN/cm <sup>2</sup>
Länge der Fundamentplatte	$l_f$	600	mm
Breite der Fundamentplatte	$b_f$	600	mm
Dicke der Fundamentplatte	$d_f$	500	mm
Exzentrizität in Z-Richtung	$e_{zn}$	0	mm
Exzentrizität in Y-Richtung	$e_{yo}$	0	mm
Risse im Beton		Keine	
Randbewehrung		Gerade	

Bild 11.1: Ausdruckprotokoll-Tabelle 1.2.2 *Geometrie-Details*

## 11.2 Grafikausdruck

Es können Grafiken des Modul RF-JOINTS sowie des RFEM-Arbeitsfensters gedruckt werden.

### 11.2.1 RF-JOINTS-Grafik



Die Druckfunktion ist über die Schaltfläche [Drucken] zugänglich, die in den Masken 2.1 *Geometrie* und 4.1 *Grafik* rechts unterhalb der Grafik zur Verfügung steht (siehe Bild 10.2, Seite 84).

Ein Klick auf diese Schaltfläche öffnet folgenden Druckdialog.

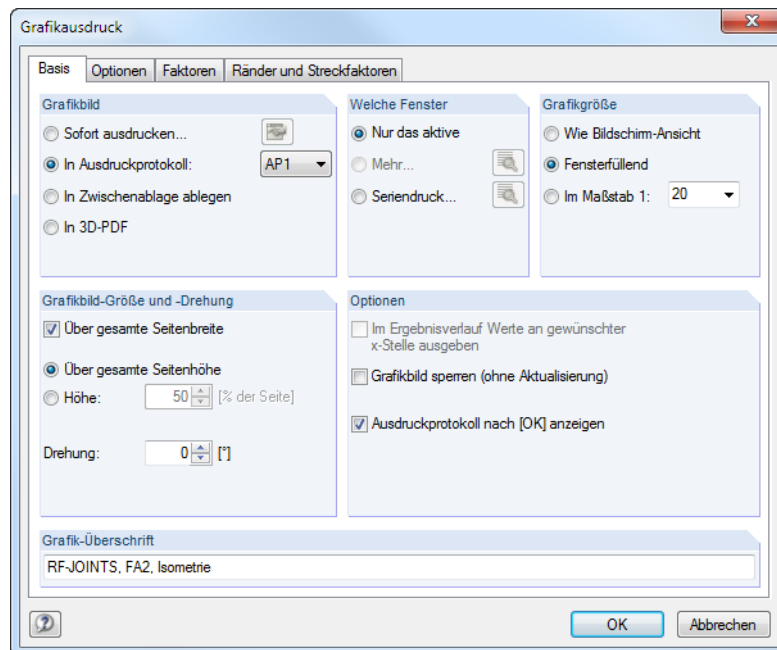


Bild 11.2: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Basis*

Dieser Dialog ist im Kapitel 10.2 des RFEM-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.

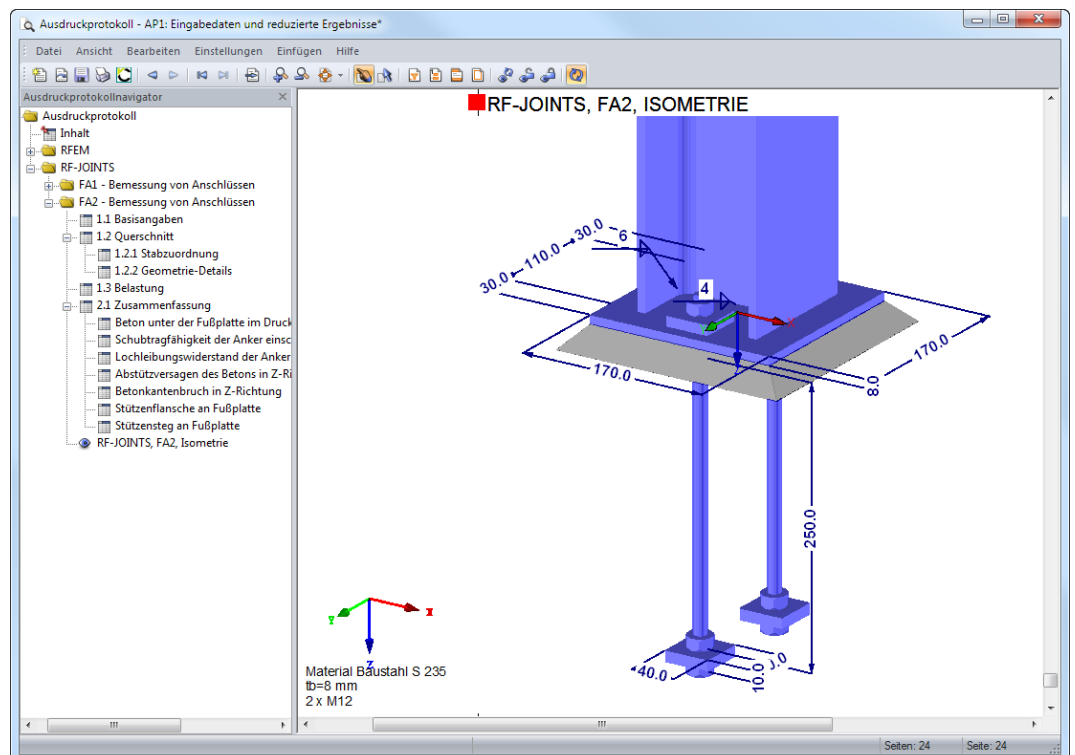


Bild 11.3: Verbindung im Ausdruckprotokoll

## 11.2.2 RFEM-Grafik

In RFEM kann jedes Bild, das im Arbeitsfenster angezeigt wird, in das Ausdruckprotokoll übergeben oder direkt zum Drucker geleitet werden. So lassen sich auch die am RFEM-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.

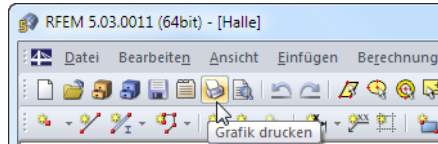
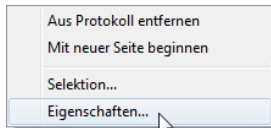


Bild 11.4: Schaltfläche *Drucken* in RFEM-Symbolleiste

Es erscheint der im Bild 11.2 dargestellte Dialog *Grafikausdruck*.

Im Ausdruckprotokoll kann eine Grafik 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.

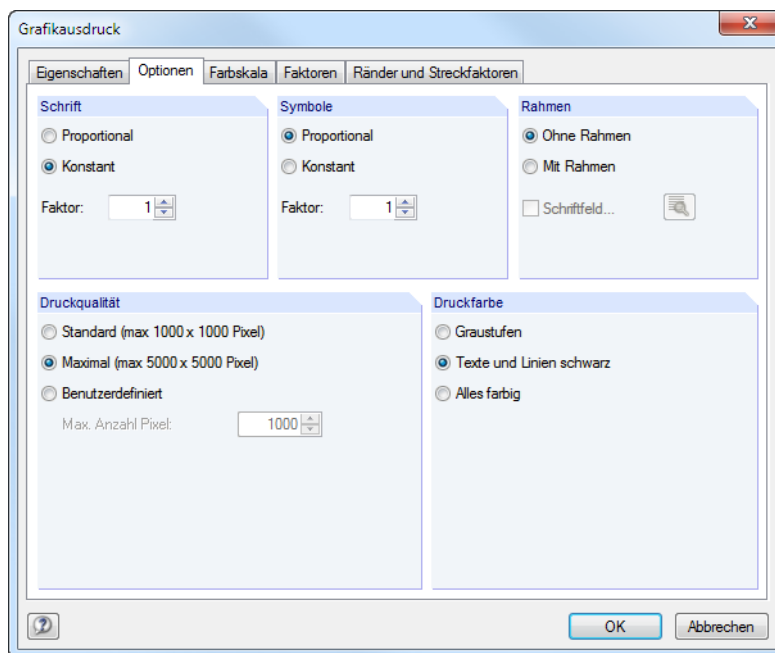


Bild 11.5: Dialog *Grafikausdruck*, Register *Optionen*

# 12 Allgemeine Funktionen

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

## 12.1 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 9). In diesen können die Parameter knotenspezifisch definiert werden.

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 über die Lastfall-Liste der Symbolleiste zugänglich.

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

### Neuen Bemessungsfall anlegen

Ein Bemessungsfall wird angelegt über das RF-JOINTS-Menü

**Datei → Neuer Fall.**

Es erscheint folgender Dialog.

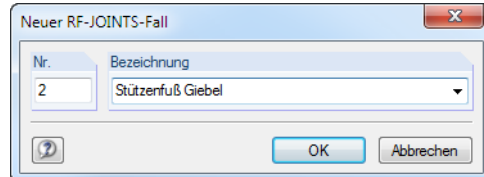


Bild 12.1: Dialog *Neuer RF-JOINTS-Fall*

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.

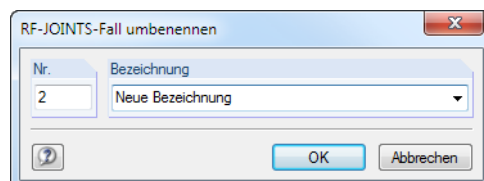


Bild 12.2: Dialog *RF-JOINTS-Fall umbenennen*

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.

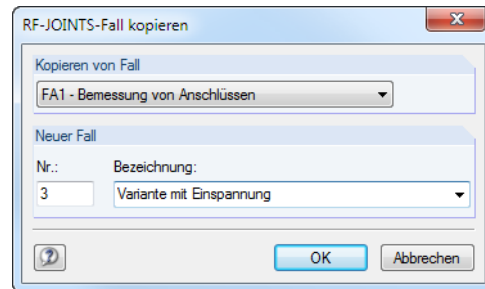


Bild 12.3: Dialog *RF-JOINTS-Fall kopieren*

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.

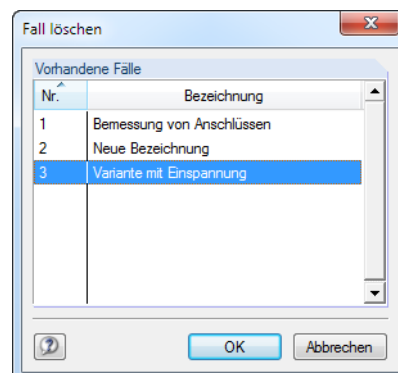


Bild 12.4: Dialog *Fall löschen*

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



## 12.2 Einheiten und Dezimalstellen

Die Einheiten und Nachkommastellen werden für RFEM und für die Zusatzmodule gemeinsam verwaltet. In RF-JOINTS ist der Dialog zum Anpassen der Einheiten zugänglich über Menü

**Einstellungen → Einheiten und Dezimalstellen.**

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

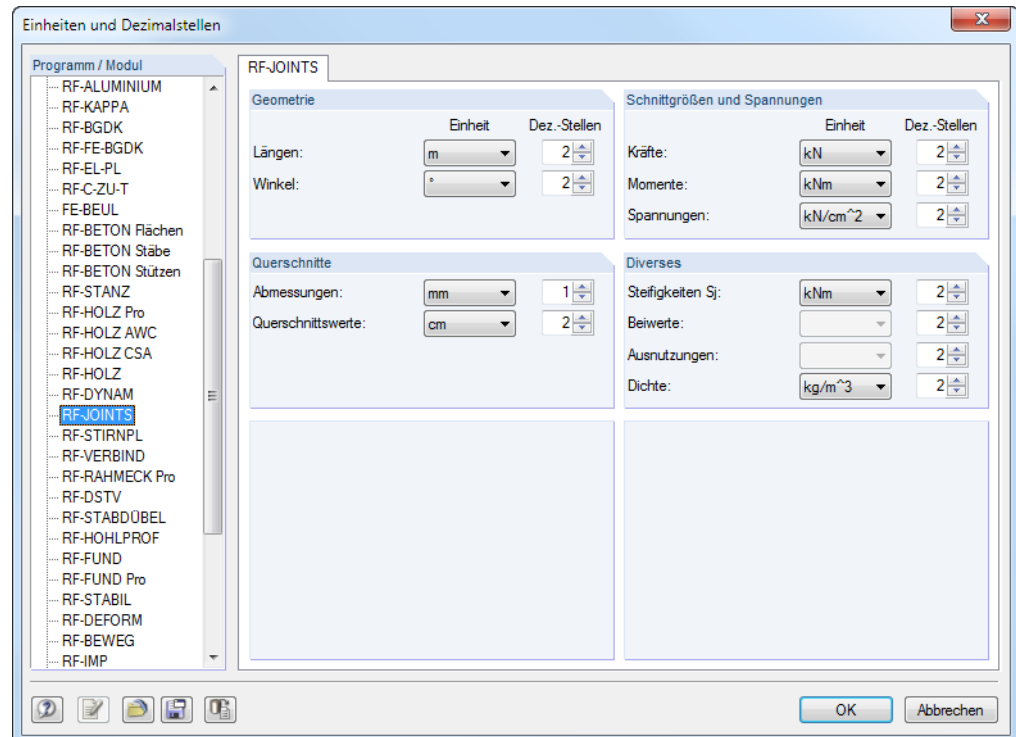


Bild 12.5: Dialog *Einheiten und Dezimalstellen*



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

## 12.3 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 11.1, Seite 87](#)) und dort exportiert werden über Menü

**Datei → Export in RTF.**

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

## Excel / OpenOffice

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

**Datei → Tabellen exportieren.**

Es öffnet sich folgender Exportdialog.

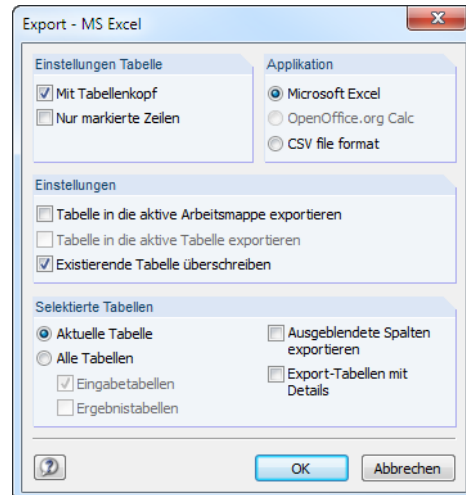


Bild 12.6: Dialog *Export - MS Excel*

Wenn die Auswahl feststeht, kann der Export mit [OK] gestartet werden. Excel bzw. OpenOffice werden automatisch aufgerufen, d. h. die Programme brauchen nicht zuvor geöffnet werden.

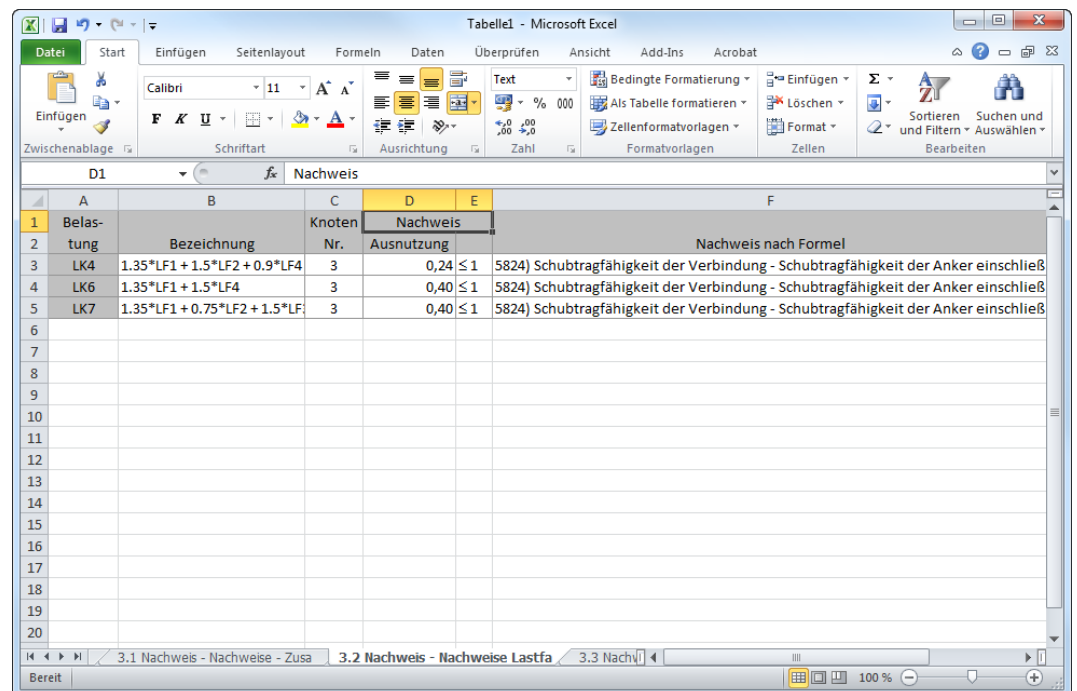


Bild 12.7: Ergebnis in Excel

# 13 Beispiele

Dieses Kapitel stellt zwei Beispiele für Verbindungsnachweise mit RF-JOINTS vor. Weitere Beispiele finden Sie auf unserer Website unter den Referenzbeispielen: <https://www.dlubal.com/de/examples.aspx>

## 13.1 Stahl Stützenfuß

Ein gelenkiger Stützenfuß wird nach EN 1993-1-8 [1] und EN 1992-1-1 [7] untersucht.

Das Beispiel ist dem Buch „Stahlbau nach EC 3“ [8], Seite 261 entnommen.

### 13.1.1 System und Belastung

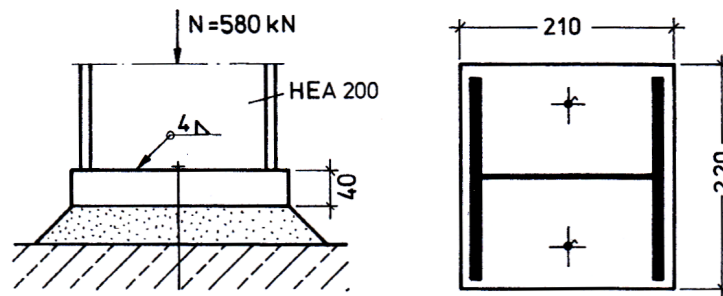


Bild 13.1: System und Belastung nach [8]

### 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
Ausrundungsradius	$r_c$	18	mm
Querschnittsfläche	$A_c$	53,8	cm <sup>3</sup>

Tabelle 13.1: 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 13.2: Fußplatte

## Belastung

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

Tabelle 13.3: Belastung

### 13.1.2 Eingabe in RF-JOINTS

#### 13.1.2.1 Basisangaben

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

In Maske 1.1 *Basisangaben* sind folgende Eingaben vorzunehmen.

Bild 13.2: 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.

### 13.1.2.2 Knoten und Stäbe

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

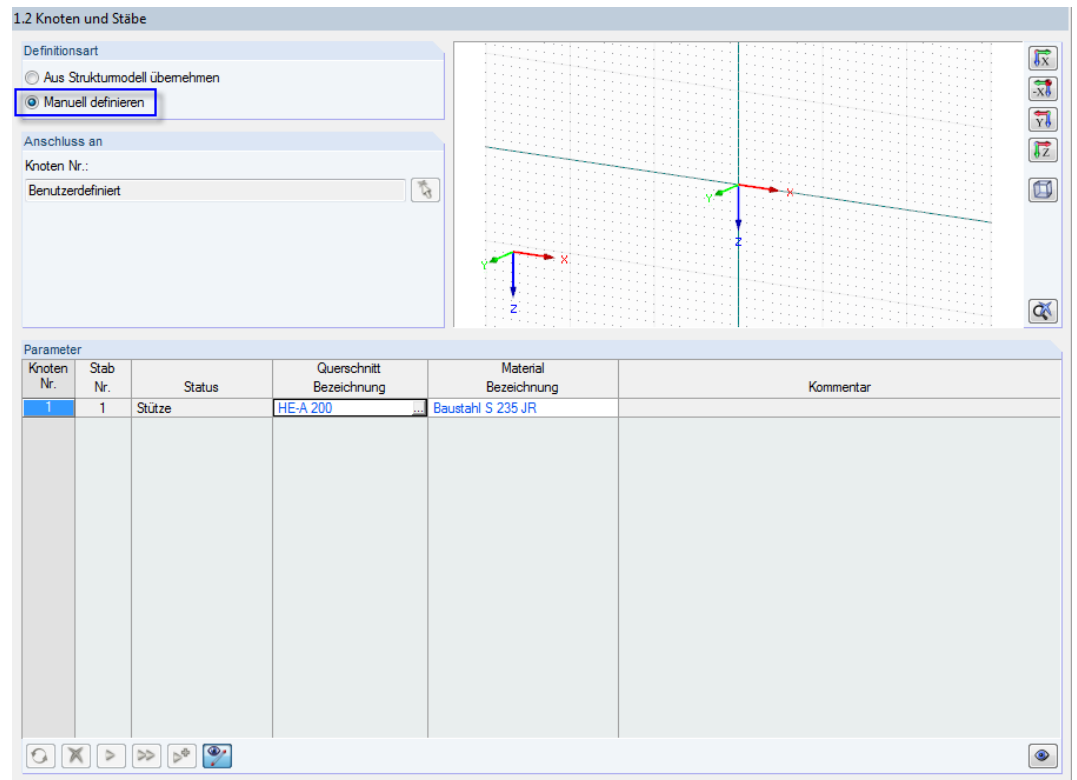


Bild 13.3: Maske 1.2 *Knoten und Stäbe*

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.

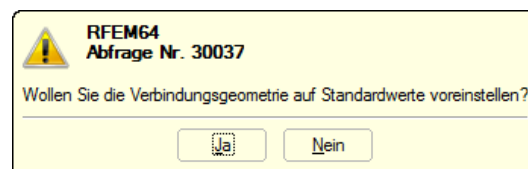


Bild 13.4: RFEM-Abfrage

### 13.1.2.3 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 13.5: Maske 1.3 Schnittgrößen

### 13.1.2.4 Stützenfuß

Maske 1.4 *Stützenfuß* verwaltet die Parameter des Fundaments.

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\_b=10 mm  
Material Baustahl S 235

Bild 13.6: 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:

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

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

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

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

### 13.1.2.5 Fußplatte und Schweißnähte

Die Fußplatte besteht ebenfalls aus Stahl S 235 JR.

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

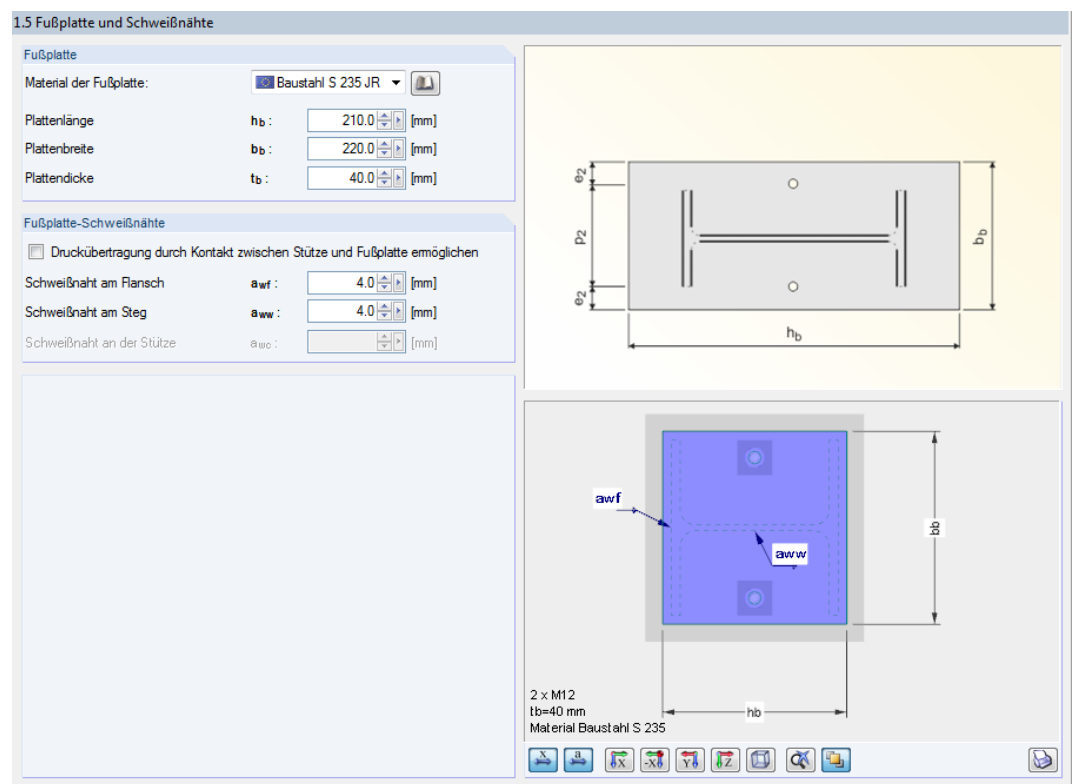


Bild 13.7: Maske 1.5 Fußplatte und Schweißnähte

Gemäß [Tabelle 13.2](#) ist die Fußplattendicke mit **40 mm** einzugeben. Die Dicken der Schweißnähte am Flansch und Steg der Stütze betragen jeweils **4 mm**.

### 13.1.2.6 Anker

Da das Beispiel in [8] keine Angaben zu den Ankern enthält, werden **Gerade Rippenanker** mit Durchmesser **M18** und Festigkeitsklasse **5.6** ausgewählt.

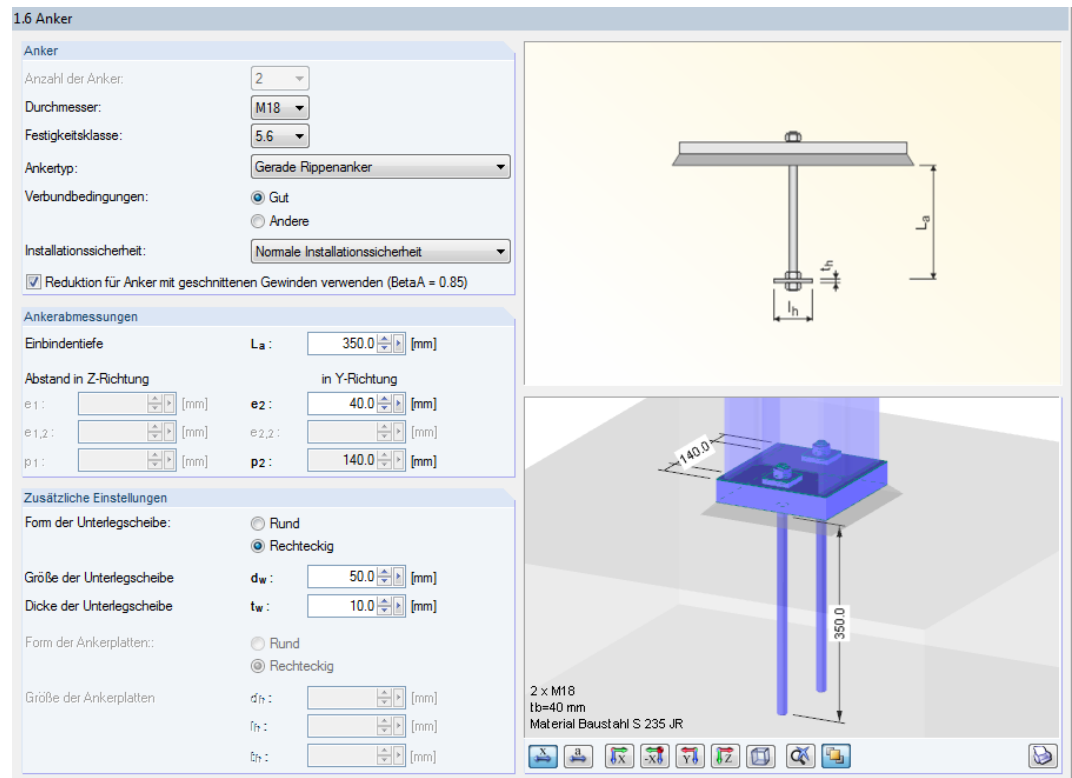


Bild 13.8: Maske 1.6 Anker

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.



### 13.1.2.7 Schubübertragung

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

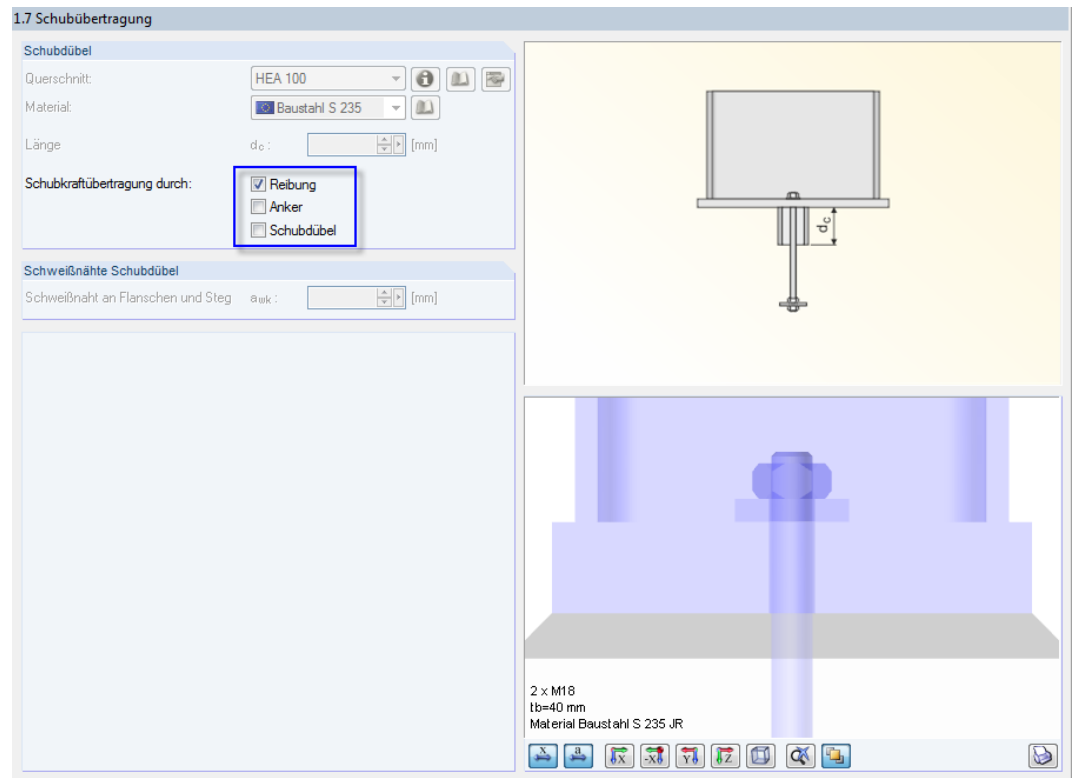


Bild 13.9: Maske 1.7 Schubübertragung

Die Eingabedaten liegen nun vollständig vor.

### 13.1.3 Berechnung

Berechnung

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

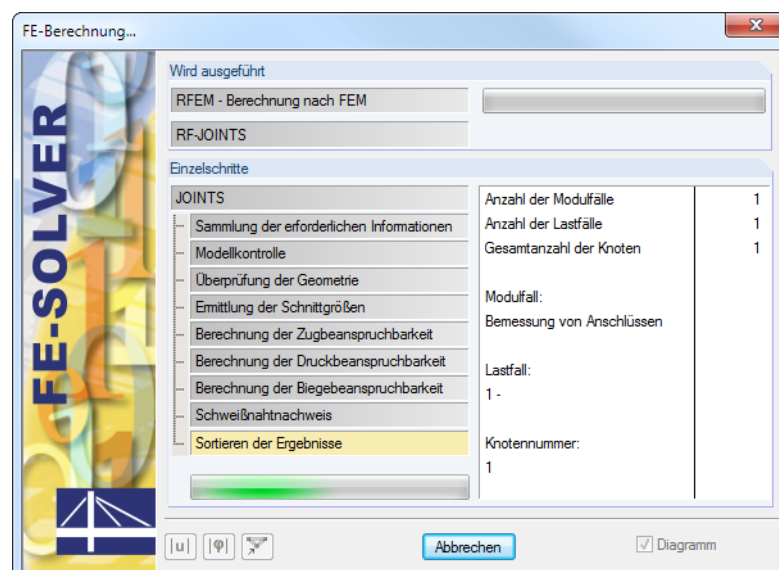


Bild 13.10: Dialog Berechnung

## 13.1.4 Nachweise

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

### 13.1.4.1 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	

Bild 13.11: Maske 3.1 *Nachweise - Zusammenfassung*, Teil der Verbindung im Druckbereich

## Spannungskonzentrationsfaktor

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

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

## Beton- und Mörtelsteifigkeit unter Lagerpressung

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

## Ausbreitungsbreite

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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:

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

### 13.1.4.2 Schubtragfähigkeit der Verbindung

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

☐ Schnittgrößen

☐ Stütze

Größe	Wert	Einheit
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

Parameter	Wert	Einheit	Formel
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

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

Bild 13.12: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung, Schubtragfähigkeit der Verbindung

### Gleitwiderstand zwischen Fußplatte und Mörtelschicht

$$F_{f,Rd} = C_{f,d} N_{c,Ed} \quad [1] \text{ Gleichung (6.1)}$$

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

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

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

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.

### 13.1.4.3 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 Flanschennahut übertragene Quer	$V_f$	0.00 kN	
Normalkraft in Stütze	$N$	-580.00 kN	
Schweißnaht-Korrelationskoeffizient	$\beta_w$	0.80	Tab. 4.1
Schubfläche der Schweißnaht in Y-Richt	$A_{w,y}$	28.60 cm <sup>2</sup>	
Schubfläche der Schweißnaht in Z-Richt	$A_{w,z}$	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 Schweiß	$\sigma_{senk}$	10.43 kN/cm <sup>2</sup>	4.5.3.2(4)
Schubspannung senkrecht zur Schweiß	$\tau_{senk}$	10.43 kN/cm <sup>2</sup>	4.5.3.2(4)
Schubspannung parallel zur Schweißna	$\tau_{par}$	0.00 kN/cm <sup>2</sup>	4.5.3.2(4)
Gesamtspannung in der Schweißnaht	$\sigma_w$	20.86 kN/cm <sup>2</sup>	4.5.3.2(6)
Ausnutzung der Normalspannung		0.40	
Gesamtspannungsausnutzung		0.58	
Ausnutzung	$\eta$	0.58	≤ 1

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

Bild 13.13: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung, Stützenflansche an Fußplatte

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

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

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

Nachweis:

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

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

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

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

Nachweis:

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

# Stützensteg

3.1 Nachweis - Nachweise - Zusammenfassung

	A	B	C	D	E
	Maßgebend	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

☐ 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	$A_{w,y}$	28.60	cm <sup>2</sup>
Schubfläche der Schweißnaht in Z-Richt	$A_{w,z}$	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 13.14: Maske 3.1 Nachweise - Zusammenfassung, Stützensteg an Fußplatte

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

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

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

Nachweis:

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

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

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

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

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

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

Nachweis:

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

## 13.2 Holz Stahl zu Holz

Das zweite Beispiel beschreibt die Ermittlung der Steifigkeiten und die wesentlichen Nachweise eines einfachen Stabdübelanschlusses.

### 13.2.1 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)

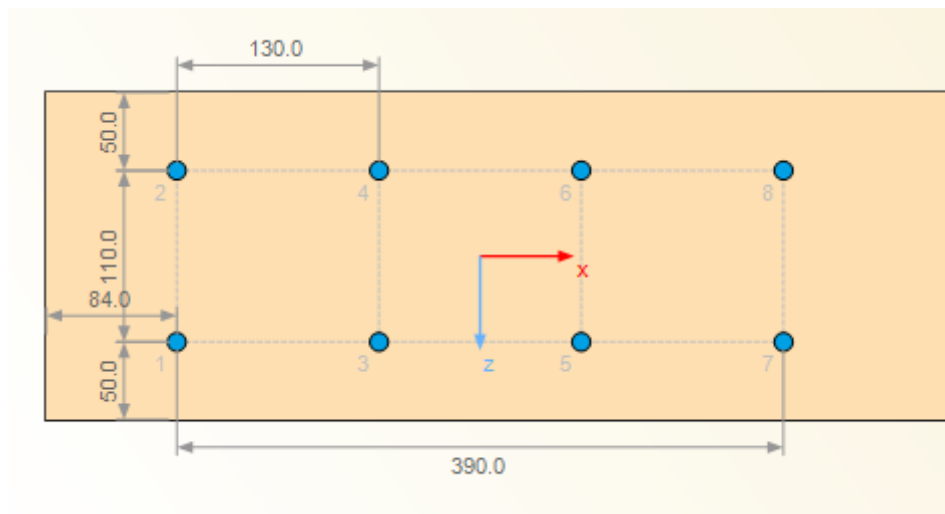


Bild 13.15: Geometrie der Verbindung

### 13.2.2 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	$x_i^2 \text{ [cm}^2\text{]}$	$z_i^2 \text{ [cm}^2\text{]}$
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 13.4: 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 einen stärkeren Dübel höhere Kräfte zugewiesen werden.

#### 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.

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

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.

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

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.

## 13.2.3 Nachweise Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Anschlussberechnung werden in Maske 3.1 *Nachweise Zusammenfassung* in einer Übersicht ausgewiesen.

3.1 Nachweise - Zusammenfassung

A		B		C		D		E	
Maßgebend		Last		Nachweis		Ausnutzung		Nachweis nach Formel	
Knoten									
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 - Blockscherensversagen 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 Faserrichtung 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 Faserrichtung infolge Momentes				
1	LF3		OK		6510) Hauptstab 1 - Stabdübelgeometrie - Minimaler Abstand zwischen Kreisen (Rechtecken) und zwischen Stabdübeln im Kreis (Ri				

Max. Ausnutzung: 1.05 > 1

Nachweisdetails - Knoten Nr. 1

Kraft-Faserwinkel	α	57.44	°
Ausnutzung	η	0.272	
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	
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 13.16: 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	[9] 6.2.10
5009	Lochleibung	[1] Tabelle 3.4
5010	Stahlblech bei Biegung und Schub ohne Normalkraft	[9] 6.2.8
6010	Tragfähigkeit je Stabdübel	[2] 8.2.3 und 8.6
6030	Blockscherversagen	[2] Anhang A
6031	Effektive Anzahl an Verbindungsmitteln ( $n_{eff}$ )	[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 13.21)	[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 13.5: Nachweisnummern und Nachweise

### 13.2.3.1 Stahlblech bei Normalkraft, Schub und Biegung

Der Nachweis **5005** des eingeschlitzten Stahlblechs gemäß [9] Abschnitt 6.2.10 ist wie folgt.

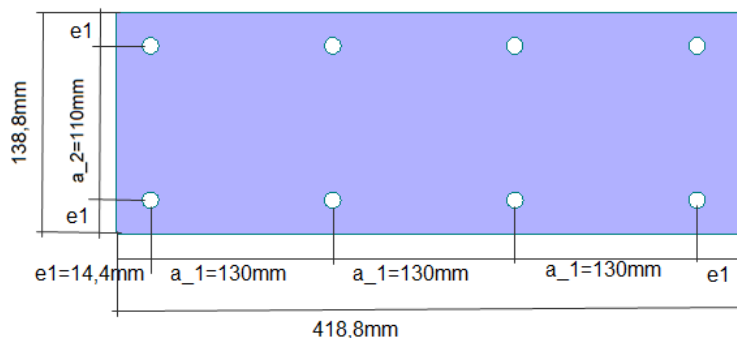


Bild 13.17: Abmessungen Stahlblech

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	$n$	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 13.18: Nachweis 5005 - Stahlblech bei Normalkraft, Schub und Biegung

### 13.2.3.2 Lochleibung

Beim Nachweis **5009** der Lochleibungstragfähigkeit gemäß [1] Tabelle 3.4 werden die im folgenden Nachweis 6010 vorgestellten Kräfte pro Stabdübel verwendet (siehe Tabelle 13.6). 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 13.19: Nachweis 5009 - Lochleibung gemäß EN 1993-1-8, Tabelle 3.4

Der Abstand des Dübels zum Blechrand wird stets in Kraftrichtung angesetzt.

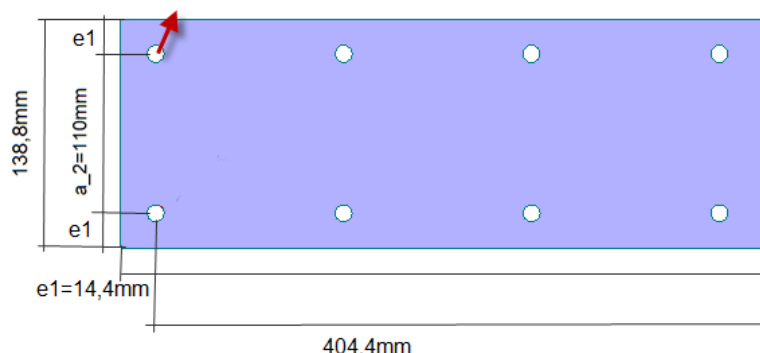


Bild 13.20: Abstände zum Blechrand

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 13.6** in die lokale x-Richtung des Stabes vor.

Nachweis:

$$\eta = \frac{F_{Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{3,45kN}{34,56kN} = 0,1$$

### 13.2.3.3 Tragfähigkeit je Stabdübel

Der Nachweis **6010** untersucht die Tragfähigkeit der Stabdübel. Über das polare Trägheitsmoment werden die Kräfte je Stabdübel in jeder Richtung berechnet.

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

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

$$F_{i,\text{res}} = \sqrt{F_{i,x}^2 + F_{i,z}^2}$$

Resultierende Kraft je Dübel

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

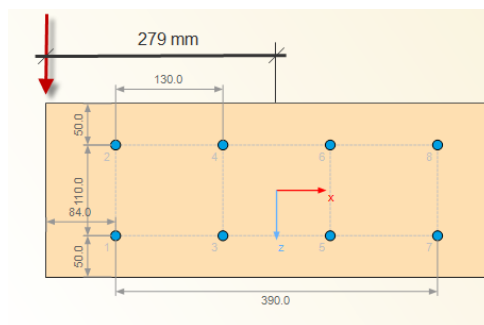


Bild 13.21: Abstand der Querkraft zum Schwerpunkt des Dübelbildes

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  $-8,6 \text{ kNm}$ :

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

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 13.6: Resultierende Kraft je Dübel**

Grafisch aufbereitet orientieren sich die Kräfte wie folgt:

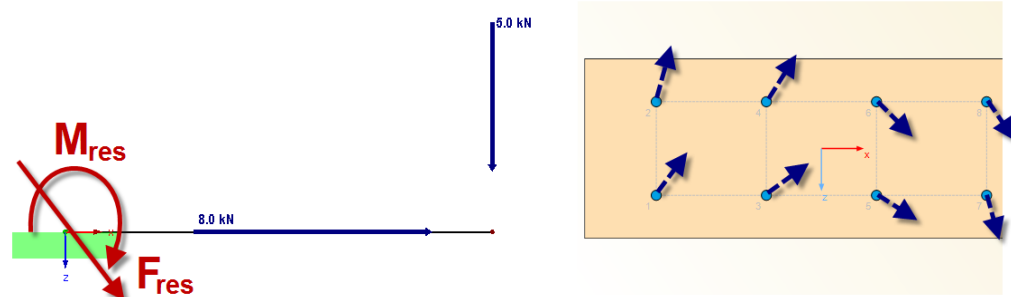


Bild 13.22: Resultierende Kraft an Stabdübeln (qualitativ)

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	$F_{res}$	9.93	kN	
Resultierende Stabdübelverformung	$d_{res}$	0.6	mm	
Kraft-Faserwinkel	$\alpha$	69.67	°	
Ausnutzung	$\eta$	0.81		
Stabdübel-Nr.		2		
Koordinate	x	-195.0	mm	
Koordinate	z	55.0	mm	
Resultierende Kraft	$F_{res}$	9.42	kN	
Resultierende Stabdübelverformung	$d_{res}$	0.6	mm	
Kraft-Faserwinkel	$\alpha$	81.15	°	
Ausnutzung	$\eta$	0.79		
Stabdübel-Nr.		3		

Bild 13.23: Nachweis 6010 - Tragfähigkeit je Stabdübel

Die resultierende Stabdübelverformung wird ebenfalls ausgegeben. Sie errechnet sich unter Berücksichtigung des Verschiebungsmoduls  $K_{ser}$ , der im Kapitel 13.2.2 bestimmt wurde.

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

Für den ersten Dübel ergibt sich somit folgende Verformung:

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

### 13.2.3.4 Tragfähigkeit je Scherfuge und Stabdübel

Der Nachweis 6010 erfolgt gemäß [2] Abschnitt 8.2.3.

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

Die Lochleibungsfestigkeit wird gemäß [2] Abschnitt 8.5.1.1 nachgewiesen.

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

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

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

$$k_{90} = 1,53 \quad (8.33)$$

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 13.6](#) 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 13.7: 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 13.8: 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.

### 13.2.3.5 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 13.24: Blockscherversagen (Quelle: *Tragfähigkeit von Brettsperrholz*; H.J. Blaß, T. Uibel)

Für das Beispiel wird der Nachweis mit dem Zugkraftanteil der Beanspruchung geführt.

Im Nachweis gemäß [2] Anhang A werden zwei Versagenssituationen unterschieden.

1. Scherversagen der äußeren Verbindungsmittelreihen



Bild 13.25: Blockscherversagen (Fall 1 nach [2] Anhang A)

2. Zugversagen des Holzes (Komplettversagen der Verbindungsmittelgruppe)

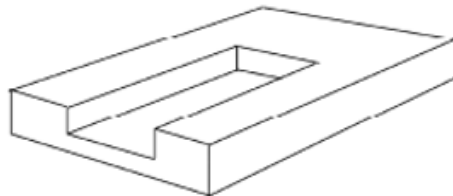


Bild 13.26: Blockscherversagen (Fall 2 nach [2] Anhang A)

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*.

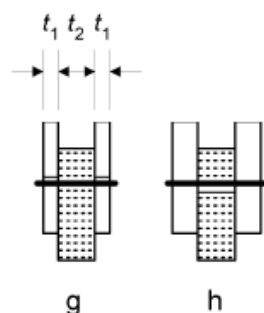


Bild 13.27: Versagensmechanismen

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

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

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

Die effektive Dicke gegen Blockscherversagen wird fast um die Hälfte reduziert. Der Nachweis wird mit der reduzierten Nettofläche geführt.

In unserem Beispiel ergeben sich auch relativ geringe Anschlussflächen des äußeren Randes. Im Bild 13.28 werden diese Bereiche mit  $F_{bs,Rk,t,edge}$  bezeichnet.

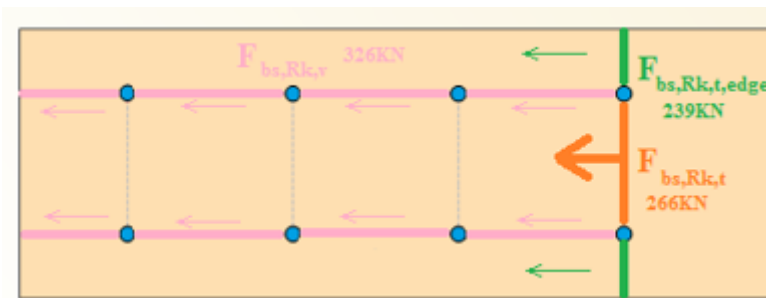


Bild 13.28: Kräfte in Anschlussflächen

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

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

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

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

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

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

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

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

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



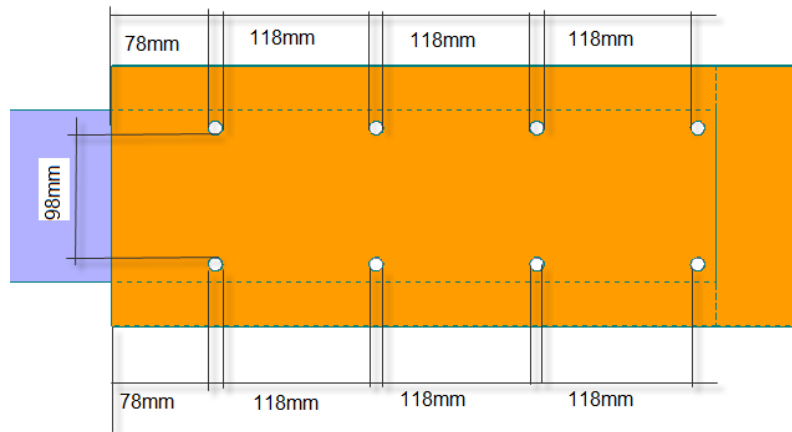


Bild 13.29: Nettolängen

Nachweis:

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

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

### Exkurs: Vergleich der Versagenszustände

Um die Besonderheiten dieses Nachweises zu vertiefen, werden weitere mögliche Konstellationen vorgestellt. Im **ersten Fall** wird die Anschlussgeometrie aus Bild 13.15 so verändert, dass die Randbereiche  $F_{bs,Rk,t,edge}$  der Verbindungsmittelgruppe versagen.

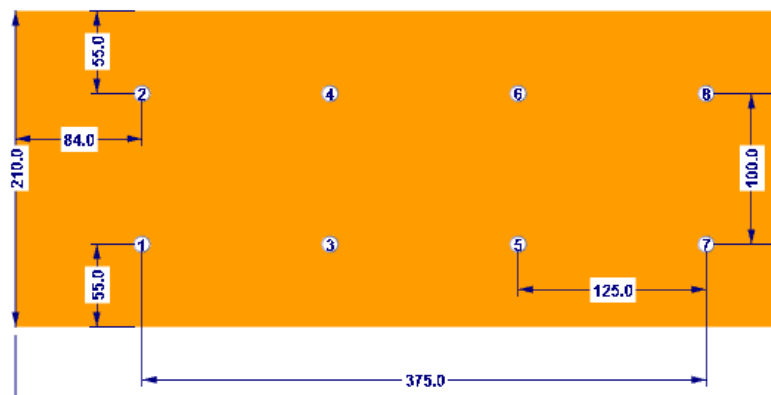


Bild 13.30: Geometrie für Versagen im Randbereich

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:

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

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.

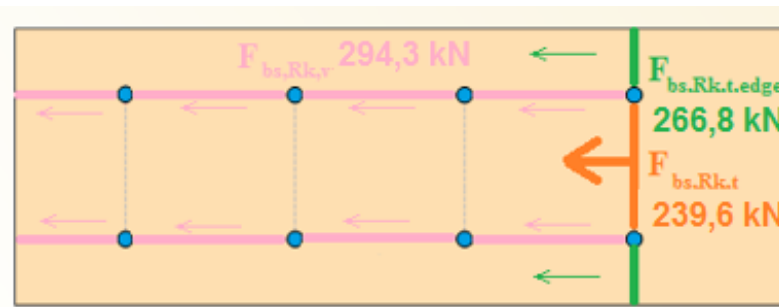


Bild 13.31: Kräfte im Versagensmodus

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

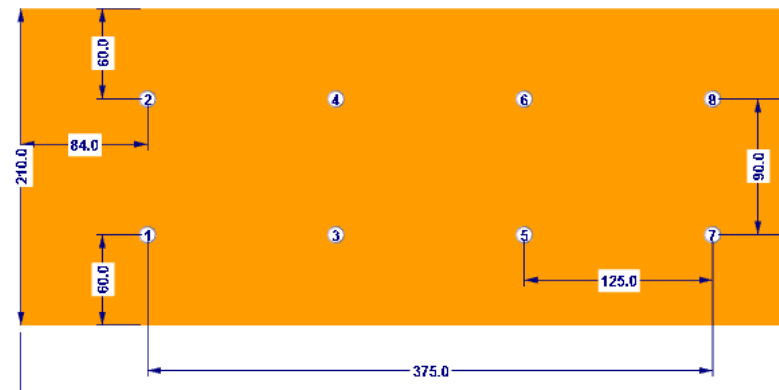


Bild 13.32: Geometrie für Versagen auf Schub

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

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

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.

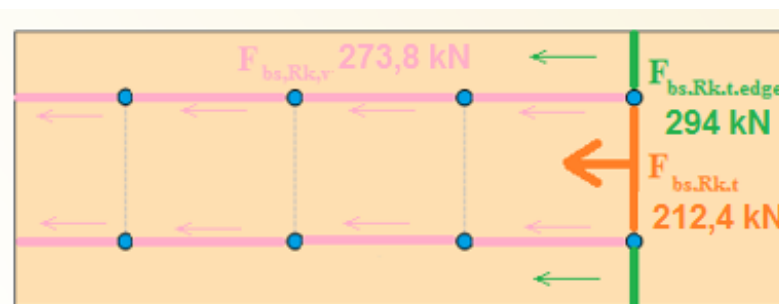


Bild 13.33: Kräfte im Versagensmodus

### 13.2.3.6 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 Reihe	$a_1$	130.0	mm	
Wirksame Anzahl der Dübel	$n_{\text{eff}}$	3.33		(8.34)
Abgeminderter Bemessungswert der Tragfähigkeit	$F_{v,Rk,\text{red}}$	42.45	kN	(8.1)
⊞ Stabdübelgruppe senkrecht zur Faser				
Durchmesser	$d_{\text{st}}$	12.0	mm	
Anzahl der Stabdübel in einer Reihe	$n$	4		
Mindestabstand zwischen Stabdübeln in Reihe	$a_1$	130.0	mm	
Wirksame Anzahl der Dübel	$n_{\text{eff}}$	3.33		(8.34)
Abgeminderter Bemessungswert der Tragfähigkeit	$F_{v,Rk,\text{red}}$	42.45	kN	(8.1)
Wirkende Kraft in Verbindung parallel zur Faser	$F_{\text{Ed,tot}}$	8.00	kN	
Totaler Bemessungswert der Tragfähigkeit	$F_{v,\text{ef},\text{Rd,tot}}$	84.90	kN	
Ausnutzung	$\eta$	0.09		

Bild 13.34: Nachweis 6031 - Effektive Anzahl an Verbindungsmitteln

Die effektive Anzahl der Stabdübel, die in einer Reihe liegen, ermittelt sich wie folgt:

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

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:

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

Da im Beispiel zwei Reihen im Gesamtdübelbild vorliegen, beträgt die Tragfähigkeit 84,9 kN.

### 13.2.3.7 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.

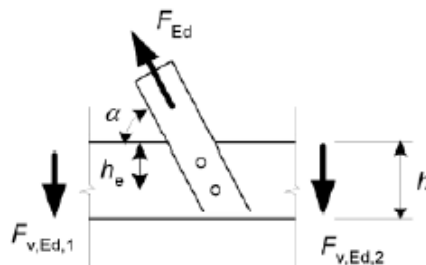


Bild 13.35: Angreifende Querkraft gemäß [2] Bild 8.1

Die maximale Querkraft im Beispiel beträgt 5 kN.

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

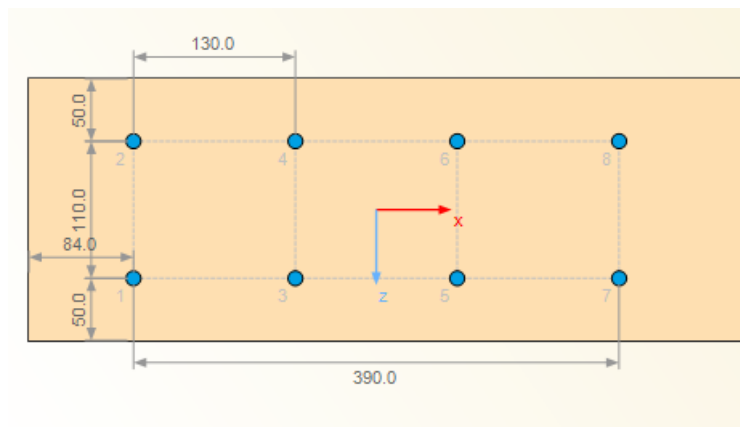


Bild 13.36: Geometrie der Verbindung

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 Rand	$h_e$	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 13.37: Nachweis 6032 - Querkugtragfähigkeit

### 13.2.3.8 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 13.6](#) auf [Seite 111](#) aufgelistet.

Grafisch aufbereitet sind die Kräfte wie folgt orientiert:

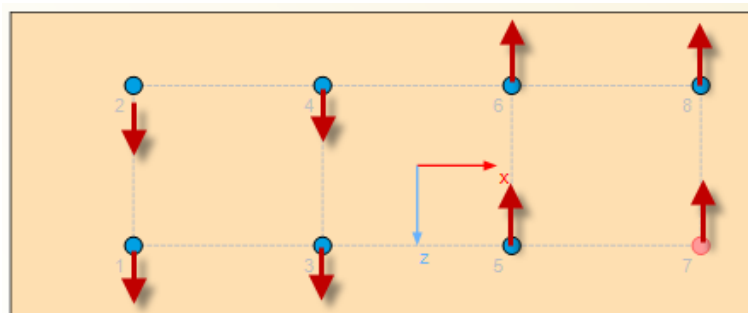


Bild 13.38: Resultierende Kräfte an Stabdübeln (qualitativ) in z-Richtung

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

### 13.2.3.9 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.

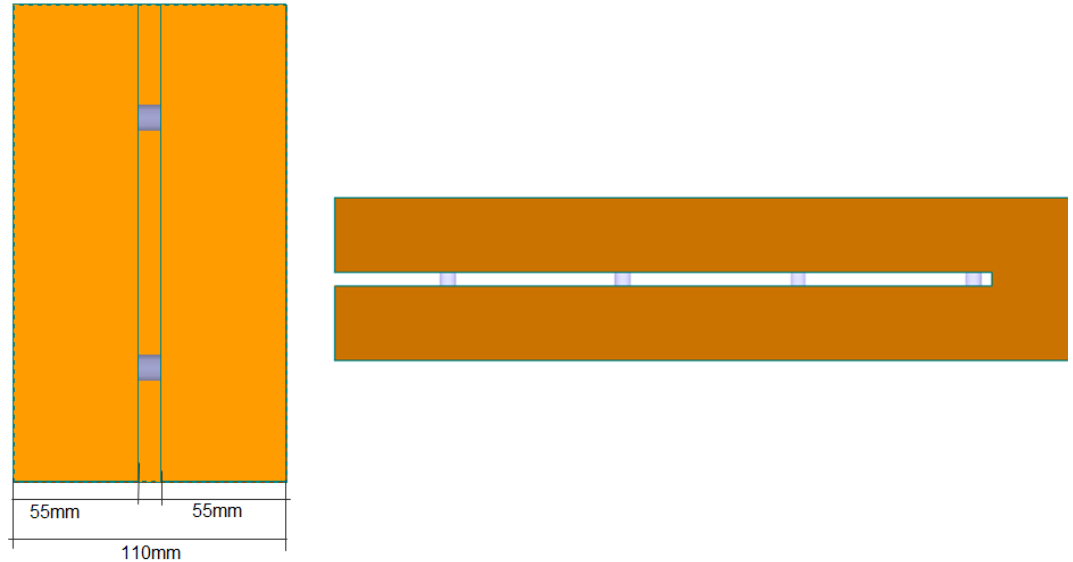


Bild 13.39: Querschnittsschwächung durch Blech

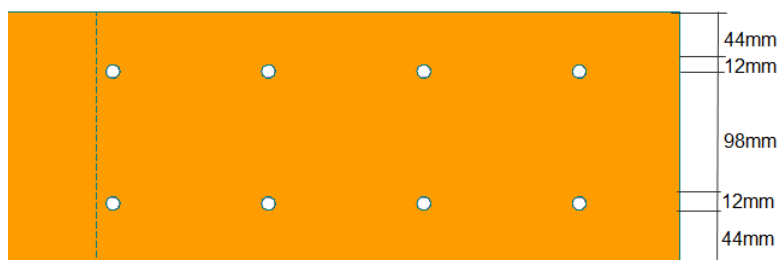


Bild 13.40: Querschnittsschwächung durch Dübel

Das Trägheitsmoment des ungeschwächten Querschnitts ist:

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

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.

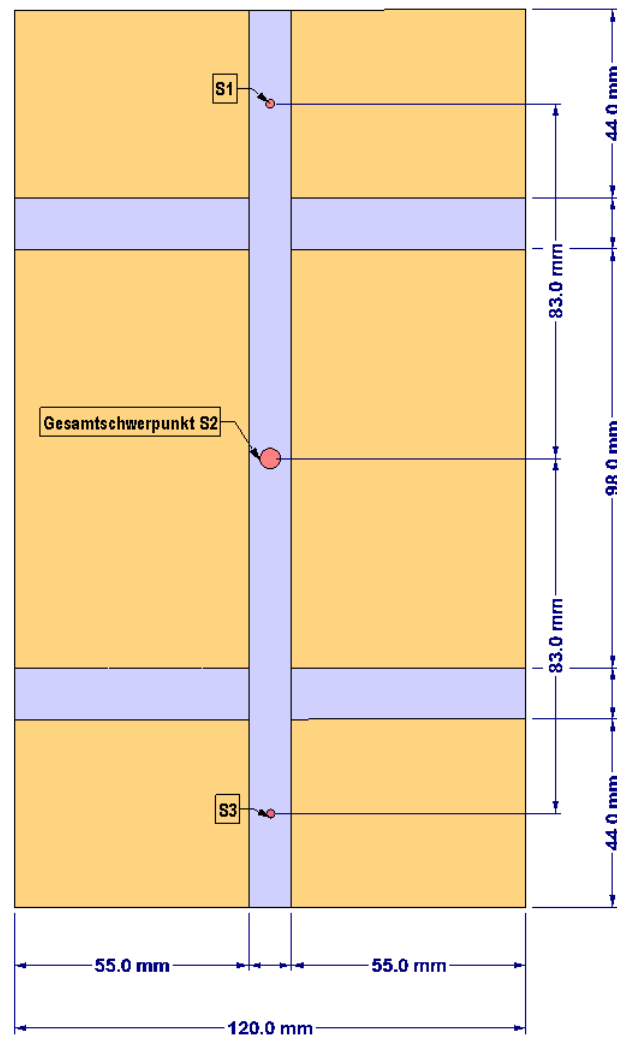


Bild 13.41: Querschnittsschwächung durch Dübellöcher

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:

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

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

$$I_{\text{net}} = I_{y1} + A_1 \cdot z_1^2 + I_{y2} + A_2 \cdot z_2^2 + I_{y3} + A_3 \cdot z_3^2 = 7\,687,4 \text{ cm}^4$$

Statisches Moment

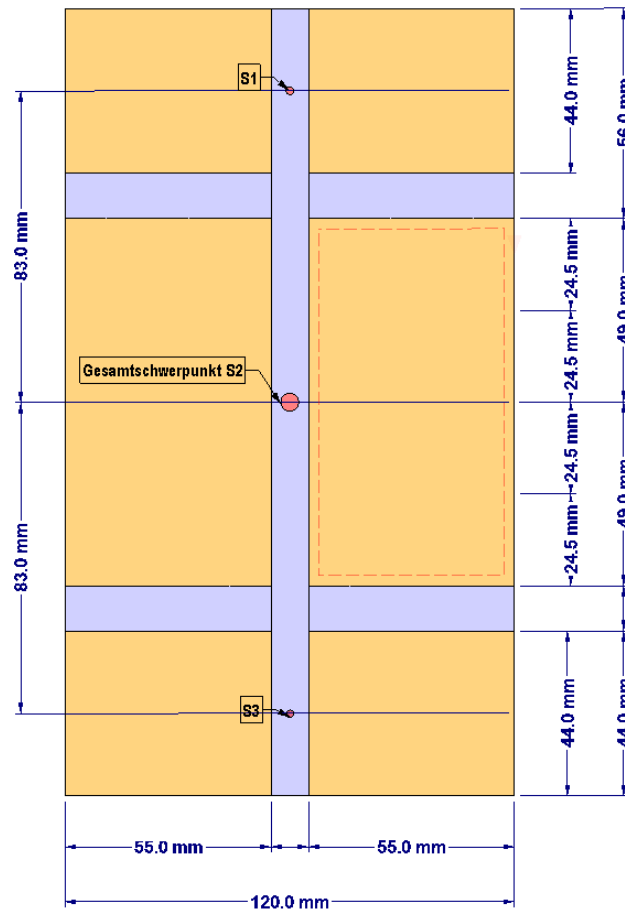


Bild 13.42: Abmessungen für statisches Moment

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

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		
Nettoholzquerschnitt 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 Lastenwirkungsd	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 13.43: Nachweis 6142 - Schubspannungsnachweis

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

### 13.2.3.10 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 7.2, Seite 53), 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 recht	$a_2$	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 13.44: 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.



# 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] *European Recommendations for the Design of Simple Joints in Steel Structures.* ECCS - European Convention for Constructional Steelwork, Mem Martins, 1. Auflage, 2009.
- [5] *Erläuterungen zur DIN 1052:2004-08.* DGfH Innovations- und Service GmbH, München, 2005.
- [6] K. W. Johansen. Theory of timber connections. *International Association of Bridge and Structural Engineering*, 1949.
- [7] *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.
- [8] Kahlmeyer/Hebestreit/Vogt. *Stahlbau nach EC 3.* Werner Verlag, Köln, 6. Auflage, 2012.
- [9] *EN 1993-1-1: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau.* Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2005.
- [10] *EN 1993-1-5: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-5: Plattenförmige Bauteile.* Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2006.
- [11] *SCHNEIDER: Bautabellen.* Werner Verlag, Braunschweig / Wiesbaden, 20. Auflage, 2012.

# Index

## A

Abschrägung	30
Anker	27, 28
Ankerplatte	27, 34
Anordnung	40
Anschluss	9, 71
Anschlussgruppe	7
Anschlusskategorie	7, 19, 32, 39, 48, 54
Anschlusstyp	8, 19, 32, 39, 48, 54
Ausdruckprotokoll	87, 89
Ausklindung	35, 52
Ausnutzung	77, 78

## B

Basisangaben	6
Bauteil	81
Beenden von RF-JOINTS	6
Belastung	13
Belastungstyp	62
Bemessungsfall	86, 90, 91
Bemessungswert	72
Benutzerprofil	92
Betonankerplatte	23
Biegesteife Verbindung	48
Blättern in Masken	6
Blech	40, 44
Bolzen	54

## D

Definitionsart	9
Detaileinstellungen	51
Details	71
Dezimalstellen	15, 92
Diagonale	43, 45
Drucken	87, 89
DSTV	47
Duktilität	33
Durchlaufstab	54

## E

Eingespannt	19
Einheiten	15, 92
Ergebnisauswertung	83
Ergebniskombination	13
Ergebnismasken	75
Ergebnisse-Navigator	86
Excel	93
Export	49, 71, 92
Exzentrizität	23, 26, 71

## F

Fahnenblech	32
Festigkeitsklasse	45
Fundament	23
Fußplatte	25

## G

Gelenkig	19
Gelenkige Verbindung	48
Geometrie	35, 43, 64, 76
Grafik	12, 81, 84, 86, 87
Grafikausdruck	87
Grenzwinkel	70, 73

## H

Hauptstab	54, 59
Holzzugfestigkeit	73

## I

Inaktiv	22, 34, 50
Installation	4
Installationssicherheit	27

## K

KLED	62
Knagge	32
Knoten	9, 79
Köcherfundament	24, 26
Kommentar	8
Kontakt	58
Kraft	15

## M

$k_{mod}$	62
-----------	----

## L

Lasteinwirkungsdauer	62
Lastfall	13, 14, 77, 78
Lastkombination	13

## M

Masken	6
Mast	38
Material	7, 11
Mindestabstand	56, 57
Modifikationsbeiwert	62
Mörtelschicht	23

<b>N</b>		SFS intec .....	57, 64
Nachweis .....	75, 77, 78, 79	Sichtbarkeiten .....	86
Nagel .....	54	Sichtmodus .....	83
Nationaler Anhang .....	8, 15	Spalt .....	35, 44
Navigator .....	6	Stab .....	9, 15
Nebenstab .....	55	Stabdübel .....	54
NKL .....	63	Stabexzentrizität .....	67, 71
Norm .....	8	Stahl zu Holz .....	53
Normalkraft .....	33	Stahlblech .....	64
Nutzungsklasse .....	62, 63	Starten von RF-JOINTS .....	5
<b>O</b>		Status .....	10, 60
OpenOffice .....	93	Stegwinkel .....	32
<b>P</b>		Steife .....	29, 30
Parameter .....	10	Stirnplatte .....	32
Priorität .....	42	Stütze .....	32
Programmaufruf .....	5	Stützenfuß .....	17, 23, 31
<b>Q</b>		<b>T</b>	
Querbalken .....	30	Träger .....	32
Querschnitt .....	10	Tragwerksmodell .....	71
<b>R</b>		<b>U</b>	
Randbewehrung .....	23	Überstand .....	52
Rangfolge Anschnitt .....	54, 55	Unterlegscheibe .....	27
Rechteck .....	66	<b>V</b>	
Reibung .....	28	Verbindungselement .....	35
Relationsbalken .....	83	Verbindungsexzentrizität .....	43
RF-DYNAM .....	13	Verbindungsgeometrie .....	43, 65
RFEM-Arbeitsfenster .....	86, 89	Verbindungsmittel .....	46
Rotationskapazität .....	33	Verbindungstypen .....	51
<b>S</b>		Verbund .....	27
Schaltflächen .....	83	Versatz .....	43
Schlitzblech .....	64	Verschiebungsmodul .....	73
Schnittgrößen .....	13, 14	Verstärkung mit Schrauben .....	68
Schraube .....	36, 45, 46, 51, 54, 68, 70	<b>W</b>	
Schraubenbverstärkung .....	68	Winkel .....	42, 59
Schubdübel .....	28	<b>Z</b>	
Schubkorrekturfaktor .....	56	Zugfestigkeit .....	73
Schubübertragung .....	28	Zwischenablage .....	92
Schweißnaht .....	25, 26, 28, 30, 45		