

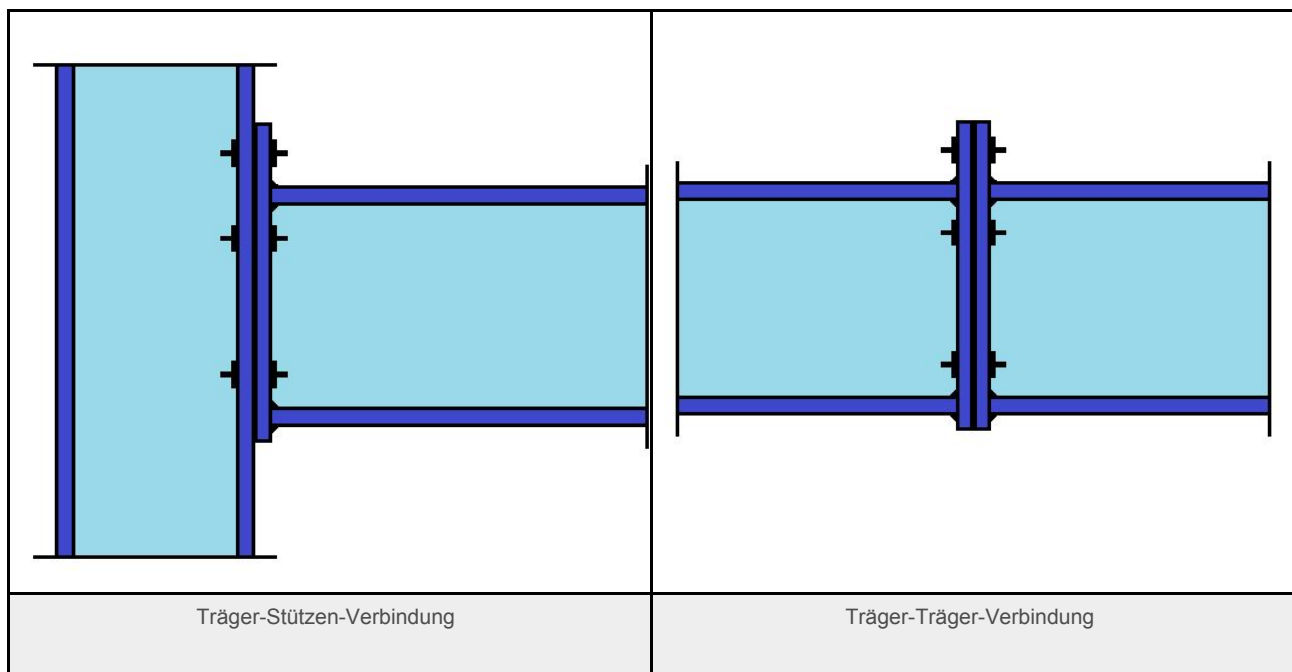
## Themen dieser Ausgabe

- [Bemessung von 4-reihigen biegesteifen Stirnplattenanschlüssen im Stahlbau](#)
- [FRILO-Release 2020-1 erscheint Mitte November](#)
- [KI - die Zeitschrift für den Konstruktiven Ingenieurbau - für FRILO-Kunden zum Vorzugspreis!](#)
- [FRILO-Campus | Neue Stabwerk-Schulung!](#)
- [Impressum](#)

## Bemessung von 4-reihigen biegesteifen Stirnplattenanschlüssen im Stahlbau

### Neue Berechnungsoptionen in den FRILO-Lösungen ST9, ST10 und ST14

Momententragfähige Anschlüsse mit Stirnplatten können in der Praxis sehr vielseitig als Träger-Träger- beziehungsweise als Träger-Stützen-Verbindung eingesetzt werden, z.B. als First-, Deckenträger, Stützenstoß oder als Bestandteil einer biegesteifen Rahmenecke. Das ist wichtig, denn Stahlrahmen oder auch Stahlträger aus Doppel-T-Profilen mit Längen über 18 Meter werden im Regelfall nicht als ein Bauteil zur Baustelle transportiert. Der Zusammenbau der vorgefertigten Einzelteile erfolgt für gewöhnlich vor Ort und mit Hilfe von geschraubten Stirnplattenanschlüssen. Somit ist die Planung und Berechnung von Bauteilverbindungen sowie Montagestößen in Stahlkonstruktionen ein wesentlicher Bestandteil bei der Erstellung von statischen Berechnungen.

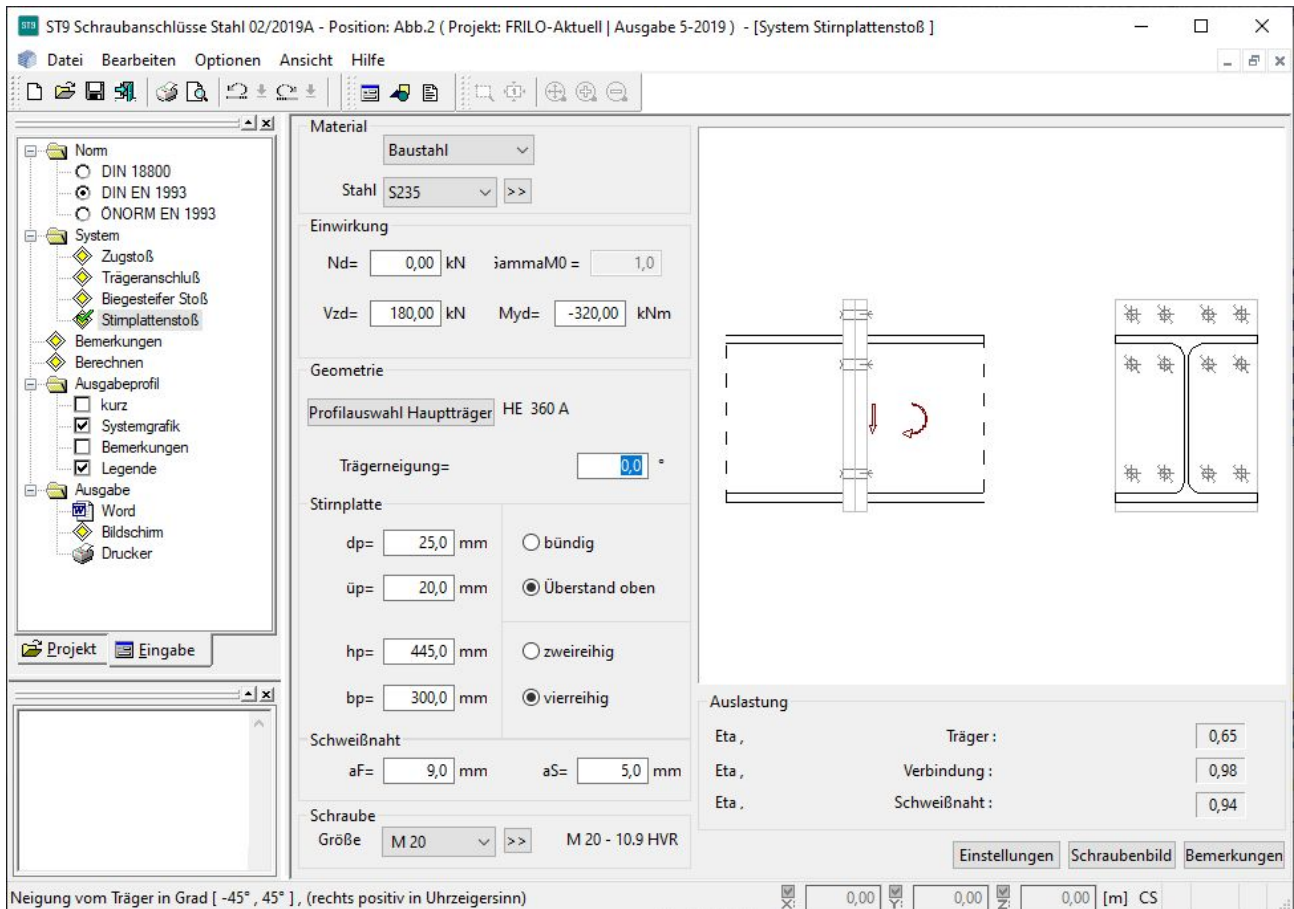


**Bild 1:** Mögliche Typen von biegesteifen Verbindungen

Mit dem Release 2019-2 wurde in den FRILO-Lösungen Schraubanschlüsse Stahl (ST9), Geschraubte Rahmenecke (ST10) sowie Geschweißte Rahmenecke (ST14) die Bemessung von geschraubten momententragfähigen Stirnplattenanschlüssen mit 4 vertikalen Schraubenreihen implementiert. Mit diesen Programmen ist der planende Ingenieur nun in der Lage, biegesteife Stirnplattenstöße, geschraubte Rahmenecken und die ggf. erforderlichen Montagestöße in der Nähe von geschweißten Rahmenecken mit 2 oder 4 vertikalen Schraubenreihen schnell und effizient zu berechnen.

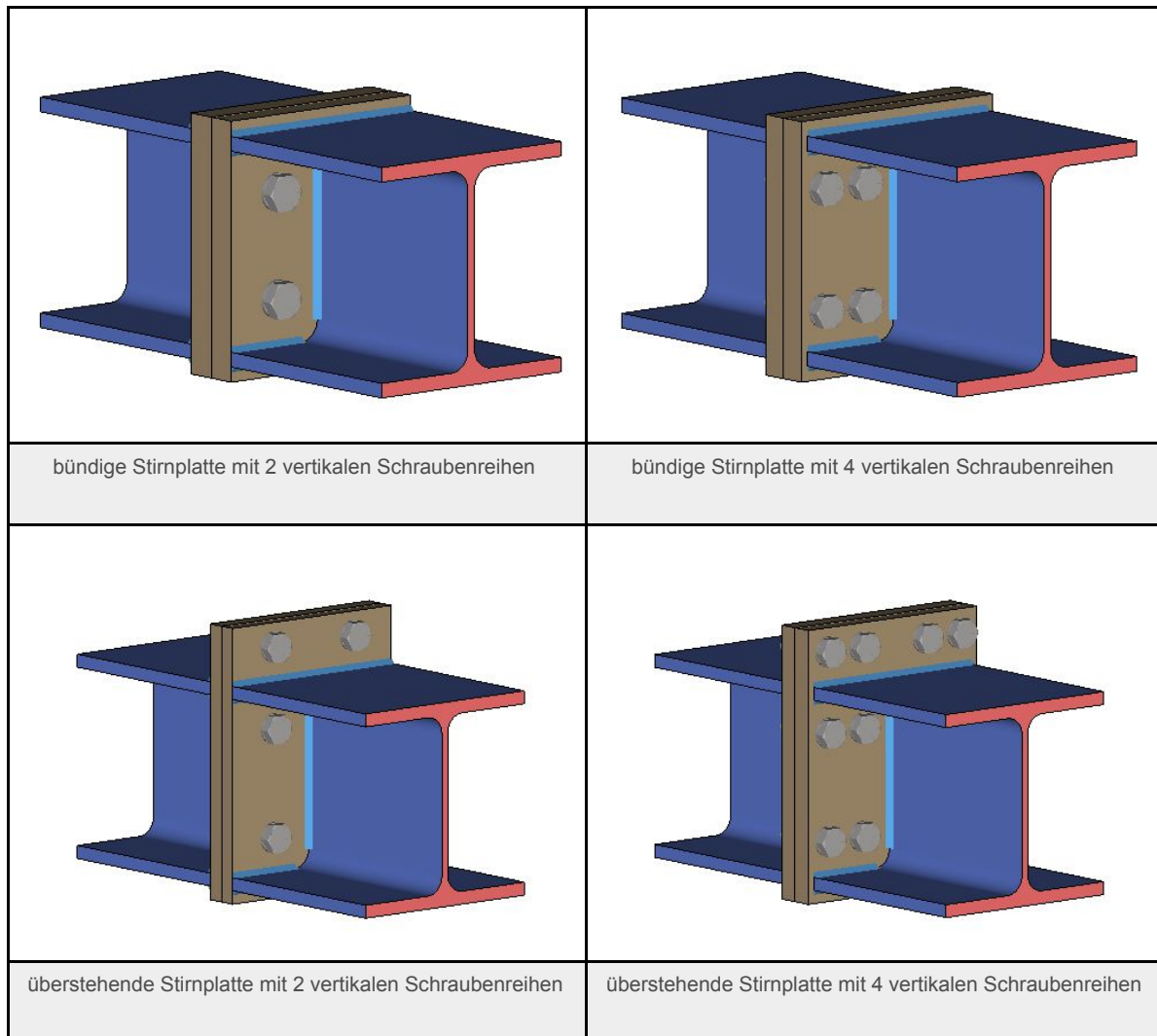
## Mögliche Anschlusskonfiguration

Unter einer Anschlusskonfiguration wird die Gestaltung eines Anschlusses verstanden. Der Anwender kann biegesteife Stirnplattenverbindungen mit 2 oder 4 vertikalen Schraubenreihen modellieren und bemessen. Je nach Programm gibt es verschiedene Einstellmöglichkeiten, um den zu berechnenden Anschluss konfigurieren und auch optimieren zu können.



**Bild 2:** Benutzeroberfläche im Programm Schraubanschlüsse Stahl (ST9)

Biegesteife Stirnplattenstöße können mit der FRILO-Lösung Schraubanschlüsse Stahl (ST9) bemessen werden. Solche Anschlüsse werden entweder als bündiger Stirnplattenstoß mit 2 Schrauben je Reihe oder mit einseitig überstehender Kopfplatte mit 3 Schrauben je Reihe definiert. Des Weiteren kann der Nutzer die Trägerneigung im Bereich von -45 bis 45 Grad frei wählen, um so beispielsweise Firststöße zu realisieren.

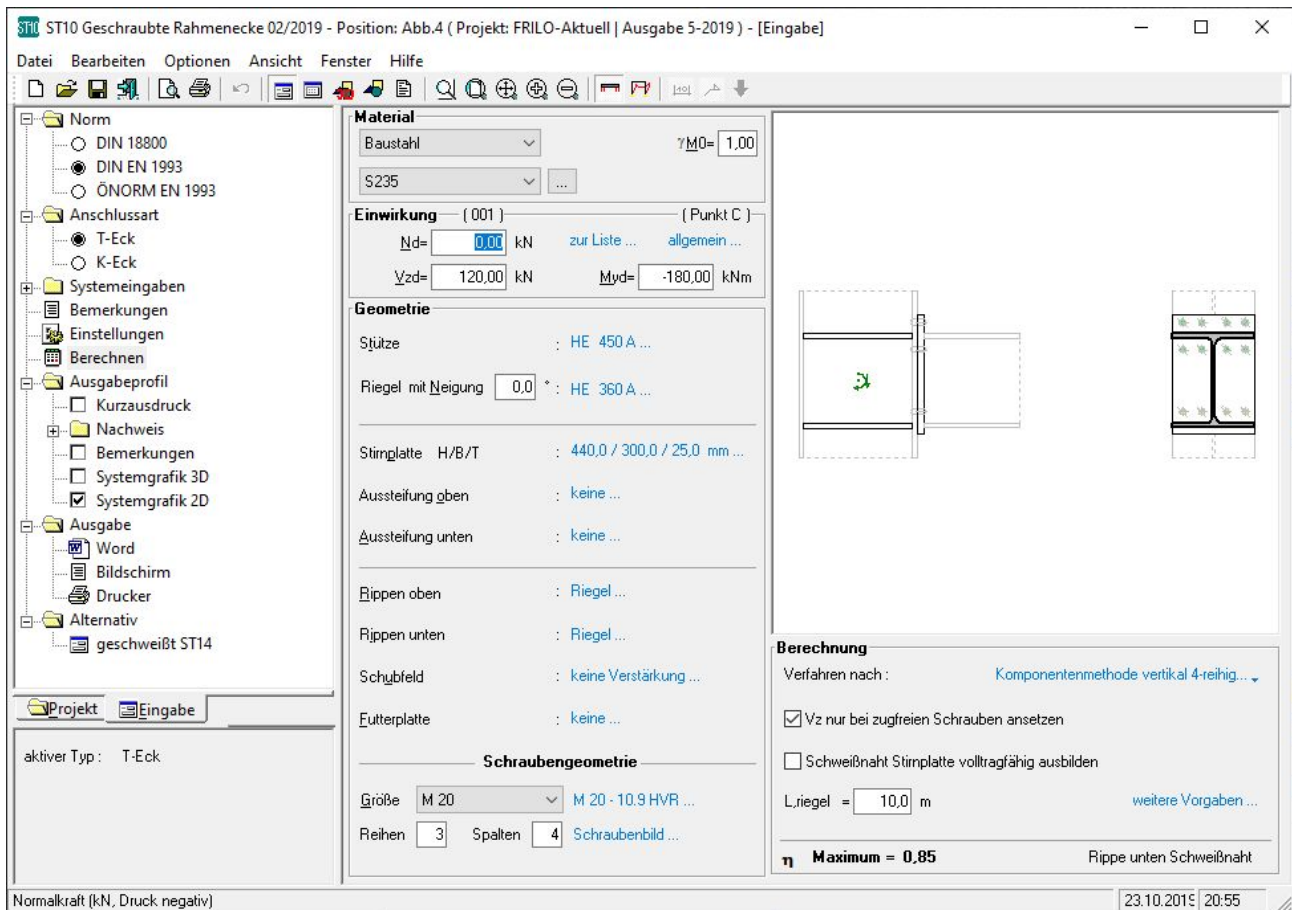


**Bild 3:** Mögliche Anschlusskonfigurationen für Stirnplattenstöße

Das Programm Geschraubte Rahmenecke (ST10) ist die ideale Lösung zur Bemessung von geschraubten momententragfähigen Rahmenknoten. Damit können typische Varianten von T- sowie K-Eckverbindungen nachgewiesen werden:

- T-Eck ohne Eckverstärkung
- T-Eck mit Eckverstärkung bzw. Voute ein- oder beidseitig
- K-Eck mit/ohne Eckverstärkung bzw. Voute

Alle oben aufgezählten Verbindungstypen haben eines gemeinsam: Der Rahmenriegel wird mittels einer Stirnplatte an der Stütze befestigt. In allen Varianten kann die Tragfähigkeit des Stützenschubfeldes durch Anordnung von Diagonalsteifen oder einer einseitigen Stegblechverstärkung erhöht werden. Außerdem lassen sich Stegrippen in der Stütze und bei vorhandener Eckverstärkung auch im Riegel anbringen. Wenn im Programm das Berechnungsverfahren „Komponentenmethode“ zur Anwendung kommt, welches standardmäßig voreingestellt ist, kann der Nutzer für vertikal 2- und 4-reihige Anschlüsse die gewünschte Schraubenanzahl variabel über die gewählte Anschlusshöhe verteilen.



**Bild 4:** Benutzeroberfläche im Programm Geschraubte Rahmenecke (ST10)

Die FRILO-Lösung Geschweißte Rahmenecke (ST14) ist primär ein Bemessungsprogramm für geschweißte Rahmenknoten in Stahltragwerken. Jedoch kann der Anwender zusätzlich einen fertigungs- und/oder transportbedingten Montagestoß im Riegel vorsehen. Dazu definiert er einen Stirnplattenstoß mit den gleichen Konfigurationsmöglichkeiten wie im Programm Schraubanschlüsse Stahl (ST9), den Abstand vom Riegelanfang sowie die am Stoß wirkenden Bemessungsschnittgrößen.

### Querschnitte / Materialien / Schrauben

Als Träger- bzw. Stützenprofile können doppelsymmetrische I-Profile verwendet werden. Dabei sind die gängigen Walzprofilreihen sowie nutzerdefinierte Schweißprofile möglich. Eckbleche und Eckbleche mit Gurt bzw. Vouten werden als Blechquerschnitte definiert.

Dem Anwender stehen die im Stahlbau gebräuchlichsten Stahlsorten zu Auswahl, aber es besteht auch die Möglichkeit, ein Material selbst zu definieren.

Die Verbindung der Stirnplatten erfolgt wahlweise mittels roher oder Passschrauben M12 bis M36 der Festigkeitsklassen 4.6 bis 10.9.

### Belastungen

Für die Bemessung der Anschlüsse in den oben aufgezählten Programmen ist die Eingabe von Bemessungsschnittgrößen erforderlich. Als Anschlusschnittgrößen können Normal-, Querkräfte und Biegemomente um die starke Trägerachse berücksichtigt werden. Die eingegebenen Querkräfte werden standardmäßig nur den nicht auf Zug beanspruchten Schrauben zugeordnet, dies kann jedoch vom Anwender geändert werden.

## Nachweise

Die Bemessung von Anschlüssen mit 2 vertikalen Schraubenreihen erfolgt nach der Komponentenmethode auf Grundlage der DIN EN 1993-1-8 [1] + [2]. Da die aktuell gültige Stahlbaunorm nur ein Bemessungsmodell bzw. Regeln für eine vertikal 2-reihige Schraubenanordnung beinhaltet, war die Überprüfung der Anwendbarkeit und Erweiterung der Komponentenmethode auf Verbindungen mit einer vertikal 4-reihigen Schraubenanordnung Thema verschiedener Forschungsprojekte.

Für die Weiterentwicklung der FRILO-Lösungen wurde das Bemessungsmodell für 4-reihige Anschlusskonfigurationen aus einem AiF-Forschungsprojekt (AiF-Nr. 15059) [3] und der Veröffentlichung von Wagenknecht [4] als AiF/GW-Modell umgesetzt.

Im Rahmen der Nachweisführung nach dieser Methode wird die zu berechnende Verbindung als eine Zusammenstellung von verschiedenen Einzelkomponenten - den sogenannten Grundkomponenten - betrachtet. Die Momententragfähigkeit einer geschraubten Verbindung wird dann aus der Kräfte- und Momentenverteilung auf die einzelnen Komponenten sowie deren Tragfähigkeiten abgeleitet. Ebenso wird die Rotationssteifigkeit eines Anschlusses anhand der Verformbarkeiten der einzelnen Grundkomponenten, welche jeweils durch ihren elastischen Steifigkeitskoeffizienten  $k_i$  charakterisiert sind, berechnet.

Einzelne Komponenten zur Übertragung der Zugkräfte im Anschluss

- $F_{t,wc}$  Stützensteg auf Zug
- $F_{t,fc}$  Stützenflansch auf Biegung
- $F_{t,ep}$  Stirnplatte auf Biegung
- $F_{t,wb}$  Trägersteg auf Zug

werden durch idealisierende, äquivalente T-Stummel unter Zugbeanspruchung modelliert, deren Versagensmechanismus durch Fließlinienmodelle beschrieben ist.

Die Tragfähigkeit dieser Komponenten wird mit Hilfe eines äquivalenten T-Stummel und dessen wirksamer Länge  $l_{eff}$  berechnet. Die wirksamen Längen für Anschlüsse mit 2 Schrauben pro Reihe werden nach DIN EN 1993-1-8 ermittelt. Für Anschlüsse mit 4 Schrauben pro Reihe werden die wirksamen Längen nach dem AiF/GW-Modell verwendet.

Für jede Schraubenreihe bzw. Gruppe werden die folgenden Versagensarten untersucht:

- Versagensart 1: vollständiges Fließen der Gurte:  $F_{T,1,Rd}$
- Versagensart 2: Schraubenversagen und Fließen der Gurte:  $F_{T,2,Rd}$
- Versagensart 3: Schraubenversagen:  $F_{T,3,Rd}$
- Versagensart 4: Plattenversagen ohne Abstützkräfte:  $F_{T,4,Rd}$

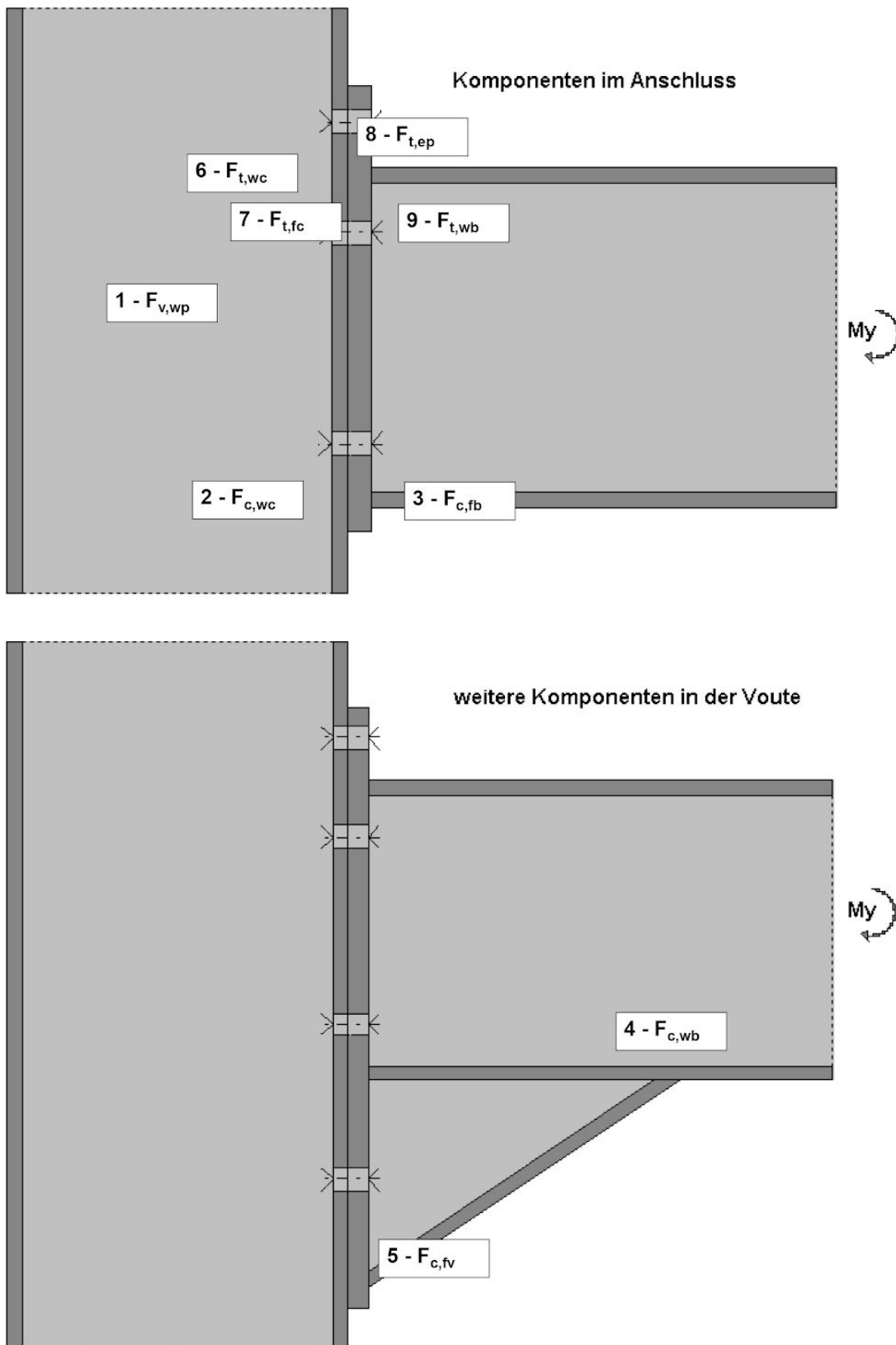
Eine geschraubte momententragfähige Träger-Stützen-Verbindung kann durch eine Zerlegung in die folgenden Grundkomponenten berechnet werden:

Allgemein:

- (1)  $F_{v,wp}$  Stützensteg auf Schub (6.2.6.1 in [1])
- (2)  $F_{c,wc}$  Stützensteg auf Druck (6.2.6.2 in [1])
- (3)  $F_{c,fb}$  Trägerflansch und -steg auf Druck (6.2.6.7 in [1])
- (4)  $F_{c,wb}$  Trägersteg auf Druck bei Vouten (Kap. 4 in [5])
- (5)  $F_{c,fv}$  Voutengurt auf Druck (Kap. 4 in [5])

und jeweils in den T-Stummeln:

- (6)  $F_{t,wc}$  Stützensteg auf Zug (6.2.6.3 in [1])
- (7)  $F_{t,fc}$  Stützenflansch auf Biegung (6.2.6.4 in [1])
- (8)  $F_{t,ep}$  Stirnplatte auf Biegung (6.2.6.5 in [1])
- (9)  $F_{t,wb}$  Trägersteg auf Zug (6.2.6.8 in [1])



**Bild 5:** Komponenten in Träger-Stützen-Verbindungen

Ein biegesteifer Stirnplattenstoß setzt sich aus den nachfolgend aufgezählten Grundkomponenten zusammen:

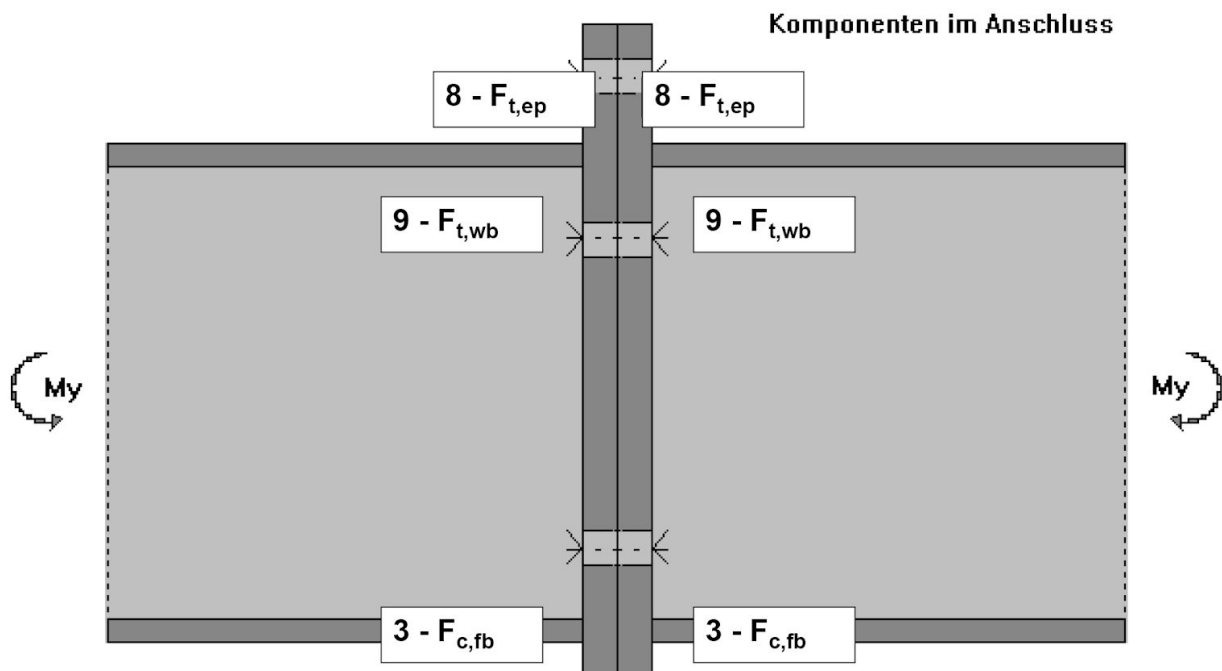
Allgemein:

(3)  $F_{c,fb}$  Trägerflansch und -steg auf Druck (6.2.6.7 in [1])

und jeweils in den T-Stummeln :

(8)  $F_{t,ep}$  Stirnplatte auf Biegung (6.2.6.5 in [1])

(9)  $F_{t,wb}$  Trägersteg auf Zug (6.2.6.8 in [1])



**Bild 6:** Komponenten in Träger-Träger-Verbindungen

Erst durch eine Zerlegung der Verbindungen in einzelne Komponenten mit den zugehörigen Grenzzuständen der Beanspruchbarkeiten, welche die FRILO-Lösungen entsprechend der DIN EN 1993-1-8 ermitteln, können Stirnplattenverbindungen berechnet werden. Aus der Verteilung der Anschlusskräfte auf die Komponenten und deren Gleichgewicht beim Zusammenschluss ergibt sich die Beanspruchbarkeit der gesamten Verbindung.

Die genauere Beschreibung des Bauteilverhaltens verhilft zu einer besseren Auslegung der Verbindung mit einer höheren Auslastung.

Mit der Methode können nicht nur starre, sondern auch momententragfähige Verbindungen nachgewiesen werden, die als verformbar eingestuft werden. Die Schnittgrößen müssen dabei der Anschlusssteifigkeit entsprechen, d.h. sie werden unter Verwendung der zuvor ermittelten Federsteifigkeit  $S_j$  dieser Verbindung berechnet. Für den Anwender ergibt sich dadurch ein iterativer Prozess der Schnittkraftermittlung. Dieser erhöhte Rechenaufwand wird durch die erzielte Optimierung von Material- und Herstellungskosten aufgewogen.

Durch Abstimmung der einzelnen Komponenten lässt sich die Anschlusscharakteristik aber auch leicht an gegebene Randbedingungen anpassen, z.B. die Modellierung einer gerade noch als starr klassifizierten Verbindung, um die Schnittkraftermittlung unabhängig von der Anschlusssteifigkeit durchzuführen.

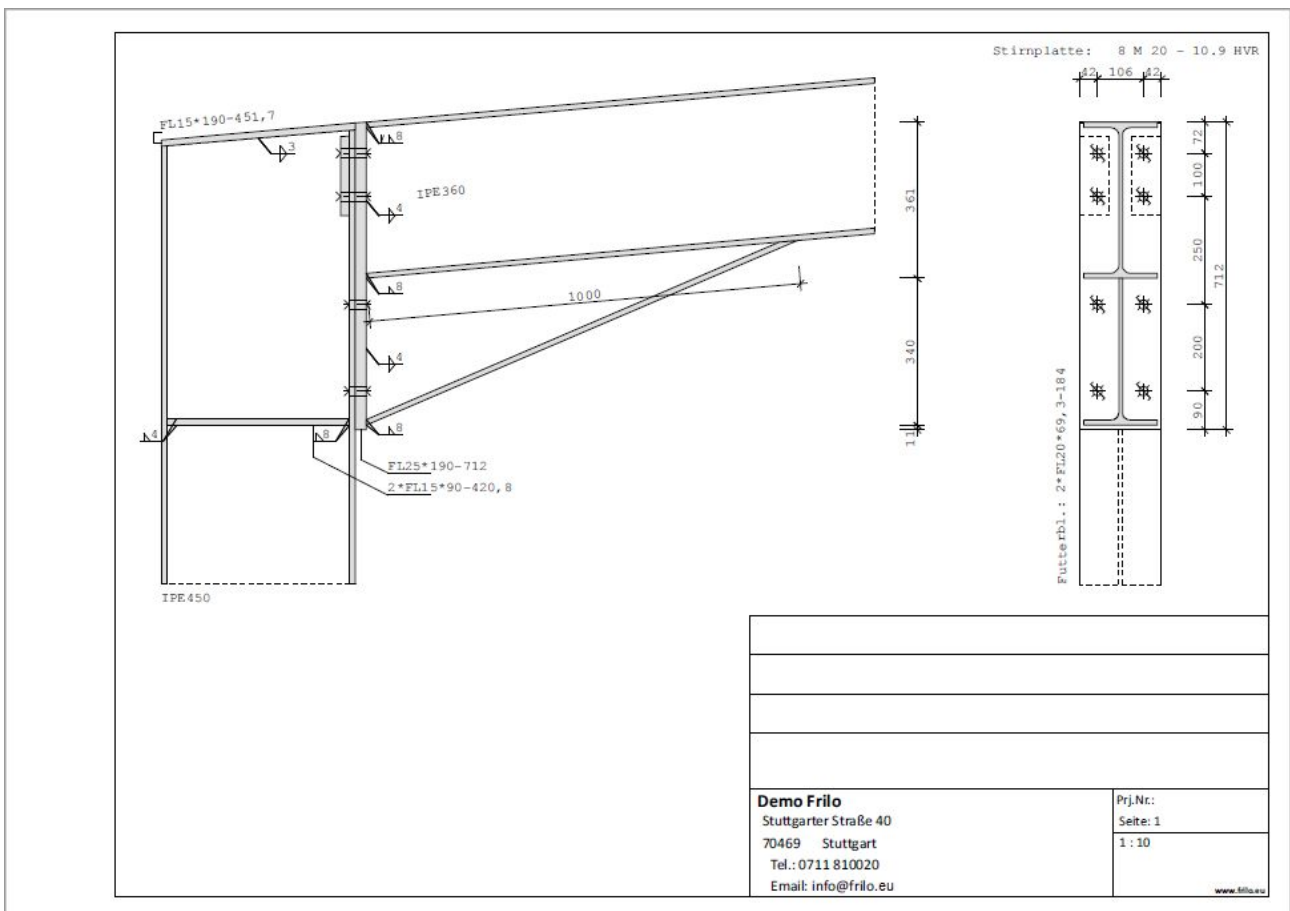


**Ausgabe**

Die FRILO-Lösungen Schraubanschlüsse Stahl (ST9), Geschraubte Rahmenecke (ST10) sowie Geschweißte Rahmenecke (ST14) stellen übersichtliche und prüffähige Ausgabedokumente für die berechneten Verbindungen zur Verfügung. Der gewünschte Ausgabeumfang kann vom Anwender gesteuert werden.

In den einzelnen Dokumenten werden neben maßstabgerechten Systemskizzen die Material- und Anschlussparameter, Anschlussschnittgrößen sowie die geführten Nachweise in übersichtlicher Tabellenform ausgegeben.

Zusätzlich kann der Anwender einen Konstruktionsplan der Verbindung in einem beliebigen Maßstab sowie Papierformat erstellen. Dies ist für die Erstellung der Werkstattpläne bzw. die Fertigung sehr hilfreich, denn der Konstrukteur bzw. Stahlbaubetrieb erhält alle erforderlichen Informationen auf einer Zeichnung.



**Bild 7: Konstruktionsplan einer biegesteifen Rahmenecke**

**Literatur**

[1] DIN EN 1993 Teil 1-8

[2] DIN EN 1993 Teil 1-1

[3] Forschungsbericht 3/2009: Entwicklung eines Bemessungsmodells für geschraubte, momententragfähige Kopfplattenverbindungen mit 4 Schrauben in einer Schraubenreihe auf der Grundlage der prEN 1993-1-1:2003; Deutscher Ausschuss für Stahlbau DAST, Düsseldorf

[4] WAGENKNECHT: Stahlbau-Praxis nach Eurocode 3, Band 3 Komponentenmethode, 2. Auflage; Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich 2017

[5] Stahlbau Kalender 2005; 7. Jahrgang; Ernst & Sohn, Berlin 2005

## FRILO-Release 2020-1 erscheint Mitte November

Anlässlich dazu gibt es am **Dienstag, 19.11.2019** und **Mittwoch, 20.11.2019** um jeweils 14:00 Uhr das Webinar “Neues im Release 2020-1”. Bei Bedarf bieten wir auch weitere Termine an.

Das **Webinar** gibt einen Überblick über die Neuerungen und Leistungserweiterungen im FRILO-Portfolio. Darüber hinaus werden die neu zum Release 2020-1 freigegebenen PLUS-Programme vorgestellt.

Die Anmeldung erfolgt über den [FRILO-Campus](#).

## KI - die Zeitschrift für den Konstruktiven Ingenieurbau

für FRILO-Kunden zum Vorzugspreis!

Postvertriebsstück – Energie besaht – 16350 – ISSN 2509-2847 – September 2019 – www.ki-zeitschrift.de



Alle zwei Monate haben Sie mit der **Zeitschrift für planende Bauingenieure** fachübergreifendes und praxisorientiertes Know-how zu allen Facetten des **Konstruktiven Ingenieurbaus** zur Hand:

- Informationen zum gesamten Konstruktiven Ingenieurbau: Holz-, Beton-, Stahlbeton-, Mauerwerks-, Glas- und Grundbau
- Berichte zu neuen Entwicklungen und Technologien
- Fachbeiträge aus der Praxis, Modellberechnungen und aktuelle Forschungsergebnisse
- Wichtige fachliche Grundlagen zur Technischen Regelwerken, Richtlinien und Gesetzen

Zusätzlich haben Sie Zugriff auf das umfangreiche **Archiv** und das **E-Journal**. Im **Archiv** können Sie in allen bereits erschienen Ausgaben der Zeitschrift recherchieren. Mit dem **E-Journal** haben Sie die Möglichkeit, die Zeitschrift zusätzlich digital auf Ihrem Tablet oder Smartphone zu lesen.

Als Kunde von FRILO erhalten Sie das **Jahresabo inkl. Archiv** und **E-Journal-App** zum **Vorzugspreis von nur 126,40 € inkl. MwSt. und Versandkosten** (deutschlandweit), statt regulär 158,- €. [Jetzt zum Vorzugspreis bestellen!](#)

Oder bestellen Sie [hier](#) das Kennenlern-Abo (2 Ausgaben) für 49,90 € (inkl. Archiv und E-Journal) oder für 39,90 € (ohne Archiv und E-Journal).

Sie möchten nicht direkt ein Abo abschließen? [Hier](#) können Sie ein kostenloses Probeheft bestellen.

## FRILO-Campus | Neue Stabwerk-Schulung

Direkt zum FRILO-Campus: [www.friilo.eu](http://www.friilo.eu) ▶Campus

### Schulungen

26.11.2019, 08:30 - 17:00 Uhr	Innsbruck	FRILO-Stabwerk RSX
27.11.2019, 08:30 - 17:00 Uhr	Salzburg	FRILO-Stabwerk RSX
28.11.2019, 08:30 - 17:00 Uhr	Wien	FRILO-Stabwerk RSX
29.11.2019, 08:30 - 17:00 Uhr	Graz	FRILO-Stabwerk RSX
03.12.2019, 08:30 - 17:00 Uhr	Dresden	FRILO-Stabwerk RSX
10.12.2019, 08:30 - 17:00 Uhr	Stuttgart	FRILO-Stabwerk RSX

### Online-Trainings

08.11.2019, 11:00 Uhr	FRILO-Gebäudemodell - Lastverteilung in den Wänden, Auswertung und Ausgabe
15.11.2019, 11:00 Uhr	FRILO-Gebäudemodell - Horizontale Belastung - Wand + Wandpfeiler, Schiefstellung, Wind und Erdbeben
22.11.2019, 11:00 Uhr	FRILO-Gebäudemodell - Spezielle Gebäudetypen
06.12.2019, 11:00 Uhr	FRILO-Gebäudemodell - Nikolausveranstaltung - Aufarbeitung von Kundenfragen

### Webinare

12.11.2019, 14:00 Uhr	Brandschutz im Stahlbetonbau
19.11.2019, 14:00 Uhr	Neues im Release 2020-1 (ausgebucht)
20.11.2019, 14:00 Uhr	Neues im Release 2020-1 - Zusatztermin (ausgebucht)
04.02.2020, 14:00 Uhr	Stahlbau-Lösungen Stahlrahmen (STR+) und Hallenrahmen (S7+)

Weitere Informationen und Anmeldung zu den Schulungen, Online-Trainings und Webinaren unter:  
[www.friilo.eu](http://www.friilo.eu) ▶Campus

## Impressum

Verantwortlich für den Inhalt  
FRILO Software GmbH  
Stuttgarter Straße 40  
70469 Stuttgart  
Tel: +49 711 810020  
Fax: +49 711 858020  
Internet: [www.friilo.eu](http://www.friilo.eu)  
E-Mail: [info@friilo.eu](mailto:info@friilo.eu)

