

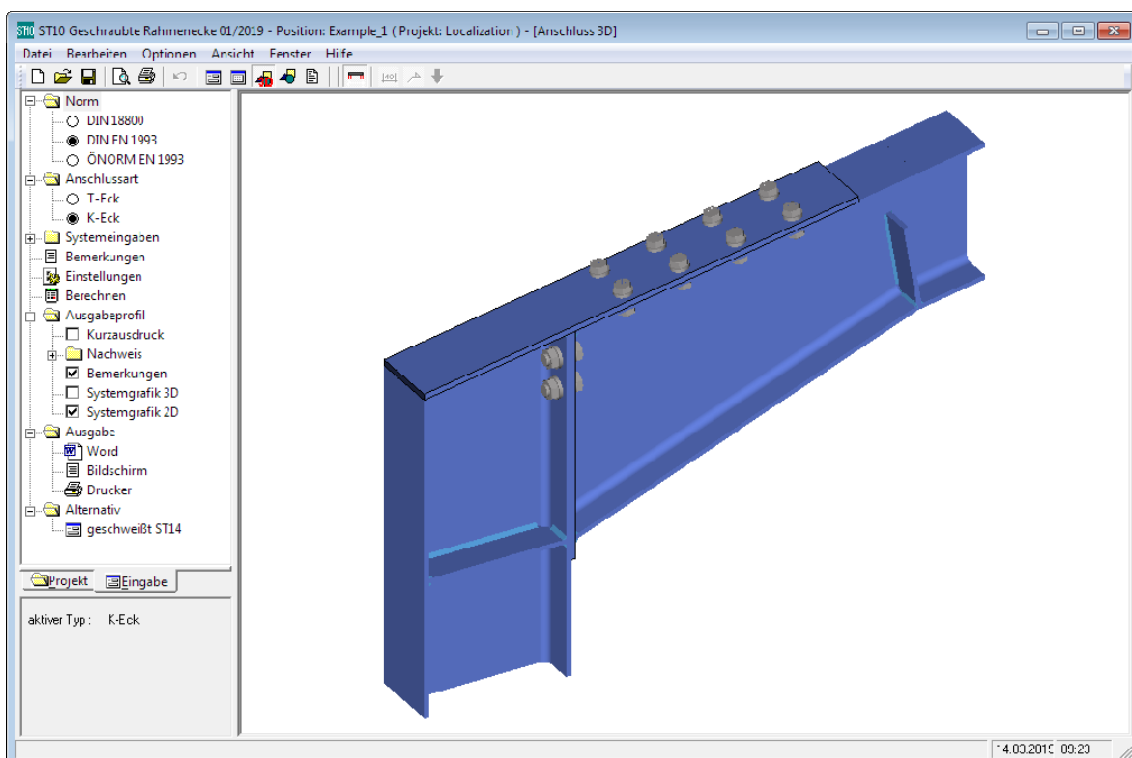
ST10 – Berechnungsgrundlagen

FRILO Software GmbH

www.friilo.eu

info@friilo.eu

Stand: 20.03.2019



ST10 – Berechnungsgrundlagen

Inhaltsverzeichnis

Komponentenmethode (EN 1993-1-8 / DIN 18800)	3
DSTV/DASt - T-Eck (DIN 18800)	3
Schineis	5
T-Eck und Knie-Eck ohne Zuglasche (DIN 18800)	5
Knie-Eck mit Zuglasche (EN 1993-1-8 / DIN 18800)	7
Schubfeld	9
Nachweise der Biegespannung im Stützenflansch	10
Nachweis der Aussteifung im Druckbereich	11
Nachweis der lokalen Krafteinleitung	11
Krafteinleitung ohne Rippen	11
Krafteinleitung mit Rippen	12
Zusätzliche Erläuterungen	14
Rippendicke	14
Kehlnähte-Grenzwerte	14
Grenzsweißnahtspannung	14
Schnittgrößen	15
Anhang:	17
Beispiele: Schraubenbilder für negatives Moment (Zug oben)	17

Komponentenmethode (EN 1993-1-8 / DIN 18800)

Die Berechnung erfolgt nach EN 1993-1-8, siehe [Stahlschlüsse-Komponentenmethode-EN1993](#).

Unter DIN 18800 kommt das in DIN ENV 1993-1-1:1992 / A2; 1998 beschriebenen Verfahren zur Anwendung, siehe [Stahlschlüsse-Komponentenmethode-DIN18800](#).

DSTV/DASt - T-Eck (DIN 18800)

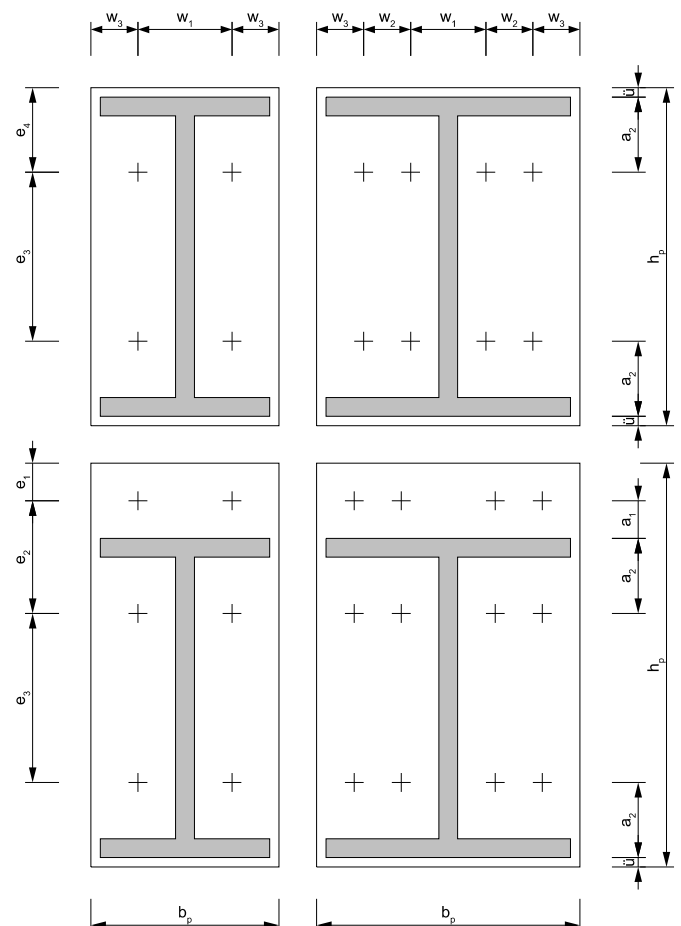
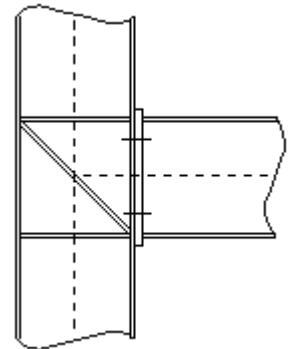
Grundlage für die Rahmenecke "T-Eck DSTV/DASt" sind die vom Deutschen Stahlbau-Verband in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Ausschuss für Stahlbau typisierten Anschlüsse im

DSTV/DASt Stahlbauringbuch 1984 (siehe [2])

Spezifische Einschränkungen DSTV/DASt:

- Das Material für Riegel, Stütze und Stirnplatte ist immer S235.
- verwendet werden hochfeste vorgespannte Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9.
- die Übertragung der Biegemomente erfolgt hauptsächlich durch die Flansche, d.h. Bedingung $I_{\text{steg}} / I_{\text{gesamt}} \leq 0.15$ ist eingehalten
- an einer Trägerseite muss Zug, an der gegenüberliegenden Druck vorliegen
- durchgehende Gurte des Trägers bei Eckaussteifungen mit Gurt werden vernachlässigt
- Schraubenbild: vertikal zwei oder vier Schraubenreihen, horizontal zwei Schraubenreihen um den äußeren gezogenen Gurt, oder eine Schraubenreihe unterhalb dieses Gurtes, zur Querkraftübertragung werden alle Schrauben innerhalb der gegenüberliegenden Anschlusshälfte herangezogen

Die Belastung im Riegel besteht allgemein aus Biegemoment M_{yd} , Normalkraft N_d und Querkraft V_{zd} . Für das Biegemoment sind auch Umkehrmomente zulässig.



Nachweis der Zugkraft Z_T im oberen Riegelflansch (Tragfähigkeit des Stirnplattenanschlusses)

Berechnet wird die Zugkraft Z_T im äußeren gezogenen Riegelflansch. Diese darf die plastische Zugkraft $Z_{T,pl}$ nicht überschreiten. Für den Gesamtquerschnitt bedeutet das, dass der Querschnitt nicht plastiziert sein darf, also noch im elastischen Bereich sein muss.

Für den Nachweis der Tragfähigkeit des Stirnplattenanschlusses wird die Kraft Z_T der zulässigen Kraft $Z_{T,zul}$ gegenübergestellt. Je nach Versagensmechanismus werden mehrere zulässige Kräfte $Z_{T,zul}$ berechnet.

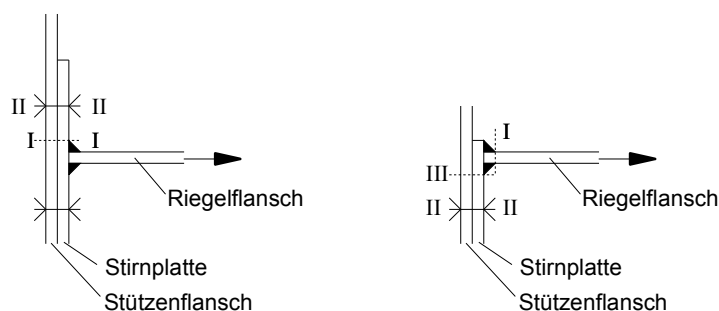
Bei überstehender Stirnplatte

Index	Versagensmechanismus
1	Schubversagen in der Stirnplatte
2	Fließgelenkkette in der Stirnplatte (Platte ist in den Schnitten I-I und II-II durchplastiziert)
3	Schraubenversagen und Fließgelenk in der Stirnplatte (Schnitt I-I)
4	Schraubenversagen und Fließgelenk in der Stirnplatte (Schnitt II-II)

Bei bündiger Stirnplatte

Index	Versagensmechanismus
1	Schubversagen in der Stirnplatte
2	Schraubenversagen und Stirnplatte im Schnitt III-III plastiziert
3	Stirnplatte im Schnitt I-I und III-III plastiziert
4	Schraubenversagen und Stirnplatte im Schnitt II-II plastiziert
5	Schraubenversagen und Zugflansch im Schnitt I-I plastiziert
6	Stirnplatte im Schnitt I-I und Zugflansch im Schnitt I-I plastiziert

Der Auslastungsgrad η ergibt sich aus der kleinsten der zulässigen Zugkräfte.



Weitere Nachweise

- Die Querkraft wird allein über die unteren Schraubenreihen übertragen. Für diese Schrauben erfolgt ein Abscher- und ein Lochleibungsnachweis.
- Nachweis der Gebrauchstauglichkeit gemäß Stahlbauringbuch
- Nachweis der Schweißnaht am Riegelflansch, Belastung aus Biegung und Normalkraft
- Nachweis der Schweißnaht am Riegelsteg, Belastung aus Querkraft
- [Nachweis der Biegespannung im Stützenflansch](#) (Fließlinienmodell)
- Nachweis der Lasteinleitung in den Stützensteg (Rippe)
- [Nachweis des Schubfeldes](#)

Schineis

T-Eck und Knie-Eck ohne Zuglasche (DIN 18800)

Grundlage: M. Schineis: Vereinfachte Berechnung geschraubter Rahmenecken, in „Der Bauingenieur“ Heft 12/1969 (Jg. 44)

Bei der Berechnung wird von der Annahme ausgegangen, dass die Stirnplatte bei der Verformung eben bleibt. Rein praktisch ist es unmöglich, die inneren Kräfte genau zu erfassen, da hier Scheiben-, Platten- und Stabteile zusammenwirken. Die Rechnung ist also in jedem Fall nur als **Näherungsverfahren** anzusehen!

Voraussetzungen der Anwendbarkeit des Verfahrens nach Schineis:

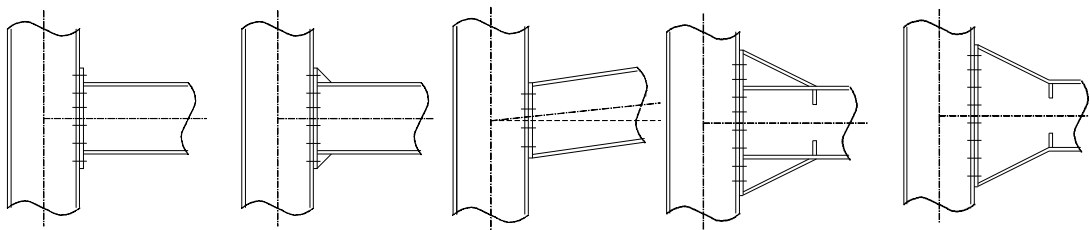
- Flansche und Stirnplatte besitzen ausreichend hohe Steifigkeiten (im Verfahren wird vom ebenbleiben der Stirnplatte ausgegangen)
- an einer Trägerseite muss Zug, an der gegenüberliegenden Druck vorliegen, alternativ: ausschließlich Querkraftübertragung
- Die Schrauben sind nicht vorgespannt!
- im vereinfachten Verfahren ist ein definierter Druckpunkt als Rippe in der Stütze vorhanden
- im genauen Verfahren müssen die Schrauben über die Anschlusshöhe gleichmäßig verteilt sein
- Schraubenbild: es werden alle Schrauben berücksichtigt, die sich innerhalb des Trägerquerschnittes, einschließlich der Aussteifungen mit oder ohne Gurt befinden, außerhalb angeordnete Schrauben werden vernachlässigt

Die Belastung im Riegel besteht allgemein aus Biegemoment M_{yd} , Normalkraft N_d und Querkraft V_{zd} . Die Verhältnisse müssen jedoch derart sein, dass an einer Trägerseite Zugspannungen und an der gegenüberliegenden Seite Druckspannungen auftreten. Das Biegemoment kann auch als Umkehrmoment eingegeben werden. Alternativ ist es möglich, einen reinen Querkraftstoß zu berechnen.

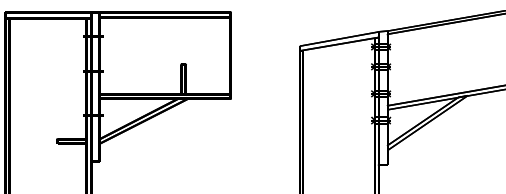
Die Stirnplatte kann bündig oder überstehend ausgeführt werden. Zur Erhöhung der Tragfähigkeit kann die Rahmenecke durch zusätzliche Aussteifungen an der Riegelober- und der Riegelunterseite verstärkt werden. Diese Aussteifungen sind beliebig kombinierbar.

Zur Berechnung werden alle Schrauben herangezogen, die sich innerhalb des Trägerquerschnittes, einschließlich der Aussteifungen mit oder ohne Gurt befinden, Schrauben außerhalb entfallen im Nachweis.

Beispiele T-Eck:



Beispiele K-Eck:



Berechnungsmethode Schineis

Für die Berechnung der Schraubenzugkräfte steht ein "vereinfachtes" und ein "genaueres Verfahren" zur Verfügung.

Welches der beiden Verfahren die geringere Auslastung liefert, ist abhängig von Geometrie und Belastung.

Das **vereinfachte Verfahren** wurde ursprünglich für die Handrechnung konzipiert. Dabei wird die Höhe der Druckzone nicht berechnet, sondern es wird davon ausgegangen, dass die Druckkraft über den äußeren Riegeflansch bzw. den Flansch der Aussteifung übertragen wird. Diese Annahme ist nur dann berechtigt, wenn in der Stütze an der entsprechenden Stelle eine Rippe vorhanden ist, um die Druckkraft aufzunehmen. Der Fehler, der durch diese Vereinfachung gemacht wird, wird kompensiert, indem die Schraubenzugkräfte der Schrauben in der unteren Hälfte des Anschlusses nicht in Rechnung gestellt werden.

Beim **genauen Verfahren** wird die Höhe des Druckbereichs zwischen Stirnplatte und Stütze berechnet. Die Größe der Druckzone kann der Textausgabe des Programms entnommen werden. Die Zugkräfte werden für alle Schrauben in der Zugzone berechnet. Das Rechnungsverfahren von Schineis sieht jedoch auch hierbei eine Vereinfachung vor, die voraussetzt, dass die Schrauben gleichmäßig über die Querschnittshöhe verteilt sind.

Diese Voraussetzung wird vom Programm als erfüllt angesehen, wenn

- der Schwerpunkt des Schraubenbildes nicht mehr als 10% von der Mitte des Querschnittes abweicht;
- der maximale Schraubenabstand e bei n Schraubenreihen nicht größer als $2 \cdot n$ -tels Bereiche der Stirnplatte ist;
- das Verhältnis maximaler zu minimaler Schraubenabstand die Anzahl der Schraubenreihen nicht übersteigt.

Für die maximal belastete Schraube wird die Zugkraft nachgewiesen.

Die vom Anschluss aufnehmbare Querkraft ergibt sich aus den zulässigen Querkraften der Schrauben.

Die Querkraftbeanspruchung in Rahmenecken ist von untergeordneter Bedeutung. Die aufgrund des Momentes vorhandenen Schrauben können die Querkraft über Lochleibung und Abscherkräfte abtragen. Die Verwendung von gleitfesten Verbindungen ist nicht erforderlich, und wird im Programm auch nicht berücksichtigt.

Vorraussetzung für die Anwendbarkeit des Verfahrens nach Schineis ist,

- dass Flansche und Stirnplatte ausreichend hohe Steifigkeiten besitzen
- und dass die Schrauben nicht vorgespannt sind

Nachweise Schineis

Folgende Nachweise werden für das T-Eck und K-Eck ohne Zuglasche nach Schineis geführt:

- Nachweis der Schraubenzugkräfte und der aufnehmbaren Querkraft nach vereinfachtem oder genauem Verfahren
- Nachweis der Zugspannung im Riegelsteg
- Nachweis der Biegespannung in der Stirnplatte
- [Nachweis der Biegespannung im Stützenflansch](#) (Fließlinienmodell)
- Nachweis der Schweißnaht am Riegeflansch, Belastung aus Biegung und Normalkraft.
- Nachweis der Schweißnaht am Riegelsteg, Belastung aus Querkraft.
- [Nachweis der Aussteifung im Druckbereich](#)
- Nachweis der Lasteinleitung in den Stützensteg (Rippe)
- Nachweis der Umlenkkräfte in den Riegelsteg bei Aussteifung (Rippe)
- [Nachweis des Schubfeldes](#)

Knie-Eck mit Zuglasche (EN 1993-1-8 / DIN 18800)

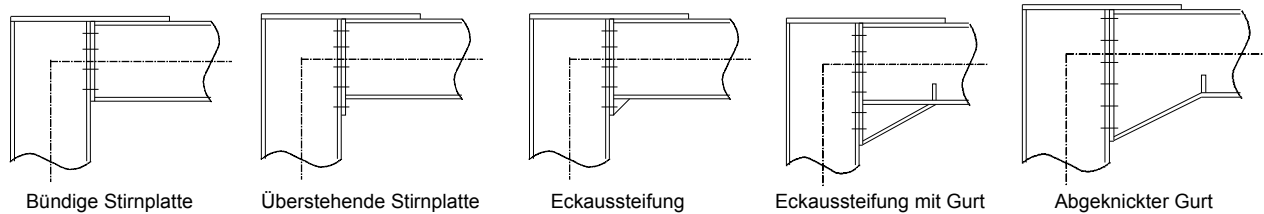
Grundlage: M. Schineis: Vereinfachte Berechnung geschraubter Rahmenecken, in „Der Bauingenieur“ Heft 12/1969 (Jg. 44)

Bei der Berechnung wird von der Annahme ausgegangen, dass die Stirnplatte bei der Verformung eben bleibt. Rein praktisch ist es unmöglich, die inneren Kräfte genau zu erfassen, da hier Scheiben-, Platten- und Stabteile zusammenwirken. Die Rechnung ist also in jedem Fall nur als **Näherungsverfahren** anzusehen!

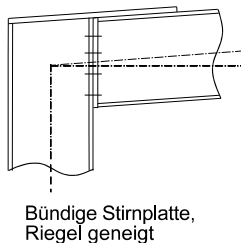
Die Belastung im Riegel besteht allgemein aus Biegemoment M_{yd} , Normalkraft N_d und Querkraft V_{zd} . Die Verhältnisse müssen jedoch derart sein, dass an der Riegeloberkante Zugspannungen und an der Riegelunterkante Druckspannungen auftreten. Das Biegemoment muss negativ sein. Für Umkehrmomente kommen die Komponentenmethode bzw. das Verfahren nach Schineis, wie im oberen Teil beschrieben, zur Anwendung.

Zur Erhöhung der Tragfähigkeit kann die Rahmenecke durch zusätzliche Aussteifungen an der Riegelunterseite verstärkt werden.

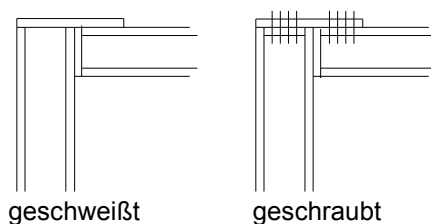
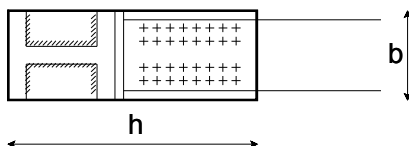
Schraubenbild Stirnplatte: es werden alle Schrauben berücksichtigt, die sich innerhalb des Trägerquerschnittes, einschließlich der Aussteifung mit oder ohne Gurt befinden



Eine Neigung des Riegels ist möglich.



Die Zuglasche kann mit dem Riegel verschweißt oder mit Schrauben verbunden sein. Die Verbindung zwischen Stütze und Zuglasche kann geschweißt oder mit einer zusätzlichen Stirnplatte verschraubt sein.



Nachweise K-Eck Zuglasche

Die Zugkraft an der Riegeloberseite wird allein durch die Zuglasche übertragen. Die Schrauben werden nicht für die Aufnahme des Moments bzw. der Normalkraft herangezogen. Nachgewiesen werden neben der Zuglasche selbst auch die Verbindungen mit dem Riegel und der Stirnplatte.

Ein vereinfachtes Verfahren entsprechend der Berechnung des T-Ecks nach Schineis steht beim K-Eck z.Zt. nicht zur Auswahl.

Die vom Anschluss aufnehmbare Querkraft ergibt sich aus den zulässigen Querkraften aller Schrauben.

Die Querkraftbeanspruchung in Rahmenecken ist von untergeordneter Bedeutung. Die aufgrund des Momentes vorhandenen Schrauben können die Querkraft über Lochleibung und Abscherkräfte abtragen. Die Verwendung von gleitfesten Verbindungen ist nicht erforderlich, und wird im Programm auch nicht berücksichtigt.

Weitere Nachweise:

- Nachweis der Schweißnaht am Riegelflansch, Belastung aus Biegung und Normalkraft
- Nachweis der Schweißnaht am Riegelsteg, Belastung aus Querkraft
- [Nachweis der Aussteifung im Druckbereich](#)
- [Nachweis der Lasteinleitung in den Stützensteg](#) (Rippe)
- Nachweis der Umlenkkräfte in den Riegelsteg bei Aussteifungen (Rippe)
- [Nachweis des Schubfeldes](#)

Schubfeld

Folgende Ausführung des Schubfelds sind möglich:

- unverstärktes Schubfeld
- verstärktes Schubfeld (einseitige Stegblechverstärkung)
- Schubfeld mit Diagonalsteife, von links oben nach rechts unten

unverstärktes Schubfeld

Es werden folgende Nachweise geführt:

- Nachweis der Spannungen im Schubfeld
- Beulnachweis

verstärktes Schubfeld

Es werden folgende Nachweise geführt:

- Nachweis der Spannungen
- Beulnachweis des Schubfeldes
- Beulnachweis der Verstärkung
- Nachweis der Schweißnaht der Verstärkung

Schubfeld mit Diagonalsteife

Das Schubfeld selbst wird für die Rechnung nicht angesetzt. Die Kraft in der Diagonalsteife wird über ein Fachwerkmodell berechnet.

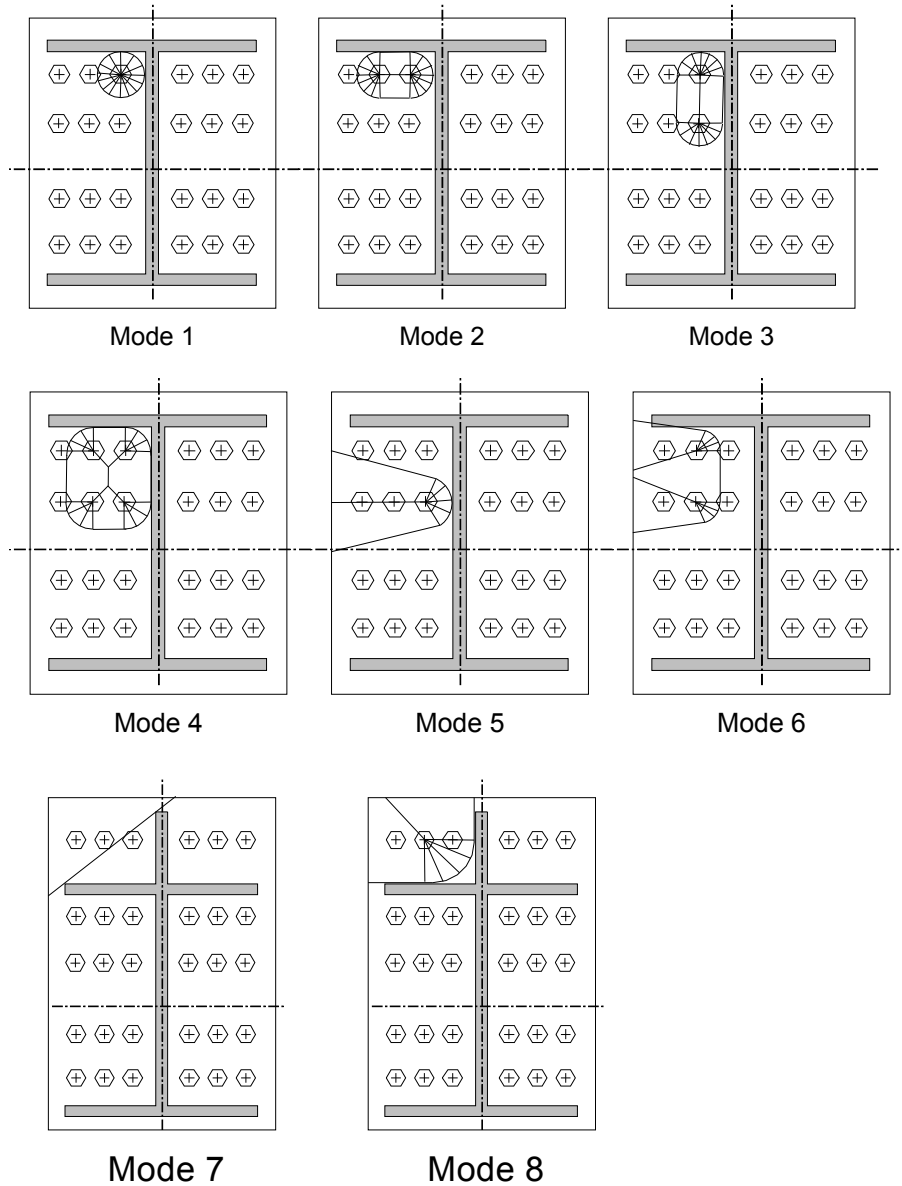
Es werden folgende Nachweise geführt:

- Nachweis der Spannungen in der Diagonalsteife
- Knicknachweis der Diagonalsteife
- Beulnachweis der freien Ränder der Diagonalsteife

Das Komponentenmodell beinhaltet in sich die Nachweise für ein verstärktes bzw. unverstärktes Schubfeld. Nur bei Ausführung mit Diagonalsteifen wird für diese ein gesonderter Nachweis geführt.

Nachweise der Biegespannung im Stützenflansch

Für das Versagen des Stützenflansches wird ein Fließlinienmodell angesetzt. Dabei können verschiedene Versagens-Modi auftreten. Welcher Modus maßgebend ist, kann der Textausgabe entnommen werden.



Die Modi 7 und 8 treten bei Aussteifungen ohne Gurt auf.

Nachweis der Aussteifung im Druckbereich

Folgende Nachweise werden für die Aussteifungen im Druckbereich (untere Aussteifung) geführt:

Eckaussteifung (mit Blech, ohne Gurt)

- Spannungsnachweis
- Beulnachweis. Für die Randfaser wird knickstabähnliches Verhalten unterstellt.

Eckaussteifung mit Gurt

- Spannungsnachweis
- Nachweis des Gurtes als Knickstab.

Eckaussteifung mit abgeknicktem Gurt

- Spannungsnachweis
- Nachweis des Gurtes als Knickstab.

Nachweis der lokalen Krafteinleitung

Für die lokale Krafteinleitung gibt es drei verschiedene Möglichkeiten:

- Krafteinleitung ohne Rippe
- Krafteinleitung mit Rippe

Krafteinleitung ohne Rippen

Der Nachweis der Krafteinleitung ohne Rippen in die Stütze erfolgt entsprechend DIN 18800 (Ausgabe 11/1990) T.1, Element 744.

Die Spannungen σ_x und σ_z beziehen sich auf das lokale Koordinatensystem, wobei x in Richtung der Stabachse weist und z senkrecht dazu steht.

Die Grenzkraft $F_{R,d}$ wird unter Berücksichtigung einer eventuell vorhandenen Normalspannung σ_x ermittelt.

Es gilt nach Gleichung (29) für σ_x und σ_z mit unterschiedlichen Vorzeichen und

$$|\sigma_x| > 0,5 f_{y,k}$$

$$F_{R,d} = \frac{1}{\gamma_M} \cdot s \cdot l \cdot f_{y,k} (1,25 - 0,5 \cdot |\sigma_x| / f_{y,k})$$

und für alle anderen Fälle die Gleichung (30):

$$F_{R,d} = \frac{1}{\gamma_M} \cdot s \cdot l \cdot f_{y,k}$$

Dabei sind:

- h Höhe des Stützenprofils
- s Stegdicke der Stütze
- l mittragende Länge
- σ_x Normalspannung in der Stütze am maßgebenden Schnitt (Stegausrundungsbeginn im Stützenprofil auf der Seite des Riegelanschlusses)

Der Beulsicherheitsnachweis für den Steg wird vom Programm automatisch geführt (erforderlich für Stegslankheiten $h/s > 60$).

Sind die Voraussetzungen für rippenlose Krafteinleitung nicht erfüllt, oder reicht die Tragfähigkeit der rippenlosen Krafteinleitung nicht aus, besteht die Möglichkeit, Rippen anzuordnen.

Krafteinleitung mit Rippen

Bemessung und Konstruktion erfolgt nach Kahlmeyer, Stahlbau nach DIN 18800(11.9), Abschnitt 8, S.308.

Rippen können je nach Rahmenecke sowohl in der Stütze als auch im Riegel angeordnet werden.

Beim **dreiseitigen Rippenanschluss** sind alle drei Seiten der Rippe durch Schweißnähte mit dem Profil verbunden, d.h. die Rippenhöhe h_r ist maximal die Profilhöhe abzüglich der Flanschdicken. Diese Ausführung ist geeignet bei hohen und dünnen Stegen, um Beulen des Steges auszuschalten.

Beim **zweiseitigen Rippenanschluss** ist die Rippenhöhe geringer als im o.g. Fall, die Krafteinleitung erfolgt daher nur durch die Schweißnähte am Steg und am Flansch der belasteten Profelseite.

Kraftverteilung an den Rippen

Für die Einleitung der Kräfte in die Rippen werden folgende Annahmen getroffen:

- gleichmäßige Verteilung der einzuleitenden Kraft F auf die Länge $(2 \cdot b_R + s)$;
- im Bereich $(2 \cdot c_R + s)$ wird die Gleichlast $F / (2 \cdot b_R + s)$ unmittelbar übernommen.

b_R - Rippenbreite

c_R - Aussparung der Rippe am Steg/Flansch

s - Stegdicke

- Auf jede Aussteifungsrippe entfällt die lotrechte Kraft

$$F_1 = F \cdot (b_R - c_R) / (2 \cdot b_R + s),$$

die am belasteten Flansch im Bereich $(b_R - c)$ gleichmäßig verteilt und im Abstand

$$e_1 = (b_R + c_R) / 2 \text{ vom Steg angreift.}$$

Das dadurch hervorgerufene Moment $M = F_1 \cdot e_1$ wird durch die entgegengesetzt wirkende Kraft F_2 aufgehoben.

Bei der Berechnung von F_2 werden zwei Fälle unterschieden:

Zweiseitiger Rippenanschluss

- die Rippe ist nicht über die gesamte Steghöhe durchgeführt
- dreieckige Pressungsverteilung im Bereich $(h_R - c)$ mit Hebelarm

$$e_2 = (2 \cdot h_R + c_R) / 3$$

$$\text{Aus } F_1 \cdot e_1 = F_2 \cdot e_2$$

$$\text{folgt } F_2 = F_1 \cdot e_1 / e_2$$

Dreiseitiger Rippenanschluss

- die Rippe ist über die gesamte Steghöhe durchgeführt
- die Kraft F_2 greift oben und unten an der Rippe im Abstand h_R an

$$e_2 = h_R$$

$$F_2 = F_1 \cdot e_1 / e_2$$

Siehe Kapitel [Rippendicke](#)

Nachweis der Schweißnähte an den Rippen

Aus den Kräften F_1 und F_2 (Kraftverteilung Rippen) ergeben sich die Beanspruchungen der Schweißnähte. Alle Schweißnähte werden als Doppelkehlnaht ausgebildet mit der Dicke a_w und der Länge l_w je Seite .

Die konstruktive Schweißnahtdicke wird überprüft.

Zweiseitiger Rippenanschluss

Naht am belasteten Flansch (Index 1)

Schweißnahtlänge: $l_{w,1} = b_R - c_R$

- Normalspannung senkrecht in Nahrichtung infolge F_1

$$\sigma_{ws,1} = F_1 / (2 \cdot l_{w,1} \cdot a_w)$$

- Schubspannung parallel in Nachrichtung infolge F_2

$$\tau_{wp,1} = F_2 / (2 \cdot l_{w,1} \cdot a_w)$$

- Vergleichspannungsnachweis

$$\sigma_{wv,1} = \sqrt{\sigma_{ws,1}^2 + \tau_{wp,1}^2}$$

Naht am Steg (Index 2)

Schweißnahtlänge: $l_{w,2} = h_R - c_R$

- Normalspannung senkrecht in Nahrichtung infolge F_2

Die Kraft F_2 greift im Schwerpunkt des Normalspannungsdreiecks und damit:

$$\sigma_{ws,2} = 2 \cdot F_2 / (2 \cdot l_{w,2} \cdot a_w)$$

- Schubspannung parallel in Nahrichtung infolge F_1 :

$$\tau_{wp,2} = \frac{F_1}{2 \cdot l_{w,2} \cdot a_w}$$

- Vergleichspannungsnachweis

$$\sigma_{wv,2} = \sqrt{\sigma_{ws,2}^2 + \tau_{wp,2}^2}$$

Dreiseitiger Rippenanschluss

Naht am belasteten Flansch (Index 1) siehe Fall 1

Naht am Steg (Index 2)

Es wirken nur Schubspannungen infolge F_1

$$l_{w,2} = h_R - 2 \cdot c_R$$

$$\tau_{wp,2} = F_1 / (2 \cdot l_{w,2} \cdot a_w)$$

Naht am unbelasteten Flansch (Index 3)

Es wirken nur Schubspannungen infolge F_2

$$l_{w,3} = b_R - c_R$$

$$\tau_{wp,3} = F_2 / (2 \cdot l_{w,3} \cdot a_w)$$

siehe auch Kapitel [Grenzsweißnahtspannung](#)

Zusätzliche Erläuterungen

Rippendicke

Konstruktiv sollte die Rippendicke den Abmessungen von Steg und Flansch des Profils angepasst werden.

Die Mindestdicke ergibt sich aus der Beanspruchung des Rippenquerschnitts am belasteten Flansch (Naht Index 1):

Querschnittsfläche:

$$A_R = t_R \cdot (b_R - c_R)$$

Vergleichsspannung:

$$\sigma_v = \frac{\sqrt{F_1^2 + 3 \cdot F_2^2}}{A_R}$$

rechnerisch erforderliche Rippendicke:

$$\text{erf } t_R \leq \frac{\sqrt{F_1^2 + 3 \cdot F_2^2}}{\text{zul} \sigma \cdot (b_R - c_R)}$$

F_1, F_2 - siehe: [Kraftverteilung an den Rippen](#)

b_R - Rippenbreite

c_R - Aussparung der Rippe am Steg/Flansch

Kehlnähte-Grenzwerte

Die Nahtdicke a_w sollte folgende Grenzwerte nicht über- bzw. unterschreiten:

$$2 \text{ mm} \leq a_w \leq 0,7 \cdot \min t$$

und

$$a_w \geq \sqrt{\max t} - 0,5$$

Diese Grenzwerte werden vom Programm überprüft.

Die Länge der Schweißnaht l_w darf rechnerisch nur berücksichtigt werden, wenn

$l_w \geq 6 \cdot a_w$ bzw. l_w mindestens 30 mm beträgt.

t = Dicke des anzuschließenden Querschnittsteils

bei $t > 30 \rightarrow a_w \geq 5 \text{ mm}$

Grenzsweißnahtspannung

Die Grenzsweißnahtspannung $\sigma_{w, Rd}$ wird nach DIN 18800 Teil 1 Abschnitt 8.4.1.3, Element 829 ermittelt.

Nachweisführung:

$$\text{vorh. } \sigma_w / \sigma_{w, Rd} \leq 1$$

$$\sigma_{w, Rd} = \alpha_w \cdot f_{yk} / \gamma_M$$

σ_{Rd} = Grenzsweißnahtspannung

α_w = Faktor nach DIN 18800 Teil 1, Tab.21, Spalte 4

f_{yk} = charakteristischer Wert der Streckgrenze für Grundwerkstoff nach DIN 18800 Teil 1, Tab.1 für Erzeugnisdicken bis 40 mm

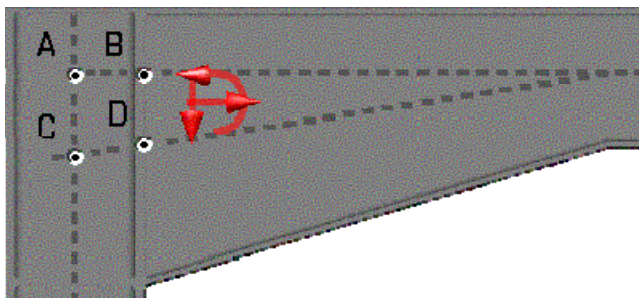
γ_M = 1,1 nach DIN 18800 Teil 1, (720)

Schnittgrößen

Die Schnittgrößen werden als Bemessungswerte, also γ_F -fach eingegeben.

Prinzipiell kann die Eckverbindung mit den Schnittgrößen, die sich im Knoten (Schnittpunkt) der Systemlinien von Riegel und Stütze ergeben, näherungsweise nachgewiesen werden. Das Programm rechnet jedoch die dem jeweiligen Bezugspunkt zugeordneten Schnittgrößen in die zum Nachweis erforderlichen Anschnittgrößen automatisch um.

Sie können sich je nach Voraussetzung auf die folgenden Punkte beziehen:



- A: Schnitt der Systemlinie Stütze mit der Systemlinie Riegel – ohne Voute
- B: Anschnitt Riegel an der Stütze mit der Systemlinie Riegel – ohne Voute
- C: Schnitt der Systemlinie Stütze mit der Systemlinie Riegel – einschließlich Voute
- D: Anschnitt Riegel an der Stütze mit der Systemlinie Riegel – einschließlich Voute

Systemlinie Riegel einschließlich Voute bedeutet hierbei die Winkelhalbierende der Voutenkontur.

Die Schnittgrößen beziehen sich dabei immer auf die Neigung des Riegels (wenn im Punkt A oder B eingegeben) bzw. auf die Neigung der Systemlinie einschließlich Voute (bei Eingabe im Punkt C oder D).

In der Variante „Riegel über Stütze“ können sich die Schnittgrößen optional auf die Stütze oder den Riegel beziehen.

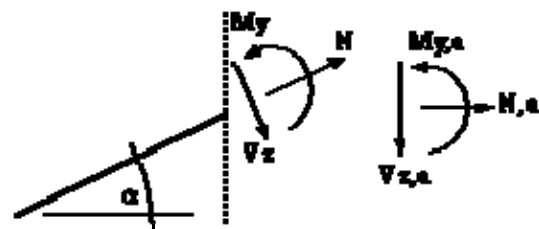
Schnittgrößen die sich in der Variante T-Eck auf die Stütze oben beziehen, können wahlweise im Punkt A oder E eingegeben werden. Punkt E stellt den Schnittpunkt der Systemlinie Stütze mit dem Anschnitt des Schubfeldes oben dar.

Zur Umrechnung der lokalen Ausrichtung der Schnittgrößen auf die horizontale bzw. vertikale Richtung wird folgende Transformation durchgeführt:

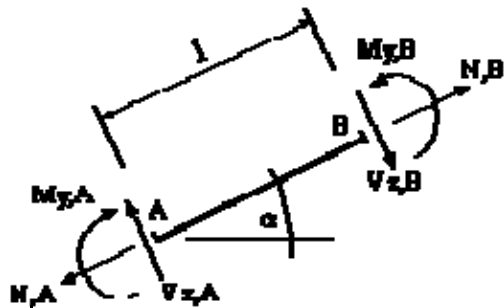
$$M_{ya} = M_y$$

$$V_{za} = V_z \cdot \cos(\alpha) - N \cdot \sin(\alpha)$$

$$N_a = N \cdot \cos(\alpha) + V_z \cdot \sin(\alpha)$$



Die Umrechnung der Bezugspunkte untereinander sei durch folgende Transformation beispielhaft gezeigt:



$$M_{yB} = M_{yA} + V_{zA} \cdot l$$

$$V_{zB} = V_{zA}$$

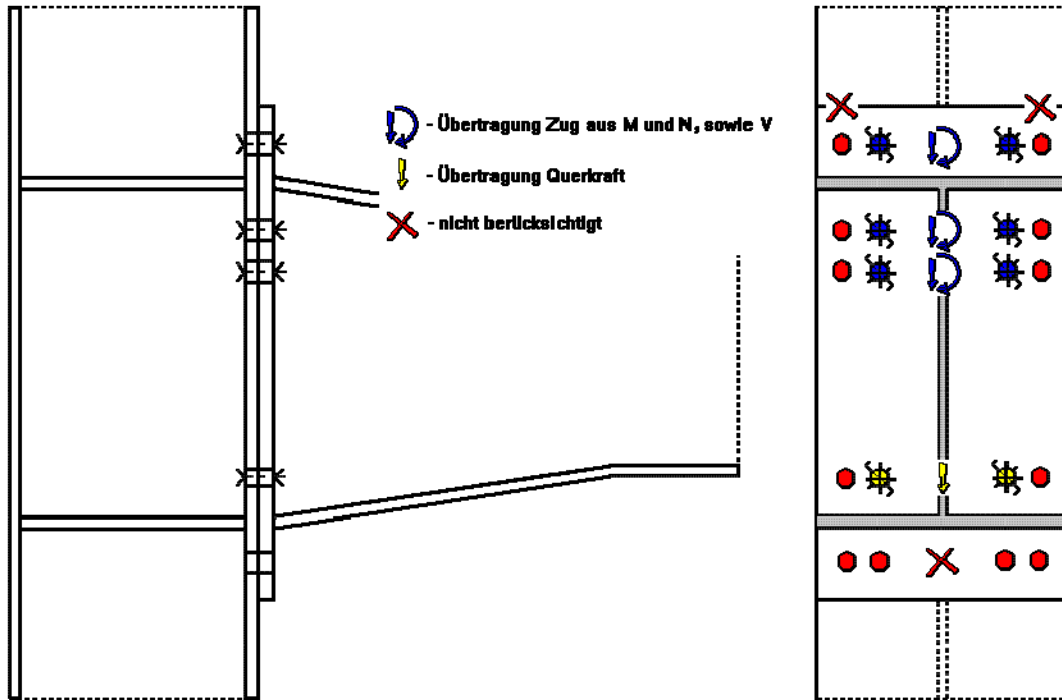
$$N_B = N_A$$

Ggf. kann hier noch die Transformation bzgl. der Neigung erforderlich sein (z.B. Punkt C nach A).

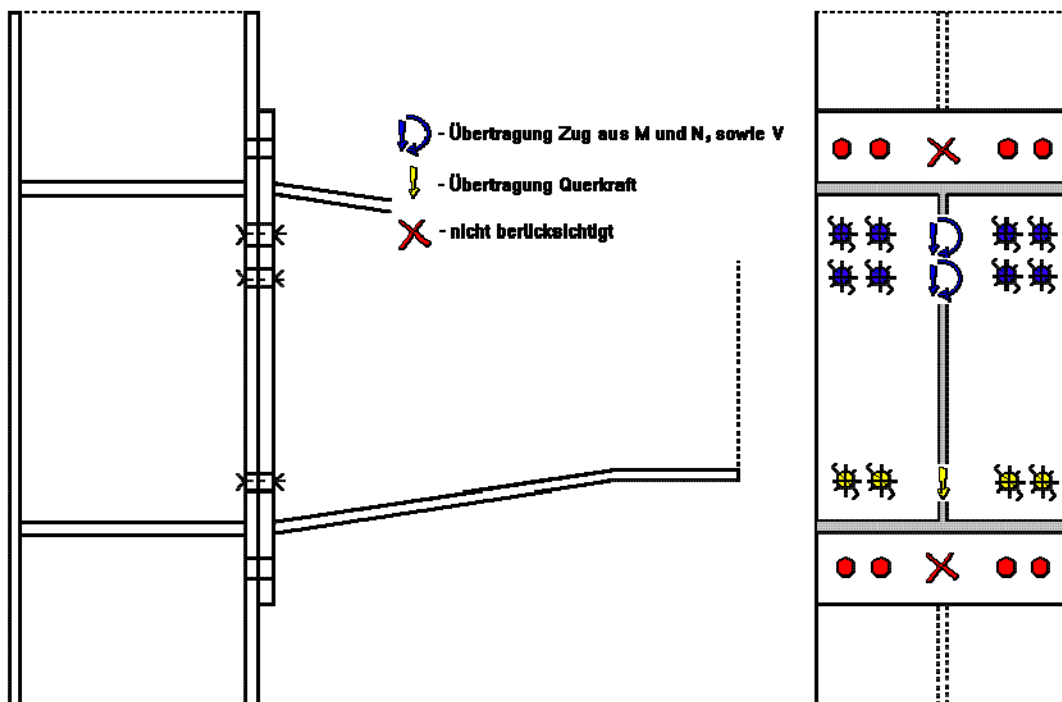
Anhang:

Beispiele: Schraubenbilder für negatives Moment (Zug oben)

Komponentenverfahren



Schneis



DSTV/DAST

