

Schraubverbindungen Stahl ST9

Inhaltsverzeichnis

Anwendungsmöglichkeiten	2
Berechnungsgrundlagen	3
Systemeingabe	4
Optionen - Einstellungen	5
Materialauswahl	6
Zugstoß	6
Trägeranschluss	7
Biegesteifer Stoß	9
Stirnplattenstoß	10
Profilauswahl - Querschnitt definieren	11
Schrauben	12
Schraubenauswahl	12
Schraubenabstände	12
Schraubenbild Zugstoß	13
Schraubenbild Trägeranschluss	14
Schraubenbild Biegesteifer Stoß	15
Schraubenbild Stirnplattenstoß	16
Bemessung	17
Bemessung Zugstoß	17
Bemessung Trägeranschluss	17
Bemessung Biegesteifer Stoß	18
Bemessung Stirnplattenstoß	18
Berechnungsoptionen Stirnplattenstoß nach EN 1993	19
Ausgabe	21
Ausgabeprofil	21

Grundlegende Dokumentationen - Übersicht

Neben den einzelnen Programmhandbüchern (Manuals) finden Sie grundlegende Erläuterungen zur Bedienung der Programme auf unserer Homepage www.friilo.eu im Downloadbereich (Handbücher).

Tipp: Zurück - z.B. nach einem Link auf ein anderes Kapitel/Dokument – geht es im PDF mit der Tastenkombination „ALT“ + „Richtungstaste links“

FAQ - Frequently asked questions

Häufig auftretende Fragen zu unseren Programmen haben wir auf unserer Homepage im Bereich

► Service ► Support ► [FAQ](#) beantwortet.

Anwendungsmöglichkeiten

Mit dem Programm ST9 können Schraubverbindungen im Stahlbau bemessen werden.

Normen

DIN EN 1993

ÖNORM EN 1993

DIN 18800, Ausgabe 1990

Verbindungstypen

- Zugstoß
- Trägeranschluss
- Biegesteifer Trägerstoß
- Stirnplattenstoß

Zugstoß

Beim Zugstoß werden ausschließlich Zugkräfte, die in der Schwerlinie des Schraubenbildes angreifen, übertragen.

Die Verbindung kann ein-, zwei- oder mehrschnittig ausgeführt sein.

Die Abmaße von Zugband und Lasche werden entweder als Blech definiert oder als Standardprofil aus der Frilo-Profildatei (Walzprofile im Stahlbau) entnommen.

In letzterem Fall sind als Lasche lediglich Bleche, als Zugband aber auch I-förmige (bei einem Zugband) und U-förmige (bei einem oder zwei Zugbändern) Profile zugelassen.

Als Anschlussart ist die Scher-Lochleibungs-Verbindung realisiert. Eine gleitfeste, planmäßig vorgespannte Verbindung befindet sich in Vorbereitung.

Die Schraubenlöcher werden als gebohrt angenommen.

Trägeranschluss

Beim Trägeranschluss (Querkraftanschluss) werden ausschließlich Querkräfte in Richtung z übertragen.

Als Profiltypen für Haupt- und Nebenträger sind I-förmige Profile zugelassen, welche mittels zweier gleich- oder ungleichschenkliger Winkel verbunden werden.

Die Abmaße werden als Standardprofil aus der F+L-Profildatei entnommen.

Der Nebenträger (NT) kann mit einem Versatzmaß zum Hauptträger (HT) mit Ausklinkung oben, unten bzw. beiderseitig angeordnet werden.

Als Anschlussart ist die Scher-Lochleibungs-Verbindung realisiert. Eine gleitfeste planmäßig vorgespannte Verbindung befindet sich in Vorbereitung.

Die Schraubenlöcher werden als gebohrt angenommen.

Biegesteifer Trägerstoß

Beim Biegesteifen Trägerstoß als Laschenstoß können Normal- , Querkräfte und Biegemomente übertragen werden.

Steg- und Gurtlaschen außen müssen vorgegeben werden.

Gurtlaschen innenliegend können vorgegeben werden.

Als Profiltypen sind I-förmige Profile zugelassen, deren Abmaße als Standardprofil aus der Frilo-Profildatei entnommen werden können.

Als Anschlussart ist die Scher-Lochleibungs-Verbindung realisiert. Eine gleitfeste planmäßig vorgespannte Verbindung befindet sich in Vorbereitung.

Die Schraubenlöcher werden als gebohrt angenommen.

Stirnplattenstoß

Beim Stirnplattenstoß werden zwei Träger mittels angeschweißter bündiger oder im Zugbereich überstehender Stirnplatten mit zwei oder vier vertikalen Schraubenreihen momententragfähig verbunden. Als Profiltypen sind I-förmige Profile zugelassen.

DIN EN 1993

Grundlage der Berechnung der Verbindungen sind die Verfahren der DIN EN 1993-1-8.

Im Nachweis von vertikal vierreihigen Stirnplattenstößen kommt das in den folgenden Veröffentlichungen aufgeführte Modell zur Anwendung:

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

DIN 18800

Grundlage der Berechnung nach DIN 18800 ist das in Kahlmeier, Stahlbau nach DIN 18800(11.90), Werner Verlag, aufgeführte Verfahren zur Berechnung von momententragfähigen Stirnplattenverbindungen. Es leitet sich aus den Erläuterungen zum DSTV/DAST-Ringbuch „Typisierte Verbindungen im Stahlhochbau“, Stahlbau-Verlagsgesellschaft mbH, Köln 1984, her.

Die Übertragung der Schnittgrößen erfolgt dabei durch Ersatzlasten in den Gurten des Trägers. Um diesem Modell zu entsprechen, müssen die zu verbindenden Träger die Bedingung $I_{steg}/I_{gesamt} < 0,15$ erfüllen. Es dürfen nur geringe Normalkräfte wirken. Nur hochfeste Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9 können verwendet werden. Sie sind planmäßig vorzuspannen. Als Material ist wie im Ringbuch S235 festgelegt.

Die Trägerquerschnitte werden als doppelsymmetrische I-Profile ausgeführt.

Berechnungsgrundlagen

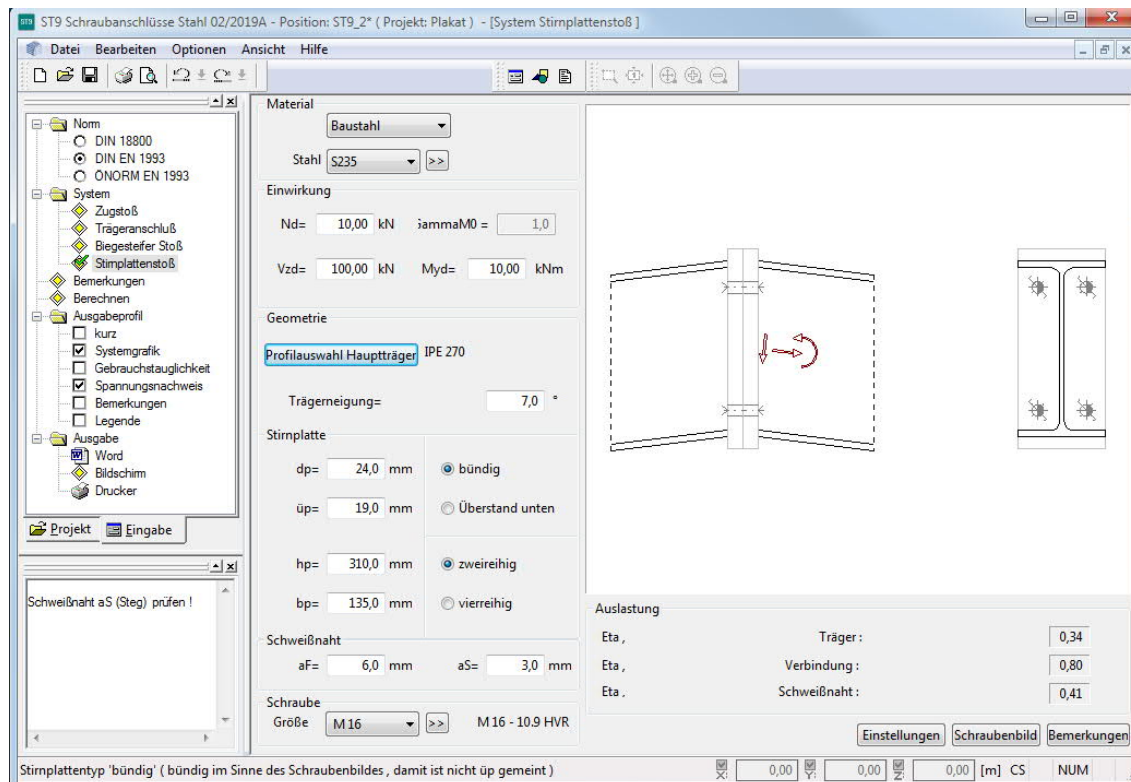
Berechnungsgrundlagen zu DIN 18800 finden Sie im Dokument [ST9_Berechnungsgrundlagen.pdf](#).

Systemeingabe

Unter dem Punkt "System" in der Hauptauswahl wählen Sie den Verbindungstyp:

- Zugstoß
- Trägeranschluss
- Biegesteifer Stoß
- Stirnplattenstoß

Nach Auswahl des Verbindungstyps werden die entsprechenden Eingabefelder/Optionen angezeigt.

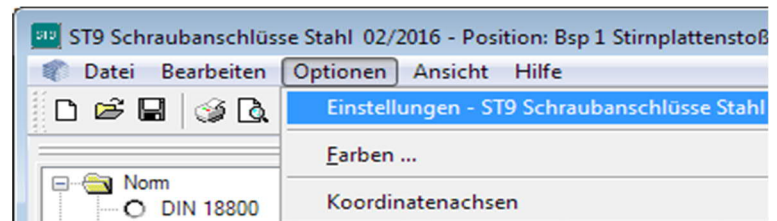


Bemerkungen zur Position

Über den Button "Bemerkungen" können Sie zusätzlichen Text zur Position eingeben. Dieser Text kann bei der Ausgabe optional mit ausgegeben werden (Hauptauswahl – Ausgabeprofil – Bemerkungen).

Optionen - Einstellungen

Über den Menüpunkt Optionen >> Einstellungen - Schraubanschlüsse Stahl können Sie die Einstellungen für die Konfiguration folgender Parametern vornehmen:



Zugstoß

- Versatzmaß zwischen den Zugbändern in Krafrichtung (0,0... 5,0 mm ; Standard ist 2,0).
- Bemessung der Verbindung nach der Eingabe von n1 (Anzahl der Zugbänder) automatisch aufrufen ([✓]) oder nicht ([]).
- Für nicht unterstützte einschnittige Zugstöße kann V_{ard} optional nach Beuthkommentar zu Element 804 abgemindert werden (nur für Bemessung nach DIN 18800).

Trägeranschluss

- Versatzmaß zwischen Steg Hauptträger und Nebenträger (0,0... 20,0 mm; Standard ist 5,0).
- Bemessung der Verbindung nach der Eingabe des Nebenträgers automatisch aufrufen ([✓]) oder nicht.

Biegesteifer Stoß

- Versatzmaß zwischen den Trägern in Richtung N (0,0... 5,0mm; Standard ist 2,0).
- Vorbemessung der Laschenabmaße nach der Eingabe (bzw. Änderung) des Trägerquerschnittes automatisch durchführen ([✓]) oder nicht.
- Lascheneingabe symmetrisch (Eingaben zu den Gurtlaschen oben werden automatisch für die Gurtlaschen unten übernommen).

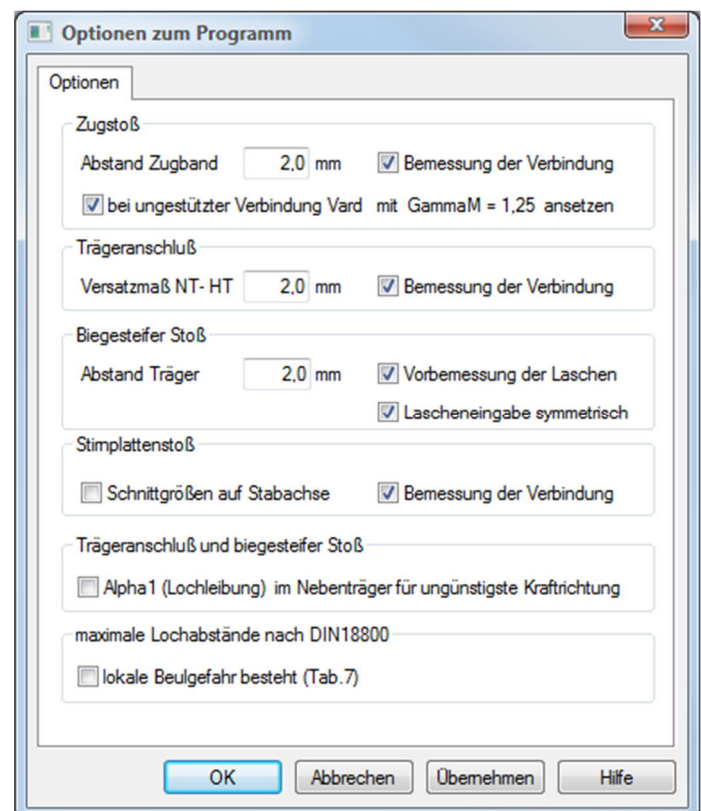
Stirnplattenstoß

- Bemessung der Verbindung automatisch aufrufen ([✓]) oder nicht.

Trägeranschluss und Biegesteifer Stoß

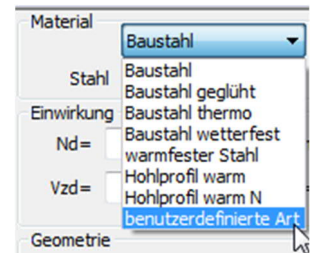
Für den Nachweis der Lochleibung im Nebenträger / Winkel kann optional der kleinste Beiwert Alpha1 von beiden Krafrichtungen gewählt werden (DIN 18800).

Hinweis: Die Einstellungen werden positionsbezogen gespeichert.



Materialauswahl

Sie können das Material aus der Liste wählen oder die erforderlichen Werte über den Punkt „benutzerdefinierte Art“ selbst eingeben (auf den  - Button klicken).



Zugstoß

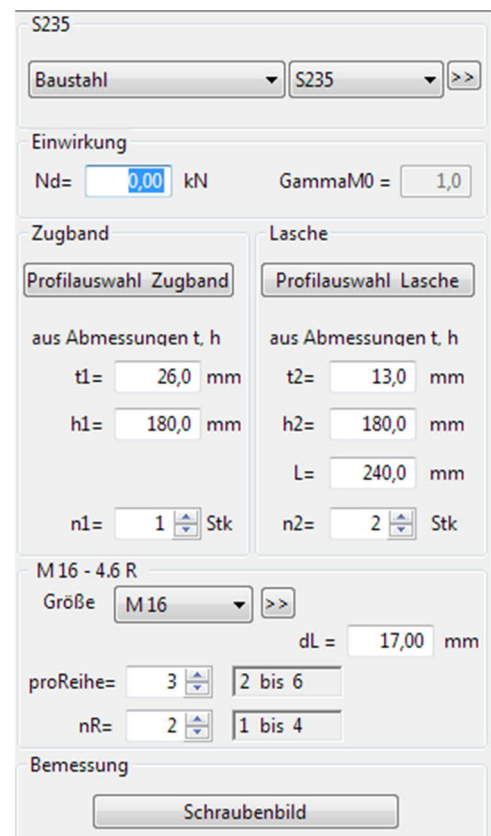
Im Dialog für den Zugstoß geben Sie das System eines Zugstoßes und die Einwirkung N_d als γ_t -fache Schnittkraft ein.

Nach jeder Eingabe wird ein Plausibilitätstest über die gesamte Verbindung durchgeführt und, wenn eine Berechnung zulässig ist, der Beanspruchungsgrad der Verbindung angezeigt.

Zusätzlich bekommen Sie die erforderliche Anzahl von Schrauben je Reihe und Anschluss für Abscheren sowie für Abscheren und Lochleibung ausgewiesen.

Gleichzeitig können Sie Ihre Eingaben im rechten Grafikbereich, der nach jeder Eingabe aktualisiert wird, kontrollieren und somit effektiv auf Abweichungen reagieren.

Bei jeder Neueingabe sind die Daten des Dialoges mit einer sinnvollen Konfiguration belegt, um die Berechnung von η zu ermöglichen.



Einwirkung

N_d Normalkraft in Richtung des Schwerpunktes des Schraubenbildes als Zug (positiv).

γ_{M0} Materialfaktor γ_M .

Zugband

Zugband/Lasche siehe [Profilauswahl](#)

t_1 Dicke eines Zugbandes

h_1 Höhe eines Zugbandes

n Anzahl gleicher Zugbänder (n_1)

Lasche

t_2 Dicke einer Lasche

h_2 Höhe einer Lasche

L Länge der Lasche in einem Anschluss

n Anzahl gleicher Laschen (n_2)

Schraubenreihen

Über die [Auswahlliste](#) wählen Sie die Schraubengröße sowie eventuell weitere Schraubenparameter (Festigkeit, Schraubentyp ...)

n_R Anzahl von Schraubenreihen parallel zur Zugkraft

$proReihe$ Anzahl von Schrauben je Reihe in einem Anschluss

d_L Lochdurchmesser

Trägeranschluss

Im Dialog für den Trägeranschluss geben Sie das System eines Trägeranschlusses und die Einwirkung V_{zd} als γ_F -fache Schnittkraft ein.

Nach jeder Eingabe, die Sie mit der "Return" - Taste bestätigen, wird ein Plausibilitätstest über die gesamte Verbindung durchgeführt und, wenn eine Berechnung zulässig ist, der Beanspruchungsgrad der einzelnen Anschlüsse angezeigt.

Gleichzeitig können Sie Ihre Eingaben im rechten Grafikbereich, der nach jeder Eingabe aktualisiert wird, kontrollieren und effektiv auf Abweichungen reagieren.

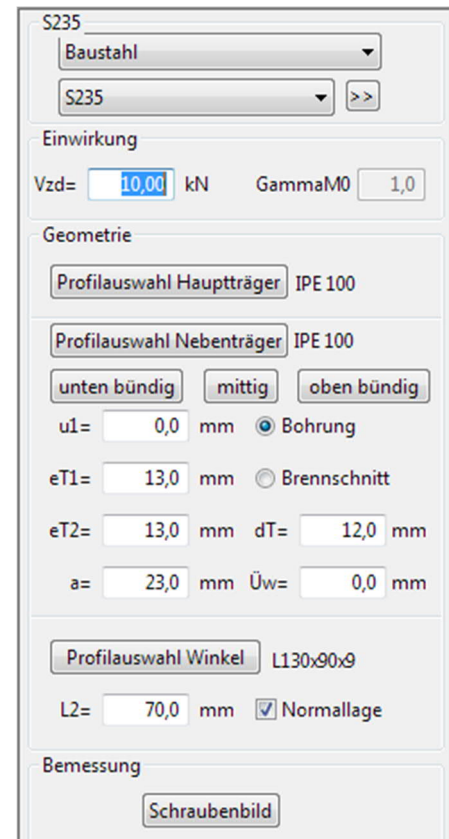
Im Sinne einer flüssigen Eingabe wird innerhalb des Eingabebereiches GEOMETRIE (Profilauswahl) auf die Tests und Berechnung verzichtet.

Bestätigen Sie ein Eingabefeld außerhalb dieses Bereiches, so wird ein kompletter Geometrietest mit Neuberechnung bzw. gegebener Aufforderung zur Korrektur durchgeführt.

Ausnahme: Nach Veränderung des Profils für den Haupt- oder Nebenträger werden die Ausklinkungen e_{T1} und e_{T2} sowie a auf die minimal notwendigen Größen unter Berücksichtigung von U_1 und der Anbindung am jeweils anderen Träger gesetzt.

Werden für die Ausklinkungen e_{T1} und e_{T2} sowie für a Werte eingegeben, so erfolgt deren automatische Korrektur, wenn die minimal erforderlichen Werte unterschritten sind.

Bei jeder Neueingabe sind die Daten des Dialoges mit einer sinnvollen Konfiguration belegt, um die Berechnung von Eta zu ermöglichen.



Einwirkung

Vzd	Querkraft in Richtung z (nach unten positiv).
GammaM	Materialfaktor γ_M

Geometrie

Haupt/Nebenträger	Auswahl der Haupt- und Nebenträger aus der Frilo-Profildatei oder Eingabe der "Abmessungen" - zulässig sind alle I-förmigen Profile. Bündig-Buttons: Sie können die Auswirkungen in der Grafik sehen.
u1	Abstand Oberkante Nebenträger zu Oberkante Hauptträger, nach unten positiv.
eT1	Höhe der oberen Ausklinkung im Nebenträger, Null oder mindestens Flanschdicke oben + Ausrundung oben. Ist unter ▶ Optionen ▶ Einstellungen - Schraubanschlüsse Stahl für den Trägeranschluss ein Versatzmaß definiert, so wird dieses bei der Bestimmung von eT1 berücksichtigt.
eT2	Höhe der unteren Ausklinkung im Nebenträger, Null oder mindestens Flanschdicke unten + Ausrundung unten.
Ausklüpfungstyp	- Bohrung (üblich bei Walzprofilen) - Brennschnitt (üblich bei Schweißprofilen)
dT	Durchmesser der Bohrung (beim Typ Brennschnitt inaktiv). dT reduziert den nutzbaren Querschnitt im Nachweis der Ausklüpfung.

a	Tiefe der Ausklinkung in den Nebenträger hinein.
Üw	Abstand Winkel von oberster möglicher Position bzgl. Ausrundung HT, NT und Ausklinkung im NT. I.d.R. ist Üw = 0, bei Üw < 0 und Eingabe von L2 wird der Winkel mittig im möglichen Positionierungsbereich angeordnet.
Winkel	Auswahl eines Winkels aus der Frilo-Profildatei oder Eingabe der "Abmessungen". Zulässig sind alle gleich- oder ungleichschenkligen Winkelprofile.
L2	Länge des Anschlusswinkels

Schraubenreihen für Hauptträger (HT) und Nebenträger (NT)

HT n	Gewählte Anzahl von Schrauben je Reihe in einem Anschluss Hauptträger - Winkel.
NT n	Gewählte Anzahl von Schrauben je Reihe im Anschluss Winkel - Nebenträger.

Biegesteifer Stoß

Im Dialog für den Biegesteifen Stoß geben Sie das System aus I-förmigem Trägerquerschnitt und Laschenabmaßen sowie die Einwirkungen N_d , V_{zd} und M_{yd} als γ_t -fache Schnittkräfte ein.

Nach jeder Eingabe wird ein Plausibilitätstest durchgeführt und, wenn eine Berechnung zulässig ist, der Beanspruchungsgrad angezeigt.

Gleichzeitig können Sie Ihre Eingaben im Grafikbereich (rechts) kontrollieren und effektiv auf Abweichungen reagieren.

Im Sinne einer flüssigen Eingabe wird innerhalb des Bereiches GEOMETRIE auf die Plausibilitätstests und Berechnung verzichtet (sichtbar an der Darstellung von "???" für den Beanspruchungsgrad η).

Bestätigen Sie ein Eingabefeld außerhalb dieses Bereiches, so wird ein kompletter Geometrietest mit Neuberechnung bzw. gegebener Aufforderung zur Korrektur durchgeführt.



N_d Normalkraft in Richtung x (Zug positiv).

V_{zd} Querkraft in Richtung z (nach unten positiv).

M_{yd} Moment um y (positiv, wenn im Gurt unten Zug entsteht).

γ_{tM} Materialfaktor γ_M

Querschnitt [Auswahl des Hauptträgers](#) aus der Frilo-Profildatei oder Eingabe der "Abmessungen" - zulässig sind I-förmige Profile.

Laschen Steg laschen und Gurt laschen außen müssen vorgegeben werden.

Die Eingabe von Gurt laschen innen ist optional (keine Gurt laschen innen: Dicke t oder Höhe h besitzt den Wert 0).

Gurt lasche außen und Gurt lasche innen haben immer die gleiche Länge.

Die maximal und minimal möglichen Höhen der Laschen werden vom Programm überprüft.

Eine Lasche muss mindestens 3mm dick sein.

Wurde unter „[Optionen](#)“ die Eingabe der Laschengengeometrie als "symmetrisch" aktiviert, schlägt das Programm für die Werte der Gurt laschen unten die Eingaben aus den Gurt laschen oben vor.

t Dicke in mm

h Höhe in mm

L Länge der Lasche in der gesamten Verbindung in mm

gew n Anzahl von Schrauben je Reihe in einem Anschluss.

nR Anzahl von Schraubenreihen (parallel zur Kraft N_d).

Stirnplattenstoß

Im Dialog für den Stirnplattenstoß geben Sie das System aus Trägerquerschnitt und Stirnplattenabmaßen sowie die Einwirkungen N_d , V_{zd} und M_{yd} als γ_f -fache Schnittkräfte ein.

Bitte beachten: Der Überstand der Stirnplatte wird vom Programm immer im Zugbereich des Trägers angeordnet.

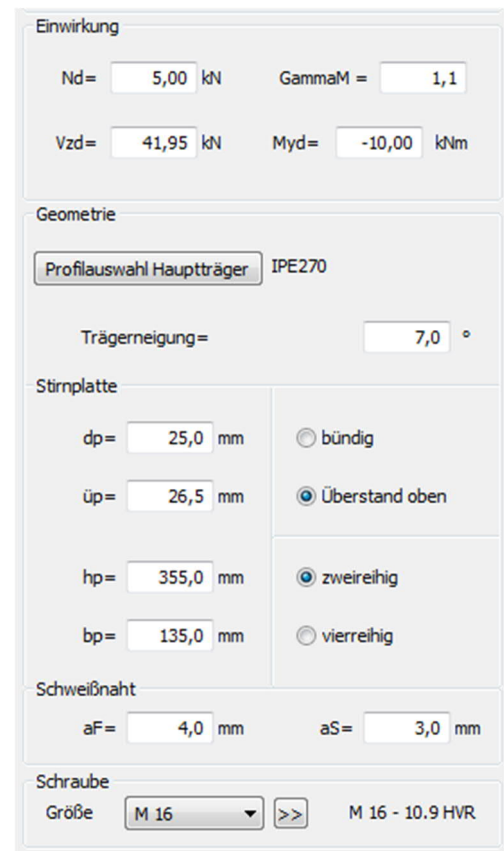
Nach jeder Eingabe wird ein Plausibilitätstest durchgeführt und, wenn eine Berechnung zulässig ist, der Beanspruchungsgrad angezeigt.

Gleichzeitig können Sie Ihre Eingaben im Grafikbereich (rechts) kontrollieren und effektiv auf Abweichungen reagieren.

N_d	Kleine Normalkraft in Richtung x (Zug positiv).
V_{zd}	Querkraft in Richtung z (nach unten positiv).
M_{yd}	Moment um y (positiv, wenn im Gurt unten Zug entsteht).
γ_{M}	Materialfaktor γ_M
Geometrie	Auswahl des Hauptträgers aus der Frilo-Profildatei oder Eingabe der Abmessungen. Zulässig sind doppelsymmetrische I-Profile. Trägerneigung: -45° - $+45^\circ$, rechts positiv im Uhrzeigersinn

Stirnplatte

bündig	Bündig mit beidseitigem Überstand $\ddot{u}$ für die Kehlnähte.
Überstand	Überstehend im Zugbereich des Trägers mit Überstand $\ddot{u}$ für die Kehlnaht auf der gegenüberliegenden Seite.
zweireihig	zwei Schraubenreihen
vierreihig	vier Schraubenreihen
d_p	Dicke der Stirnplatte (Minstdicke in Abhängigkeit vom Typ der Schraube muss eingehalten sein).
$\ddot{u}_p$	Überstand der Stirnplatte für die Anordnung der Kehlnähte. Eine Eingabe $\ddot{u}_p = 0$ ist zulässig; dabei werden an den Außenseiten der Trägerflansche HV-Nähte angenommen.
h_p	Höhe der Stirnplatte beim Typ "bündig" ist inaktiv; hier wird h_p durch die Trägerhöhe + 2 $\ddot{u}_p$ bestimmt.
b_p	Breite der Stirnplatte (Mindestabstände der Schrauben müssen eingehalten sein).
a_F	Dicke der Schweißnaht im Flanscbereich.
a_S	Dicke der Schweißnaht im Stegbereich.



Profilauswahl - Querschnitt definieren

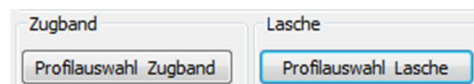
Klicken Sie auf den jeweiligen Button für die Profilauswahl. Das Fenster der Profilauswahl zur Eingabe/Änderung eines Querschnitts wird eingeblendet.

Profilauswahl Hauptträger

Siehe Dokument [Querschnittsauswahl.pdf](#)

Profilauswahl Zugband

Auswahl der Abmaße eines Zugbandes aus der Frilo-Profildatei. Die Abmaße des gewählten Profils werden in den Eingabefeldern zu t_1 und h_1 übernommen.



Zulässig sind:

- Bleche,
- I-förmige Profile mit nur einem Zugband,
- U-förmige Profile mit einem/zwei Zugbändern.

Bei I- und U-förmigen Profilen ergibt sich t_1 aus der Stegdicke und h_1 aus dem parallelen Stegbereich. Es wird intern mit t_1/h_1 (als Blech) weitergerechnet.

Profilauswahl Lasche

Auswahl der Abmaße einer Lasche aus der F+L-Profildatei. Die Abmaße des gewählten Profils werden in den Eingabefeldern zu t_2 und h_2 übernommen.

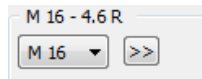
Zulässig sind Bleche als Flach- und Breitflachstahl.

Schrauben

Schraubenauswahl

Im Dialog zur Schraubenauswahl legen Sie die zu verwendende Schraubenart fest.

Klicken Sie hierzu auf den  - Button.



Es werden die Schraubengrößen M12 bis M36 mit den Festigkeitsklassen 4.6 bis 10.9 angeboten.

Die Schraube kann als Rohe Schraube oder als Passschraube gewählt werden.

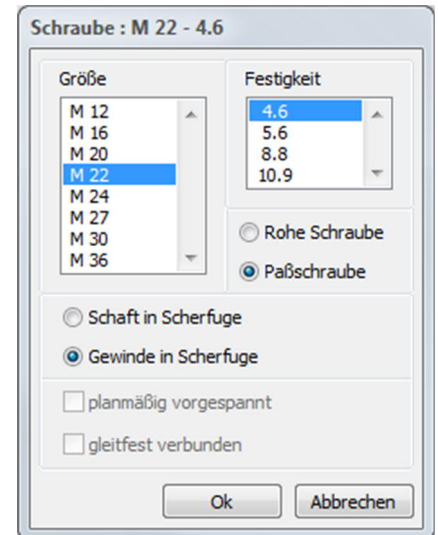
Rohe Schrauben können mit einem Lochleibungsspiel von 0,3 bis 2,0 mm, Passschrauben mit einem Lochleibungsspiel von 0,0 bis 0,3 mm verwendet werden.

Es kann gewählt werden, ob alle Fugen einer Verbindung im Schraubenschaft oder im Schraubengewinde liegen.

Nach Eingabe der Schraubenart wird der verwendete Lochdurchmesser auf den Regellochdurchmesser der jeweiligen Schraubengröße gesetzt.

Dieser kann jedoch in dem zulässigen Intervall innerhalb des Dialoges zum Schraubenbild verändert werden.

Der Regellochdurchmesser beträgt bei M16 z.B. 17 mm für Rohe Schrauben (Lochleibungsspiel 1,0 mm), 17 mm für Passschrauben (Lochleibungsspiel 0,0 mm).



Die Auswahl planmäßig vorgespannter und gleitfest verbundener Schrauben bleibt einer späteren Programmversion vorenthalten.

Hinweis: Die charakteristischen Werte von Streckgrenze f_{yk} und Zugfestigkeit f_{ubk} lassen sich leicht aus der Festigkeitsklasse entnehmen:

$$f_{yk} = (\text{Ziffer vor Punkt}) \cdot (\text{Ziffer nach Punkt}) \cdot 10 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ubk} = (\text{Ziffer vor Punkt}) \cdot 100 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{z.B.} \quad F-5.6 \quad f_{yk} = 300 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ubk} = 500 \text{ N/mm}^2$$

Schraubenabstände

Nach jeder Änderung eines Eingabewertes und vor der damit verbundenen Neuberechnung des Systems führt das Programm eine automatische Optimierung der Schraubenabstände durch. Die Eingabezustände sind damit eindeutig definiert (Optimierung im Sinne des geringsten Beanspruchungsgrades aus der Verbindung).

Eine direkte Vorgabe der Schraubenabstände ist durch den Aufruf des Dialoges "Schraubenbild" möglich. Im Anschluss an eine direkte Vorgabe wird "Eta" mit den eingestellten Schraubenabständen ermittelt.

Schweißnahtdicken werden bei der Ermittlung der Schraubenabstände nicht berücksichtigt.

Tipp: Eigene Schraubenabstände immer zuletzt eingeben !

Schraubenbild Zugstoß

Im Dialog "Schraubenbild Zugstoß" (Button Schraubenbild) machen Sie Angaben zur Anzahl der Schraubenreihen parallel zur Zugkraft, zu den Schraubenabständen und dem zu verwendenden Lochdurchmesser.

Es wird die maximal mögliche Anzahl von Schraubenreihen senkrecht zur Zugkraft in Abhängigkeit der minimal zulässigen Schraubenabstände angezeigt.

Nach jeder Eingabe wird ein Plausibilitätstest folgender Art durchgeführt:

- Die minimal zulässigen Schraubenabstände müssen eingehalten werden.
 $e_1 \geq 1,2 \cdot d_L$
 $p_1 \geq 2,2 \cdot d_L$
 $e_2 \geq 1,2 \cdot d_L$
 $p_2 \geq 2,4 \cdot d_L$
- Die Summe der Schraubenabstände senkrecht zur Zugkraft muss mit der Zugband- bzw. Laschenhöhe identisch sein.
 $2 \cdot e_2 + (\text{Anzahl Schraubenreihen} - 1) \cdot p_2 = h$

Hinweis: Bei Eingabe von e_2 (p_2) wird diese Bedingung geprüft und im abweichenden Falle der Wert von p_2 (e_2) automatisch angepasst.

Bei nachträglicher Veränderung der Höhe h wird die entstandene Differenz anteilmäßig in den Abständen e_2 und p_2 korrigiert.

- Die Summe der Schraubenabstände in Richtung der Zugkraft muss mit der Länge der Lasche in einem Anschluss L identisch sein.
 $2 \cdot e_1 + (\text{Anzahl Schrauben je Reihe} - 1) \cdot p_1 = L$
 Diese Bedingung wird nur nach erfolgreichem Verlassen des Dialoges zum Schraubenbild getestet und die Länge L gegebenenfalls automatisch angepasst.
 Das Lochleibungsspiel bei Eingabe von d_L darf sich für Rohe Schrauben im Bereich von 0,3 bis 2,0 mm, für Passschrauben im Bereich von 0,0 bis 0,3 mm befinden.

Als Eingabewerte werden abgefragt:

n pro Reihe	Anzahl der Schraubenreihen parallel zur Zugkraft
e1	Randabstand in Kraftrichtung
p1	Lochabstand in Kraftrichtung (Innenabstand der Schrauben)
nR	Anzahl der Schraubenreihen senkrecht zur Kraftrichtung
e2	Randabstand senkrecht zur Kraftrichtung
p2	Lochabstand senkrecht zur Kraftrichtung (Innenabstand der Schrauben)
dL	Lochdurchmesser, abhängig von der gewählten Schraubenart und -größe

Hinweis: Zwischen den Schraubenabständen p_1 und e_1 bzw. e_2 und p_2 bestehen Abhängigkeiten, die vom Programm geprüft werden.

Schraubenbild Trägeranschluss

In diesem Dialog machen Sie Angaben zur Anzahl der Schraubenreihen parallel zur Krafrichtung, zu den Schraubenabständen und dem zu verwendenden Lochdurchmesser.

Es wird die maximal mögliche Anzahl von Schraubenreihen parallel zur Querkraft in Abhängigkeit der minimal zulässigen Schraubenabstände für den Anschluss Hauptträger - Winkel und Winkel- Nebenträger angezeigt.

Beachten Sie, dass bei Verwendung von DIN-Winkelprofilen aus der [Frilo-Profildatei](#) die Anzahl und Abstände $e2/p2$ der Löcher sowie der maximal verwendbare Schraubendurchmesser je Schenkel festgelegt sind.

Diese Werte können nicht verändert werden. Wollen Sie für diese Winkel andere Werte verwenden, so geben Sie den Winkel über seine Abmessungen ein.

Nach jeder Eingabe wird ein Plausibilitätstest folgender Art durchgeführt:

- Die minimal zulässigen Schraubenabstände müssen eingehalten werden.

$$e1 \geq 1,2 \cdot d_L$$

$$p1 \geq 2,2 \cdot d_L$$

$$e2 \geq 1,2 \cdot d_L$$

$$p2 \geq 2,4 \cdot d_L$$

- Die Summe der Schraubenabstände senkrecht zur Kraft muss mit der entsprechenden Winkelbreite identisch sein.

$$e2 + (\text{Anzahl Schraubenreihen} - 1) \cdot p2 + e2_{\text{Rest}} = B$$

mit $e2$ Randabstand vom Scheitel des Winkels

B Breite des entsprechenden Schenkels

$e2_{\text{Rest}}$ Randabstand vom freien Ende des Schenkels mit $e2 \geq 1,2 \cdot d_L$

- Die Summe der Schraubenabstände in Richtung der Kraft muss mit der Länge der Winkel in einem Anschluss L_2 identisch sein.

$$2 \cdot e1 + (\text{Anzahl Schrauben je Reihe} - 1) \cdot p1 = L_2$$

Hinweis: Bei Eingabe von $e1$ ($p1$) wird diese Bedingung geprüft und im abweichenden Falle der Wert von $p1$ ($e1$) automatisch angepasst.

Bei nachträglicher Veränderung der Länge L_2 wird die entstandene Differenz anteilmäßig in den Abständen $e1$ und $p1$ korrigiert.

- Das Lochleibungsspiel bei Eingabe von d_L darf sich für Rohe Schrauben im Bereich von 0,3 bis 2,0 mm, für Passschrauben im Bereich von 0,0 bis 0,3 mm befinden.

Als Eingabewerte werden je Anschluss Hauptträger - Winkel und Winkel - Nebenträger abgefragt:

nR	Anzahl der Schraubenreihen im Anschluss Winkel – Nebenträger
n	gewählte Anzahl der Schrauben je Reihe im Anschluss Winkel - Nebenträger
e1	Randabstand in Krafrichtung
p1	Lochabstand in Krafrichtung
e2	Randabstand senkrecht zur Krafrichtung ausgehend vom Scheitel des Winkels
p2	Lochabstand senkrecht zur Krafrichtung
dL	Lochdurchmesser, abhängig von der gewählten Schraubenart und -größe

Schraubenbild Biegesteifer Stoß

In diesem Dialog machen Sie Angaben zur Anzahl der Schraubenreihen parallel zur Krafrichtung N, zu den Schraubenabständen und dem zu verwendenden Lochdurchmesser d_L .

Es wird die maximal mögliche Anzahl von Schraubenreihen in Abhängigkeit der minimal zulässigen Schraubenabstände angezeigt.

Nach jeder Eingabe wird ein Plausibilitätstest folgender Art durchgeführt:

- die minimal zulässigen Schraubenabstände müssen eingehalten werden
 - $e_1 \geq 1,2 \cdot d_L$
 - $p_1 \geq 2,2 \cdot d_L$
 - $e_2 \geq 1,2 \cdot d_L$
 - $p_2 \geq 2,4 \cdot d_L$
- die Summe der Schraubenabstände senkrecht zur Kraft muss mit der entsprechenden Laschenhöhe h identisch sein
 - $e_2 + (\text{Anzahl Schraubenreihen} - 1) \cdot p_2 + e_{2,\text{Rest}} = h$
 - mit e_2 Randabstand
 - $e_{2,\text{Rest}} = e_2$ bei Steglaschen
 - $e_{2,\text{Rest}} \geq 1,2 \cdot d_L$ bei Gurtlaschen
- die Summe der Schraubenabstände in Richtung der Kraft muss mit der Länge der Laschen in einem Anschluss L_2 identisch sein
 - $2 \cdot e_1 + (\text{Anzahl Schrauben je Reihe} - 1) \cdot p_1 = L_2$

Hinweis: Bei Eingabe von e_1 (p_1) wird diese Bedingung geprüft und im abweichenden Falle der Wert von p_1 (e_1) automatisch angepasst.

Bei nachträglicher Veränderung der Länge L_2 wird die entstandene Differenz anteilmäßig in den Abständen e_1 und p_1 korrigiert.

Ist nur eine Schraube je Reihe vorhanden, so muss für e_2 die halbe Länge L_2 gesetzt werden.

- das Lochleibungsspiel bei Eingabe von d_L darf sich für rohe Schrauben im Bereich von 0,3 bis 2,0 mm, für Passschrauben im Bereich von 0,0 bis 0,3 mm befinden

Eingabewerte je Laschenart

- nR Anzahl der Schraubenreihen parallel zur Krafrichtung N (bei den Gurtlaschen bezieht sich die Eingabe auf eine Gurthälfte des Trägers)
- gew n gewählte Anzahl Schrauben je Reihe in den Steglaschen
- e1 Randabstand in Krafrichtung N
- p1 Lochabstand in Krafrichtung N
- e2 Randabstand senkrecht zur Krafrichtung N (bei den Gurtlaschen bezieht sich die Eingabe auf eine Gurthälfte des Trägers, Randabstand von Laschenaußenkante)
- p2 Lochabstand senkrecht zur Krafrichtung (bei den Gurtlaschen bezieht sich die Eingabe auf eine Gurthälfte des Trägers)
- dL Lochdurchmesser, abhängig von der gewählten Schraubenart und -größe

Schraubenbild Stirnplattenstoß

In diesem Dialog machen Sie Angaben zu den Schraubenabständen und dem zu verwendenden Lochdurchmesser dL.

Nach jeder Eingabe wird ein Plausibilitätstest folgender Art durchgeführt:

- Die minimal zulässigen Schraubenabstände müssen eingehalten werden.
- Die Summe der Schraubenabstände muss mit dem entsprechenden Plattenabmaß identisch sein.
- Das Lochleibungsspiel bei Eingabe von d_L darf sich für rohe Schrauben im Bereich von 0,3 bis 2,0 mm, für Passschrauben im Bereich von 0,0 bis 0,3 mm befinden.

Abstände in Richtung des Trägersteges

Auswahl zwischen „a“ bzw. „e“ (siehe entsprechende Grafik im Dialog)

- | | |
|----|--|
| a1 | Abstand Schraube im Überstand zu Außenkante Träger |
| | Ist das Eingabefeld inaktiv, so ermittelt sich a ₁ aus:
(a ₂ - Flanschdicke) gerundet auf 5mm |
| a2 | Abstand Schraube innen zu UK Träger |
| a3 | Abstand Schraube innen zu OK Träger |
| | |
| e1 | Randabstand im Überstand – von AK Stirnplatte |
| e2 | Lochabstand am Trägergurt unten – von UK Stirnplatte |
| e3 | Lochabstand in der Mitte des Trägers |
| e4 | Lochabstand am Trägergurt oben, bei bündiger Stirnplatte von OK gemessen |

Abstände in Richtung der Trägergurte

- | | |
|----|---|
| w1 | Mittelabstand (im Träger) |
| w2 | Innenabstand Schraube bei vierreihiger Stirnplatte |
| w3 | Randabstand (außen) Schraube |
| dL | Lochdurchmesser, abhängig von der gewählten Schraubenart und -größe |

Bemessung

Bemessung Zugstoß

Wurde über „[Optionen](#)“ die automatische Bemessung zum Zugstoß aktiviert, so erfolgt diese nach der Eingabe des Zugbandes (Anzahl n1) innerhalb des Dialoges zur Systemeingabe.

Der Dialog ist analog der Schraubenauswahl aufgebaut. Zusätzlich können die Optimierungsart gewählt und das vorgeschlagene Schraubenbild verändert werden.

Jede Eingabe hat die Neuberechnung der aktuellen Konstellation mit Angabe des Beanspruchungsgrades der Verbindung und aus Zugspannung, sowie der Anzahl benötigter Schrauben zur Folge.

Als Bemessungsregeln gelten:

$$\begin{aligned} t_{2,ges} &= t_{1,ges} \\ n_2 &= n_1 + 1 \\ L &= e_{1,bem} + (gew.n - 1) \cdot e_{bem} + e_{1,bem} \\ (gew.n - n_{Reihe})_{bem} &\geq \text{erf. Anzahl Schrauben aus Abscheren} \end{aligned}$$

Für das Kriterium minimale Abmaße gilt:

$$\begin{aligned} e_{1,bem} &= \max.zul.e_1 \\ e_{bem} &= \min.zul.e \end{aligned}$$

Für das Kriterium minimale Schraubenanzahl gilt:

$$\begin{aligned} e_{1,bem} &= \max.zul.e_1 \\ e_{bem} &= \max.zul.e \end{aligned}$$

Durch Kombination von Schraubenreihen und gewählter Anzahl Schrauben je Reihe wird die minimal notwendige Anzahl Schrauben je Anschluss gesucht.

*Hinweis: Die Verbindung kann durch Veränderung der vorgeschlagenen Werte angepasst werden. Hierbei erfolgt eine automatische Optimierung der Schraubenabstände (außer bei direkter Vorgabe im Dialog SCHRAUBENBILD)
→ siehe hierzu [Eingabewerte Zugstoß](#).*

Bemessung Trägeranschluss

Wurde über „[Optionen](#)“ die automatische Bemessung zum Trägeranschluss aktiviert, so erfolgt diese nach Eingabe von Querkraft, Haupt- und Nebenträger innerhalb des Dialoges zur Systemeingabe.

Es werden 21 übliche und in der Praxis bewährte Winkelprofile bemessen und die Ergebnisse in einer Tabelle übersichtlich dargestellt.

Eta_V: Beanspruchungsgrad der Verbindung

Eta_eT: Beanspruchungsgrad der Ausklinkung

Die Verbindungen sind jeweils deckengleich und mit den erforderlichen Werten für e_{T1} , e_{T2} und a (aufgerundet auf ganze 10er - Stelle) ausgeführt.

Der Wert $\bar{U}_w$ wird immer als 0,0 angenommen. Die Schraubenabstände richten sich jedoch nach den gebräuchlichen, nicht nach den optimierten Werten.

Der Auswahlbalken wird automatisch auf das Winkelprofil gesetzt, welches im Auslastungsgrad von allen berechneten Profilen am nächsten zu 1,0 liegt.

Gibt es kein solches, so können Sie z.B. das am "nächsten" liegende Profil wählen und die Verbindung durch Änderung von Winkellänge oder Schraubenabständen optimieren bzw. anpassen.

Bemessung Biegesteifer Stoß

Wurde über „[Optionen](#)“ die automatische Vorbemessung der Laschen aktiviert, so erfolgt diese nach der Eingabe (Änderung) des Trägerquerschnittes innerhalb der Systemeingabe.

Dabei werden die erforderliche Dicke und Höhe für die Steg- und Gurtlaschen außen anhand des gewählten Trägerquerschnittes ermittelt. Gurtlaschen innenliegend werden nicht angeordnet.

Die Querschnittsflächen der Laschen entsprechen den zugehörigen Querschnittsflächen des Trägers:

$t_{\text{lasche}} = t_{\text{träger}} / n_{\text{lasche}}$ aufgerundet auf die nächste Standarddicke für Bleche

$h_{\text{lasche}} = A_{\text{träger}} / t_{\text{lasche}}$ auf ganzes Maß aufgerundet

Bemessung Stirnplattenstoß

Wurde über „[Optionen](#)“ die automatische Bemessung aktiviert, so wird diese nach der Eingabe (Änderung) des Trägerquerschnittes innerhalb der Systemeingabe durchgeführt.

Die Bemessung erfolgt für die Profiltypen:

IPE, IPEa, IPEo, IPEv, IPEr, HEA, HEAA, HEB, HEM.

Diese müssen zuvor aus der [F+L-Profildatei](#) gewählt werden.

Es werden übliche und in der Praxis bewährte Stirnplattenstöße entsprechend des gewählten Trägers bemessen und die Ergebnisse in einer Tabelle übersichtlich dargestellt.

Eta_V: Beanspruchungsgrad der Schrauben

Eta_SP: Beanspruchungsgrad der Stirnplatte

Eta_SW: Beanspruchungsgrad der Schweißnaht

Bei der Bemessung nach DIN EN 1993 werden die Grenzschnittkräfte des Anschlusses nach dem [Komponentenverfahren](#) berechnet und den Einwirkungen gegenübergestellt.

Berechnungsoptionen Stirnplattenstoß nach EN 1993

Um die Berechnungsoptionen beim Komponentenverfahren aufzurufen, klicken Sie auf „Einstellungen“ innerhalb der Systemeingabe.

Normalkraft

- N-M Interaktion... Berücksichtigung von Normalkräften $> 0,05 N_{pl,Rd}$ nach Gleichung 6.24 EN 1993-1-8
- NRd-Zug Überstand Schrauben im Überstand werden bei der Ermittlung der Grenznormalkraft N_{Rd} vernachlässigt

Zug

- Abstützkräfte pauschal hiermit wird unterstellt, dass sich bei der geschraubten Stirnplattenverbindung immer Abstützkräfte einstellen (es erfolgt keine Prüfung vom Programm !, es gilt also immer $L_b \leq L_b \cdot \text{Tabelle 6.2}$)

- FtRd Stummel ... Das Anwenden des alternativen Verfahrens (Verfahren 2) für den Nachweis der Versagensart 1 in den äquivalenten T-Stummeln erschließt durch einen genaueren Ansatz der Schrauben kleinere Tragreserven

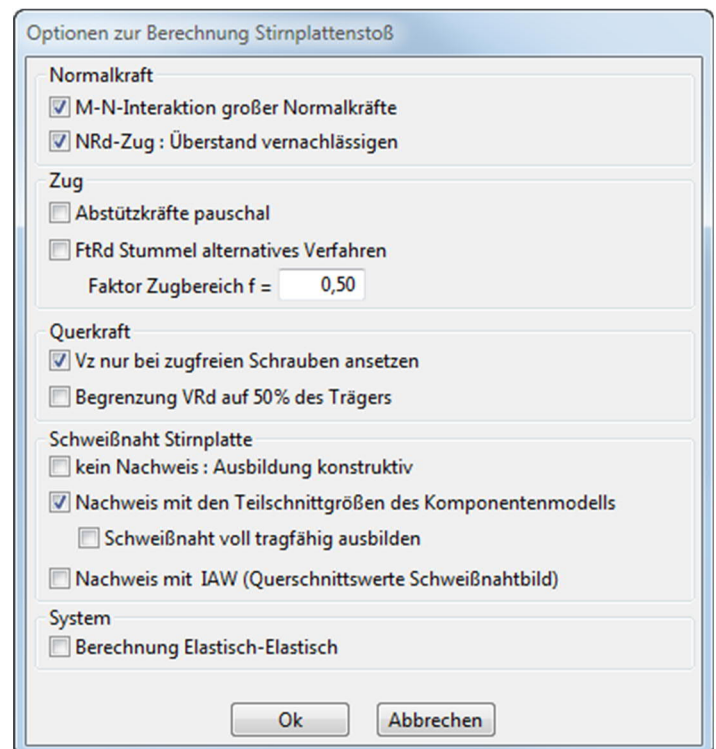
- Faktor Zugbereich f Dieser Faktor bezogen auf die Anschlusshöhe ergibt den Bereich, in welchem die Schrauben auf Zug wirken. Vorgabewert ist $f = 0,5$.
Einfluss: Näher zur Druckzone liegende Schrauben können bei der Berechnung der Momententragfähigkeit vernachlässigt werden. Sie wirken dann mit ihrer vollen Grenzüberschnekkraft, so dass sich ggf. eine höhere Querkrafttragfähigkeit der Verbindung ergibt. Die Unterbewertung der Momententragfähigkeit ist im Allgemeinen gering und wird für Verbindungen, in denen mindestens 50% der Schrauben auf Zug wirken und sich die vernachlässigten Schrauben im Bereich des 0,4-fachen Abstandes der äußersten gezogenen Schraube zum Druckpunkt befinden, mit 15% abgeschätzt.

Querkraft

- Vz ... Die Querkraft wird ausschließlich durch Schrauben übertragen, die keine Zugkraft übernehmen. Siehe auch Faktor f für Zugbereich.
- Begrenzung Vrd... Die Tragfähigkeit der Querkraft wird auf 50% der Schubtragfähigkeit des Riegels begrenzt. Dies geht in die Berechnung der Auslastung aus V_{Rd} ein.

Schweißnähte

- kein Nachweis ... Die Schweißnähte der Stirnplatte werden konstruktiv entsprechend der Profilabmessungen ausgebildet und nicht explizit nachgewiesen.
- ... Teilschnittgrößen ... Die Schweißnähte der Stirnplatte werden mit den jeweiligen Teilschnittgrößen des Komponentenmodells nachgewiesen.



...volltragfähig... Die Schweißnähte der Stirnplatte werden so nachgewiesen, dass sie das Grenzmoment und die Grenzquerkraft des Anschlusses übertragen können. Schweißnähte sind nur begrenzt duktil und sollten daher so dimensioniert werden, dass sie nicht bemessungsrelevant sind, d.h. eine der anderen Komponenten zuerst versagt.

Nachweis ... aus IAW Die Schweißnähte der Stirnplatte werden über die Statik des Gesamtschweißnahtbildes nachgewiesen, anderenfalls mit den jeweiligen Teilschnittgrößen.

System

...Elastisch-Elastisch Die Tragwerksberechnung soll nur Elastisch-Elastisch erfolgen, maßgeblich ist $M_{a,Rd,el}$ – zur Klassifizierung wird nur die Steifigkeit herangezogen.

Ausgabe

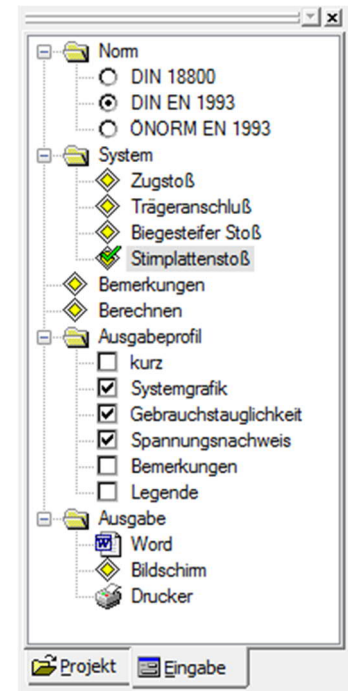
Über den Button "Bemerkungen" können Sie zusätzlichen Text zur Position eingeben. Dieser Text kann bei der Ausgabe optional mit ausgegeben werden (Ausgabeprofil – Bemerkungen).

Ausgabe der Systemdaten, Ergebnisse und Grafik auf Bildschirm oder Drucker.

Über den Punkt Ausgabe starten Sie den Ausdruck bzw. die Anzeige auf Bildschirm.

Ausgabeprofil	Bei einigen Programmen können Sie auch den Umfang der Ausgabe (Ausgabeprofil) festlegen/einschränken.
Bildschirm	Anzeige der Werte in einem Textfenster
Drucken	Starten der Ausgabe auf den Drucker
Word	Das Textverarbeitungsprogramm MS-Word wird aufgerufen und die Ausgabe eingefügt, sofern dieses Programm auf Ihrem Rechner installiert ist. In Word können Sie dann die Ausgabe bei Bedarf nach Ihren Wünschen bearbeiten.

Über Datei – Seitenansicht können Sie die Ausgabe in der Druckvorschau anzeigen und drucken sowie als PDF-Datei speichern – siehe [Ausgabe und Drucken](#).



Ausgabeprofil

Hier legen Sie den Umfang der Ausgabe auf den Drucker fest. Markieren Sie hierzu die gewünschten Ausgabeoptionen.

Die Inhalte zu den Nachweisen werden nur berücksichtigt, sofern Sie auch berechnet worden sind.