

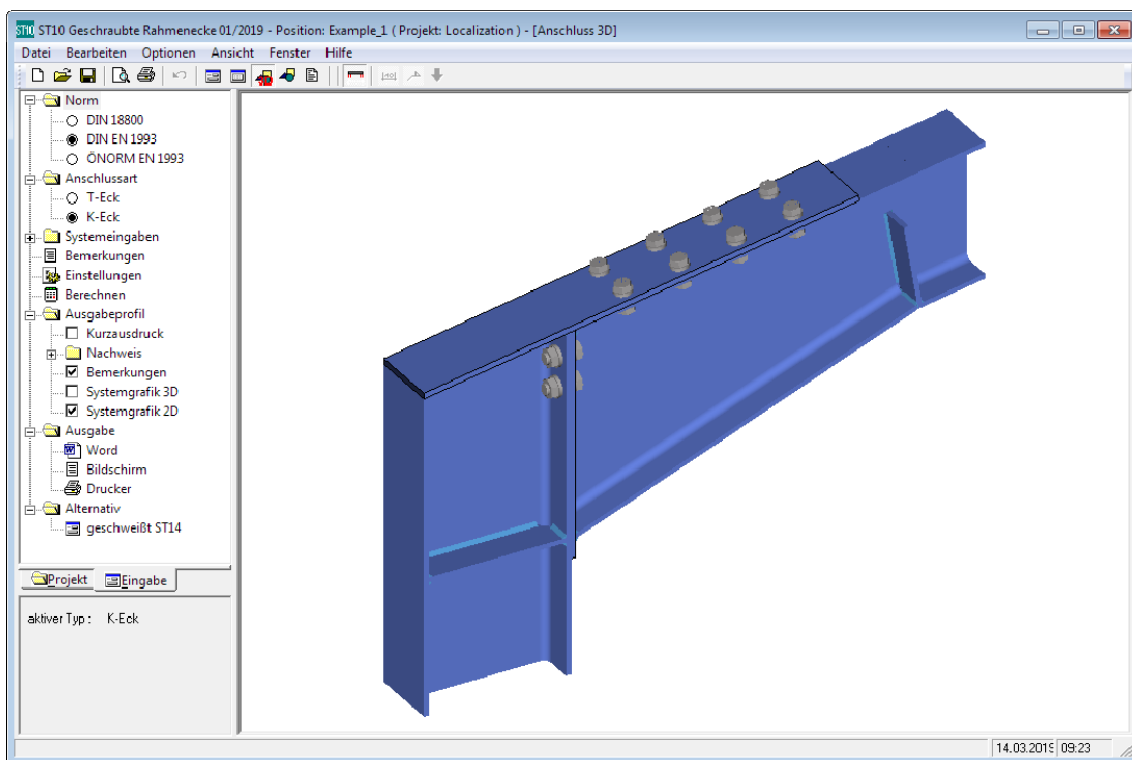
ST10 – Geschraubte Rahmenecke

FRILO Software GmbH

www.friilo.eu

info@friilo.eu

Stand: 14.03.2019



ST10 – Geschraubte Rahmenecke

Inhaltsverzeichnis

Anwendungsmöglichkeiten	3
Berechnungsgrundlagen	4
Systemeingabe	5
Material	5
Einwirkung	6
Schnittkraftliste	7
Geometrie	9
Stirnplatte und Aussteifungen	10
Rippen	11
Schubfeld	12
Futterplatten	12
Schraubenauswahl	13
Schraubenbild Stirnplatte	13
Zuglasche	14
Kopfplatte	15
Berechnung	16
Berechnungsoptionen	16
Ausgabe	19
Einstellungen zum Programm	20
Direktübergabe an Frilo-Programme	20
Programmspezifische Symbole	20
Literatur	21

Grundlegende Dokumentationen - Übersicht

Neben den einzelnen Programmhandbüchern (Manuals) finden Sie grundlegende Erläuterungen zur Bedienung der Programme auf unserer Homepage www.frilo.eu (▶ Service ▶ Fachinformationen ▶ Bedienungsgrundlagen).

Anwendungsmöglichkeiten

ST10 ist ein Programm zur Berechnung von geschraubten biegesteifen Rahmenknoten in Stahltragwerken.

Das Programm führt die erforderlichen Nachweise zu Tragsicherheit und Schweißverbindungen wahlweise nach:

Normen

- DIN EN 1993
- ÖNORM EN 1993
- DIN 18800

Komponentenmethode

Komponentenmodell nach dem in EN 1993-1-8 aufgeführten [Verfahren](#).

Die Beanspruchbarkeit der Verbindung wird dabei unter Annahme einer plastischen Verteilung der Schraubenkräfte bestimmt. Zur Ermittlung der Schnittkräfte kann die vom Programm berechnete Rotationssteifigkeit der Verbindung herangezogen werden.

System

Es können typische Varianten von einseitigen Träger-Stützenanschlüssen als T-Eck oder Knie-Eck aus Doppel- T Profilen nachgewiesen werden:

- T-Eck mit ein- oder beidseitiger Voute (Eckverstärkung) und geneigtem Träger
- Knie-Eck mit einseitiger Voute (Eckverstärkung) und geneigtem Träger
- Knie-Eck zusätzlich mit geschweißter/geschraubter Zuglasche

Die Tragfähigkeit des Schubfeldes kann durch Anordnung von Diagonalsteifen oder einer einseitigen Stegblechverstärkung erhöht werden. In der Stütze, und bei Eckverstärkungen auch im Riegel, lassen sich Stegrippen anbringen.

Berechnung

Je nach Systemkonfiguration und gewählter Norm können verschiedene Berechnungsverfahren zur Anwendung kommen:

- nach Komponentenmethode für vertikal zweireihige und über die Anschlusshöhe variabel verteilter, wahlweise vorgespannter Schrauben für
 - [EN 1993](#)
 - [DIN 18800](#) (entsprechend DIN ENV 1993-1-1:1992 / A2; 1998) sowie für [vertikal vierreihige](#) um den äußeren gezogenen Trägergurt verteilte Schrauben entsprechend AiF Modell im DASt Forschungsbericht 3/2009 [13] und Wagenknecht in Stahlbau-Praxis nach Eurocode 3, 2017 [14] für EN 1993.
- nach DSTV-Ringbuch (1984) - nur für DIN 18800 - für bündige/überstehende Stirnplatten mit zwei oder vier Reihen hochfester vorgespannter Schrauben.
- nach Schineis - nur für DIN 18800: Vereinfachte Berechnung geschraubter Rahmenecken, in „Der Bauingenieur“ Heft 12/1969 (Jg. 44); für vertikal zwei- oder mehrreihig über die Anschlusshöhe gleichmäßig verteilter, nicht vorgespannter Schrauben. Voraussetzung ist eine ausreichende Steifigkeit der Flansche und der Stirnplatte. Die Berechnung erfolgt nach dem Verfahren elastisch-elastisch unter der Annahme, 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 zu betrachten.

Voraussetzungen zu den Berechnungsverfahren

Alle Verfahren setzen vorwiegend ruhende Belastung voraus.

Der Nachweis der Schweißnähte erfolgt nach dem vereinfachten Verfahren. Es sind die zulässigen Grenzschweißnahtspannungen zugrunde gelegt.

Spezifische Einschränkungen bei der Anwendbarkeit der Verfahren:

→ siehe [ST10 Berechnungsgrundlagen.pdf](#)

Belastung (Einwirkung)

Es werden die Bemessungswerte der Schnittgrößen N , M_y und V_z eingegeben. Die Schnittgrößen müssen sich aus überwiegend ruhender Belastung ergeben.

Wechselnde Momente sind möglich.

Die Eingabe mehrerer Einwirkungskombinationen kann tabellarisch erfolgen.

Ausgabe

Die Ergebnisse können entsprechend eines frei wählbaren Ausgabeprofils in übersichtlicher Kurz- oder Langform dokumentiert werden.

Optional ist die grafische Darstellung des Systems in 3D oder 2D und die Ausgabe eines Zusatztextes möglich.

Berechnungsgrundlagen

Die Berechnungsgrundlagen zum Programm ST10 finden Sie im Dokument

→ [ST10 Berechnungsgrundlagen](#).

Systemeingabe

Wählen Sie zunächst die Norm und die Anschlussart T-Eck bzw. K-Eck.

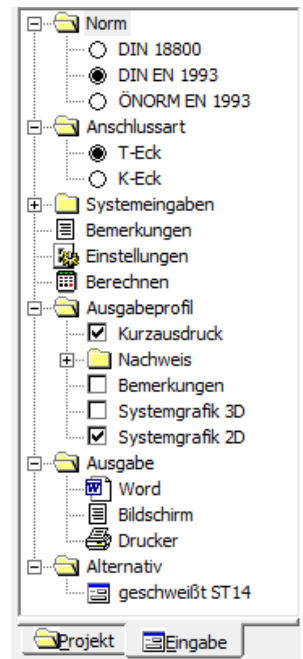
Hinweis: Bei einem späteren Wechsel der Anschlussart überträgt das Programm zwar alle zutreffenden Eingaben, es können jedoch teilweise Eingabewerte verloren gehen, wie die obere Eckaussteifung beim Wechsel von T- nach K-Eck.

Anschließend geben Sie die Geometrie des Rahmenknotens sowie dessen Material und Schnittgrößen an.

Schnittkraftkombinationen

Wollen Sie mehrere Schnittkraftkombinationen vergleichend rechnen, können Sie diese in der Schnittkraftliste vom Programm verwalten lassen. Die Schnittkräfte werden über den Dialog Einwirkung ► [allgemein...](#) in die Schnittkraftliste eingetragen.

Die [Schnittkraftliste](#) erreichen Sie über den Button [zur Liste ...](#) oder das Symbol



Material

Auswahl der Baustahlsorte bzw. der Option "freie Eingabe" des Materials.

γ_M Der Teilsicherheitsbeiwert der Widerstandsseite.

Material

Baustahl $\gamma_{M0} = 1,00$

S235 ...

Freie Eingabe / Anzeige der Materialwerte



Anzeige der Materialwerte bzw. freie Eingabe der Materialwerte.

DIN 18800: Der Faktor α_w für die zulässige Grenzsweißnahtspannung nach DIN 18800 T.1 ist für S235 mit 0.95 und für S355 mit 0.8 festgelegt. Für abweichende Stähle muss er vom Benutzer vorgegeben werden.

Material

Stahl

Bezeichnung

f_y = N/mm²

f_u = N/mm²

EModul = N/mm²

GModul = N/mm²

α_T = 1/K

β_w =

μ =

γ = KN/m²

Einwirkung

Hier werden die Bemessungswerte der Einwirkungen im Anschluss eingegeben.

- Nd** Normalkraft in Richtung der definierten Systemlinie (abhängig vom Bezugspunkt), als Zug positiv
- Vzd** Querkraft senkrecht zur definierten Systemlinie (abhängig vom Bezugspunkt)
- Myd** Moment um y (positiv, wenn infolge M im Profil unten Zug auftritt)

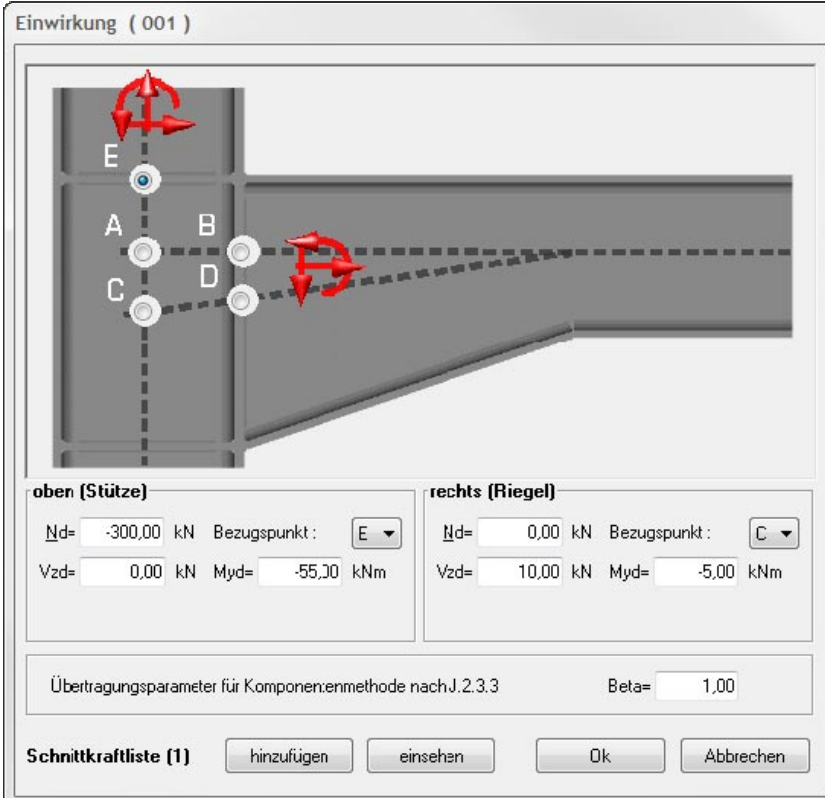
Einwirkung (001)		(Punkt C)	
Nd=	0,00 kN	zur Liste ...	allgemein ...
Vzd=	10,00 kN	Myd=	-5,00 kNm

Erweiterte Eingabe

Über den Button "allgemein..." wird ein Dialog für die erweiterte Eingabe geöffnet.

Beim T-Eck sind zur Berücksichtigung der Schnittkräfte im Schubfeld auch die Schnittkräfte in der Stütze einzugeben.

- Bezugspunkt** Je nach Voraussetzung können die Schnittgrößen verschiedenen Bezugspunkten im Rahmenknoten zugeordnet werden.
- T-Eck** Schnittkräfte in der Stütze oben werden im Punkt A oder E angesetzt, Schnittkräfte im Riegel wirken in einem der Punkte A bis D.
- K-Eck** Schnittkräfte am Rahmeneck wirken in einem der Punkte A bis D.



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

E Schnittpunkt der Systemlinie Stütze mit dem Anschnitt des Schubfeldes oben

Hinweis: "Systemlinie Riegel einschließlich Voute" bedeutet hier die Winkelhalbierende der Voutenkontur.

Vorzeichenregelung:

In der Grafik des Dialogs ist die positive Richtung der Schnittkräfte dargestellt.

Schnittkraftliste:

Im unteren Dialogbereich wird die augenblickliche Anzahl der gegebenen Schnittkraftkombinationen in Klammern angezeigt.

hinzufügen: die eingegebenen Schnittkräfte direkt in die Schnittkraftliste einfügen

einsehen: Anzeigen der Schnittkraftliste (berechnen, Maximalwert suchen, löschen)

Schnittkraftliste

Mittels der Schnittkraftliste können Sie beliebig viele Schnittkraftkombinationen für das gegebene System tabellarisch verwalten.



Klicken Sie auf das Symbol Schnittkraftliste oder auf den Button „einsehen“ im Dialog Einwirkung ▶ [allgemein...](#), um in die Anzeige der Liste zu wechseln.

Schnittkraftliste (4)

Id	Nd rechts	Myd rechts	Vzd rechts	Nd oben	Myd oben	Vzd oben	beta	Eta max	
1	0,00	-5,00	10,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,75	✓
2	0,00	-85,00	60,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,85	✓
3	10,00	-5,00	10,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,75	✓
4	10,00	-5,00	10,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,75	✓

alle Ergebnisse anzeigen
 Ergebnisse mit eta > 100% anzeigen Löschen Ausgabe
 Ausnutzung: % bis % Bearbeiten Rechnen zum System

Sortieren der Liste

Durch Anklicken der Titel (Spaltenüberschriften) können Sie jede Spalte auf- bzw. absteigend sortieren.

Ergebnisse anzeigen

Über 3 Optionen lässt sich die Anzeige der Ergebnisse / Schnittkraftkombinationen anpassen:

- Alle Schnittkraftkombinationen.
- Alle Schnittkraftkombinationen, deren Auslastungsgrad mehr als 100% beträgt.
- Alle Schnittkraftkombinationen, die eine maximale Auslastung zwischen den von Ihnen gewählten Grenzen haben - Eingabe der Grenzen in %. Maximale Auslastung bedeutet hier der maximale Beanspruchungsgrad aus allen geführten Nachweisen. Geben Sie im Feld (bis) für die Obergrenze 0,0 ein, um alle Schnitte mit einer Auslastung größer der eingegebenen Untergrenze darzustellen.

Bearbeiten der Schnittkraftliste - Eingabetabelle

Über "Bearbeiten" öffnen Sie die Schnittkraftliste in Tabellenform. In dieser Tabelle können Sie die gegebenen Schnittkraftkombinationen tabellarisch bearbeiten und weitere hinzufügen.



	Bauteil	Punkt	Nd	Myd	Vzd	Bauteil	Punkt	Nd	Myd	Vzd	Beta
1	2: Riegel	C	0,00	-5,00	10,00	1: Stütze	E	10,00	5,00	10,00	1,00
2	2: Riegel	C	0,00	-85,00	60,00	1: Stütze	E	0,00	0,00	0,00	1,00

Die zur Verfügung stehenden Spalten (Schnittkräfte) hängen vom gewählten System ab.

Löschen

Beim Klick auf „Löschen“ werden markierte Schnittkraftkombinationen gelöscht.

Mehrfachauswahl: Mittels „Hochstelltaste“ (Shift-Taste) bzw. „Strg-Taste“ können mehrere Zeilen gleichzeitig markiert werden.

Berechnung

Klicken Sie auf „Berechnen“, um für alle Schnitte eine Neuberechnung auszulösen.

Ausgabe

Klicken Sie auf „Ausgabe“, um die Ergebnisse aller markierten Schnittkraftkombinationen am Bildschirm anzuzeigen. Auch hierzu können Sie die Mehrfachauswahl zum Gruppieren der auszugebenden Schnitte verwenden.

Ohne weitere Auswahl wird die Schnittkraftkombination der aktiven Zeile ausgegeben - nicht zu verwechseln mit der Schnittkraftkombination aus der Systemeingabe!

Im Ausgabedokument erscheint zusätzlich eine Zeile mit der Nummer der Schnittkraftkombination(-en).

Zum System

Um die gewählten Schnittgrößen (markierte Zeile) in den Eingabedialog zu übernehmen, klicken Sie auf „zum System“ oder Doppelklicken Sie auf eine Schnittkraftkombination.

Geometrie

Querschnitte für Stütze / Riegel definieren

Ein Klick auf einen der Profilbuttons (siehe Abb. rechts) öffnet den Dialog zur Auswahl bzw. Eingabe eines Querschnitts.

Die Querschnitte können über die Abmessungen definiert werden oder aus vorhandenen Profilen ausgewählt werden.

Zur Auswahl stehen Doppel- T -Profile nach DIN und eine Reihe von Doppel-T Sonderprofilen der Firma ARBED.

→ Siehe hierzu [Querschnittsauswahl.pdf](#)

Riegelneigung Winkel zwischen der Systemlinie Riegelprofil und der Horizontalen in Grad.

Stirnplatte / Aussteifung

Aufruf des Dialoges zur Definition der Stirnplatte am Anschnitt Riegel sowie der Voute bzw. Eckaussteifung.

→ siehe Kapitel [Stirnplatte und Aussteifungen](#).

Eine Voute ist mit abgeknicktem Gurt oder zusätzlich mit im Riegel durchgehenden Gurt im Sinne einer Eckaussteifung möglich. Am Gurtende können zur Aufnahme der Umlenkräfte zusätzlich Rippen im Riegel eingegeben werden

Rippen Stützensaussteifung durch Rippen an den unteren bzw. oberen Baum
→ siehe Kapitel [Rippen](#).

Schubfeld Versteifung des Schubfeldes → siehe Kapitel [Schubfeld](#).

Futterplatten Verstärkung des Stützenflansches → siehe Kapitel [Futterplatten](#).

Nur beim K-Eck:

Zuglasche Aktivieren Sie diese Option, wenn die Eckverbindung mit aufgeschweißter oder verschraubter Zuglasche ausgeführt werden soll. Die notwendigen Eingabefelder werden dann vom Programm aktiv geschaltet. Anderenfalls wird die Stütze mit einer Kopfplatte ausgeführt.

bei inaktiver Zuglasche (nur Kopfplatte Stütze)

geneigt aktivieren Sie diese Option, wenn die Kopfplatte der Stütze die Neigung des Riegels übernehmen soll, anderenfalls wird die Stütze orthogonal abgeschlossen

dp Dicke der Kopfplatte

aws, awf Schweißnahtdicke der Kehlnaht zw. Kopfplatte und Stütze

bei aktiver Zuglasche

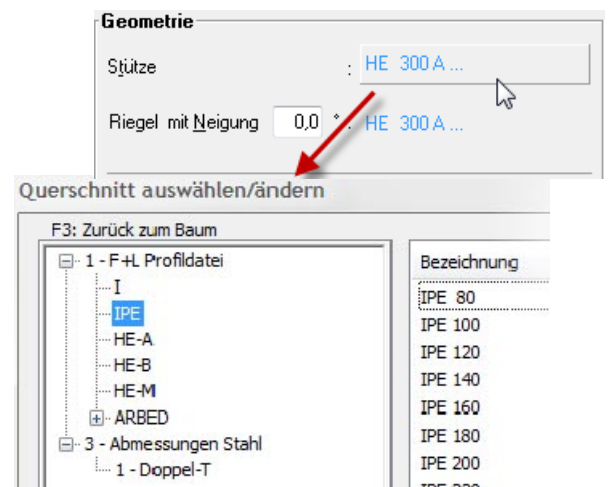
lz Länge der Zuglasche

tz Dicke der Zuglasche

aw Dicke der Kehlnaht am Steg der Stütze

Details... Aufruf des Dialoges zur detaillierten Definition der Zuglasche (Breite, Schraubenbild, ev. Kopfplatte an der Stütze) → siehe Kapitel [Zuglasche](#).

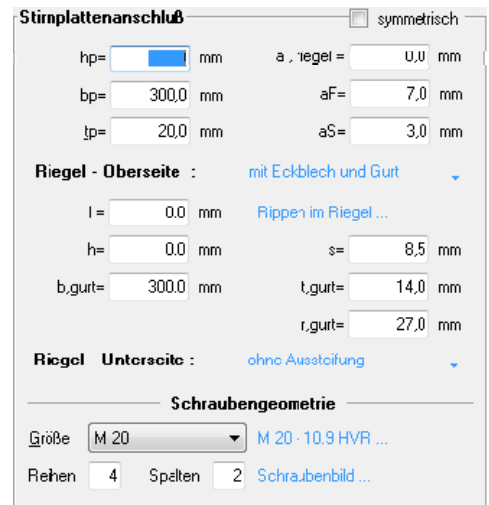
Schraubengeometrie [Schraubenauswahl](#) und Eingabe des [Schraubenbildes](#).



Stirnplatte und Aussteifungen

Stirnplattenanschluss

- symmetrisch** Wenn diese Option angekreuzt ist, werden Stirnplatte und Aussteifungen symmetrisch zur Riegelmitte angeordnet (*nur bei T-Eck aktiv*).
- hp** Höhe der Stirnplatte (Mindesthöhe ist die Riegelhöhe)
- bp** Breite der Stirnplatte
- tp** Dicke der Stirnplatte
- a, Riegel** Abstand OK-Stirnplatte zu OK-Riegel. Bei "symmetrischem" Stirnplattenanschluss ist die Eingabe inaktiv und der Wert für a, Riegel wird an die mittige Stirnplattenlage angepasst. Bei der Variante Knie-Eck ist a inaktiv, die Stirnplatte schließt hier immer bündig mit der OK vom Riegel ab.
- aF** Schweißnahtdicke im Flanschbereich Stirnplatte - Riegel.
- aS** Schweißnahtdicke im Stegbereich Stirnplatte - Riegel.



Stirnplattenanschluss symmetrisch

hp= mm a, Riegel = 0,0 mm

bp= 300,0 mm aF= 7,0 mm

tp= 20,0 mm aS= 3,0 mm

Riegel - Oberseite : **mit Eckblech und Gurt** ▼

l = 0,0 mm [Rippen im Riegel ...](#)

h = 0,0 mm s = 8,5 mm

b.gurt = 300,0 mm t.gurt = 14,0 mm

r.gurt = 27,0 mm

Riegel Unterseite : **ohne Aussteifung** ▼

Schraubengeometrie

Größe M 20 [M 20 - 10.9 HVR ...](#)

Reihen 4 Spalten 2 [Schraubenbild ...](#)

Riegel- Oberseite (nur bei T-Eck)

Auswahl der Aussteifungsart im Riegelbereich oben. Eckaussteifungen sind ohne Gurt, mit Gurt und mit abgeknicktem Gurt möglich.

mit Eckblech

- l** Länge der Aussteifung – gemessen an der OK des Riegels
- h** Höhe der Aussteifung – gemessen an der Stütze
- s** Dicke des Aussteifungsbleches

mit Eckblech und Gurt (zusätzliche Eingabefelder)

- b,gurt** Gurtbreite der Aussteifung
- t,gurt** Gurtdicke der Aussteifung
- r,gurt** Ausrundung Gurt-Eckblech der Aussteifung, nur bei gewalzten Profilen

Hinweis: die Naht in einer geschweißten Eckaussteifung wird vom Programm nicht nachgewiesen, dieser Nachweis muss gesondert geführt werden.

- Rippe ...** Aufruf des Dialoges zur Eingabe von Rippen an der Kraftumleitung der Aussteifung in den Träger → siehe Kapitel [Rippen](#).

mit abgeknicktem Gurt

l, h und **Rippen im Riegel** wie bei „Eckblech mit Gurt“.

Riegel- Unterseite

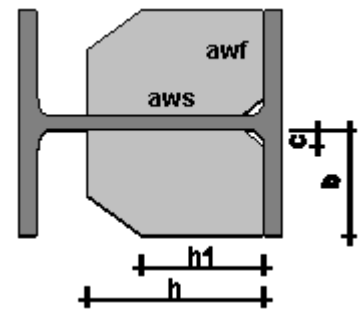
Auswahl der Aussteifungsart im Riegelbereich unten. Die Eingabewerte entsprechen sinngemäß denen zur Aussteifung oben.

Ist der Anschluss symmetrisch gewählt, wird nur die obere Aussteifung eingegeben. Die Werte der unteren Aussteifung ergeben sich automatisch.

Schraubengeometrie [Schraubenauswahl](#) und Eingabe des [Schraubenbildes](#).

Rippen

Die Abbildung zeigt die Abmessungen, wie sie im Programm für Rippen verwendet werden, mit t = Rippendicke. Ein Hinweis zu den Eingabefeldern wird jeweils im [Hilfe- und Infobereich](#) (unten links) angezeigt.



durchgehende Rippe

Wenn Sie diese Option ankreuzen, wird ein dreiseitiger Rippenanschluss erzeugt, d.h. die Rippenlänge h ist gleich dem lichten Abstand der Flansche.

Flanschdicke übernehmen

Kreuzen Sie diese Option an, wenn die Rippendicke t von der Flanschdicke des anschließenden Profils übernommen werden soll.

Breite b

Die Rippenbreite kann nicht breiter als die entsprechende Flanschbreite des Profils werden.

Höhe h

Die Rippenhöhe kann nicht höher als der lichte Gurtabstand im Profil werden.

Höhe $h1$

Nur bei nicht durchgehenden Rippen: die Rippenhöhe des nicht abgeschrägten Bereiches. Die nicht abgeschrägte Breite $b1$ ergibt sich aus $b * h1 / h$

Dicke t

Rippendicke.

Aussparung c

Aussparung im Bereich der Ausrundung des Profils.

Schweißnaht awf

Dicke der Kehlnähte im Bereich der Profilgurte.

Schweißnaht aws

Dicke der Kehlnähte im Bereich des Profilstegs.

Abmessungen	
<input type="checkbox"/>	durchgehende Rippe
<input type="checkbox"/>	Flanschdicke übernehmen
Breite	$b =$ 145,0 mm
Höhe	$h =$ 0,0 mm
Höhe	$h1 =$ 0,0 mm
Dicke	$t =$ 0,0 mm
Aussparung	$c =$ 27,0 mm
Schweißnähte	
Gurt	$awf =$ 3,0 mm
Steg	$aws =$ 3,0 mm
<input type="button" value="Löschen"/> <input type="button" value="Standard"/>	

Schaltflächen

Löschen

Abmessungen der vorhandenen Rippe(n) löschen.

Standard

Vorgabewerte für die Rippe setzen. (im Bereich der Aussteifung gilt dieses für die äußere Rippe). Die Rippe ist durchgehend mit voller Profilbreite und Dicke des angeschlossenen Gurtes.

Schubfeld

Wählen Sie die entsprechende Option um das Schubfeld durch ein einseitiges Stegblech oder durch eine beidseitige Diagonalsteife zu verstärken.

Stegblechverstärkung

Dicke t Dicke des einseitigen Stegbleches

Sw.naht aw Schweißnahtdicke am Stegblech

Für die Berechnung nach Komponentenmethode können folgende Optionen gesetzt werden:

für Zug oben und unten

die erforderliche Höhe und der erforderliche Überstand des Stegbleches wird sowohl für die Bemessungssituation Zug oben als auch gleichzeitig für Zug unten im Anschluss ermittelt: üblich bei Schnittkraftkombinationen mit positiven und negativen Momenten

nur für Zug oben die erforderliche Höhe und der erforderliche Überstand des Stegbleches wird nur für die Bemessungssituation Zug oben im Anschluss ermittelt (negatives Moment M_y). Bei positiven M_y , also Zug unten, wird das Stegblech nicht angesetzt!

nur für Zug unten sinngemäß wie „nur für Zug oben“, aber hier für die Bemessungssituation mit positiven M_y , also Zug unten.

Diagonalsteife beidseitig

Dicke t Dicke der Steife



Tipp: Zum Löschen einer Verstärkung können Sie einfach das Häkchen der Option entfernen.

Futterplatten

Futter werden als Platte hinter allen relevanten Zugschrauben mit der vollen verfügbaren Gurtbreite ausgeführt.

Nur im Verfahren nach Komponentenmodell gehen diese Futterplatten rechnerisch ein, anderenfalls erfolgt der Ansatz nur konstruktiv!

über alle Schrauben die erforderliche Höhe und der erforderliche Überstand der Futterplatten wird sowohl für die Bemessungssituation Zug oben als auch gleichzeitig für Zug unten im Anschluss ermittelt: üblich bei Schnittkraftkombinationen mit positiven und negativen Momenten

nur Schrauben mit Zug oben die erforderliche Höhe und der erforderliche Überstand der Futterplatten wird nur für die Bemessungssituation Zug oben im Anschluss ermittelt (negatives Moment M_y). Bei positiven M_y , also Zug unten, wird die Futterplatte nicht angesetzt!

nur Schrauben mit Zug unten sinngemäß wie „nur Zug oben“, aber hier für die Bemessungssituation mit positiven M_y , also Zug unten.

Die erforderliche Höhe ergibt sich aus der Berechnung nach Komponentenmodell, oder bei den anderen Verfahren aus dem Überstand von $2 \cdot$ Schraubendurchmesser über die äußeren gezogenen Schraubenreihen.

Schraubenauswahl

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

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

Rohe Schrauben haben ein Lochleibungsspiel von 0.3 bis 2.0 mm,

Passschrauben ein Lochleibungsspiel von 0.0 bis 0.3 mm ausgehend vom Regellochdurchmesser.

Die Scherfuge kann im Gewinde oder im Schraubenschaft wirken.

Hinweis: Beachten Sie bitte bei der Auswahl die bestehenden Einschränkungen des verwendeten Berechnungsmodells.

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.

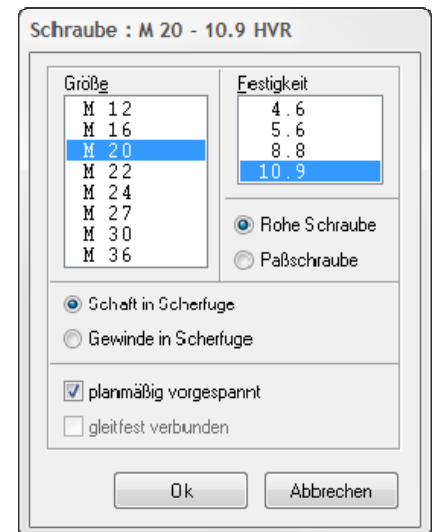
Der Regellochdurchmesser beträgt bei M16 z.B. 17 mm für Rohe Schrauben (Lochleibungsspiel 1.0 mm), 17 mm für Passschrauben (Lochleibungsspiel 0.0 mm).

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

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

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

z.B. $F-5.6$ $f_{yk} = 300 \text{ N/mm}^2$
 $f_{ubk} = 500 \text{ N/mm}^2$



Schraubenbild Stirnplatte

Eingabewerte Schraubenbild zur Stirnplatte im Anschluss Träger-Stütze

- dL** Lochdurchmesser, abhängig von der gewählten Schraubenart und -größe. Die Schrauben werden im Dialog für die [Stirnplatte u. Aussteifungen](#) ausgewählt.
- Reihen** Anzahl der Schraubenreihen (in Richtung Trägersteg).
- Spalten** Anzahl der Schraubenspalten, halbseitig (in Richtung Trägerflansch)
- e** Eingabetabelle für die Abstände der Schraubenreihen in Richtung Trägersteg, gemessen von Oberkante Stirnplatte nach unten (vertikaler Schraubenabstand). Das jeweilige Eingabefeld wird in der Grafik gesondert gekennzeichnet.
- w** Eingabetabelle für die Abstände der Schraubenspalten in Richtung Trägerflansch, gemessen vom Stirnplattenrand zur Mitte (horizontaler Schraubenabstand). Das jeweilige Eingabefeld wird in der Grafik gesondert gekennzeichnet.

Welche Schrauben tatsächlich berücksichtigt werden, hängt von der Anschlusskonfiguration und dem verwendeten Berechnungsverfahren ab → siehe Kapitel [Anwendungsmöglichkeiten](#) und auch [Berechnungsgrundlagen](#).

Zuglasche

Zuglaschengeometrie

lz	Länge der Zuglasche
bz	Breite der Zuglasche
tz	Dicke der Zuglasche
aw	Dicke der Kehlnaht am Steg der Stütze, bei Option Zuglasche mit Stütze verschweißt

Kopfplatte ... Aufruf des Dialoges zur detaillierten Definition der Kopfplatte an der Stütze, wenn die Option Zuglasche mit Stütze verschraubt gewählt ist → siehe Kapitel [Kopfplatte](#).

Schraube

dL Lochdurchmesser, abhängig von der gewählten Schraubenart und -größe. Die Schrauben werden im System K-Eck ausgewählt.

Schraubenbild

nR Anzahl der Schraubenreihen (in Richtung Trägersteg) im Bereich Zuglasche an Träger. Die maximal mögliche Anzahl wird vom Programm angezeigt.

nS Anzahl der Schraubenspalten, halbseitig (in Richtung Trägerflansch) im Bereich Zuglasche an Träger. Auch hier wird die maximal mögliche Anzahl vom Programm angezeigt.

Randabstand e1 Randabstand in Zugrichtung am riegelseitigen Ende der Zuglasche.

Lochabstand e Innenabstand der Schrauben in Zugrichtung der Zuglasche. Vorausgesetzt sind wenigstens zwei Schraubenreihen in dieser Richtung.

Randabstand e2 Randabstand quer zur Zugrichtung, bezogen auf die Zuglasche.

Lochabstand e3 Innenabstand der Schrauben quer zur Zugrichtung der Zuglasche. Vorausgesetzt sind wenigstens zwei Schraubenreihen in dieser Richtung.

Zuglaschengeometrie

lz= mm mit Stütze verschweißt
 bz= mm mit Stütze verschraubt
 tz= mm aw= mm

Gewählte Schraube : M 20 - 10.9 HVR
 Lochdurchmesser dL= mm

Schraubenbild

max. nR= 6 nR=
 max. nS= 4 nS=

— Abstände Richtung Steg —

Randabstand e1= mm
 Lochabstand e= mm

— Abstände Richtung Gurt —

Randabstand e2= mm
 Lochabstand e3= mm

Erläuterungen / zulässige Werte

Nach jeder Eingabe wird ein Plausibilitätstest folgender Art durchgeführt:

- die minimal zulässigen Schraubenabstände müssen eingehalten werden

$$e_1 \geq 1.2 \cdot d_L$$

$$e \geq 2.2 \cdot d_L$$

$$e_2 \geq 1.2 \cdot d_L$$

$$e_3 \geq 2.4 \cdot d_L$$

- die Summe der Schraubenabstände quer zur Zugrichtung muss mit der entsprechenden Laschenbreite bz identisch sein.

$$e_2 + (\text{Anzahl Schraubenreihen} - 1) \cdot e_3 + e_{2, \text{Rest}} = bz$$

- die Laschenlänge muss mit den geometrischen Vorgaben in Krafrichtung übereinstimmen:

$$e_1 + (nR - 1) \cdot e + hs + dp = lz$$

mit: lz Laschenlänge

hs Höhe des Stützenprofils (Außenkante Flansch)

dp Dicke der Stirnplatte zwischen Stütze und Riegel

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

Bei nachträglicher Veränderung der Länge lz wird die entstandene Differenz anteilmäßig in den Abständen e_1 und e 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.

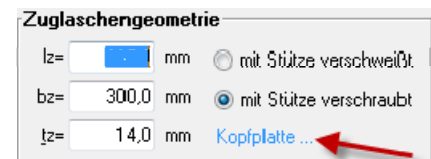
Kopfplatte

Kopfplattengeometrie

tp Dicke der Kopfplatte

aw Dicke der Kehlnaht am Steg der Stütze

hp und **bp** ergeben sich aus dem Querschnitt der Stütze.



Schraube

Schraube und Lochdurchmesser entsprechen den allgemeinen Eingaben zur Zuglasche.

Schraubenbild

nR Anzahl der Schraubenreihen (in Richtung Stützensteg).

nS Anzahl der Schraubenspalten, halbseitig (in Richtung Stützenflansch).

Randabstand e1 Randabstand in Zugrichtung (Richtung Steg). e_1 am Anfang und e_1 am Ende werden gleich gesetzt.

Lochabstand e Innenabstand der Schrauben in Zugrichtung. Vorausgesetzt sind wenigstens zwei Schraubenreihen in dieser Richtung.

Randabstand e2 Randabstand quer zur Zugrichtung, bezogen auf die Zuglasche.

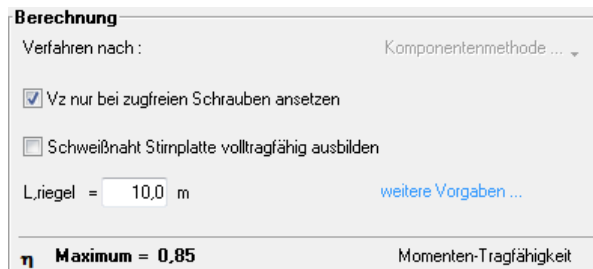
Lochabstand e3 Innenabstand der Schrauben quer zur Zugrichtung der Zuglasche. Vorausgesetzt sind wenigstens zwei Schraubenreihen in dieser Richtung.

Erläuterungen / zulässige Werte

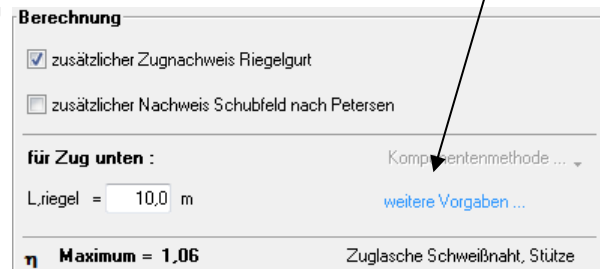
→ siehe Kapitel [Zuglasche](#)

Berechnung

Abhängig von der gewählten Norm: Auswahl des Berechnungsverfahrens (Komponentenmethode. Bei DIN 18800 auch DSTV oder Schineis) und der wichtigsten [Berechnungsoptionen](#) (klicken Sie auf "weitere Vorgaben" um alle Berechnungsoptionen anzuzeigen).



EN 1993: T-Eck-Dialog



K-Eck-Dialog

K-Eck

Wird die Verbindung mit Zuglasche ausgeführt, so kommt bei negativen M_y immer das Berechnungsmodell „K-Eck mit Zuglasche“ zur Anwendung – Grundlage: M. Schineis: Vereinfachte Berechnung geschraubter Rahmenecken, in „Der Bauingenieur“ Heft 12/1969 (Jg. 44), siehe ST10 [Berechnungsgrundlagen](#). Nur für eine Beanspruchung mit positiven M_y , also Zug unten, wird dann das hier festgelegte Verfahren (EN 1993: Komponentenmethode, DIN 18800:Komponentenmethode oder Schineis) mit den zugehörigen Berechnungsoptionen ausgeführt.

η – Anzeige der Auslastung

Wenn Sie in der Hauptauswahl bzw. unter dem Menüpunkt Bearbeiten auf „Berechnen“ klicken, wird der maßgebliche Auslastungsgrad η zum aktuellen System gerechnet. Dies wird bei Systemänderungen oder bei einem neu eingegebenen System erforderlich.

Bereiche mit $\eta > 1$ werden in der Systemgrafik farbig gekennzeichnet.

Soll zu jeder Änderung in der Geometrie sofort der Auslastungsgrad der Verbindung angezeigt werden, aktivieren Sie bitte die Option „nach jeder Änderung Rechnen“ im Menüpunkt *Optionen* ▶ *Einstellungen Geschraubte Rahmenecke*.

Berechnungsoptionen

Um die Berechnungsoptionen beim Komponentenverfahren aufzurufen, klicken Sie auf „weitere Vorgaben“. Weitere selten benutzte Optionen können über die [Einstellungen](#) bei Bedarf hinzugefügt werden.

Normalkraft / EN 1993

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 nur Zugbeanspruchung nicht berücksichtigt
NRd-Zug Voute	Schrauben im Voutenbereich werden bei nur Zugbeanspruchung nicht berücksichtigt

Zug

Abstützkräfte pauschal Erweiterte Option nur bei EN 1993: hiermit wird unterstellt, dass sich bei der geschraubten Verbindungen Träger-Stütze immer Abstützkräfte einstellen. Hinweis: es erfolgt hier keine Prüfung vom Programm!!, es gilt also immer $L_b \leq L_b^*$ Tabelle 6.2.

FtRd Gurtspannung ... Nur bei EN 1993: Abminderung der Komponente Stützenflansch auf Biegung F_{tRd} bei großen Längsdruckspannungen im Stützenflansch infolge Druck und Biegemomenten in der Stütze analog J.3.5.4.2 (4) in ENV 1993-1-1:1992/A2:1998.

FtRd Stummel ... Anwenden des alternativen Verfahrens (Verfahren 2) für den Nachweis Versagensart 1 in den äquivalenten T-Stummeln – diese Option 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 Grenzabscherkraft, 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.

Optionen zur Berechnung

Normalkraft

EN 1993: N-M Interaktion großer Normalkräfte

EN 1993: NRd-Zug Überstand vernachlässigen

EN 1993: NRd-Zug Voute vernachlässigen

Zug

EN 1993: Abstützkräfte pauschal

EN 1993: FtRd durch Gurtspannung abgemindert

FtRd Stummel alternatives Verfahren

Faktor Zugbereich $f =$

Querkraft

Vz nur bei zugfreien Schrauben ansetzen

Begrenzung Vrd auf 50% Riegel Schubtragfkt.

Schweißnaht

Schweißnaht Stirnplatte volltragfähig ausbilden

Nachweis Schweißnaht Stirnplatte aus IAW

System

Übertragungsparameter $\beta =$

Rahmen seitlich unverschieblich verschieblich

Länge Riegel $L =$ m

Klassifizierung Steifigkeit durch Mittelwert η

Tragwerksberechnung Elastisch-Elastisch

zusätzlicher Nachweis Schubfeld nach Petersen

Quersteifen

Rippennachweis gilt pauschal als erfüllt

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. Geht in die Berechnung der Auslastung aus V_{aRd} ein.

Schweißnähte

...volltragfähig... Die Schweißnähte der Stirnplatte werden so nachgewiesen, dass sie das Grenzmoment und die Grenzquerkraft vom Anschluss 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

β	Übertragungsparameter für Komponentenmethode nach Tabelle 5.4 (Schubeinfluss Stützenstegfeld) für die Anschlussart.
Rahmen seitlich	unverschieblich/verschieblich: Kriterium für die Klassifizierung der Steifigkeit vom Anschluss.
L	Länge des Riegels (Stützenachse - Stützenachse) für die Klassifizierung der Steifigkeit vom Anschluss
...Mittelwert I_y	Klassifizierung Steifigkeit durch den Mittelwert I_y vom Riegel und dem I_y am Anschnitt Riegel-Stirnplatte, also mit Ansatz der Aussteifung. Ist nur sinnvoll bei Trägern mit Eckaussteifungen und Gurt.
...Elastisch-Elastisch	Die Tragwerksberechnung soll nur Elastisch-Elastisch erfolgen, maßgeblich ist $M_{a,Rd,el}$, zur Klassifizierung wird nur die Steifigkeit herangezogen.
...Nachweis Schubfeld	Das Schubfeld wird zusätzlich und unabhängig vom modellierten Übertragungsparameter β mit dem Verfahren nach Petersen nachgewiesen.

Nach DIN 18800: Schineis (T-Eck und K-Eck ohne Zuglasche)

Druckbereich nach...	Druckbereich wird mit dem genauen Verfahren nach Schineis berechnet - andernfalls ist der Druckpunkt in der Stegrippe angesetzt. Die Höhe des Druckbereichs zwischen Stirnplatte und Stütze wird vom Programm berechnet, Schrauben müssen über die Anschlusshöhe gleichmäßig verteilt sein.
Zusätzlicher Zugnachweis...	Es wird ein zusätzlicher vereinfachter Zugnachweis im Riegelgurt unter der Zuglasche geführt.

Quersteifen

Rippennachweis ...	Erweiterte Option: Rippennachweis gilt pauschal als erfüllt. Die entsprechende Druckkomponente entfällt damit im Nachweis der Verbindung.
---------------------------	---

Ausgabe

Ausgabeprofil

Über das Ausgabeprofil können Sie Umfang und Inhalt der Ausgabe bestimmen. Nur die markierten Optionen werden ausgegeben. Je nach Kontext der aktiven Verbindungsvariante können bestimmte Optionen gesperrt sein.

Der Ausgabeumfang kann auch durch das gewählte Berechnungsverfahren eingeschränkt sein.

Kurzausdruck Die Standardausgabe erfolgt ohne Zwischenwerte. Sollen alle Zwischenwerte dargestellt werden, entfernen Sie das Häkchen.

Nachweis

Schubfeld Ausgabe der Schubfeldnachweise.

Rippen Ausgabe der Rippennachweise sowie der Nachweise zu den Lasteinleitungen.

Zuglasche Ausgabe der Nachweise in der Zuglasche, sofern vorhanden.

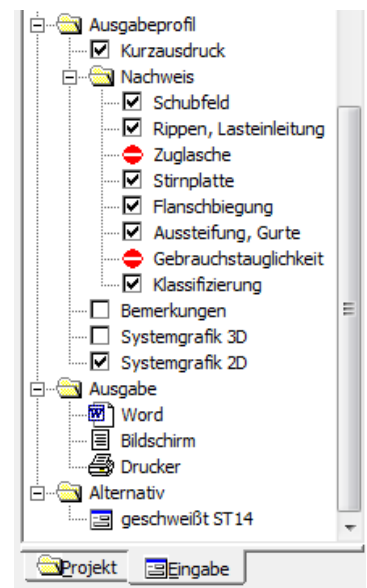
Stirnplatte Ausgabe der Nachweise zur Stirnplatte

Flanschbiegung Ausgabe der Nachweise im Verfahren nach Schineis zur Flanschbiegung der Stütze

Aussteifung Ausgabe der Nachweise im (Vouten-) Aussteifungsbereich.

Gebrauchstaugl. Nur im Verfahren nach DSTV/DAST.

Klassifizierung Ausgabe der Klassifizierung vom Anschluss (starr, verformbar,...), nur im Verfahren nach Komponentenmethode



Bemerkungen und Grafik

Positionstext Bemerkungen zum System.

Systemgrafik2D Grafik des Rahmenknotens als 2D-Darstellung mit Details (Vermassung bzw. Bezeichnung).

Systemgrafik3D 3D-Darstellung des Rahmenknotens in Isometrieansicht von vorn.

Word Durch Doppelklick auf diesen Ausgabepunkt wird, falls vorhanden, das Textprogramm Word gestartet. Es wird ein rtf – Dokument geöffnet, das den Positionsnamen beinhaltet, wie z.B. "Pos1.rtf". Das Dokument kann dann mit Word gedruckt oder auch verändert werden. Das Dokument enthält den im Ausgabeprofil festgelegten Umfang.

Bildschirm Textdarstellung der Ausgabe auf Bildschirm (ohne Grafiken).

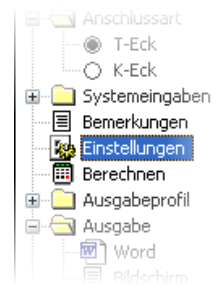
Drucker Die im Ausgabeprofil markierten Daten, Nachweise und Grafiken werden auf Drucker ausgegeben.

→ siehe auch Dokument [Ausgabe und Drucken](#).

Einstellungen zum Programm

Die Änderungen der Werte in diesem Dialog wirken sich unmittelbar auf die in der Systemeingabe definierte Rahmenecke aus. Erstellen Sie jedoch eine neue Position, so greift das Programm auf Standardeinstellungen zurück.

Um Ihre Eingaben zur Standardeinstellung zu machen, betätigen Sie den Button "als Grundeinstellung"



Immer rechnen

Setzen Sie diese Option, um festzulegen, dass nach jeder Änderung in den Eingaben das System sofort neu berechnet wird.

Erweiterte Optionen zur Komponentenmethode

Die Optionen unter „[weitere Vorgaben](#)“ werden um die folgenden Berechnungsoptionen ergänzt:

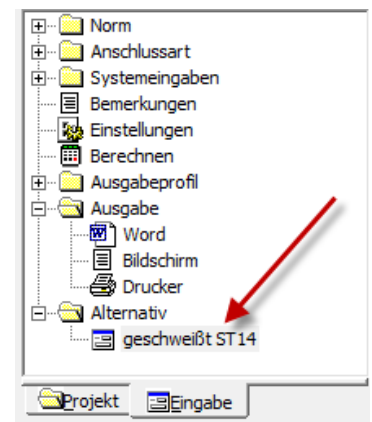
- Zug – EN 1993 – Abstützkräfte pauschal.
- Quersteifen – Rippennachweis gilt pauschal als erfüllt.

Siehe hierzu [Berechnungsoptionen](#) Komponentenmethode.

Direktübergabe an Frilo-Programme

Das eingegebene System kann an das Programm ST14 übergeben werden und dort als geschweißte Verbindung weiter bearbeitet werden.

Aktivieren Sie hierzu den entsprechenden Punkt in der Hauptauswahl (unter „Alternativ“) bzw. den Menüpunkt „Bearbeiten“ und dort „geschweißt ST14“.



Programmspezifische Symbole

Je nach Programm stehen zusätzlich zu den Standardsymbolen weitere Symbole/Symboleisten für programmspezifische Funktionen zur Verfügung.

Zusätzlich zu den Standardsymbolen gibt es in diesem Programm die folgenden Symbole:



[Schnittkraftliste](#). Mittels der Schnittkraftliste können Sie beliebig viele Schnittkraftkombinationen für das gegebene System tabellarisch verwalten.



3D-Darstellung des Rahmenecks (beleuchtetes Volumenmodell). Mit der linken Maustaste können Sie das System beliebig verdrehen.



Darstellung der Maßlinien, der Beschriftung und der Schnittgrößen. Die Symbole sind nur aktiv, falls das Grafikenfenster im Vollbildmodus dargestellt ist, d.h. bei gedrücktem Grafik-Symbol .



Literatur

- [1] DIN 18800, Fassung: November 1990.
- [2] Typisierte Verbindungen im Stahlhochbau, 2. Auflage. Deutscher Stahlbau – Verband DSTV in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Ausschuss für Stahlbau (DASt),. Stahlbau – Verlags GmbH, Köln 1984.
- [3] M. Schineis: Vereinfachte Berechnung geschraubter Rahmenecken, in „Der Bauingenieur“ Heft 12/1969 (Jg. 44)
- [4] Petersen, Ch., Stahlbau, 2. Auflage, 1990, Vieweg & Sohn, Braunschweig/Wiesbaden
- [5] Petersen, Ch., Statik und Stabilität der Baukonstruktionen, 2. Auflage, 1982, Vieweg & Sohn, Braunschweig/Wiesbaden
- [6] J. LINDNER; J. SCHEER; H. SCHMIDT (HRSG.): *Stahlbauten. Erläuterungen zu DIN 18800 Teil 1 bis Teil 4 (Beuth Kommentare)*. Beuth, Berlin, Köln; Ernst & Sohn, Berlin 1993.
- [7] R.KINDMANN; M.STRACKE: Verbindungen im Stahl- und Verbundbau. 1. Auflage. Ernst & Sohn, Berlin 2003.
- [8] DIN ENV 1993-1-1:1992 / A2; 1998
- [9] Stahlbau Kalender 2005; 7. Jahrgang; Ernst & Sohn, Berlin 2005.
- [10] DIN ENV 1993 Teil 1-1: EuroCode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten, Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln, Bemessungsregeln für den Hochbau; Ausgabe April 1993
- [11] DIN EN 1993, Dezember 2010
- [12] ÖNORM B 1993, Februar 2007
- [13] 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
- [14] WAGENKNECHT: Stahlbau-Praxis nach Eurocode 3, Band 3 Komponentenmethode, 2. Auflage; Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich 2017