

Biegestoß mit thermischer Trennschicht

Detailinformationen

Seite erweitert April 2025

Kontakt

Programmübersicht

Bestelltext

Infos auf dieser Seite

... als pdf

- | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| • Material/Profile/Rechenlaufst. | • Parameterbeschreibung | • Schweißnähte |
| • Anschlussparameter | • allgemeine Erläuterungen | • thermische Trennschicht |
| • Schnittgrößen | • Komponentenmethode | • Grundkomponenten |
| • Schnittgrößenimport | • Teilschnittgrößen | • Basisverbindungen |
| • Ergebnisübersicht | • Nachweise | • nationale EC-Anhänge |

Material / Profile / Rechenlaufsteuerung



im Register 1 befinden sich die Angaben zum Material, zu den Profilen und zur Rechenlaufsteuerung

Bild vergrößern

Allgemeines

Das Programm 4H-EC3TT stellt eine Vielzahl an Parametern bereit, um Trägerstöße mit thermischer Trennschicht abbilden zu können. Um den Eingabeaufwand zu reduzieren, besteht die Möglichkeit, diese Einstellmöglichkeiten zu reduzieren.

Die Eingabedaten können in das Programme 4H-EC3BT, Biegesteifer Trägeranschluss, übertragen werden.

Daten exportieren

Dazu ist der aktuelle Datenzustand über den Button **Daten exportieren** in die Zwischenablage zu kopieren.

Diese Daten können anschließend über den Button **Daten importieren** aus der Zwischenablage in das aktuell geöffnete 4H-EC3BT-Bauteil übernommen werden.

Materialsicherheitsbeiwerte

Im Programm 4H-EC3TT werden die Teilsicherheitsbeiwerte nach EC 3-1-8 den entsprechenden Normen

(s. [Nationaler Anhang](#)) entnommen.

Stahlsorte

Die Stahlsorte kann entweder einheitlich oder separat für die Stirnplatten/Profile bestimmt werden.

☒ **einheitliche Stahlsorte**

Stahlsorte

S235

☐ Vorgabe

Kennung

Da die Beschreibung der Stahlparameter für Verbindungen nach EC 3 programmübergreifend identisch ist, wird auf die allgemeine Beschreibung der [Stahlsorten](#) verwiesen.

Schrauben

Um eine Stirnblechverbindung nachzuweisen, sind Schraubengröße und Festigkeitsklasse anzugeben.

Bei den Festigkeitsklassen 8.8 und 10.9 wird vom Programm eine vorgespannte HV-Schraube mit großer Schlüsselweite gesetzt.

Bei geringeren Festigkeitsklassen wird die kleine Schlüsselweite verwendet.

Schrauben:

Schraubengröße

24

☐ Vorgabe

Festigkeitsklasse

10.9

☐ Vorgabe

Da die Beschreibung der Schraubenparameter für Verbindungen nach EC 3 programmübergreifend identisch ist, wird auf die allgemeine Beschreibung der [Schrauben](#) verwiesen.

Profile

Die Parameter der Anschlussprofile können entweder über den [pcae](#)-eigenen [Profilmanager](#) in das Programm importiert werden oder als [typisiertes Stahlprofil](#) parametrisiert eingegeben werden.

☒ **Profil aus Profilmanager**

☐ **parametrisiertes Stahlprofil**

I-Profil





Profilname

HE400A

Um ein Profil aus dem Angebot des [Profilmanagers](#) zu wählen, ist der grün unterlegte Pfeil zu betätigen.

Das externe Programm wird aufgerufen und ein Profil kann aktiviert werden. Bei Verlassen des Profilmanagers werden die benötigten Daten übernommen und der Profilname protokolliert.

☐ Profil aus Profilmanager

☒ **parametrisiertes Stahlprofil**

Profilklasse

H-Profil

Profilhöhe

h

390.0

mm

Stegdicke

t_w

11.0

mm

Flanschbreite

b_f

300.0

mm

Flanschdicke

t_f

19.0

mm

☒ gewalzttes Profil

Ausrundungsradius

r

27.0

mm

☐ geschweißtes Profil

Zur Definition eines [typisierten Profils](#) wird zunächst seine Klasse über eine Listbox festgelegt, anhand derer

bestimmt wird, welche weiteren Parameter freigelegt werden.

Das Programm kann Trägerstöße mit Doppel-T-Profilen berechnen, die als I, H-, DIL-, S-, W-Profile **pcae**-intern bekannt sind.

Andere Profilklassen sind in der Listbox farblich gekennzeichnet, können protokolliert und gezeichnet, jedoch als Verbindungselement nicht verwendet werden.

Bei gewalzten Profilen werden die Ausrundungsradien zwischen Flansch und Steg geometrisch berücksichtigt, während geschweißte Blechprofile mit Schweißnähten zusammengefügt sind.

Diese Schweißnähte werden **nicht** nachgewiesen.

☐ gewalztes Profil

☒ geschweißtes Profil

☒ Kehlnaht: Dicke

a

6.0

mm

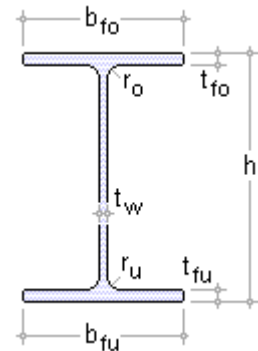
☐ Stumpfnah

Gewalzte Doppel-T-Profile haben einen einheitlichen Ausrundungswinkel ($r_o = r_u$).

Die Profilabmessungen sind symmetrisch, d.h. es gilt bei Doppel-T-Profilen

$b_{fu} = b_{fo}, t_{fu} = t_{fo}$.

Geschweißte Doppel-T-Profile weisen einheitliche Schweißnähte auf ($a_u = a_o$).



Nachweise

Das Programm 4H-EC3TT weist die Tragfähigkeit eines Stirnblechstoßes als eine biegesteife Trägerverbindung über die Komponentenmethode nach.

Dabei werden je Anschlussgeometrie (s. **Register 2**) die relevanten Tragfähigkeiten ermittelt und optional Nachweise geführt. Es gilt

- ist die Komponentenmethode nach Eurocode 3 ausgewählt, werden die Tragfähigkeiten der erforderlichen Grundkomponenten (s. allgemeine Erläuterungen) ermittelt und die gesamte Verbindung nachgewiesen. Im anderen Fall wird nur Grundkomponente 15 (Stirnblech mit thermischer Trennschicht) ausgewertet.

- das Schweißverfahren geht in die Nachweise der Schweißnähte ein

- **Schweißnähte** werden über den Linienquerschnitt nachgewiesen.

Es kann zwischen dem *richtungsbezogenen* und dem *vereinfachten Verfahren* unterschieden werden.

Nachweise führen

☒ Komponentenmethode nach Eurocode 3

☒ Schweißnähte (Nachweis über den Linienquerschnitt)

☒ Nachweis mit dem richtungsbezogenen Verfahren

☐ Nachweis mit dem vereinfachten Verfahren

Anschlussparameter



Register 2 enthält Angaben zu den Anschlussparametern und zur Druckausgabe

4H-EC3 - Biegestoß mit thermischer Trennschicht [Position 4: Importbeispiel]

☐ Trägerneigung
☐ Voute

Stirnblech

Blechdicke t_p 20.0 mm
Blechbreite b_p 180.0 mm
Überstandshöhe oben $h_{p,o}$ 80.0 mm
Überstandshöhe unten $h_{p,u}$ 20.0 mm
Länge des Stirnblechs l_p 340.0 mm

thermische Trennschicht

Schichtdicke t_e 10 mm
allseitiger Randabstand a_e 10.0 mm
Schichtlänge l_e 320.0 mm
Schichtbreite b_e 160.0 mm
Vorspannkraft je Schraube $F_{p,C}$ 0.0 kN

Schweißnähte

Trägerflansch oben a 4.0 mm
Trägersteg a 4.0 mm
Trägerflansch unten a 4.0 mm

Schrauben

☐ Gewinde liegt in der Scherfuge
☒ Schaft liegt in der Scherfuge

Schraubenreihen

Anzahl der Schraubenreihen n 3
Anzahl Schrauben je Reihe 2
Schraubenabstand zum seitl. Rand des Stirnblechs e_2 35.0 mm
Schraubenabstand (Endreihe) zum näheren Rand des Stirnblechs e_o 40.0 mm

Bild vergrößern

geschraubter Trägerstoß mit Stirnblech

Stirnblech

Blechdicke

t_p

20.0

mm

Blechbreite

b_p

140.0

mm

Überstandshöhe oben

$h_{p,o}$

60.0

mm

Überstandshöhe unten

$h_{p,u}$

20.0

mm

Länge des Stirnblechs

l_p

280.0

mm

thermische Trennschicht

nach Art des Kerncompactlagers der Calenberg Ingenieure GmbH

☐ Zulassung bis 2016 veraltet

☒ Zulassung bis 2029

Schichtdicke

t_e

10

mm

allseitiger Randabstand

$\ddot{u}_e$

10.0

mm

Schichtlänge

l_e

260.0

mm

Schichtbreite

b_e

120.0

mm

Vorspannkraft je Schraube

$F_{p,C}$

0.0

kN

Schraubenreihen

Anzahl der Schraubenreihen

n

3

Anzahl Schrauben je Reihe

2

Schraubenabstand zum seith. Rand des Stirnblechs

e_2

35.0

mm

Schraubenabstand (Endreihe) zum oberen Rand des Stirnblechs

e_o

30.0

mm

Abstand von oben der Schraubenreihen voneinander

p_{1-2}

70.0

mm

p_{2-3}

120.0

mm

Schweißnähte

Trägerflansch oben

a

6.0

mm

Trägersteg

a

4.0

mm

Trägerflansch unten

a

6.0

mm

Schrauben

- ☐ Gewinde liegt in der Scherfuge
- ☒ Schaft liegt in der Scherfuge

Stirnblech

Dicke und Breite des Blechs sind anzugeben, wobei die Stirnblechbreite größer als die Flanschbreite des Trägers sein muss.

Des Weiteren muss die Lage des Trägers auf dem Stirnblech über die Überstandshöhen oberhalb und unterhalb der Trägerflansche definiert werden. Das Stirnblech kann bündig mit dem Träger abschließen (Überstandshöhe = 0).

Die Stirnblechlänge setzt sich zusammen aus der gesamten Trägerhöhe (ggf. einschl. Trägerneigung und Voute) zzgl. der Überstandshöhen und wird im Eigenschaftsblatt angezeigt.

Schraubenreihen

Es kann eine beliebig große Anzahl an Schraubenreihen eingegeben werden, wobei die Norm nur zwei Schrauben je Reihe zulässt.

Eine Erweiterung auf vier Schrauben je Schraubenreihe wurde für den Trägerstoß mit einem typisierten IH2- oder IH4-Anschluss umgesetzt (s. [Basisverbindungen](#)). Hierfür sind die Berechnungsvorschrift für Grundkomponente 5 (Stirnblech mit Biegung) sowie der Abstand zwischen Außen- und Innenschraube festzulegen.

Zur Anordnung der Schrauben auf dem Stirnblech sind der Schraubenabstand zum seitlichen Rand des Stirnblechs sowie der Abstand der ersten Reihe zum oberen Rand des Stirnblechs anzugeben. Weiterhin sind bei mehr als einer Schraubenreihe die Abstände untereinander festzulegen.

Ist der Abstand der ersten Schraubenreihe zum oberen Rand des Stirnblechs kleiner als die Überstandshöhe des Stirnblechs oberhalb des Trägers, wird diese Reihe im Überstand angeordnet.

Entsprechendes gilt für die Schraubenreihe im Überstand unterhalb des Trägers.

Es kann nur eine Schraubenreihe, die im Überstand unter Zugbelastung steht, berechnet werden.

Die Schrauben werden auf Zug/Biegung und Abscheren/Lochleibung bemessen. Dazu ist zu berücksichtigen, wie viele Schrauben die jeweilige Belastung aufnehmen sollen (ggf. Interaktion).

Zur Bestimmung der Biegetragfähigkeit werden alle Schraubenreihen, die ggf. Zug aufnehmen können, einzeln betrachtet.

Vom Anwender kann jedoch die Anzahl an Schraubenreihen (vom Zugrand gezählt), festgelegt werden, die als Schraubengruppe untersucht werden soll.

Die Schraubenabstände werden nach EC 3-1-8, Tab.3.3, überprüft und dokumentiert.

Schweißnähte

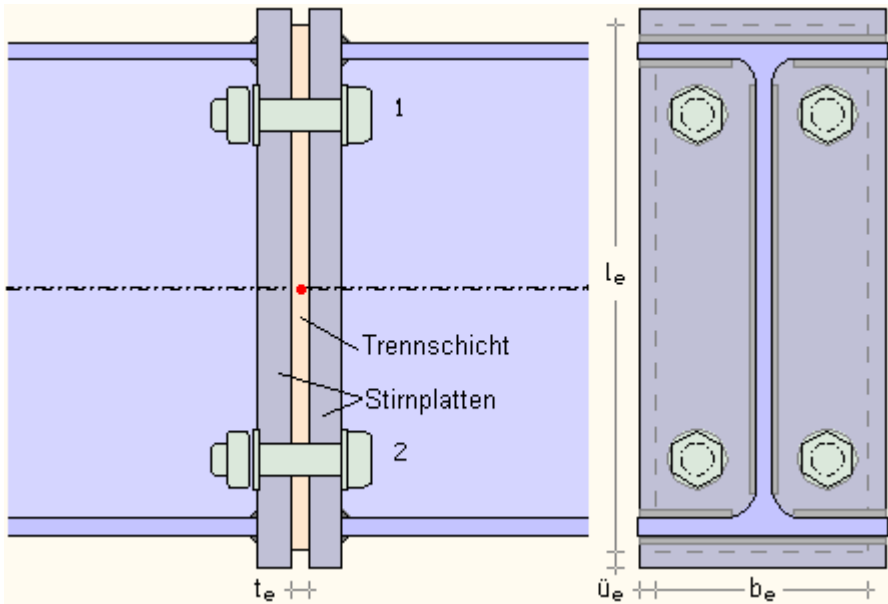
Für die Schweißnähte an den Flanschen und am Steg können unterschiedliche Nahtdicken festgelegt werden. Es werden Kehlnähte vorausgesetzt.

Schrauben

Die Abschertragfähigkeit ist abhängig davon, ob der Schaft oder das Gewinde in der Scherfuge liegt. Diese Option wird bei Berechnung der Trennschichttragfähigkeit ignoriert, da für den Nachweis Abscheren mit Biegung - auf der sicheren Seite liegend - stets das Gewinde in der Scherfuge angenommen wird.

thermische Trennschicht

Um Kältebrücken zu vermeiden, wird eine thermische Trennschicht zwischen den Stirnplatten angeordnet.



Für den Nachweis der Tragfähigkeit sowohl der thermischen Trennschicht als auch des Anschlusses sind folgende Werte zu belegen.

thermische Trennschicht
nach Art des Kerncompactlagers der Calenberg Ingenieure GmbH

☐ Zulassung bis 2016 zurückgezogen

☒ Zulassung bis 2029

Schichtdicke	t _e	10	☒	mm
allseitiger Randabstand	ü _e	10.0		mm
Schichtlänge	l _e	260.0		mm
Schichtbreite	b _e	120.0		mm
Vorspannkraft je Schraube	F _{p,C}	40.0		kN

Fa. Calenberg Ingenieure GmbH stellt das Material des Kerncompactlagers mit der Zulassung als Baulager bis 2016 um. Das aktuelle Material hat eine Zulassung bis 2029. Zur Beurteilung bestehender Objekte kann das veraltete Material weiterhin ausgewählt werden.

Die Trennschicht wird mit den Dicken 5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm angeboten.

Die Dicke der Trennschicht sollte die Stirnplattendicke bzw. 20 mm nicht überschreiten.

Die Trennschicht befindet sich im Bereich des Trägers und schließt in Breiten- und Höhenrichtung sämtliche Schrauben mit ausreichendem Überstand ein.

Die Abmessungen sollten so gewählt sein, dass die Trennschicht aufgrund der möglichen Stauchungsauswölbung nicht über die Stirnplatten hinausragt, d.h. der Abstand zum Stirnblechrand sollte mindestens der Trennschichtdicke entsprechen $\ddot{u}_e \geq t_e$.

Es kann eine für alle Schrauben einheitliche Vorspannkraft (je Schraube) vorgegeben werden.

Die Parameter werden bei der Beschreibung des **Trennschichtnachweises** näher erläutert.

Besonderheiten bei Trägerneigung und Vouten

☒ Trägerneigung	α_b	7.00	°
☒ Voute			
Neigungswinkel ($\alpha_v \geq \alpha_b$) -> Änderung der Voutenhöhe	α_v	30.00	°
Länge der Voute -> Änderung der Voutenhöhe	L_v	500.0	mm
Höhe der Voute am Anschnitt -> Änderung des Neigungswinkels	h_v	227.3	mm
Stegblechdicke	$t_{w,v}$	8.0	mm
Flanscbreite	$b_{f,v}$	100.0	mm
Flanschdicke	$t_{f,v}$	12.0	mm
☐ gewaltes Voutenprofil			
☒ geschweißtes Voutenprofil			
Schweißnahtdicke	a_v	6.0	mm

Der Träger kann beliebig (bis maximal 85°) geneigt sein; zudem kann eine Voute zur Verstärkung des Trägers im Anschlussbereich angeordnet werden.

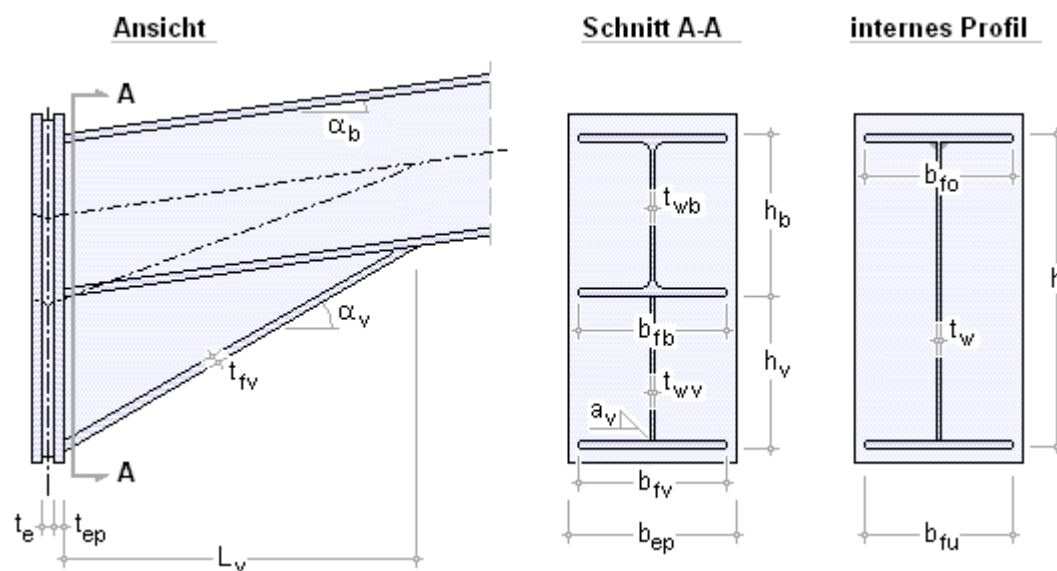
Die Neigungswinkel α_b und α_v beziehen sich auf die horizontale Achse.

Die Voute wird als T-Träger ausgeführt, dessen Neigungswinkel größer als die Trägerneigung sein muss.

Des Weiteren dürfen nach EC 3-1-8, 6.2.6.7(2)

- die Flanschdicke der Voute nicht kleiner als die Trägerflanschdicke
- die Flanscbreite der Voute nicht kleiner als die Trägerflanscbreite
- die Stegdicke der Voute nicht kleiner als die Trägerstegdicke
- die Differenzneigung zwischen Voute und Träger nicht größer als 45° sein

Bei geschweißten Vouten wird die Tragfähigkeit der Schweißnähte zwischen Voutenflansch und -steg **nicht** nachgewiesen.



Die Profilkennwerte in der Anschluss- (Nachweis-)ebene werden über Winkelfunktionen angepasst.

Weiterhin wird bei Verwendung einer Voute der untere Trägerflansch ignoriert.

Es wird programmintern mit einem Trägerprofil gerechnet, dessen Querschnittswerte wie folgt ermittelt werden

Profilhöhe im Anschluss	$h_b = h / \cos \alpha_b$
Voutenhöhe im Anschluss	$h_v = L_v \cdot (\tan \alpha_v - \tan \alpha_b)$
Gesamthöhe	$h = h_b + h_v$
Flanschdicke oben	$t_{fo} = t_{fb} / \cos \alpha_b$
Flanschdicke unten	$t_{fu} = t_{fv} / \cos \alpha_v$
Flanscbreite oben	$b_{fo} = b_{fb}$
Flanscbreite unten	$b_{fu} = b_{fv}$
Stegdicke	$t_w = t_{wb}$

Sämtliche weiteren Querschnittswerte beziehen sich auf diese Größen.

Das interne Profil übernimmt die Herstellungsmaße (gewalzt: Ausrundungsradius, geschweißt: Schweißnahtdicke) des Trägerprofils.

Bei geschweißtem Trägerprofil wird die Tragfähigkeit der Schweißnähte **nicht** nachgewiesen.

Ebenso wird bei geschweißtem Trägerprofil der untere Profilflansch nicht dargestellt (s.u.).

Druckausgabe

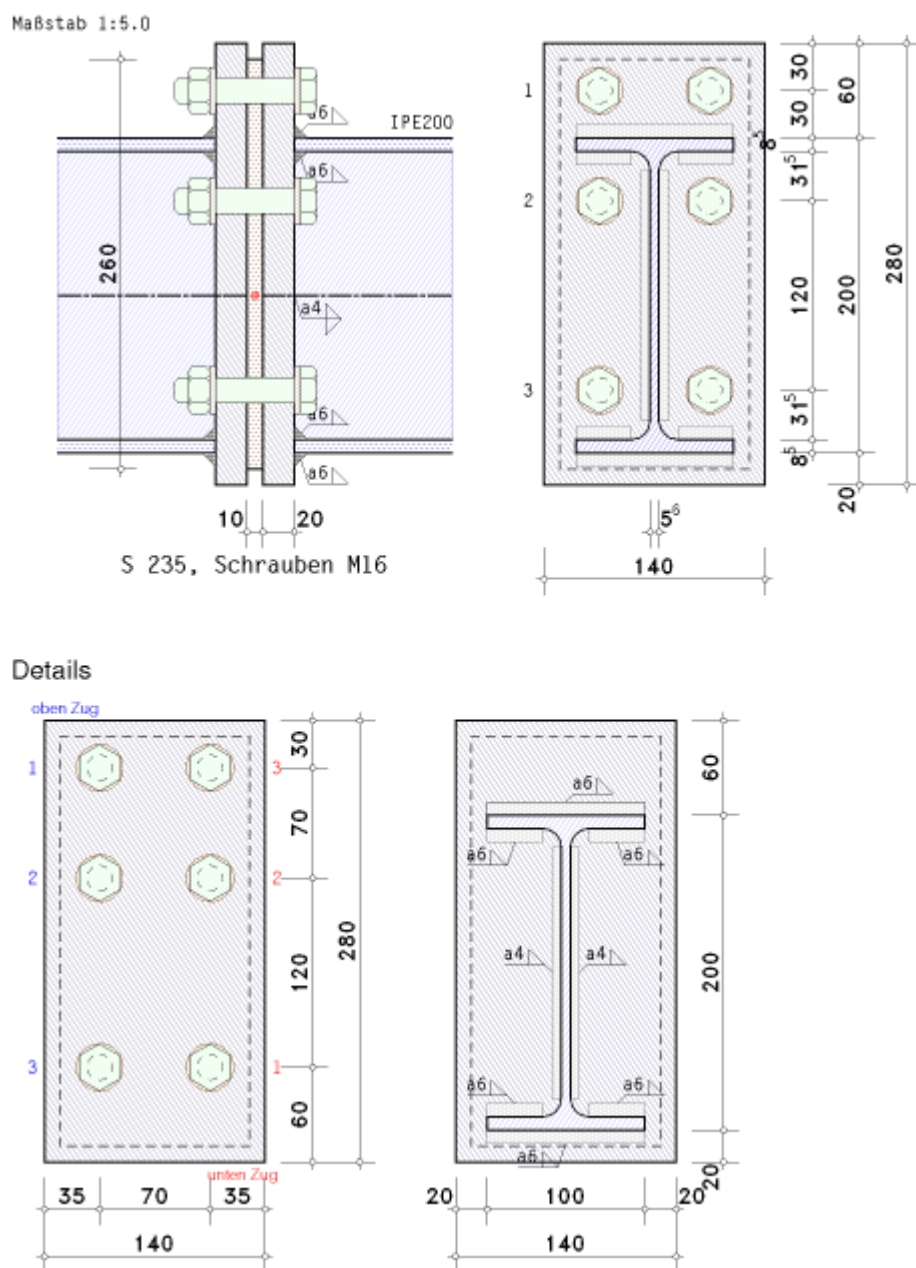
Die Druckausgabe kann durch die **Ausdrucksteuerung** beeinflusst werden.

Eingabeparameter

Im Statikdokument wird zunächst eine maßstäbliche Darstellung der eingegebenen Verbindung angelegt.

Die wesentlichen Abmessungen werden vermaßt. Ggf. werden Detailausschnitte hinzugefügt.

Ist der Maßstab vom Anwender vorgegeben, wird er in der Grafik protokolliert.



Anschließend werden die Eingabeparameter ausgegeben.

Optional können zusätzliche Informationen (z.B. die hinterlegten Rechenkennwerte der Profile, Stahlgüten, Verbindungsmittel etc.) hinzugefügt werden.

Die zu bemessenden Schnittgrößen werden mit Hinweis auf den Eingabetyp (s. **Schnittgrößen**) lastfallweise ausgegeben. Nach Bedarf werden nun die der Bemessung zu Grunde liegenden Teilsicherheitsbeiwerte angefügt.

lastfallweise Berechnung

Zunächst werden die **Bemessungsgrößen** aus der Lastfallkombination entwickelt.

Danach werden die anschlusspezifischen **Grundkomponenten** ausgewertet und die Gesamttragfähigkeit berechnet.

Bei der anschließenden Ermittlung der **Ausnutzungen** unter den eingegebenen Schnittgrößen ist zu beachten, dass sowohl positive als auch negative Biegemomente auftreten können!

Da sich i.A. bei gegenläufigen Momenten das auf der Modellierung basierende System ändert, muss jeder Lastfall separat untersucht werden. Intern wird bei negativen Momenten das System an der Horizontalachse gespiegelt, so dass sich die Zugseite immer *oben* befindet.

Da die Ausgabe der Rechenwege und die sich daraus ergebenden Ergebnisse während des Berechnungsablaufs erfolgt, sind diese auch auf das ggf. gespiegelte/modifizierte System bezogen. Ein Hinweis erfolgt bei Ausgabe der Bemessungsgrößen zu Anfang der entsprechenden Lastfallberechnung.

Sind **Schweißnähte** im Anschluss vorgesehen, werden sie als eigenes Tragsystem (Linienquerschnitt) modelliert und dessen Tragfähigkeit nachgewiesen.

Thermische Trennschicht: $\max U_{\theta} = 0.331 < 1$ ok
 Maximale Ausnutzung: $\max U = 0.812 < 1$ ok

Schnittgrößen



das dritte Register beinhaltet die Masken zur Eingabe der Bemessungsschnittgrößen

4H-EC3 - Biegestoß mit thermischer Trennschicht [Position 4: Importbeispiel]

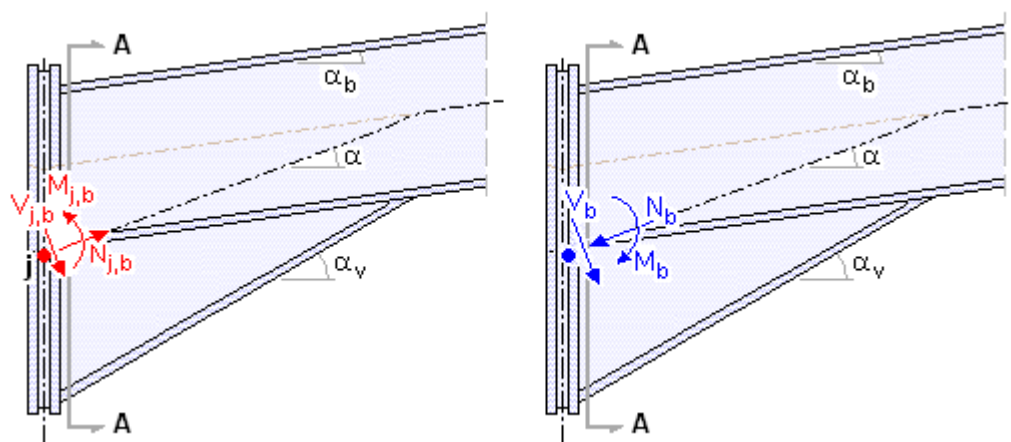
Schnittgrößen im Schnittpunkt der Systemachsen (Statik-KoS)
 Vorzeichendefinition der Statik (positive Normalkraft bedeutet Zug, positives Biegemoment erzeugt unten Zug)
 Das Vorzeichen der Trägerquerkraft ist bei negativen Schnittufer zu invertieren (nicht beim pos-Schnittgrößenimport!)

☐ Schnittgrößen im Anschnitt der Verbindung bezogen auf die Systemachsen (EC3-KoS)
☐ Schnittgrößen im Anschnitt der Verbindung senkrecht zur Anslussebene (EC3-KoS)

Schnittgrößen aus Bauteil importieren Schnittgrößen aus Text-Datei einlesen Tabelle löschen

Träger, Knoten				
	$N_{j,b,Ed}$ kN	$M_{j,b,Ed}$ kNm	$V_{j,b,Ed}$ kN	Bezeichnung
1	-20.61	-16.76	8.68	
2	-15.77	-17.14	-2.71	
3	-21.38	-16.72	16.60	

Zeile löschen
 Zeile duplizieren
 neue Zeile anhängen

Bild vergrößern 

⊙ Schnittgrößen im Schnittpunkt der Systemachsen (Statik-KOS)

Vorzeichendefinition der Statik (positive Normalkraft bedeutet Zug, positives Biegemoment erzeugt unten Zug)
Das Vorzeichen der Trägerquerkraft ist bei negativem Schnittufer zu invertieren (nicht beim Schnittgrößenimport)

⊙ Schnittgrößen im Anschnitt der Verbindung bezogen auf die Systemachsen

Vorzeichendefinition des EC 3-1-8 (positive Normalkraft bedeutet Druck, positives Biegemoment erzeugt oben Zug)

⊙ Schnittgrößen im Anschnitt der Verbindung senkrecht zur Anschlussebene

Vorzeichendefinition des EC 3-1-8 (positive Normalkraft bedeutet Druck, positives Biegemoment erzeugt oben Zug)

Das Programm 4H-EC3TT bietet verschiedene Möglichkeiten zur Eingabe der Schnittgrößen an

- werden die Schnittgrößen aus einem Tragwerks-Programm übernommen, sind häufig nur die Schnittgrößen im Knotenpunkt der Systemachsen der Träger (s. Grafik **Knoten j**) verfügbar.

Hier wird die Vorzeichendefinition der Statik vorausgesetzt.

Das Vorzeichen der Querkraft ist in Abhängigkeit der Definition des Schnittufers in der Tragwerksbemessung ggf. zu invertieren (s.u.).

- Schnittgrößen im Anschnitt der Verbindung: Die Schnittgrößen werden zwischen Stirnplatte und Trennschicht (s. Grafik **Schnitt A-A**) bezogen auf die ggf. geneigte Systemachse erwartet.

Die Vorzeichendefinition entspricht derjenigen des EC 3-1-8.

- alternativ können die Schnittgrößen senkrecht zur Anschlussebene (s. Grafik **Schnitt A-A**), also waagrecht und senkrecht wirkend, eingegeben werden (Darstellung s. unter **Teilschnittgrößen**).

Träger, Anschnitt			Bezeichnung	
$N_{b,Ed}$ kN	$M_{b,Ed}$ kNm	$V_{b,Ed}$ kN		
100.00	120.00	270.00		



Zeile löschen



Zeile duplizieren

neu →

neue Zeile anhängen



100.00

120.00

270.00

neu →

Es werden Trägerschnittgrößen eingegeben.

Zur Identifikation kann jeder Schnittgröße eine Bezeichnung (Kurzbeschreibung) zugeordnet werden, die im Ausdruck aufgeführt wird.

Die Schnittgrößen werden in die intern verwendeten **Bemessungsgrößen** transformiert.

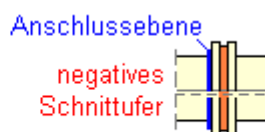
Vorzeichen der Querkraft

Bei negativem Schnittufer ist das Vorzeichen der Trägerquerkraft zu invertieren.

Dies gilt z.B. bei Trägern, die in einem Tragwerks-Programm von links nach rechts beschrieben wurden (gestrichelte Linie unterhalb der Systemlinie) und dessen Anschluss an die Stirnplatte sich rechts befindet.



Vorzeichen der Querkraft beibehalten!



Vorzeichen der Querkraft invertieren!

Schnittgrößen importieren

Detailnachweisprogramme zur Bemessung von Anschlüssen (Träger/Stütze, Trägerstöße), Fußpunkten (Stütze/Fundament) etc. benötigen Schnittgrößenkombinationen, die häufig von einem Tragwerksprogramm zur Verfügung gestellt werden.

Dabei handelt es sich i.d.R. um eine Vielzahl von Kombinationen, die im betrachteten Bemessungsschnitt des übergeordneten Tragwerkprogramms vorliegen und in das Anschlussprogramm übernommen werden sollen.

pcae stellt neben der 'per Hand'-Eingabe zwei verschiedene Mechanismen zur Verfügung, um Schnittgrößen in das vorliegende Programm zu integrieren.

Schnittgrößen aus 4H-Programm importieren



Schnittgrößen aus Text-Datei einlesen



- Import aus einem 4H-Programm

Voraussetzung zur Anwendung des DTE[®]-Import-Werkzeugs ist, dass sich ein **pcae**-Programm auf dem Rechner befindet, das Ergebnisdaten exportieren kann.

Die zu importierenden Schnittgrößen werden nur im Statik-Koordinatensystem übertragen (s.o.).

Eine ausführliche Beschreibung zum Schnittgrößenimport aus einem **pcae**-Programm befindet sich **hier**.

• **Import aus einer Text-Datei**

Die Schnittgrößenkombinationen können aus einer Text-Datei im ASCII-Format eingelesen werden.

Die Datensätze müssen in der Text-Datei in einer bestimmten Form vorliegen; der entsprechende Hinweis wird bei Betätigen des **Einlese**-Buttons gegeben.

Anschließend wird der Dateiname einschl. Pfad der entsprechenden Datei abgefragt.

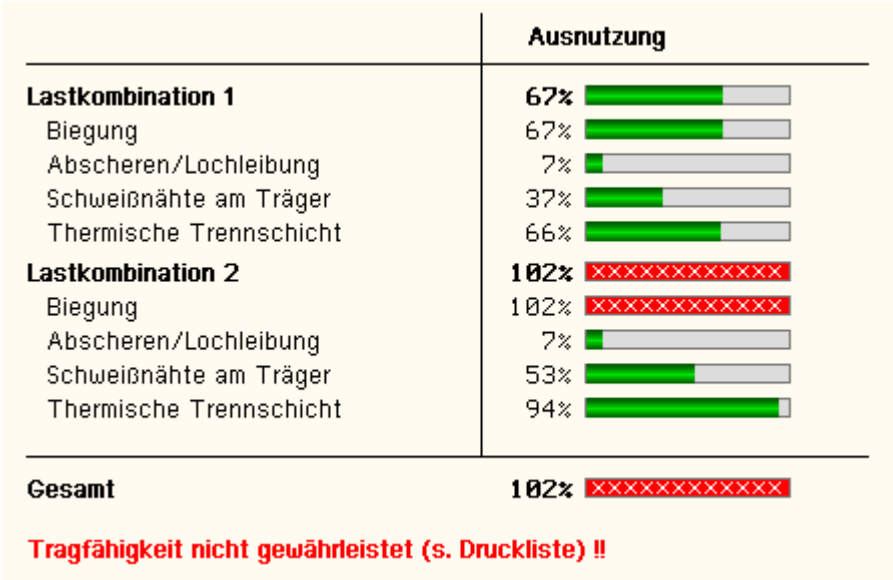
Es werden sämtliche vorhandenen Datensätze eingelesen und in die Tabelle übernommen. Bereits bestehende Tabellenzeilen bleiben erhalten.

Wenn keine Daten gelesen werden können, erfolgt eine entsprechende Meldung am Bildschirm.

Ergebnisübersicht



das vierte Register gibt einen sofortigen Überblick über die ermittelten Ergebnisse



Zur sofortigen Kontrolle und des besseren Überblicks halber werden die Ergebnisse in diesem Register lastfallweise übersichtlich zusammengestellt.

Eine Box zeigt an, ob ein Lastfall die Tragfähigkeit des Anschlusses überschritten hat (rot ausgekreuzt) oder wie viel Reserve noch vorhanden ist (grüner Balken).

Zur besseren Fehleranalyse oder zur Einschätzung der Tragkomponenten werden zudem die Einzelberechnungsergebnisse protokolliert.

Eine Meldung zeigt an, wenn ein Fehler aufgetreten oder die Tragfähigkeit überschritten ist.

Wenn die Ursache des Fehlers nicht sofort ersichtlich ist, sollte die Druckliste in der **ausführlichen** Ergebnisdarstellung geprüft werden.

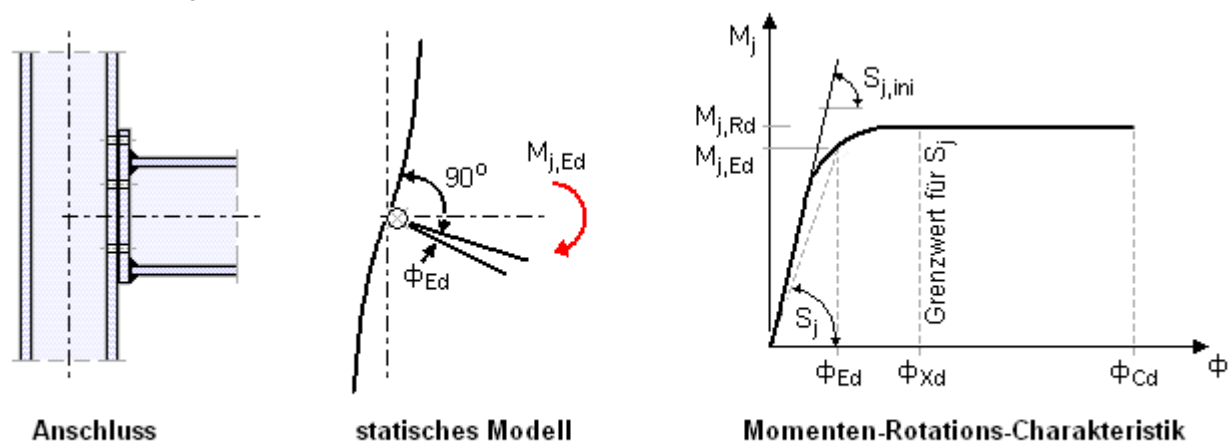
allgemeine Erläuterungen

Nach EC 3-1-8, 5.1.4, sind Anschlüsse bei elastisch-plastischer Tragwerksberechnung i.d.R. sowohl nach ihrer Steifigkeit (5.2.2) als auch nach der Tragfähigkeit (5.2.3) zu klassifizieren.

Dazu müssen für Anschlüsse mit Doppel-T-Profilen die Momententragfähigkeit (6.2.7 und 6.2.8), die Rotations-

steifigkeit (6.3.1) und die Rotationskapazität (6.4) berechnet werden.

Die Zusammenhänge zwischen Momententragfähigkeit, Rotationssteifigkeit und Rotationskapazität sind in EC 3-1-8, Bild 6.1, dargestellt.



DIN EN 1993-1-8, Bild 6.1, Momenten-Rotations-Charakteristik eines Anschlusses

Im Programm 4H-EC3TT kann weder die Rotationssteifigkeit noch die Rotationskapazität berechnet werden, da die Materialkonstanten der thermischen Trennschicht nicht zuverlässig ermittelt werden können (s. Druckschrift [Kerncompactlager](#)).

Nach EC 3-1-8, 6.1.1, wird ein Anschluss mit Doppel-T-Querschnitten als eine Zusammenstellung von Grundkomponenten (Gk) angesehen.

Folgende Grundkomponenten (vgl. Tab. 6.1) werden für Trägerstöße verwendet

- **Gk 5:** Stirnblech mit Biegebeanspruchung
- **Gk 7:** Trägerflansch und -steg mit Druckbeanspruchung
- **Gk 8:** Trägersteg mit Zugbeanspruchung
- **Gk 10:** Schrauben mit Zugbeanspruchung
- **Gk 11:** Schrauben mit Abscherbeanspruchung
- **Gk 12:** Schrauben mit Lochleibungsbeanspruchung
- **Gk 20:** Gevouteter Träger mit Druck

Weiterführende Erläuterungen zur

- Ermittlung der **Tragfähigkeit**
- Berechnung der **thermischen Trennschicht** (Gk 15)

Komponentenmethode

Die Komponentenmethode ermöglicht die Berechnung beliebiger Anschlüsse von Doppel-T-Profilen für Tragwerksberechnungen (EC 3-1-8, 6.1.1).

Die Voraussetzungen für das Verfahren sowie die zur Anwendung kommenden Grundkomponenten sind im Kapitel **Allgemeines** beschrieben.

Im Programm 4H-EC3TT werden Trägerstöße mit thermischer Trennschicht berechnet.

Nach EC3-1-8 wird die Biegetragfähigkeit des Anschlusses aus den Tragfähigkeiten der einzelnen Grundkomponenten ermittelt und der einwirkenden Bemessungsgröße gegenübergestellt.

Die Tragfähigkeit der thermischen Trennschicht wird analog einer Grundkomponente berechnet.

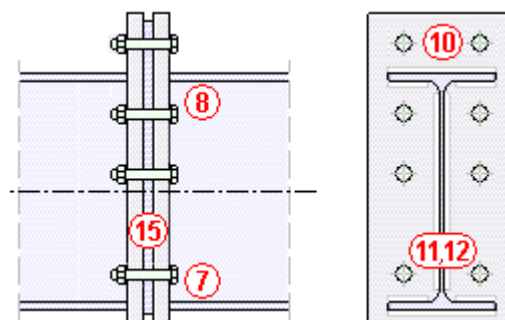
Im Folgenden wird die Vorgehensweise zur Bemessung von geschraubten **Stirnblechstößen** mit der Komponentenmethode nach EC3-1-8, 6.2.7, erläutert.

geschraubte Stirnblechverbindung

Die Biege- und Zugtragfähigkeiten des Anschlusses werden
auf Seite der

- des Trägers mit den Grundkomponenten 7, 8 und ggf. 20
- des Stirnblechs mit Grundkomponente 5
- der thermischen Trennschicht mit Grundkomponente 15 ermittelt.

Bei der Tragfähigkeit der Schrauben wirken für die Abscher-Lochleibungstragfähigkeit die Grundkomponenten 11 und 12, für die Zugtragfähigkeit die Grundkomponente 10.



Zur Bemessung der **Schweißnähte**.

Biege- und Zugtragfähigkeit mit der Komponentenmethode

Nach EC 3-1-8, 6.2.7.2, wird die Biegetragfähigkeit von Trägerstößen mit geschraubten Stirnblechverbindungen bestimmt mit

$$M_{j,Rd} = \sum_r h_r \cdot F_{tr,Rd}$$

$F_{tr,Rd}$ wirksame Tragfähigkeit einer Schraubenreihe auf Zug

h_r Abstand der Schraubenreihe vom Druckpunkt

r Nummer der Schraubenreihe

Im Überstand darf sich nur eine Schraubenreihe befinden.

Der Druckpunkt einer Stirnplattenverbindung sollte im Zentrum des Spannungsbereichs infolge der Druckkräfte liegen (EC 3-1-8, 6.2.7.1(9)), vereinfachend in der Achse der Mittelebene des Trägerdruckflanschs (EC 3-1-8, 6.2.7.2(2)).

Die Nummerierung der Schraubenreihen geht von der Schraubenreihe aus, die am weitesten vom Druckpunkt entfernt liegt (EC 3-1-8, 6.2.7.2(1)).

Die wirksame Tragfähigkeit einer Schraubenreihe r sollte als Minimum der Tragfähigkeiten einer einzelnen Schraubenreihe der Gkn 5 und 8 bestimmt werden, wobei ggf. noch Reduktionen aus Gk 7 vorzunehmen sind.

Anschließend ist die Tragfähigkeit der Schraubenreihe als Teil einer Gruppe von Schraubenreihen der Gkn 5 und 8 zu untersuchen; s. hierzu EC 3-1-8, 6.2.7.2(6-8).

Die Berechnung der Trennschicht wird für alle Schraubenreihen durchgeführt.

Um ein mögliches Schraubenversagen auszuschließen, ist die Forderung nach EC 3-1-8, 6.2.7.2(9), einzuhalten:

Wird die wirksame Tragfähigkeit einer zuerst berechneten Schraubenreihe x größer als $1.9 \cdot F_{t,Rd}$, ist die wirksame Tragfähigkeit aller weiteren Schraubenreihen r zu reduzieren, um folgender Bedingung zu genügen

$$F_{tr,Rd} \leq F_{tx,Rd} \cdot h_r / h_x$$

h_x Abstand der Schraubenreihe x zum Druckpunkt

Im Programm 4H-EC3TT werden zunächst die minimalen Tragfähigkeiten aus den maßgebenden Grundkomponenten ermittelt (Beispielberechnung).

Tragfähigkeiten nach EC 3-1-8, 6.2.7.2(6) für Schraubenreihen einzeln betrachtet

maßgebende Grundkomponenten: 5, 8

Reihe 1: $F_{tr,Rd} = 188.6 \text{ kN}$

Reihe 2: $F_{tr,Rd} = 226.1 \text{ kN}$

Reihe 3: $F_{tr,Rd} = 226.1 \text{ kN}$

Anschließend erfolgen reihenweise die Abminderungen für Schraubenreihen als Teil einer Schraubengruppe

Abminderungen nach EC 3-1-8, 6.2.7.2(8) für Schraubenreihen als Teil einer Gruppe (Stirnblech)

maßgebende Grundkomponenten: 5, 8

Reihe 2: $\Sigma F_{tr,Rd} = 0.0 \text{ kN}$

Gk 5: $\Delta F_{tr,Rd} = F_{t,ep,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd} = 452.2 \text{ kN}$

Gk 8: $\Delta F_{tr,Rd} = F_{t,wb,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd} = 412.3 \text{ kN}$

Reihe 3: $\Sigma F_{tr,Rd} = 226.1 \text{ kN}$ (Reihe 2)

Gk 5: $\Delta F_{tr,Rd} = F_{t,ep,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd} = 226.1 \text{ kN}$

Gk 8: $\Delta F_{tr,Rd} = F_{t,wb,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd} = 186.3 \text{ kN}$

$F_{tr,Rd} = 226.1 \text{ kN} < \Delta F_{tr,Rd} \Rightarrow F_{tr,Rd} = 226.1 \text{ kN}$

$F_{tr,Rd} = 226.1 \text{ kN} < \Delta F_{tr,Rd} \Rightarrow F_{tr,Rd} = 226.1 \text{ kN}$

$F_{tr,Rd} = 226.1 \text{ kN} = \Delta F_{tr,Rd} \Rightarrow F_{tr,Rd} = 226.1 \text{ kN}$

$F_{tr,Rd} = 226.1 \text{ kN} > \Delta F_{tr,Rd} \Rightarrow F_{tr,Rd} = 186.3 \text{ kN}$

sowie für die Tragfähigkeit der gesamten Verbindung.

Abminderungen nach EC 3-1-8, 6.2.7.2(7)

maßgebende Grundkomponente: 7, 15

Reihe 1: $\Sigma F_{tr,Rd} = 0.0 \text{ kN}$

$$\text{Gk 7: } \Delta F_{tr,Rd} = F_{c,t,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd} = 271.2 \text{ kN}$$

$$\text{Gk 15: } \Delta F_{tr,Rd} = F_{c,e,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd} = 42.1 \text{ kN}$$

Reihe 2: $\Sigma F_{tr,Rd} = 42.1 \text{ kN}$ (Reihe 1)

$$\text{Gk 7: } \Delta F_{tr,Rd} = F_{c,t,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd} = 229.1 \text{ kN}$$

$$\text{Gk 15: } \Delta F_{tr,Rd} = F_{c,e,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd} = 0.0 \text{ kN}$$

Reihe 3: $\Sigma F_{tr,Rd} = 42.1 \text{ kN}$ (Reihen 1 bis 2)

$$\text{Gk 7: } \Delta F_{tr,Rd} = F_{c,t,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd} = 229.1 \text{ kN}$$

$$\text{Gk 15: } \Delta F_{tr,Rd} = F_{c,e,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd} = 0.0 \text{ kN}$$

$$F_{tr,Rd} = 188.6 \text{ kN} < \Delta F_{tr,Rd} \Rightarrow F_{tr,Rd} = 188.6 \text{ kN}$$

$$F_{tr,Rd} = 188.6 \text{ kN} > \Delta F_{tr,Rd} \Rightarrow F_{tr,Rd} = 42.1 \text{ kN}$$

$$F_{tr,Rd} = 226.1 \text{ kN} < \Delta F_{tr,Rd} \Rightarrow F_{tr,Rd} = 226.1 \text{ kN}$$

$$F_{tr,Rd} = 226.1 \text{ kN} > \Delta F_{tr,Rd} \Rightarrow F_{tr,Rd} = 0.0 \text{ kN}$$

$$F_{tr,Rd} = 186.3 \text{ kN} < \Delta F_{tr,Rd} \Rightarrow F_{tr,Rd} = 186.3 \text{ kN}$$

$$F_{tr,Rd} = 186.3 \text{ kN} > \Delta F_{tr,Rd} \Rightarrow F_{tr,Rd} = 0.0 \text{ kN}$$

Für die jeweils kleinste Tragkraft wird die Kontrolle durchgeführt

Kontrolle nach EC 3-1-8, 6.2.7.2(9)

maßgebende Grundkomponente: 10

Reihe 1: $F_{tx,Rd} = 42.1 \text{ kN}$, $h_x = 225.7 \text{ mm} \Rightarrow F_{tx,Rd} \leq 0.95 \cdot \Sigma F_{t,Rd} = 214.8 \text{ kN}$, keine Abminderung

und das Ergebnis schlussendlich protokolliert.

Tragfähigkeit je Schraubenreihe (endgültig)

Reihe 1: $F_{tr,Rd} = 42.1 \text{ kN}$

Reihe 2: $F_{tr,Rd} = 0.0 \text{ kN}$

Reihe 3: $F_{tr,Rd} = 0.0 \text{ kN}$

Mögliches Versagen durch Grundkomponente 5, 8, 15

Jede der Grundkomponenten, die die Tragfähigkeit einer Schraubenreihe herabgesetzt hat (gekennzeichnet durch ein ">"-Zeichen), wird als mögliche Versagensquelle des Anschlusses protokolliert.

Die Biegetragfähigkeit ergibt sich damit zu

$$M_{j,Rd} = \Sigma (F_{tr,Rd} \cdot h_r) = 9.5 \text{ kNm}$$

und die Ausnutzung zu

$$U = \frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \leq 1.0$$

wobei das einwirkende Moment auf den Druckpunkt in der Anschlussebene (bei Stirnblechstößen zwischen Stirnblech und Trennschicht) bezogen ist.

Ist die einwirkende Normalkraft größer als 5% der plastischen Normalkrafttragfähigkeit

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \dots n. \text{ EC3-1-1, 6.2.3(2)a}$$

wird die konservative Näherung verwendet.

$$U = \frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} + \frac{N_{j,Ed}}{N_{j,Rd}} \leq 1.0$$

Die Zugkrafttragfähigkeit ergibt sich zu

$$N_{j,Rd} = \Sigma F_{tr,Rd} = 42.1 \text{ kN}$$

und die Druckkrafttragfähigkeit aus den Druck-Komponenten zu

$$N_{j,c,Rd} = \min F_{c,Rd} = 42.1 \text{ kN}$$

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit mit der Komponentenmethode

Auch hier werden zunächst die minimalen Tragfähigkeiten aus den maßgebenden Grundkomponenten ermittelt.

Tragfähigkeit je Schraubenreihe

maßgebende Grundkomponenten: 11, 12

Reihe 1: $F_{vR,Rd} = 193.0 \text{ kN}$ Reihe 2: $F_{vR,Rd} = 193.0 \text{ kN}$ Reihe 3: $F_{vR,Rd} = 193.0 \text{ kN}$

Nach EC 3-1-8, Tab. 3.4, reduziert sich die Tragfähigkeit bei gleichzeitiger Wirkung von Querkraft und Zugnormalkraft bei voller Ausnutzung der Biegetragfähigkeit zu

Abminderungen aufgrund der Zugkraft (bei voller Ausnutzung der Biegetragfähigkeit)

maßgebende Grundkomponente: 10

 $\Sigma F_{t,Rd} = 226.1 \text{ kN}$ Reihe 1: $F_{vR,Rd} = f_v \cdot 193.0 \text{ kN} = 167.4 \text{ kN}$ mit $f_v = 1 - F_{t,Rd} / (1.4 \cdot \Sigma F_{t,Rd}) = 0.867$ Reihe 2: $F_{vR,Rd} = f_v \cdot 193.0 \text{ kN} = 193.0 \text{ kN}$ mit $f_v = 1 - F_{t,Rd} / (1.4 \cdot \Sigma F_{t,Rd}) = 1.000$ Reihe 3: $F_{vR,Rd} = f_v \cdot 193.0 \text{ kN} = 193.0 \text{ kN}$ mit $f_v = 1 - F_{t,Rd} / (1.4 \cdot \Sigma F_{t,Rd}) = 1.000$

sodass sich die endgültigen Tragfähigkeiten je Schraubenreihe ergeben zu

Tragfähigkeit je Schraubenreihe (endgültig)Reihe 1: $F_{vR,Rd} = 167.4 \text{ kN}$ Reihe 2: $F_{vR,Rd} = 193.0 \text{ kN}$ Reihe 3: $F_{vR,Rd} = 193.0 \text{ kN}$

Die Abscher-Lochleibungstragfähigkeit ergibt sich damit zu

$$V_{j,Rd} = \Sigma F_{vR,Rd} = 553.4 \text{ kN}$$

und die Ausnutzung zu

$$U = \frac{V_{j,Ed}}{V_{j,Rd}} \leq 1.0$$

Besonderheiten bei Vouten

Beträgt die Höhe des Trägers einschließlich Voute mehr als 600 mm, ist nach EC 3-1-8, 6.2.6.7(1), i.d.R. der Beitrag des Trägerstegs zur Tragfähigkeit bei Druckbeanspruchung auf 20% zu begrenzen.

Programmintern wird die Stegdicke zur Berechnung von Grundkomponente 7 (Tragfähigkeit des Voutendruckflansches) auf 20% begrenzt.

Die Biegetragfähigkeit des Trägerquerschnitts wird unter Vernachlässigung des zwischenliegenden Flansches berechnet.

Nach EC 3-1-8, 6.2.6.7(2), gelten für Träger mit Vouten folgende Voraussetzungen

- die Stahlgüte der Voute sollte mindestens der Stahlgüte des Trägers entsprechen (programmintern gewährleistet)
- die Flanschabmessungen und die Stegdicke der Voute sollten nicht kleiner sein als die des Trägers
- der Winkel zwischen Voutenflansch und Trägerflansch sollte nicht größer sein als 45°
- die Länge s_s der steifen Auflagerung darf mit der Schnittlänge des Voutenflansches parallel zum Trägerflansch angesetzt werden

Am Anschluss Voute-Voute ist die Tragfähigkeit von Voutenflansch und -steg mit Druck (Gk 7) maßgebend, am Anschluss Voute-Träger muss nach EC 3-1-8, 6.2.6.7(3), die Tragfähigkeit des Trägerstegs mit Querdruk (Gk 2) nachgewiesen werden. Beide Grundkomponenten werden in der speziellen Vouten-Grundkomponente 20 zusammengefasst.

Im Programm 4H-EC3TT wird der Anschluss der Voute an den Träger **nicht** nachgewiesen.

Teilschnittgrößen

Die Schnittgrößen sind als Bemessungsgrößen bereits mit den Lastfaktoren für den Grenzzustand der Tragfähigkeit beaufschlagt und können auf drei verschiedene Arten in das Programm eingegeben werden.

Knoten-Schnittgrößen beziehen sich auf den Knotenpunkt der Schwerachsen, sind häufig das Resultat einer

- vorangegangenen Stabwerksberechnung und entspr. der Vorzeichenregel des *Statik*-Koordinatensystems (positive Normalkraft = Zug, positives Biegemoment = Zug unten) definiert.
- Anschnitt-Schnittgrößen befinden sich in der Anschlussebene, sind jedoch bei geneigten und gevouteten Trägern auf die Schwerachse des Trägers bezogen.
Hier ist das EC 3-1-8-Koordinatensystem (positive Normalkraft = Druck, positives Biegemoment = Zug oben) zu beachten!
- Anschluss-Schnittgrößen sind die senkrecht zur Anschlussebene wirkenden Bemessungsgrößen im EC 3-1-8-Koordinatensystem, die den Tragfähigkeitsnachweisen zu Grunde liegen.

Sowohl Knoten- als auch Anschnitt-Schnittgrößen müssen in die Bemessungsebene transformiert werden.

Hierbei ist zu beachten, dass dabei keine äußeren Einwirkungen berücksichtigt werden, so dass besonders bei längeren Vouten die für die Nachweise am Voutenanfang (Übergang des Trägers in die Voute, Voute-Träger-Anschnitt) berechneten Bemessungsgrößen zu überprüfen sind.

Dabei wird mit *Bemessungsebene* (Anschlussebene) i.A. die Kontaktebene zwischen den Trägern bezeichnet. Bei Stirnplattenstößen mit thermischer Trennschicht ist dies der Anschluss der Stirnplatte an die Trennschicht.

Transformation der Schnittgrößen

Sind die Schnittgrößen im Knotenpunkt der Schwerachsen gegeben (KOS *Statik*), werden sie zunächst in die Anschlussschnittgrößen (KOS EC 3-1-8) bezogen auf die Schwerachse des Trägers transformiert.

Schnittgrößen im Anschluss bezogen auf die Schwerachsen

$$N_{b,Ed} = -N_{j,b,Ed}$$

$$M_{b,Ed} = -M_{j,b,Ed} - V_{j,b,Ed} \cdot e_1 / \cos \alpha$$

$$V_{b,Ed} = V_{j,b,Ed}$$

Die Schnittgrößenkombination ($N_{b,Ed}$, $M_{b,Ed}$, $V_{b,Ed}$) lässt sich auch direkt (s. [Register 3](#), *Schnittgrößen im Anschnitt der Verbindung*) eingeben.

Das Biegemoment am Anschnitt Voute-Träger wird nach der o.a. Formel berechnet, Normalkraft und Querkraft sind über die Voutenlänge konstant.

Die zur Transformation notwendigen Winkelinformationen sind gegeben mit

$$\alpha = (\alpha_b + \alpha_v) / 2, \quad \Delta\alpha = \alpha - \alpha_b, \quad \Delta\alpha_v = \alpha_v - \alpha_b$$

Die Abstände zur Bildung der Momente werden berechnet zu

$$e_1 = t_e / 2 \quad \dots \quad e_3 = z_{bu} - t_{bfu} / 2 - t_{ep} \cdot \tan \alpha \quad \dots \quad e_4 = L_v + t_{ep}$$

Anschließend werden aus den Schnittgrößen im Anschluss die Schnittgrößen senkrecht zur Anschlussebene ermittelt.

Schnittgrößen senkrecht zur Anschlussebene

$$N_d = N_{b,Ed} \cdot \cos \alpha - V_{b,Ed} \cdot \sin \alpha$$

$$M_d = M_{b,Ed}$$

$$V_d = N_{b,Ed} \cdot \sin \alpha + V_{b,Ed} \cdot \cos \alpha$$

Auch diese Schnittgrößenkombination (N_d , M_d , V_d) lässt sich direkt (s. [Register 3](#), *Schnittgrößen senkrecht zur Anschlussebene*) eingeben.

Die Teilschnittgrößen im Träger ergeben sich zu

Teilschnittgrößen

$$N_{b,t} = (-N_d \cdot z_{bu} / z_b + M_d' / z_b) / \cos \alpha_b$$

$$N_{b,c} = (N_d \cdot z_{bo} / z_b + M_d' / z_b) / \cos \alpha_v$$

$$V_{bw} = V_d + N_{b,c} \cdot \sin \alpha_v - N_{b,t} \cdot \sin \alpha_b$$

$$M_d' = M_d - V_d \cdot t_{ep} + N_d \cdot t_{ep} \cdot \tan \alpha$$

$$N_{b,t}' = (-N_d \cdot z_{bu} + M_d) / z \dots \dots \dots \text{Zugkraft in den Schraubenreihen}$$

$$N_{b,c}' = (N_d \cdot z_{bo} + M_d) / z \dots \dots \dots \text{Druckkraft bezogen auf } N_{b,t}'$$

wobei der innere Hebelarm z dem äquivalenten Hebelarm z_{eq} entspricht.

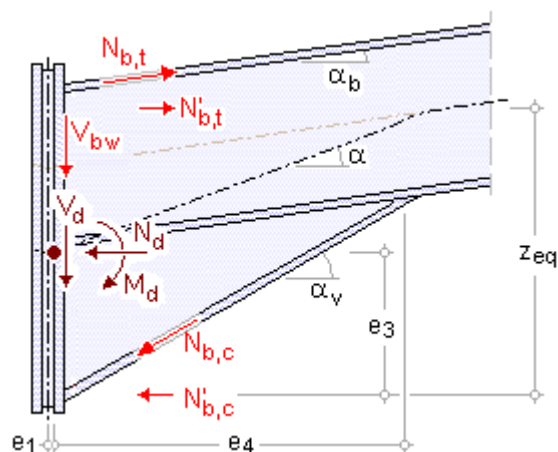
Berechnung von z_{eq}

Der äquivalente Hebelarm z_{eq} wird aus den Steifigkeitskoeffizienten der einzelnen Gkn ermittelt, die in EC 3-1-8, Tab. 6.11, angegeben sind.

$$z_{eq} = \frac{\sum_r k_{eff,r} \cdot h_r^2}{\sum_r k_{eff,r} \cdot h_r} \dots \text{mit} \dots k_{eff,r} = \frac{1}{\sum_i \frac{1}{k_{i,r}}} \quad \begin{array}{l} h \text{ Abstand der Schraubenreihen vom Druckpunkt} \\ r \text{ Zähler der Schraubenreihen} \end{array}$$

Die beteiligten Steifigkeitskoeffizienten sind

- bei einem Trägerstoß mit Stirnblech und Trennschicht - k_5 , k_{10} , k_{15}



Nachweise

Folgende Nachweise können geführt werden

- Nachweis der Anschlusstragfähigkeit mit der Komponentenmethode
- ... Schweißnähte am Träger (Nachweis über den Linienquerschnitt)

Die Ausnutzungen aus den geführten Nachweisen werden extremiert und anschließend sowohl lastfallweise als auch im Gesamtergebnis ausgegeben.

Nachweis der Anschlusstragfähigkeit mit der Komponentenmethode

Es können die

- Biegetragfähigkeit
- Zugtragfähigkeit
- ggf. die kombinierte Biege-/Zugtragfähigkeit
- Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit
- Trennschichttragfähigkeit

der Verbindung ausgewertet werden.

Nach EC 3-1-8, 6.2.7.1(1), gilt für den Bemessungswert des einwirkenden Moments

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \leq 1.0$$

Überschreitet jedoch die einwirkende Normalkraft in dem angeschlossenen Bauteil 5% der plastischen Beanspruchbarkeit, wird nach EC 3-1-8, 6.2.7.1(3), die folgende Näherung benutzt, wobei sich die Momente auf den Druckpunkt und die Normalkräfte auf die Systemachse beziehen.

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} + \frac{N_{j,Ed}}{N_{j,Rd}} \leq 1.0$$

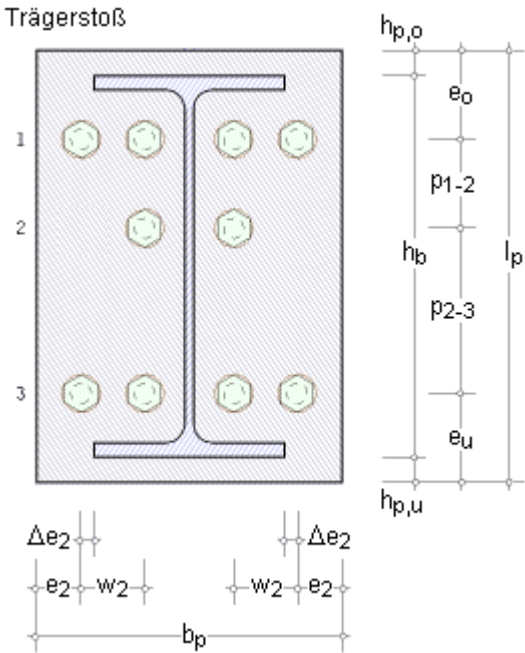
Die Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit ergibt sich zu

$$\frac{V_{j,Ed}}{V_{j,Rd}} \leq 1.0$$

Nachweis der Schweißnähte

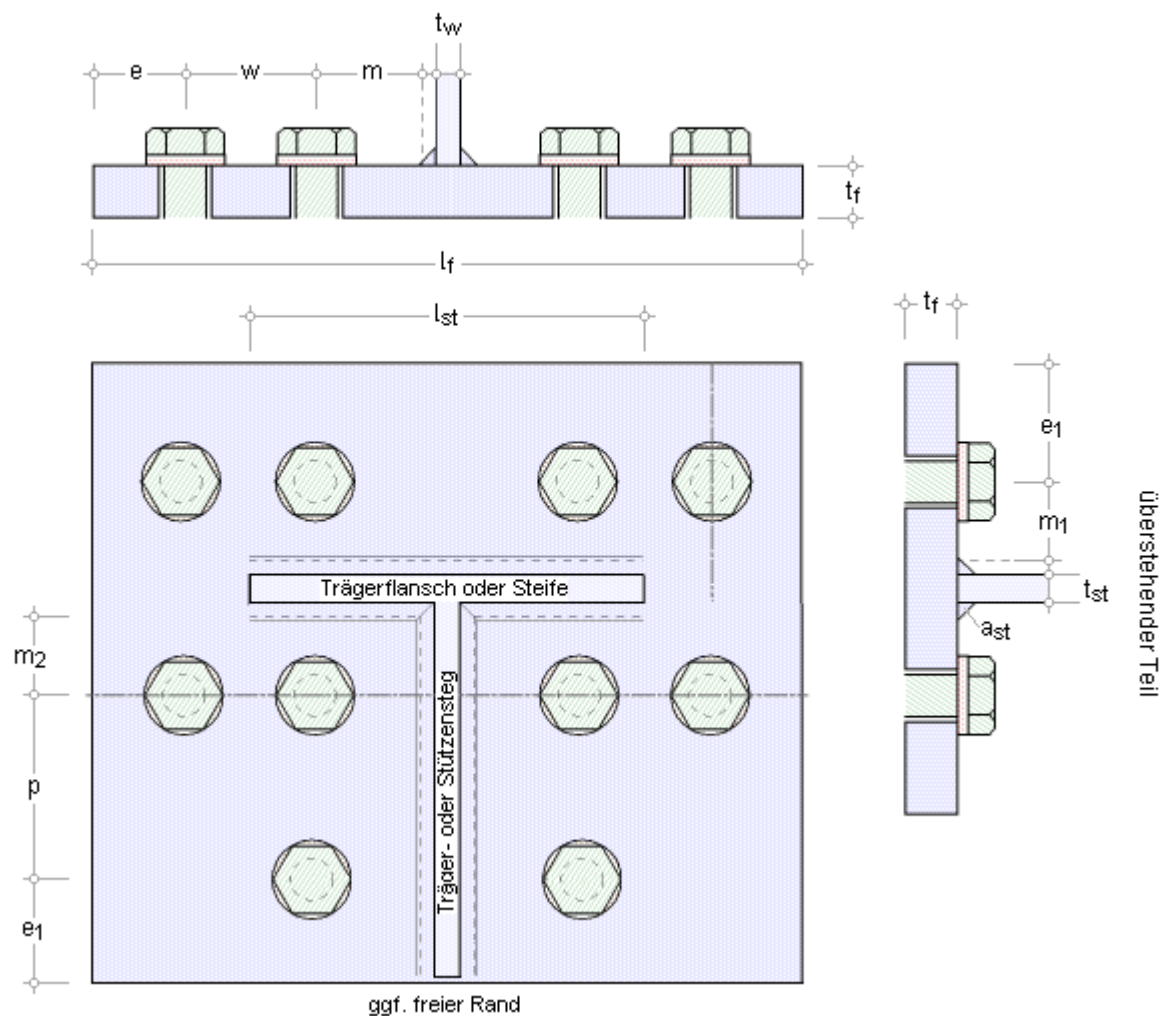
Bezeichnung der Eingabeparameter zur Einordnung von Programmmeldungen

In der nachfolgenden Grafik sind die Parameterbezeichnungen aufgeführt, auf die im Programm Bezug genommen wird, wenn ein *Trägerstoß* berechnet werden soll.



Grundlage zur Bemessung diverser Schraubenverbindungen ist das Modell eines *äquivalenten T-Stummels*. Die Bezeichnung der Abstände ist in der folgenden Skizze beschrieben.

T-Stummel-Modell - zwischen den Trägerflanschen



zur Hauptseite [4H-EC3TT](#), Biegestoß mit thermischer Trennschicht



© [pcae](#) GmbH Kopernikusstr. 4A 30167 Hannover Tel. 0511/70083-0 Fax 70083-99 Mail dte@pcae.de