4H-EC3IH Typisierter IH-Anschluss
Detailinformationen

Seite überarbeitet Januar 2024

• Kontakt • Programmübersicht • Bestelltext

Infos auf dieser Seite **... als pdf**

- Anschlussparameter
- Tragfähigkeiten
- Schnittgrößen
- ... Import Träger / Stütze
- ... Import Trägerstoß
- Teilschnittgrößen
- Ergebnisübersicht
- Bezeichng. Eingabeparameter
- allgemeine Erläuterungen
- Komponentenmethode
- Nachweis Schweißnähte
- ... Stegsteifen
- Rotationssteifigkeit
- Rotationskapazität
- Grundkomponenten
- Basisverbindungen
- Stahlsorten
- Ausdrucksteuerung
- nationale EC-Anhänge

Anschlussparameter

Register 1 enthält Angaben zu den Anschluss- und Materialparametern

Allgemeines

Das Programm *4H*-EC3IH berechnet biegesteife Träger-Stützenanschlüsse und Trägerstöße von Doppel-T-Profilen, die in Deutschland gängig und in dem Ringbuch *Typisierte Anschlüsse im Stahlhochbau* verzeichnet sind.

Die Eingabedaten können in die Programme ***4H*-EC3BT**, Biegesteifer Trägeranschluss, oder ***4H*-EC3RE**, Rahmenecke, 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 Bauteil eines der anderen Programme übernommen werden.

Material

Das Programm ist in direkter Anlehnung an die Vorgehensweise zur Anwendung des Ringbuchs konzipiert.

Dazu sind zunächst die Verbindungsart (***Träger-Stütze*** oder ***Stoß***), die Stahlfestigkeit (S 235 oder S 355) und die Schraubenfestigkeitsklasse (8.8 oder 10.9) festzulegen.

Es wird stets von HV-Schrauben ausgegangen.

Verbindung	Träger-Stütze
Stahlfestigkeit	S 235
Schraubenfestigkeit	10.9

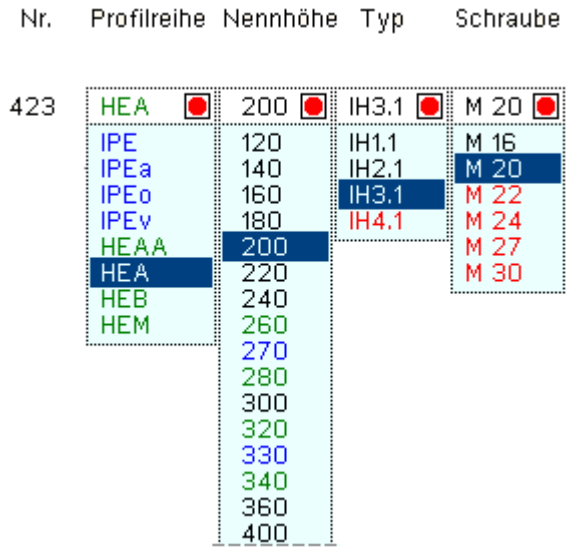
Grundsätzlich wird jedem Verbindungselement dasselbe Material zugeordnet.

Träger

Bei der Eingabe des Trägers und der Anschlussparameter ist analog zum Ringbuch vorzugehen, wobei das Programm die Eingabemöglichkeiten farblich unterstützt.

Zunächst ist die Profilreihe vorzugeben. In blau sind Profile der IPE-Reihe, in grün die Profile der HE-Reihe aufgelistet.

Die Nennhöhe der Profile berücksichtigt die im Ringbuch aufgeführten Kombinationen. In schwarz sind die Nennhöhen dargestellt, die für beide Profilreihen gelten, in blau und grün diejenigen, die nur für die IPE- bzw. HE-Reihe gelten.



Der Anschlusstyp berücksichtigt die bisher vorgegebenen Einstellungen. In der Liste werden die Typen rot markiert, die nicht anwendbar sind und nicht ausgewählt werden können.

Es gilt

- IH1 - 2 Schrauben je Schraubenreihe ohne Überstand
- IH2 - 4 Schrauben je Schraubenreihe ohne Überstand
- IH3 - 2 Schrauben je Schraubenreihe, 1 Reihe im Überstand
- IH4 - 4 Schrauben je Schraubenreihe, 1 Reihe im Überstand

Die Anschlusstypen mit 4 Schrauben in einer Reihe (IH2 und IH4) können nur für Trägerstöße verwendet werden. Diesbezüglich erfolgt jedoch keine Kennzeichnung des Listeninhalts.

Abschließend ist aus der Liste die Schraubengröße vorzugeben. Auch hier werden die nicht zum gewählten Anschluss passenden Größen rot gekennzeichnet.

Wird in der Ringbuchdatenbank ein entsprechender Eintrag gefunden, wird die zugehörige Nummer am Bildschirm dargestellt.

t_p	b_p	h_p	e_1	$p_{1,1}$	$p_{1,2}$	e_{1n}	u_1	u_{1n}	w	p_2	e_2	a_w	a_f
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
20	200	275	30	90	90	65	70	15	100		50	4	7

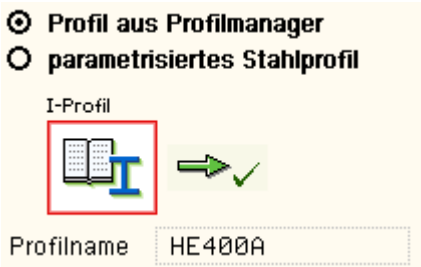
Außerdem werden die Abmessungen des Stirnblechs sowie die Schweißnahtdicken zum Anschluss des Trägers an das Stirnblech angegeben.

Stütze

Wird eine Träger-Stütze-Verbindung nachgewiesen, können die Parameter des Stützenprofils ohne Einschränkungen eingegeben werden.

Die P. können entweder über den **pcae**-eigenen Profilmanager in das Programm importiert oder als parametrisiertes Stahlprofil eingegeben werden.

Um ein Profil aus dem Angebot des ***Profilmanagers*** zu wählen, ist der grün unterlegte Pfeil zu betätigen.



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

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

Zur Definition eines ***parametrisierten Profils*** sind Profilhöhe, Stegdicke, Flanschbreite und -dicke festzulegen.

Bei gewalzten Profilen wird der Ausrundungsradius r zwischen Flansch und Steg geometrisch berücksichtigt, während geschweißte Blechprofile mit Schweißnähten der Dicke a zusammengefügt sind.

Diese Schweißnähte werden **nicht** nachgewiesen.

parametrisiertes Stahlprofil

I-Profil

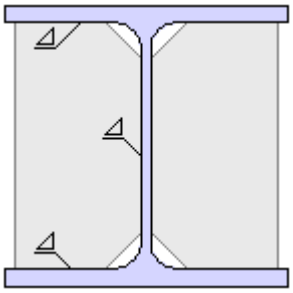
Profilhöhe	h	390.0	mm
Stegdicke	t_w	11.0	mm
Flanschbreite	b_f	300.0	mm
Flanschdicke	t_f	19.0	mm
gewalztes Profil			
Ausrundungsradius	r	27.0	mm
geschweißtes Profil			
Schweißnahtdicke	a	4.0	mm

Verstärkungen

Stützenprofile können zur Verstärkung des Stegs mit Stegsteifen ausgeführt werden.

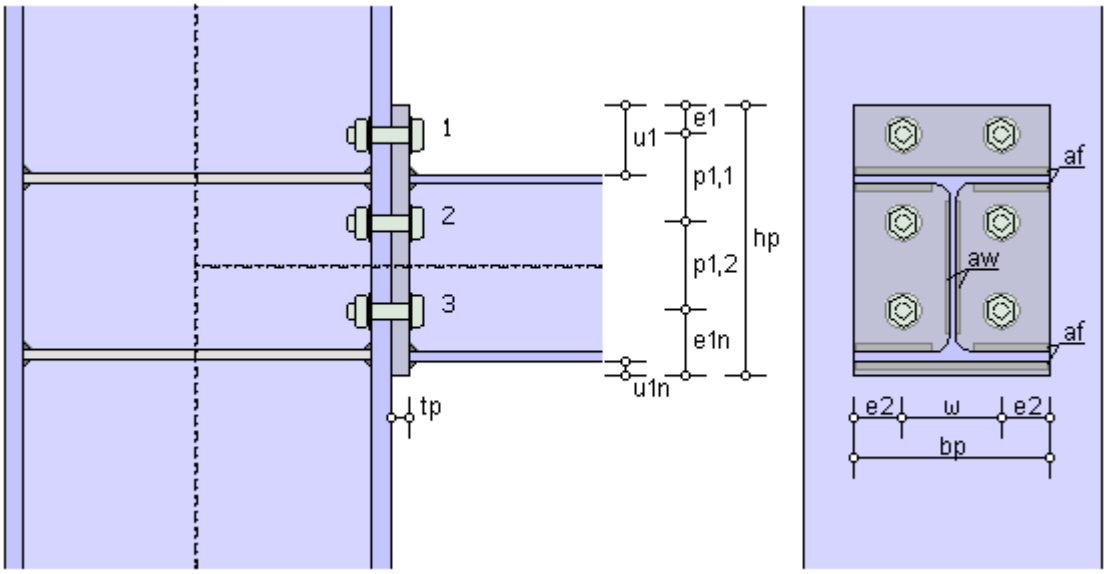
Stegsteifen (Rippen) werden beidseitig des Stegs zwischen die Flansche eingepasst und an Flansche und Steg der Stütze angeschweißt.

Zur Bemessung der **Stegsteifen**.



Bildschirmgrafik

Am Bildschirm werden die geometrischen Daten ausgewertet und der Anschluss in einer maßstäblichen Grafik dargestellt. Die protokollierten Abstände sind bezeichnet.



Tragfähigkeiten

im Register 2 werden die Tragfähigkeiten des Anschlusses tabellarisch dargestellt

Die Ausgabe erfolgt in direkter Anlehnung an das Kapitel *Momententragfähige Träger-Stützenanschlüsse und Trägerstöße mit Stirnplatte* des Ringbuchs *Typisierte Anschlüsse im Stahlhochbau nach EC 3-1-8*.

Die Berechnung hingegen basiert auf der Vorgehensweise, die im **pcae**-Modul ***4H*-EC3BT** für biegesteife Träger-Stützenanschlüsse und Trägerstöße verwendet wird.

Der Rechenablauf für geschraubte Stirnblechanschlüsse wird im Kapitel **Komponentenmethode** beschrieben.

Die **Rotationssteifigkeit** der Verbindung wird ermittelt, und der **Querschnittsnachweis** des Trägers wird geführt.

Voraussetzungen

- geschraubter Stirnblechanschluss
- Träger: keine Vouten, keine Neigung
- Stütze: keine Stegblechverstärkung, kein Futterblech
- horizontale Steifen in Höhe des oberen und unteren Trägerflanschs: zwischenliegende Steifen,
  Dicke der Steifen entspricht der Flanschdicke des Trägers,
  Breite der Steifen entspricht mindestens der Flanschbreite des Trägers,
  Schweißnahtdicken entsprechen der Nahtdicke zwischen Trägerflansch und Kopfplatte
- Schnittgrößen: kleine Normalkraft im Träger $N/N_{pl} \leq 0.05$; Druckspannung im Stützensteg $\sigma_{com,wc} \leq 0.7 \cdot f_{y,wc}$
- Schrauben: vorgespannt
- Querschnittsnachweis: *Elastisch-Plastisch*,
  Biege- und Querkrafttragfähigkeit nach der Komponentenmethode: keine Schraubengruppen,
  Schweißnachweis: richtungsbezogenes Verfahren,
  Nachweis der Steifen
- Bedingung: $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd}$

Es wird unterschieden, ob lediglich Tragfähigkeiten ermittelt oder Nachweise für eingegebene **Schnittgrößenkombinationen** geführt werden.

Rotationssteifigkeit und Tragfähigkeiten:

Nr.	Profilreihe	Nennhöhe	Typ	Schraube	$S_{j,ini}$	$M_{j1,Rd}$	$M_{j2,Rd}$	$V_{j,Rd}$	$M_{c,Rd}$
					MNm/rad	kNm	kNm	kN	kNm
423	HEA	200	IH3.1	M 20	20.06	91.4	48.4	122.7	97.0

Sind keine Schnittgrößen vorgegeben, werden die Anfangsrotationssteifigkeit $S_{j,ini}$, der Bemessungswert der Momententragfähigkeit $M_{j1,Rd}$ bei positivem Moment, $M_{j2,Rd}$ bei negativem Moment, die Querkrafttragfähigkeit $V_{j,Rd}$ und die plastische Momententragfähigkeit des Trägerquerschnitts $M_{c,Rd}$ angezeigt.

Rotationssteifigkeit und Tragfähigkeiten:

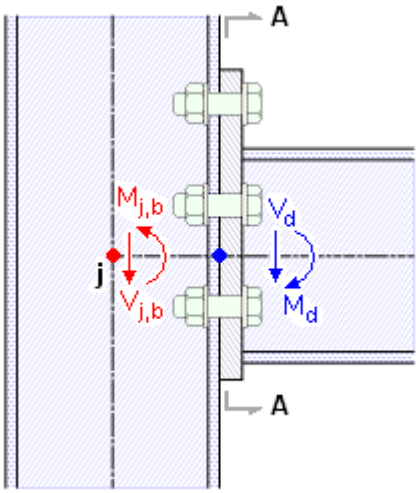
Lk	Profilreihe	Nennhöhe	Typ	Schraube	$S_{j,Rd}$	$M_{j,Rd}$	$V_{j,Rd}$	$M_{c,Rd}$
					MNm/rad	kNm	kN	kNm
1	HEA	200	IH3.1	M 20	5.92	91.4	122.7	92.5
2					7.36	48.4	122.7	91.0

Sind jedoch Schnittgrößen vorhanden, wird anstelle der Anfangsrotationssteifigkeit $S_{j,ini}$ die Rotationssteifigkeit $S_{j,Rd}$ unter der gegebenen Belastung angegeben.

Da die Tragfähigkeit eines Anschlusses in Abhängigkeit der einwirkenden Schnittgrößenkombination variiert, können sich die Zahlenwerte für $M_{j1,Rd}$, $V_{j,Rd}$ und $M_{c,Rd}$ von denjenigen *ohne Schnittgrößen* unterscheiden.

Schnittgrößen

das dritte Register beinhaltet die Masken zur Eingabe der Bemessungsschnittgrößen



- **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
- **Schnittgrößen im Anschnitt der Verbindung bezogen auf die 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
- **Schnittgrößen im Anschnitt der Verbindung senkrecht zur Anschlussebene**
  Vorzeichendefinition des EC 3-1-8 (positive Normalkraft bedeutet Druck, positives Biegemoment erzeugt oben Zug)
- keine Schnittgrößen, nur Tragfähigkeiten ermitteln

Das Programm *4H*-EC3IH 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 von Träger und Stütze (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: Da der Anschluss eines Trägers an eine Stütze bemessen werden soll, werden die Schnittgrößen direkt im Anschnitt (s. Grafik **Schnitt A-A**) bezogen auf die Systemachse erwartet.

  Die Vorzeichendefinition kann entweder derjenigen der Statik oder derjenigen des EC 3-1-8 entsprechen.

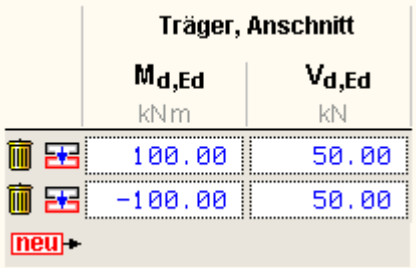
  Entspricht die Vorzeichendefinition der Statik, ist die Querkraft in Abhängigkeit der Definition des Schnittufers in der Tragwerksbemessung ggf. zu invertieren (s.o.)!

  Es werden Trägerschnittgrößen eingegeben.

  Bei einseitigem Anschluss wirken die T. rechts (s. Grafik **Schnitt A-A**, im EC 3-1-8 mit 1 bezeichnet) vom Anschlusspunkt.

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

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

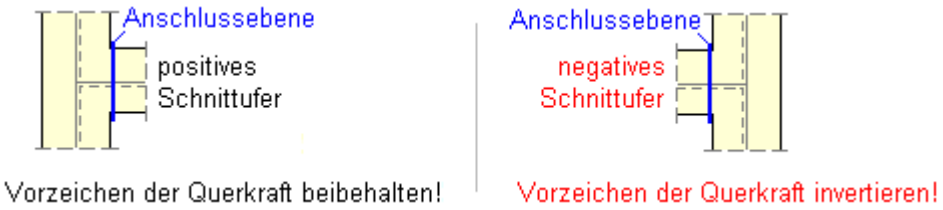


	Träger, Anschnitt	
	$M_{d,Ed}$ kNm	$V_{d,Ed}$ kN
	100.00	50.00
	-100.00	50.00
neu		

Vorzeichen der Querkraft

Bei negativem Schnittufer ist das Vorzeichen der Querkraft zu invertieren.

Dies gilt z.B. bei einem Träger, der im Tragwerks-Programm von links nach rechts beschrieben wurde (gestrichelte Linie unterhalb der Systemlinie) und dessen Anschluss an die Stütze sich rechts befindet.



Schnittgrößen importieren

Detailnachweisprogramme zur Bemessung von Anschlüssen (Träger/Stütze, Träger/Träger), 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.

- **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.

- **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 Importschnittgrößen werden nur im Statik-Koordinatensystem übertragen (s.o.).

  - Import bei **Träger-Stützenanschlüssen**
  - ... von einem Einzelschnitt bei **Trägerstößen**

Schnittgrößenimport beim Träger-Stützenanschluss

Die statische Berechnung eines Bauteils beinhaltet i.A. die Modellbildung mit anschließender Berechnung des Tragsystems sowie nachfolgender Einzelnachweise von Detailpunkten.

Bei der Beschreibung eines Details sind die zugehörenden Schnittgrößen aus den Berechnungsergebnissen des Tragsystems zu extrahieren und dem Detailnachweis zuzuführen.

In der *4H*-Programmorganisation gibt es hierzu verschiedene Vorgehensweisen

- zum einen können Tragwerks- und Detailprogramm fest miteinander verbunden sein, d.h. die Schnittgrößenübergabe erfolgt intern. Es sind i.A. keine weiteren Eingaben (z.B. Geometrie) notwendig, aber auch möglich (z.B. weitere Belastungen), die Programme bilden eine Einheit.

  Dies ist z.B. bei dem *4H*-Programm *Stütze mit Fundament* der Fall.

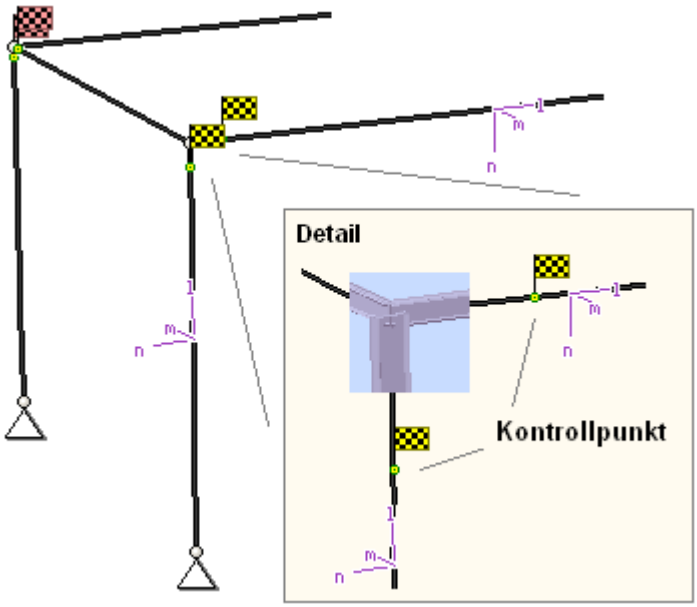
- zum anderen können Detailprogramme Schnittgrößen von in Tragwerksprogrammen speziell festgelegten Exportpunkten über ein zwischengeschaltetes Export/Import-Tool einlesen.

  Das folgende Beispiel eines einfachen Rahmens erläutert diesen *4H*-Schnittgrößen-Export/Import.

Zunächst sind im exportierenden *4H*-Programm (z.B. ***4H*-FRAP**) die Stellen zu kennzeichnen, deren Schnittgrößen beim nächsten Rechenlauf exportiert, d.h. für den Import bereitgestellt, werden sollen.

Um sinnvoll einen Träger-Stützenanschluss nachzuweisen, sollte bereits bei der Modellbildung im Stabwerksprogramm darauf geachtet werden, dass die Profile nur über die starken Achsen abtragen.

In diesem Beispiel sollen die Schnittgrößen für einen Träger-Stützenanschluss übergeben werden.



Dazu ist je ein Kontrollpunkt am Riegelanschnitt (vereinf. bei $h_{Stütze}/2$) und am Stützenanschnitt (vereinf. bei $h_{Träger}/2$) zu setzen.

Ausführliche Informationen zum Export entnehmen Sie bitte dem DTE®-**Schnittgrößenexport**.

Nach einer Neuberechnung des Rahmens stehen die Exportschnittgrößen dem aufnehmenden *4H*-Programm (z.B. *4H*-EC3BT, *4H*-EC3RE, *4H*-EC3IH, *4H*-EC3IM) zum Import zur Verfügung.

dazu wird zunächst im Register zur Eingabe der Bemessungsgrößen festgelegt, ob die Schnittgrößen im Schnittpunkt der Systemachsen (Knoten) oder im Anschnitt der Verbindung eingelesen werden.

Das exportierende Programm liefert die Schnittgrößen stets im Statik-Koordinatensystem.

○ **Schnittgrößen im Schnittpunkt der Systemachsen (Statik-KOS)**
⊙ **Schnittgrößen im Anschnitt der Verbindung bezogen auf die Systemachsen (Statik-KOS)**

Bei Träger-Stützenverbindungen erfolgt der Nachweis im Anschnitt Träger/Stütze bzw. Stirnblech/Stütze.

Sind die Schnittgrößen im Schnittpunkt der Systemachsen gegeben, werden sie programmintern in Anschnittschnittgrößen umgerechnet.

aus dem aufnehmenden *4H*-Programm wird nun über den ***Import***-Button das Fenster zur DTE®-**Bauteilauswahl** aufgerufen

Zunächst erscheint ein Infofenster, das den Anwender auf die wesentlichen Punkte hinweist.

Es besteht die Möglichkeit, den Import an dieser Stelle abzubrechen, um ggf. das exportierende Programm entsprechend vorzubereiten.

Nach Bestätigen des Infofensters wird die DTE®-Bauteilauswahl aktiviert.

Zur eindeutigen Beschreibung des Anschlusses sind zwei Schnitte (Träger, Stütze) festzulegen.

Im exportierenden 4H-Programm müssen also **2 zugehörige Schnitte definiert sein,** um den vorliegenden Anschluss zu beschreiben.

Diese sind im Folgenden anzugeben, damit Schnittgrößenimport und -transformation korrekt durchgeführt werden können.

In der Bauteilauswahl werden alle berechneten Bauteile nach Verzeichnissen sortiert dargestellt, wobei diejenigen, die Schnittgrößen exportiert haben, dunkel gekennzeichnet sind.

Export Bsp.	3D-Stabtragwerk
FRAP 2 EC3BT	Detailnachweise
FRAP 2 EC3BT	3D-Stabtragwerk
Gelenk.Anschl.	Detailnachweise
Grundkomponenten	Detailnachweise
Grundkomponenten Bsp.	Detailnachweise
Grundkomponenten Bsp. L	Detailnachweise

Das gewünschte Bauteil kann nun markiert und über den ***bestätigen***-Button ausgewählt werden. Alternativ kann durch Doppelklicken des Bauteils direkt in die DTE®-**Schnittgrößenauswahl** verzweigt werden.

In der *Identifizierungsphase* der Schnittgrößenauswahl werden alle verfügbaren Schnitte des ausgewählten Bauteils angezeigt, wobei diejenigen Schnitte deaktiviert sind, deren Material nicht kompatibel mit dem Detailprogramm ist.

Träger (rechts)	Schnitt 1: Stab 3 bei s = 0.18 m	Stahlriegel, Anschnitt, Anschluss 1 Material: Stahl, Querschnitt: Profil: IPE240
nicht identifiziert	Schnitt 2: Stab 5 bei s = 0.00 m	Stahlriegel, Anschluss 2 Material: Stahl, Querschnitt: Profil: IPE240
	Schnitt 3: Stab 7 bei s = 2.00 m	Stahlbetonriegel Material: Stahlbeton, Querschnitt: Plattenbalken (Unt
nicht identifiziert	Schnitt 4: Stab 9 bei s = 4.00 m	Stahlstütze, Anschluss 2 Material: Stahl, Querschnitt: Profil: IPE360
nicht identifiziert	Schnitt 5: Stab 10 bei s = 3.88 m	Stahlstütze, Anschnitt unten, Anschluss 1 Material: Stahl, Querschnitt: Profil: IPE360

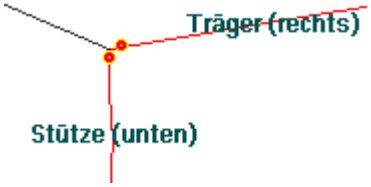
Nun werden die Schnitte den einzelnen Abteilungen in der Schnittgrößentabelle (hier *Träger*, *Stütze*) zugeordnet.

Dazu wird der entsprechende Eintrag (hier *Schnitt 1*) angewählt und der zugehörigen Zeile in der dann folgenden Tabelle zugewiesen (hier *Träger (rechts)*).

Ist eine Abteilung festgelegt, werden die in Frage kommenden möglichen Alternativen für die noch nicht festgelegte Abteilung mit einem Pfeil gekennzeichnet.

sind nicht ausreichend Schnitte vorhanden, kann die DTE®-Schnittgrößenauswahl nur über den ***abbrechen***-Button verlassen werden, ein Import ist dann nicht möglich.

Zur visuellen Kontrolle werden in einem nebenstehenden Fenster die definierten Schnitte angezeigt.



erst wenn sämtliche Schnitte zugeordnet sind, ist die Identifizierungsphase abgeschlossen und die *Schnittgrößenauswahl* folgt.

Es werden die verfügbaren Schnittgrößenkombinationen der gewählten Schnitte angeboten, die über das '+'-Zeichen am linken Rand aufgeklappt werden können.

Träger (rechts) — Schnitt 1: Stab 3 bei s = 0.18 m
Stahlriegel, Anschnitt, Anschluss 1
Material: Stahl, Querschnitt: Profil: IPE240

	N kN	Vη kN	Vζ kN	T kNm	Mη kNm	Mζ kNm
Lastfallergebnisse						
Nachweis 2: Schnittgrößenermittlung (Th. I. Ord.)						
Nachweis 3: EC 3 Tragfähigkeit (Th. I. Ord.)						
Lastkollektive						
Lastkollektiv 1: Lastkollektiv 1	-20.61	15.52	-12.95	0.00	-8.60	12.95
Lastkollektiv 2: Lastkollektiv 2	-15.77	25.04	-24.35	-0.01	34.53	17.40
Lastkollektiv 3: Lastkollektiv 3	-21.38	0.80	-5.03	0.00	-38.81	4.03
Zusammenfassung Nachweis 3						
min N	-21.38	0.80	-5.03	0.00	-38.81	4.03
max N	-15.77	25.04	-24.35	-0.01	34.53	17.40
min Vη	-21.38	0.80	-5.03	0.00	-38.81	4.03
max Vη	-15.77	25.04	-24.35	-0.01	34.53	17.40
min Vζ	-15.77	25.04	-24.35	-0.01	34.53	17.40
max Vζ	-21.38	0.80	-5.03	0.00	-38.81	4.03
min T	-15.77	25.04	-24.35	-0.01	34.53	17.40
max T	-21.38	0.80	-5.03	0.00	-38.81	4.03
min Mη	-21.38	0.80	-5.03	0.00	-38.81	4.03
max Mη	-15.77	25.04	-24.35	-0.01	34.53	17.40
min Mζ	-21.38	0.80	-5.03	0.00	-38.81	4.03
max Mζ	-15.77	25.04	-24.35	-0.01	34.53	17.40

Stütze (unten) — Schnitt 5: Stab 10 bei s = 3.88 m

Die Kombinationen können beliebig zusammengestellt werden.

über den nebenstehend dargestellten Button kann die Anzahl an Schnittgrößenkombinationen durch Abwahl

doppelter Zeilen häufig stark reduziert werden

Wenn eine Reihe von Anschlüssen gleichartig ausgeführt werden soll, können in einem Rutsch weitere Schnittgrößen anderer Schnitte aktiviert und so bis zu 10.000 Kombinationen übertragen werden.

wird das Import-Modul über den ***bestätigen***-Button verlassen, werden die Schnittgrößen übernommen und für das importierende Programm aufbereitet.

pcae gewährleistet durch geeignete Transformationen, dass die Schnittgrößen sowohl im KOS des importierenden Programms vorliegen, als auch - bei mehrschnittigen Verbindungen - einander zugehörig sind, d.h. dass Träger- und Stützenschnittgrößen aus derselben Faktorisierungsvorschrift entstanden sind.

In einem Infofenster werden die eigene Auswahl fett und die aus der Faktorisierungsvorschrift berechneten Schnittgrößen eines anderen Schnitts in normaler Schriftdicke dargestellt.

Träger (rechts)						Stütze (unten)					
N	Vη	Vζ	T	Mη	Mζ	N	Vη	Vζ	T	Mη	Mζ
-20.61	**15.52**	**-12.95**	**0.00**	**-8.60**	**12.95**	3.91	3.24	-5.67	0.00	5.09	21.31
-21.38	**0.80**	**-5.03**	**0.00**	**-38.81**	**4.03**	-18.15	0.79	-2.57	0.00	35.19	-3.06
-15.77	**25.04**	**-24.35**	**-0.01**	**34.53**	**17.40**	12.39	4.90	-9.76	0.00	-37.86	37.44

Auch an dieser Stelle besteht wieder die Möglichkeit, doppelt vorkommende Zeilen zu ignorieren.

Es wurden zu den ausgewählten Extremalwerten die jeweils zugehörigen Schnittgrößen ermittelt.
Sollen doppelte Zeilen gelöscht werden?

nein ja

Das aufnehmende Programm bestückt nun die Schnittgrößentabelle.

	Träger, Anschnitt			Stütze, Anschnitt unten			
	$N_{b,Ed}$ kN	$M_{b,Ed}$ kNm	$V_{b,Ed}$ kN	$N_{c,Ed}$ kN	$M_{c,Ed}$ kNm	$V_{c1,Ed}$ kN	Bezeichnung
	-20.61	8.60	12.95	3.91	5.09	-5.67	Lk1
	-21.38	38.81	5.03	-18.15	35.19	-2.57	min N
	-15.77	-34.53	24.35	12.39	-37.86	-9.76	max N

Bei der Übernahme erfolgen Plausibilitätschecks und ggf. Meldungen.

Eine Aktualisierung der importierten Schnittgrößenkombinationen, z.B. aufgrund einer Neuberechnung des exportierenden Tragwerks, erfolgt nicht!

Besonderheiten bei Verbindungen mit durchlaufender Stütze bzw. bei Rahmenecken mit Kragarm

Träger-Stützenverbindungen mit durchlaufender Stütze benötigen i.A. Schnittgrößeninformationen in drei Schnitten: an Träger und Stütze (unten) wie beschrieben, sowie die Querkraft im Stützenschnitt oberhalb des Trägers.

Bei liegenden Rahmenecken (Variante 2) können zusätzlich zu den Schnitten an Träger (rechts) und Stütze die Schnittgrößen am Kragarm (Träger) links der Stütze eingegeben werden.

Um die Schnittgrößen des dritten Schnitts zu importieren, ist der entsprechende Button zu aktivieren. Für ...

***4H*-EC3BT** (Träger-Stützenanschluss)

Schnittgrößen aus 4H-Programm importieren
☑ einschl. Stütze oben

***4H*-EC3RE** (Rahmenecke)

Schnittgrößen aus 4H-Programm importieren
☑ einschl. Träger (Kragarm) f. Variante 2

Der weitere Ablauf erfolgt analog wie oben beschrieben.

Schnittgrößenimport bei der Querschnittsbemessung

Die statische Berechnung eines Bauteils beinhaltet i.A. die Modellbildung mit anschließender Berechnung des

Tragsystems sowie nachfolgender Einzelnachweise von Detailpunkten.

Bei der Beschreibung eines Details sind die zugehörenden Schnittgrößen aus den Berechnungsergebnissen des Tragsystems zu extrahieren und dem Detailnachweis zuzuführen.

In der *4H*-Programmorganisation gibt es hierzu verschiedene Vorgehensweisen

- zum einen können Tragwerks- und Detailprogramm fest miteinander verbunden sein, d.h. die Schnittgrößenübergabe erfolgt intern. Es sind i.A. keine weiteren Eingaben (z.B. Geometrie) notwendig, aber auch möglich (z.B. weitere Belastungen), die Programme bilden eine Einheit.

  Dies ist z.B. bei dem *4H*-Programm *Stütze mit Fundament* der Fall.
- zum anderen können Detailprogramme Schnittgrößen von in Tragwerksprogrammen speziell festgelegten Exportpunkten über ein zwischengeschaltetes Export/Import-Tool einlesen

  Das folgende Beispiel eines einfachen Rahmens erläutert diesen *4H*-Schnittgrößen-Export/Import.

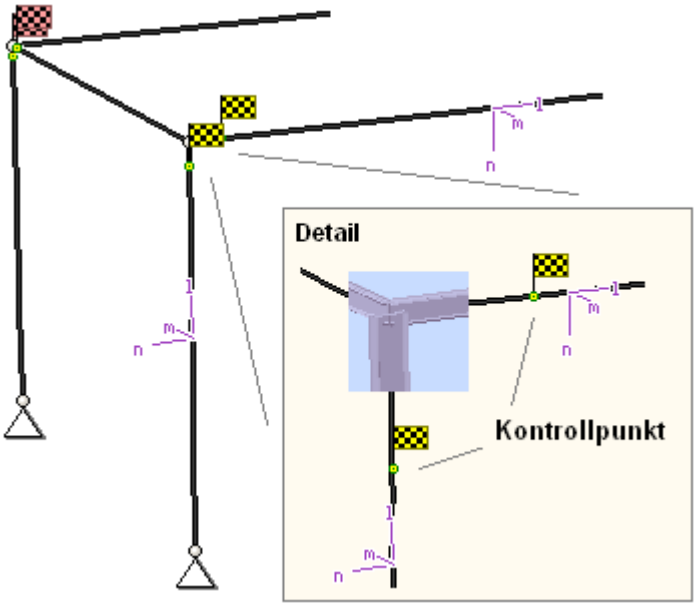
Zunächst sind im exportierenden *4H*-Programm (z.B. ***4H*-FRAP**) die Stellen zu kennzeichnen, deren Schnittgrößen beim nächsten Rechenlauf exportiert, d.h. für den Import bereitgestellt, werden sollen.

In diesem Beispiel sollen die Schnittgrößen für eine Querschnittsbemessung übergeben werden.

Dazu ist an der entsprechenden Stelle ein Kontrollpunkt zu setzen.

Ausführliche Informationen zum Export entnehmen Sie bitte dem DTE®-**Schnittgrößenexport**.

Nach einer Neuberechnung des Rahmens stehen die Exportschnittgrößen dem aufnehmenden *4H*-Programm (z.B. *4H*-BETON, *4H*-EC3SA, *4H*-EC3IH, *4H*-EC3IM) zum Import zur Verfügung.

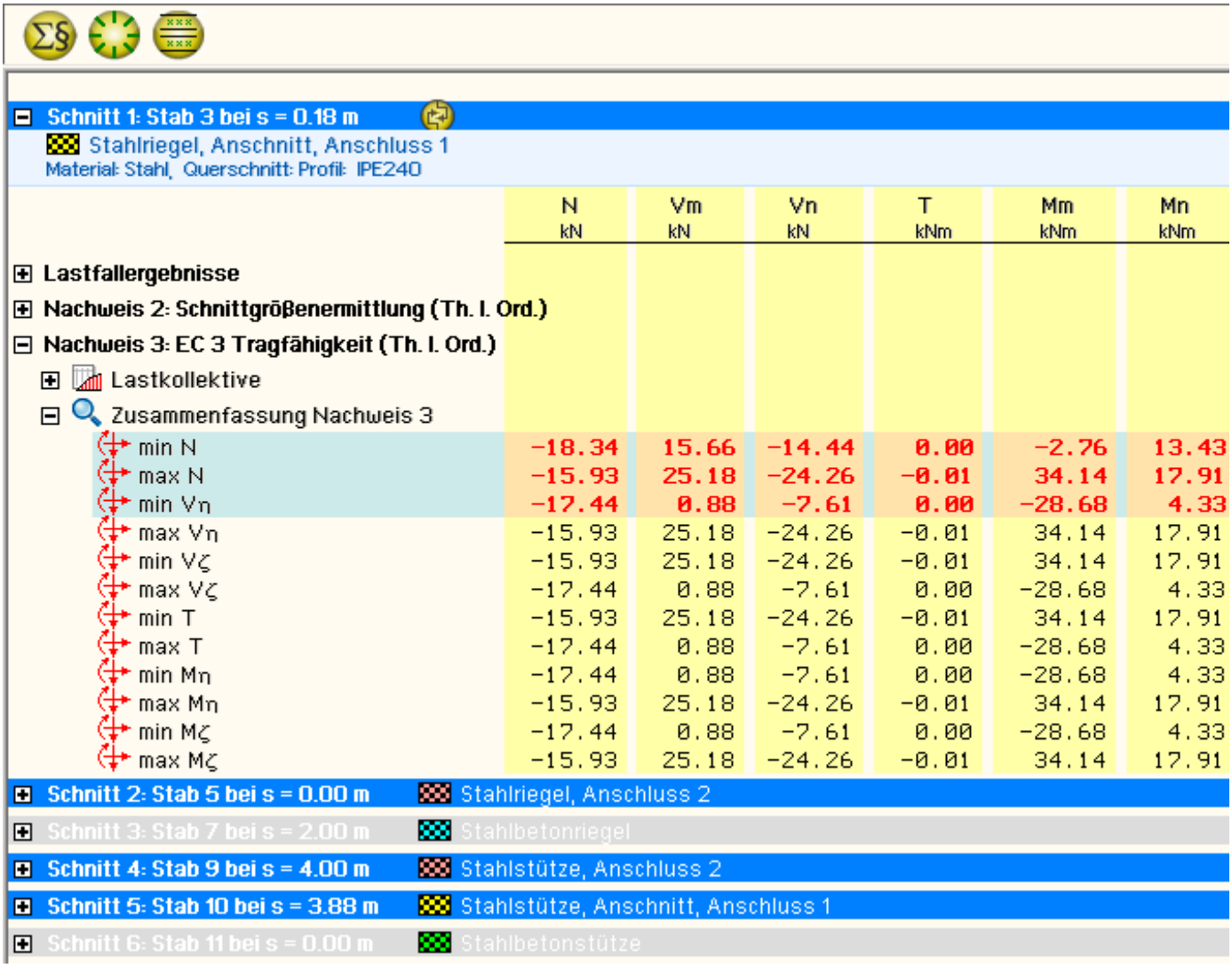


aus dem aufnehmenden *4H*-Programm wird nun über den ***Import***-Button das Fenster zur DTE®-**Bauteilauswahl** aufgerufen. Hier werden alle berechneten Bauteile dargestellt, wobei diejenigen, die Schnittgrößen exportiert haben, dunkel gekennzeichnet sind.

Das gewünschte Bauteil kann nun markiert und über den ***bestätigen***-Button ausgewählt werden. Alternativ kann durch Doppelklicken des Bauteils direkt in die DTE®-**Schnittgrößenauswahl** verzweigt werden.

In der Schnittgrößenauswahl werden die verfügbaren Schnittgrößenkombinationen aller im übergebenden Programm gekennzeichneten Schnitte angeboten. Dabei sind diejenigen Schnitte deaktiviert, deren Material nicht kompatibel mit dem Detailprogramm ist.

Es wird nun der Schnitt angeklickt und damit geöffnet, dessen Schnittgrößen eingelesen werden sollen.



Schnitt 1: Stab 3 bei s = 0.18 m
Stahlriegel, Anschnitt, Anschluss 1
Material: Stahl, Querschnitt: Profil: IPE240

	N kN	Vm kN	Vn kN	T kNm	Mm kNm	Mn kNm
Lastfallergebnisse						
Nachweis 2: Schnittgrößenermittlung (Th. I. Ord.)						
Nachweis 3: EC 3 Tragfähigkeit (Th. I. Ord.)						
Lastkollektive						
Zusammenfassung Nachweis 3						
min N	-18.34	15.66	-14.44	0.00	-2.76	13.43
max N	-15.93	25.18	-24.26	-0.01	34.14	17.91
min Vη	-17.44	0.88	-7.61	0.00	-28.68	4.33
max Vη	-15.93	25.18	-24.26	-0.01	34.14	17.91
min Vζ	-15.93	25.18	-24.26	-0.01	34.14	17.91
max Vζ	-17.44	0.88	-7.61	0.00	-28.68	4.33
min T	-15.93	25.18	-24.26	-0.01	34.14	17.91
max T	-17.44	0.88	-7.61	0.00	-28.68	4.33
min Mη	-17.44	0.88	-7.61	0.00	-28.68	4.33
max Mη	-15.93	25.18	-24.26	-0.01	34.14	17.91
min Mζ	-17.44	0.88	-7.61	0.00	-28.68	4.33
max Mζ	-15.93	25.18	-24.26	-0.01	34.14	17.91

Schnitt 2: Stab 5 bei s = 0.00 m — Stahlriegel, Anschluss 2
Schnitt 3: Stab 7 bei s = 2.00 m — Stahlbetonriegel
Schnitt 4: Stab 9 bei s = 4.00 m — Stahlstütze, Anschluss 2
Schnitt 5: Stab 10 bei s = 3.88 m — Stahlstütze, Anschnitt, Anschluss 1
Schnitt 6: Stab 11 bei s = 0.00 m — Stahlbetonstütze

In *4H*-EC3SA ist der komplette verfügbare Schnittgrößensatz importierbar, was durch gelbe Hinterlegung der Spalten angezeigt wird.

Die Schnittgrößenkombinationen können beliebig zusammengestellt werden; **pcae** empfiehlt jedoch, nur diejenigen auszuwählen, die als Bemessungsgrößen für den zu führenden Detailnachweis relevant sind.

ein nützliches Hilfsmittel bietet dabei der dargestellte Button, mit dem die Anzahl zu übertragender Lastkombinationen durch Eliminierung doppelter Zeilen stark reduziert werden kann.

Wird nun die DTE®-Schnittgrößenauswahl bestätigt, bestückt das Importprogramm die Schnittgrößentabelle, wobei ggf. vorhandene Kombinationen erhalten bleiben.

N_{Ed} kN	$M_{y,Ed}$ kNm	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{z,Ed}$ kNm	$V_{y,Ed}$ kNm	nur für ○,O-Profile $M_{x,Ed}$ kNm	Bezeichnung
-18.34	-2.76	-14.44	13.43	15.66	-0.00	min N
-15.93	34.14	-24.26	17.91	25.18	-0.01	max N
-17.44	-28.68	-7.61	4.33	0.88	0.00	min Vη

Wenn eine Reihe von Anschlüssen gleichartig ausgeführt werden soll, können in einem Rutsch weitere Schnittgrößen anderer Schnitte aktiviert und so bis zu 10.000 Kombinationen übertragen werden.

Die Kompatibilität der Querschnitts- und Nachweisparameter zwischen exportierendem und importierendem Programm ist zu gewährleisten.

Eine Aktualisierung der importierten Schnittgrößenkombinationen, z.B. aufgrund einer Neuberechnung des exportierenden Tragwerks, erfolgt nicht!

Teilschnittgrößen

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

- Knoten-Schnittgrößen beziehen sich auf den Knotenpunkt der Schwerachsen.

  Knoten-Schnittgrößen sind häufig das Resultat einer vorangegangenen Stabwerksberechnung und mit der Vorzeichenregel des *Statik*-Koordinatensystems (positive Normalkraft = Zug, pos. Biegemoment = Zug unten) definiert.
- Anschnitt-Schnittgrößen sind die senkrecht zur Anschlussebene wirkenden Bemessungsgrößen im *EC 3-1-8*-Koordinatensystem (positive Normalkraft = Druck, positives Biegemoment = Zug oben), die den Tragfähigkeitsnachweisen zu Grunde liegen.

Die Knoten-Schnittgrößen müssen auf die Bemessungsebene transformiert werden. Zu beachten ist, dass dabei keine äußeren Einwirkungen berücksichtigt werden!

Dabei wird mit Bemessungsebene (Anschlussebene) die Kontaktebene zwischen Träger und Stütze (bei Stößen die Kontaktebene zwischen den Trägern) bezeichnet. Bei Stirnplattenverbindungen ist dies der Anschluss der Stirnplatte an die Stütze (bei Stößen die Mittelebene der beiden Stirnplatten).

Transformation der Schnittgrößen

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

Schnittgrößen im Anschluss bezogen auf die Schwerachsen

$$M_{d,Ed} = -M_{j,b,Ed} - V_{j,b,Ed} \cdot e_1$$

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

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

Der Abstand zur Bildung des Moments wird berechnet zu

$$e_1 = z_{cu}$$

Die Teilschnittgrößen im Träger ergeben sich zu

Teilschnittgrößen

$$N_{b,t} = M'_d / z_b$$

$$N_{b,c} = M'_d / z_b$$

- bei geschraubten Anschlüssen

  $N'_{b,t} = M_d / z$ ..... Zugkraft in den Schraubenreihen

  $N'_{b,c} = M_d / z$ ..... Druckkraft bezogen auf $N'_{b,t}$
- bei Stirnblechanschluss

  $M'_d = M_d - V_d \cdot t_{ep}$

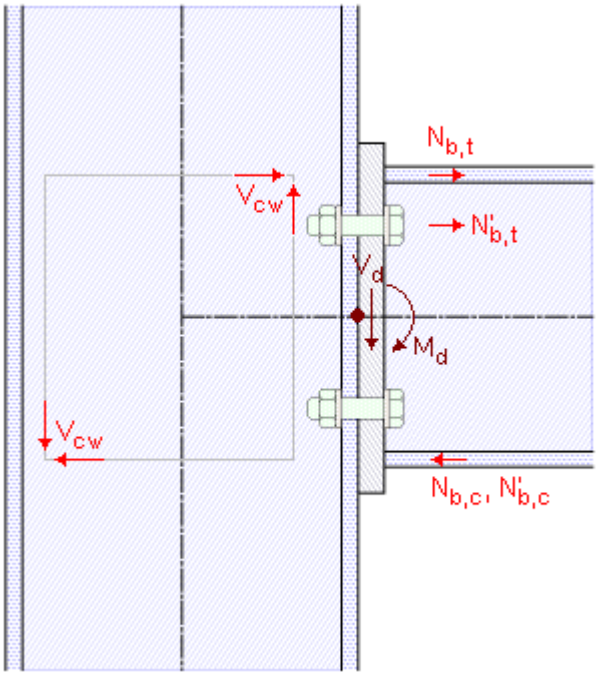
Die Teilschnittgrößen im Stützenstegfeld ergeben sich zu

- Schubkraft im Stützenstegfeld

  $V_{wp,Ed} = M_{d,w} / z$ ... mit ... $M_{d,w} = M_d + V_d \cdot t_{cf}$

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

Zur Berechnung von z_{eq} s. **Rotationssteifigkeit**.



Ergebnisübersicht

das vierte Register gibt einen Überblick über die ermittelten Ergebnisse

Lastfall	Ausnutzung	Steifigkeit	Verdrehung
Lastfall 1	**88%**	8167 kNm/rad	0.770°
Querschnitt Träger	68%		
Biegung	88%		
Abscheren/Lochleibung	10%		
Schub Trägersteg	27%		
Stützenstegfeld (Gk 1)	48%		
Schweißnähte am Träger	72%		
Lastfall 2	**189%**	600 kNm/rad	8.612°
Querschnitt Träger	71%		
Biegung	189%		
Abscheren/Lochleibung	8%		
Schub Trägersteg	27%		
Stützenstegfeld (Gk 1)	74%		
Schweißnähte am Träger	72%		
Gesamt	**189%**	**600 kNm/rad**	**8.612°**

Tragfähigkeit nicht gewährleistet (s. Druckliste) !!

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 Einzelberechnungs-ergebnisse protokolliert.

Rotationssteifigkeit und Verdrehung sind ebenfalls dargestellt.

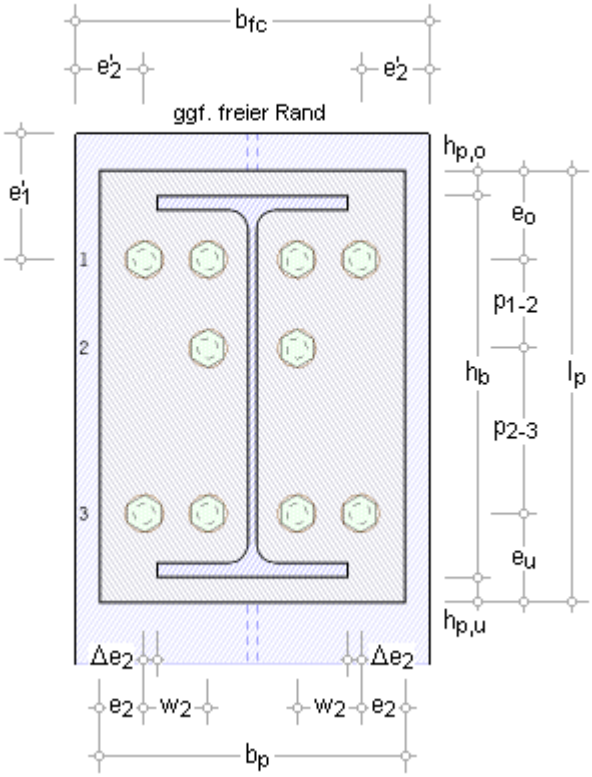
Eine Meldung zeigt an, wenn ein Fehler aufgetreten oder die Tragfähigkeit überschritten ist.

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

Bezeichnung der Eingabeparameter zur Einordnung von Programmmeldungen

In der nachfolgenden Grafik sind die Parameterbezeichnungen aufgeführt, auf die im Programm Bezug genommen wird, wenn ein (vertikaler) *Träger-Stützenanschluss* berechnet werden soll. Bei einem *Trägerstoß* gelten die Parameterbezeichnungen ebenso (ohne b_{fc}, e'_1, e'_2).

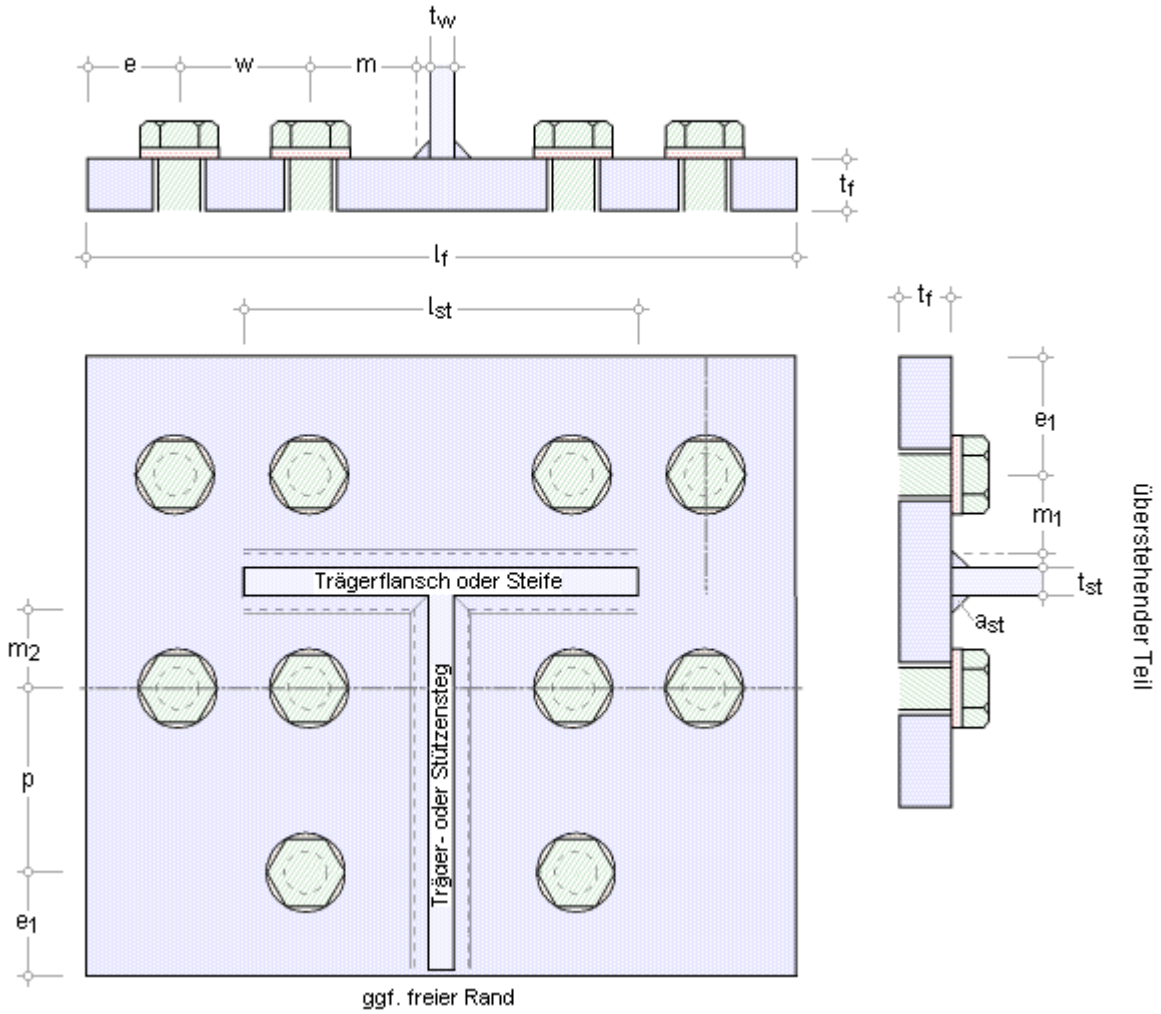
Trägeranschluss (vertikal)



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



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*-EC3IH werden Träger-Stützenanschlüsse und Trägerstöße berechnet.

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

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

geschraubte Stirnblechverbindung

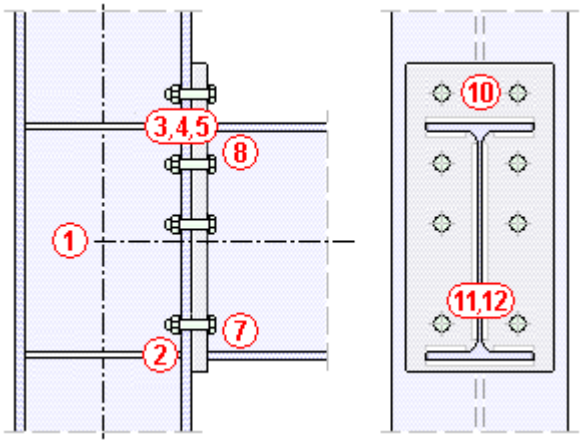
Die Biege- und Zugtragfähigkeit des Anschlusses wird auf Seite der

- Stütze mit den Grundkomponenten 1 bis 4
- des Trägers mit den Grundkomponenten 7, 8
- des Stirnblechs mit Grundkomponente 5

ermittelt.

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

Die Tragfähigkeit der Schweißnähte zwischen Träger und



Stirnblech wird über den Linienquerschnitt mit einbezogen.

Zur Bemessung der **Schweißnähte**.

Biege- und Zugtragfähigkeit mit der Komponentenmethode

Nach EC 3-1-8, 6.2.7.2, wird die Biegetragfähigkeit von Träger-Stützenanschlüssen und 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 Spannungsblocks 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 3, 4, 5, 8 bestimmt werden, wobei ggf. noch Reduktionen aus den Gkn 1, 2, 7 vorzunehmen sind.

Die Tragfähigkeit der Schraubenreihe als Teil einer Gruppe von Schraubenreihen wird nicht untersucht.

Bei Trägerstößen werden die Grundkomponenten, die die Stütze betreffen, außer Betracht gelassen (EC 3-1-8, 6.2.7.2(10).

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*-EC3IH 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: 3, 4, 5, 8
Reihe 1: $F_{tr,Rd}$ = 52.4 kN
Reihe 2: $F_{tr,Rd}$ = 73.0 kN
Reihe 3: $F_{tr,Rd}$ = 73.0 kN

Anschließend erfolgen reihenweise die Abminderungen für einzelne Schraubenreihen.

Abminderungen nach EC 3-1-8, 6.2.7.2(7)
maßgebende Grundkomponenten: 1, 2, 7
Reihe 1: $\Sigma F_{tr,Rd} = 0.0$ kN
Gk 1: $\Delta F_{tr,Rd} = V_{wp,Rd}/\beta_j - \Sigma F_{tr,Rd} = 535.5$ kN $F_{tr,Rd} = 52.4$ kN $< \Delta F_{tr,Rd} \Rightarrow F_{tr,Rd} = 52.4$ kN
Gk 2: $\Delta F_{tr,Rd} = F_{c,w,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd} = 128.7$ kN $F_{tr,Rd} = 52.4$ kN $< \Delta F_{tr,Rd} \Rightarrow F_{tr,Rd} = 52.4$ kN
Gk 7: $\Delta F_{tr,Rd} = F_{c,f,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd} = 226.8$ kN $F_{tr,Rd} = 52.4$ kN $< \Delta F_{tr,Rd} \Rightarrow F_{tr,Rd} = 52.4$ kN
Reihe 2: $\Sigma F_{tr,Rd} = 52.4$ kN (Reihe 1)
Gk 1: $\Delta F_{tr,Rd} = V_{wp,Rd}/\beta_j - \Sigma F_{tr,Rd} = 483.0$ kN $F_{tr,Rd} = 73.0$ kN $< \Delta F_{tr,Rd} \Rightarrow F_{tr,Rd} = 73.0$ kN
Gk 2: $\Delta F_{tr,Rd} = F_{c,w,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd} = 76.3$ kN $F_{tr,Rd} = 73.0$ kN $< \Delta F_{tr,Rd} \Rightarrow F_{tr,Rd} = 73.0$ kN
Gk 7: $\Delta F_{tr,Rd} = F_{c,f,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd} = 174.4$ kN $F_{tr,Rd} = 73.0$ kN $< \Delta F_{tr,Rd} \Rightarrow F_{tr,Rd} = 73.0$ kN
Reihe 3: $\Sigma F_{tr,Rd} = 125.4$ kN (Reihen 1 bis 2)
Gk 1: $\Delta F_{tr,Rd} = V_{wp,Rd}/\beta_j - \Sigma F_{tr,Rd} = 410.0$ kN $F_{tr,Rd} = 73.0$ kN $< \Delta F_{tr,Rd} \Rightarrow F_{tr,Rd} = 73.0$ kN
Gk 2: $\Delta F_{tr,Rd} = F_{c,w,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd} = 3.3$ kN $F_{tr,Rd} = 73.0$ kN $> \Delta F_{tr,Rd} \Rightarrow F_{tr,Rd} = 3.3$ kN
Gk 7: $\Delta F_{tr,Rd} = F_{c,f,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd} = 101.4$ kN $F_{tr,Rd} = 3.3$ kN $< \Delta F_{tr,Rd} \Rightarrow F_{tr,Rd} = 3.3$ 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: $F_{tx,Rd} = 52.4$ kN, $h_x = 206.0$ mm $\Rightarrow F_{tx,Rd} \leq \lim F_{tx,Rd} = 92.3$ kN, keine Abminderung
Reihe 2: $F_{tx,Rd} = 73.0$ kN, $h_x = 136.0$ mm $\Rightarrow F_{tx,Rd} \leq \lim F_{tx,Rd} = 92.3$ kN, keine Abminderung

und das Ergebnis schlussendlich protokolliert.

Tragfähigkeit je Schraubenreihe (Biegung)
Reihe 1: $F_{tr,Rd} = 52.4$ kN
Reihe 2: $F_{tr,Rd} = 73.0$ kN
Reihe 3: $F_{tr,Rd} = 3.3$ kN
$\Sigma F_{tr,Rd} = 128.7$ kN
Mögliches Versagen durch Grundkomponente 2, 4, 5

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

Biegetragfähigkeit bezüglich des Druckpunkts
$M_{j,Rd} = \Sigma(F_{tr,Rd} \cdot h_r) = 20.8$ 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 (die Kontaktebene zwischen Stirnblech und Stütze bzw. bei Stößen zwischen den Stirnblechen) bezogen ist.

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit mit der Komponentenmethode

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

Tragfähigkeiten je Schraubenreihe
maßgebende Grundkomponenten: 11, 12
Reihe 1: $F_{vr,Rd} = 193.0$ kN
Reihe 2: $F_{vr,Rd} = 193.0$ kN
Reihe 3: $F_{vr,Rd} = 193.0$ 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
maßgebende Grundkomponente: 10

Reihe 1: $F_{vr,Rd} = f_v \cdot 193.0\ kN = 55.1\ kN$ mit $f_v = 1 - F_{tr,Rd} / (1.4 \cdot \Sigma F_{t,Rd}) = 0.286$
Reihe 2: $F_{vr,Rd} = f_v \cdot 193.0\ kN = 95.2\ kN$ mit $f_v = 1 - F_{tr,Rd} / (1.4 \cdot \Sigma F_{t,Rd}) = 0.493$
Reihe 3: $F_{vr,Rd} = f_v \cdot 193.0\ kN = 193.0\ kN$ mit $f_v = 1 - F_{tr,Rd} / (1.4 \cdot \Sigma F_{t,Rd}) = 1.000$

so dass sich die endgültigen Tragfähigkeiten je Schraubenreihe ergeben zu

Tragfähigkeiten je Schraubenreihe (endgültig)
Reihe 1: $F_{vr,Rd} = 55.1\ kN$
Reihe 2: $F_{vr,Rd} = 95.2\ kN$
Reihe 3: $F_{vr,Rd} = 193.0\ kN$

Die Abscher-Lochleibungstragfähigkeit ergibt sich damit zu

$V_{j,Rd} = \Sigma F_{vr,Rd} = 343.3\ kN$

und die Ausnutzung zu

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

---

zur Hauptseite ***4H*-EC3IH**, Typisierter IH-Anschluss

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