

4H-EC3NV Normalkraftverbindung

Detailinformationen

Seite überarbeitet Februar 2024

Kontakt

Programmübersicht

Bestelltext

Infos auf dieser Seite

... als pdf

- Eingabeoberfläche
- Schnittgrößenimport
- geschraubter Stoß indirekt
- Anschlussparameter
- Nachweise EC 3
- geschweißter St. Stumpfnaht
- Schnittgrößen
- geschraubter Stoß direkt
- geschweißter T-Anschluss

Eingabeoberfläche

4H-EC3 - Normalkraftverbindung [Position 170: geschraubter Stoß (direkt, einseitig)]

Materialsicherheit genormt ▶ Daten nach #/EC3GT exportieren

Beanspruchbarkeit von Querschnitten γ_{M0} 1.00

Beanspruchbarkeit von Verbindungsmitteln γ_{M2} 1.25

Blech 1 t_1 20.0 mm
 b_1 140.0 mm

Blech 2 t_2 30.0 mm
 b_2 160.0 mm

Stahlsorte S235 Vorgabe

Kennung

Schraubengröße M20 Vorgabe

Festigkeitsklasse 10.9 Vorgabe

Schaft liegt in der Scherfuge
 Gewinde liegt in der Scherfuge

Schraubenabstände überprüfen
 Nahtlängen überprüfen

Maximale Ausnutzung U_{max} = 0.969 ≤ 1 ok

geschraubter Stoß (direkt, einseitig)
Anwendung von 4H-EC3GT - Gelenkiger Trägeranschluss
Abstände bezogen auf Blech 1


Anzahl n_x 3 n_z 2
Schraubenreihen horizontal vertikal

Randabstand $e_{x,1}$ 40.0 mm $e_{z,1}$ 35.0 mm
Zwischen- p_x 80.0 mm p_z 70.0 mm
Randabstand $e_{x,2}$ 40.0 mm $e_{z,1}$ 35.0 mm
Überlappung ΔL 240.0 mm

Exzentrizität vernachlässigen

geschraubter Stoß (indirekt, beidseitige Laschen)
 geschweißter Stoß (Stumpfnaht, durchgeschweißt)
 geschweißter T-Anschluss (Kehlnaht)

maßstäbliche Skizze:



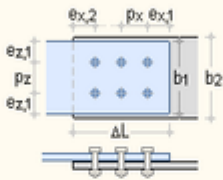


Bild vergrößern



EC 3-1-8, Normalkraftverbindung

Mit dem Programm *Normalkraftverbindung* können Verbindungen verschiedener Anschlusskonfigurationen mit zentrischer Normalkraftbeanspruchung nachgewiesen werden.

Die zugehörigen Parameter werden in eigenen Registerblättern verwaltet, die über folgende Symbole die dahinter liegende Parameterauswahl kenntlich machen.



Anschlussparameter

Im ersten Registerblatt werden alle Anschlussparameter gesetzt.

Die Verbindung wird zur visuellen Kontrolle maßstäblich am Bildschirm dargestellt.

Bei automatischer Berechnung wird die maximale Ausnutzung protokolliert.



Bemessungsschnittgrößen

Die Schnittgrößen werden im zweiten Registerblatt festgelegt und können entweder 'per Hand' eingegeben, aus einem **pcae**-Programm importiert oder einer Text-Datei eingelesen werden.

Um Schnittgrößen aus einem **pcae**-Programm importieren zu können, muss das entsprechende **4H**-Programm in der exportfähigen Version installiert sein.

Bei automatischer Berechnung wird die Ausnutzung je Lastkombination protokolliert.



automatische Onlineberechnung

Dieser Schalter kann **an** oder **aus** sein. Ist er **an**, wird während der Eingabe online das Berechnungsergebnis aktualisiert und am Bildschirm protokolliert.



nationaler Anhang

Weiterhin ist zur vollständigen Beschreibung der Berechnungsparameter der dem Eurocode zuzuordnende nationale Anhang zu wählen.

Über den **NA-Button** wird das entsprechende Eigenschaftsblatt aufgerufen.



Ausdrucksteuerung

Im Eigenschaftsblatt, das nach Betätigen des **Druckeinstellungs**-Buttons erscheint, wird der Ausgabeumfang der Druckliste festgelegt.



Druckliste einsehen

Das Statikdokument kann durch Betätigen des **Visualisierungs**-Buttons am Bildschirm eingesehen werden.



Ausdruck

Über den **Drucker**-Button wird in das Druckmenü gewechselt, um das Dokument auszudrucken. Hier werden auch die Einstellungen für die Visualisierung vorgenommen.



Planbearbeitung

Über den **Pläne**-Button wird das **pcae**-Programm zur Planbearbeitung aufgerufen.

Der aktuelle Anschluss wird im **pcae**-Planerstellungsmodule dargestellt, kann dort weiterbearbeitet, geplottet oder im DXF-Format exportiert werden.



Onlinehilfe

Über den **Hilfe**-Button wird die kontextsensitive Hilfe zu den einzelnen Registerblättern aufgerufen.



Eingabe beenden

Das Programm kann mit oder ohne Datensicherung verlassen werden.

Bei Speichern der Daten wird die Druckliste aktualisiert und in das globale Druckdokument eingefügt.

Anschlussparameter



Register 1 enthält Angaben zu den Anschluss- und Materialparametern

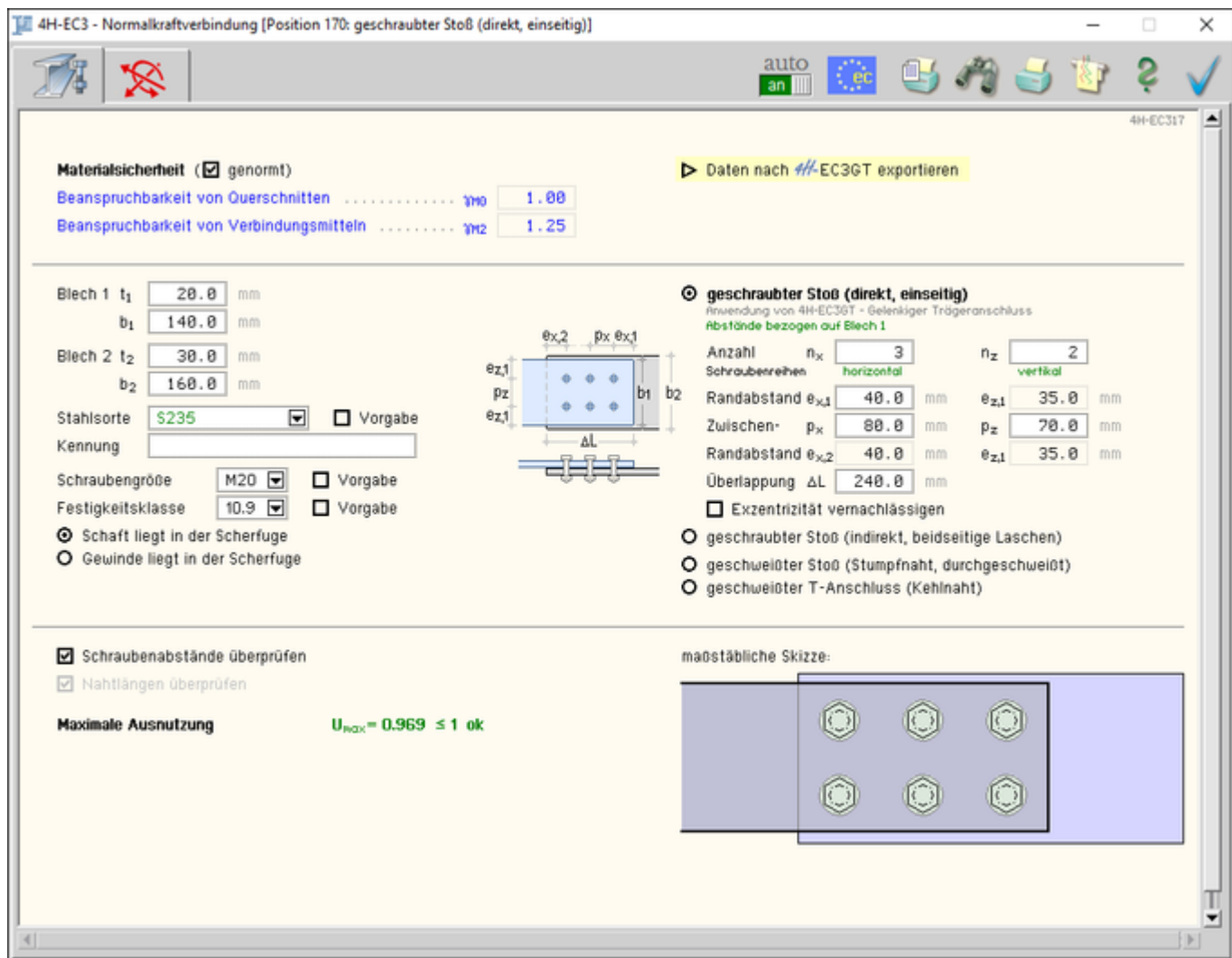


Bild vergrößern

Allgemeines

Das Programm 4H-EC3NV weist für folgende Anschlusskonfigurationen die Normalkraftbeanspruchung nach EC 3-1-8 nach

- geschraubter Stoß (direkt, einseitig)
- geschraubter Stoß (indirekt, beidseitige Laschen)
- geschweißter Stoß (Stumpfnah, durchgeschweißt)
- geschweißter T-Anschluss (Kehlnah)

Je nach Wahl des Anschlussstyps werden die benötigten Parameter freigelegt.

Die Bemessung erfolgt mit **pcae**-eigenen Modulen (s.u.).

Sicherheitsbeiwerte

Die Materialsicherheitsbeiwerte können entweder dem **nationalen Anhang** entnommen oder direkt vorgegeben werden.

Materialsicherheitsbeiwerte für Anschlüsse (genormte Werte)

Beanspruchbarkeit von Querschnitten	γ_{M0}	1.00
Beanspruchbarkeit von Verbindungsmitteln	γ_{M2}	1.25

Export / Import

Die Eingabedaten können über die Export-Import-Funktion in ein anderes Bauteil derselben Programmfamilie (4H-EC3NV) übertragen werden.

Daten exportieren

Daten importieren

Dazu ist der aktuelle Datenzustand im abgebenden Bauteil über den Button **Daten exportieren** in die

Zwischenablage zu kopieren und anschließend über den Button **Daten importieren** in das aktuell geöffnete Bauteil aus der Zwischenablage zu übernehmen.

Bleche - Material - Schrauben

Je nach Anschlussstyp werden zwei Bleche, zwei Bleche mittels Laschen oder ein Blech und eine Platte miteinander verbunden.

Die benötigten Parameter (Dicke und ggf. Breite der Bleche) werden ebenso wie die für alle Bleche einheitliche Stahlsorte zur Eingabe angeboten.

Da die Beschreibung der Stahlparameter für Verbindungen nach EC 3 programmübergreifend identisch ist, wird auf die allgemeine Beschreibung der **Stahlsorten** verwiesen.

Zur Berechnung der geschraubten Verbindungen sind Schraubenparameter einzugeben. Es werden Schrauben mit normaler Schlüsselweite (nicht vorgespannt) unterstützt.

Da die Beschreibung der Schrauben für Verbindungen nach EC 3 programmübergreifend identisch ist, wird auf die allgemeine Beschreibung der **Schrauben** verwiesen.

Blech 1 t_1	<input type="text" value="20.0"/>	mm
b_1	<input type="text" value="140.0"/>	mm
Blech 2 t_2	<input type="text" value="30.0"/>	mm
b_2	<input type="text" value="160.0"/>	mm
Stahlsorte	<input type="text" value="S235"/>	<input type="checkbox"/> Vorgabe

Schraubengröße	<input type="text" value="M20"/>	<input type="checkbox"/> Vorgabe
Festigkeitsklasse	<input type="text" value="10.9"/>	<input type="checkbox"/> Vorgabe
<input checked="" type="radio"/> Schaft liegt in der Scherfuge <input type="radio"/> Gewinde liegt in der Scherfuge		

geschraubter Stoß (direkt, einseitig)

Zwei Bleche werden mittels Schrauben verbunden. Das Schraubenbild ist bzgl. der Systemachse symmetrisch.

Diese Anschlussart entspricht dem Fahnenblechanschluss des Programms 4H-EC3GT (Gelenkiger Trägeranschluss, s. Programmbeschreibung im Internet auf www.pcae.de), bei dem ein Blech (der Trägersteg) mit einem Anschlussblech über Schrauben verbunden wird.

geschraubter Stoß (direkt, einseitig)
 Anwendung von 4H-EC3GT - Gelenkiger Trägeranschluss
 Abstände bezogen auf Blech 1

Anzahl n_x	<input type="text" value="3"/>	n_z	<input type="text" value="2"/>		
Schraubenreihen	horizontal	vertikal			
Randabstand $e_{x,1}$	<input type="text" value="40.0"/>	mm	$e_{z,1}$	<input type="text" value="35.0"/>	mm
Zwischen- p_x	<input type="text" value="80.0"/>	mm	p_z	<input type="text" value="70.0"/>	mm
Randabstand $e_{x,2}$	<input type="text" value="40.0"/>	mm	$e_{z,1}$	<input type="text" value="35.0"/>	mm
Überlappung ΔL	<input type="text" value="240.0"/>	mm			

Exzentrizität vernachlässigen

Eine Prinzipskizze zeigt die Bedeutung der abgefragten Parameter.

Die x-Richtung entspricht der (horizontalen) Beanspruchungsrichtung. In (vertikaler) z-Richtung wird ein freier Rand angenommen.

Die Verbindungsbleche können unterschiedlich breit sein.

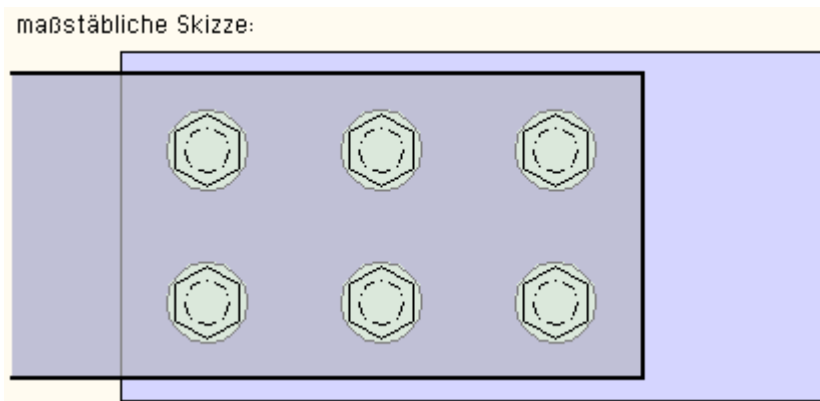
Die Angaben zu den Schraubenabständen sind auf Blech 1 bezogen.

Optional kann die Exzentrizität aus dem Versatz der Bleche vernachlässigt werden.

Der gewählte Anschluss wird in einer maßstäblichen Skizze am Bildschirm dargestellt.

Zur Beschreibung der **Bleche**.

Zur Beschreibung der **Nachweise**.



geschraubter Stoß (indirekt, beidseitige Laschen)

Zwei Bleche gleicher Abmessungen werden mittels geschraubter Laschen angeschlossen.
 Das Schraubenbild ist symmetrisch.

Diese Anschlussart entspricht der Laschenverbindung des Programms 4H-EC3LS (Laschenstoß, s. Programmbeschreibung im Internet auf www.pcae.de), bei der zwei Bleche (Profiltyp der Träger Flachstahl) mit mittig angeordneten Laschen beidseitigen verbunden werden.

geschraubter Stoß (indirekt, beidseitige Laschen)
 Schraubenanordnung symmetrisch bezüglich der Stoßachse
 Abstände bezogen auf die Laschen

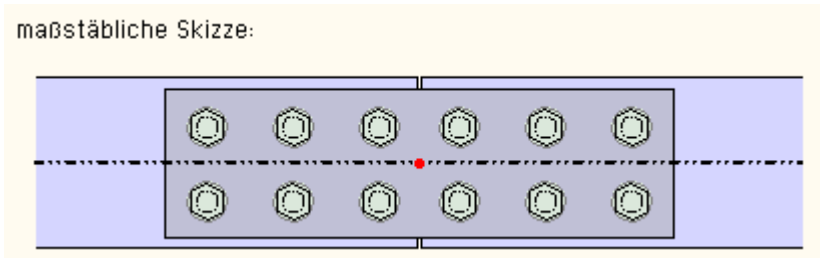
Anzahl	n_x	3	n_z	2
Schraubenreihen		horizontal		vertikal
Randabstand	$e_{x,1}$	40.0 mm	$e_{z,1}$	35.0 mm
Zwischen-	p_x	80.0 mm	p_z	70.0 mm
Randabstand	$e_{x,2}$	35.0 mm	$e_{z,2}$	35.0 mm
Spalt	Δs	5.0 mm		

Eine Prinzipskizze zeigt die Bedeutung der abgefragten Parameter; die x-Richtung entspricht der (horizontalen) Beanspruchungsrichtung; in (vertikaler) z-Richtung wird an den Blechen ein freier Rand angenommen.

Der gewählte Anschluss wird in einer maßstäblichen Skizze am Bildschirm dargestellt.

Zur Beschreibung **der Bleche**.

Zur Beschreibung der **Nachweise**.



geschweißter Stoß (Stumpfnah, durchgeschweißt)

Zwei Bleche werden frontal aneinander geschweißt.

Diese Anschlussart entspricht der Grundkomponente 19 des Programms 4H-EC3GK (Grundkomponenten, s. Programmbeschreibung im Internet auf www.pcae.de).

geschweißter Stoß (Stumpfnah, durchgeschweißt)

Nahtdicke	a_w	20.0 mm	<input checked="" type="checkbox"/> beidseitig
Nahtlänge	l_w	140.0 mm	

Eine Prinzipskizze zeigt die Bedeutung der abgefragten Parameter.

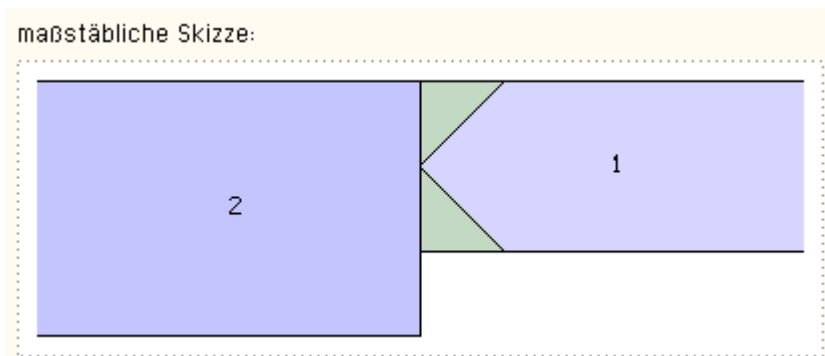
Die Dicke der Schweißnaht entspricht der kleineren Blechdicke; die Länge kann geringer, jedoch nicht länger

als die kleinere Blechlänge sein. Die durchgeschweißte Stumpfnahht kann ein- (HV-Naht) oder beidseitig (K-Naht) ausgeführt sein.

Der gewählte Anschluss wird in einer maßstäblichen Skizze am Bildschirm dargestellt.

Zur Beschreibung der **Bleche**.

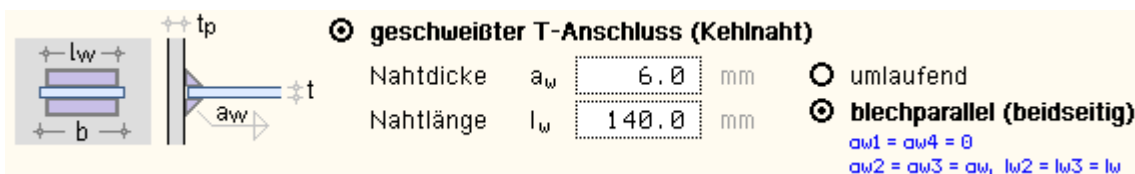
Zur Beschreibung der **Nachweise**.



geschweißter T-Anschluss (Kehlnaht)

Ein Blech wird mit Kehlnähten senkrecht auf eine Platte geschweißt.

Diese Anschlussart entspricht der Schweißnahtverbindung des Programms *4H-EC3SA* (Schweißnahtanschluss, s. Programmbeschreibung im Internet auf www.pcae.de).



Eine Prinzipskizze zeigt die Bedeutung der abgefragten Parameter.

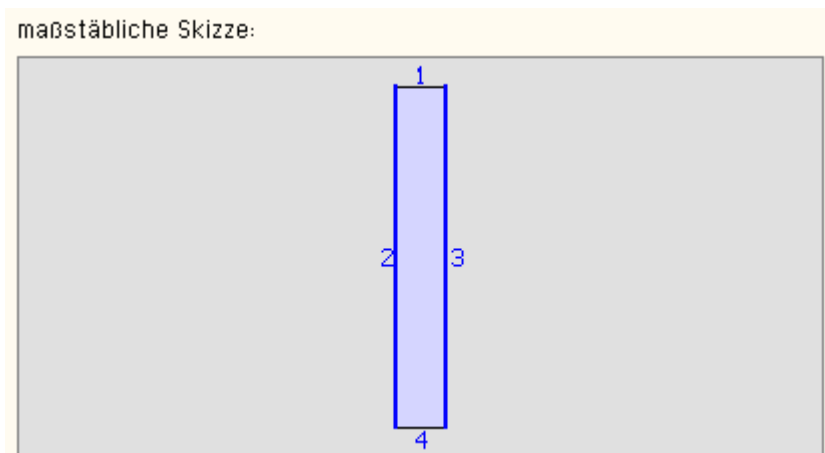
Die Kehlnaht kann umlaufend oder blechparallel ausgeführt sein, beim Umschalten wird die Prinzipskizze angepasst.

Bei blechparallel, also beidseitig ausgeführten Schweißnähten darf die Länge der Naht die Blechbreite nicht überschreiten.

Die in blau geschriebenen Angaben beziehen sich auf die Nahtnummern in der maßstäblichen Skizze (s. Beschreibung der Nachweise).

Zur Beschreibung der **Bleche**.

Zur Beschreibung der **Nachweise**.



Einstellungsoptionen

Je nach Anschlussstyp können die internen Daten dem jeweiligen **pcae**-Berechnungsprogramm zur Verfügung gestellt werden, die über die **Import**-Funktion des jeweiligen Programms geladen werden können.

- Daten in das entsprechende *4H*-Programm exportieren
- Schraubenabstände überprüfen
- Nahtlängen überprüfen

Je nach Anschlussstyp kann die Überprüfung der Schraubenabstände und Schweißnahtlängen an- oder

abgeschaltet werden.

Ergebnis

Wenn die automatische Berechnung aktiviert ist, wird die maximale Ausnutzung aus allen Lastkombinationen am Bildschirm angezeigt.

Maximale Ausnutzung

$U_{\max} = 0.804 \leq 1$ ok.

Je nach Anschlusstyp kann die Überprüfung der Schraubenabstände und Schweißnahtlängen an- oder abgeschaltet werden.

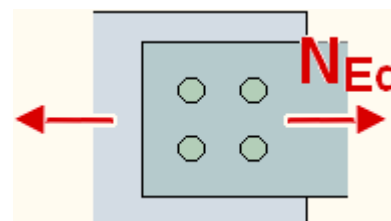
Schnittgrößen



das zweite Register beinhaltet die Masken zur Eingabe der Bemessungsnormalkraft

Die Normalkraft wird als Bemessungsgröße in der Vorzeichendefinition der Statik (positiv = Zug) eingegeben.

Es können bis zu 10.000 Normalkräfte eingegeben werden.



	N_{Ed} kN	Bezeichnung	Ausnutzung U
	100.00		0.201
	400.00		0.804

Zeile löschen
 Zeile duplizieren
 neue Zeile anhängen

▶ maßgeb. Lk

Wenn die automatische Berechnung aktiviert ist, wird die Ausnutzung je Normalkraft am Bildschirm angezeigt.

Die maßgebende Lastkombination, die entweder zur maximalen Ausnutzung oder zu einem Fehler führt, wird gekennzeichnet.

Über den dreieckigen **Action**-Button kann das Druckdokument direkt abgerufen werden.

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.

Schnittgrößen aus Programm importieren



Schnittgrößen aus Text-Datei einlesen



• 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 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 zugehörigen 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.

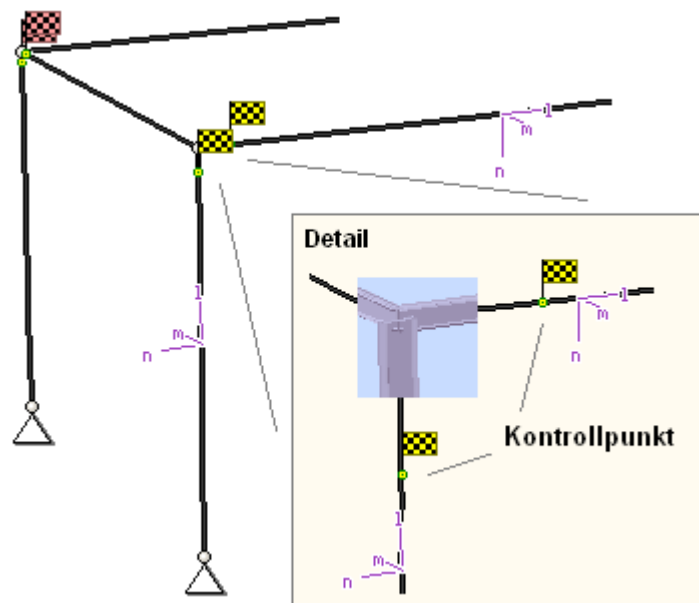
Zunächst sind im exportierenden 4H-Programm (z.B. **4H-FRAP**) die Stellen zu kennzeichnen, deren Schnittgrößen beim nächsten Rechenlauf exportiert, d.h. für den Import bereitgestellt, werden sollen.

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-EC3BT, 4H-EC3RE, 4H-EC3GT, 4H-EC3TT etc.) zum Import zur Verfügung.



aus dem aufnehmenden 4H-Programm wird nun über den **Import**-Button das Fenster zur DTE[®]-**Bauteilwahl** 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[®]-**Schnittgrößenwahl** verzweigt werden.

Schnitt	Stab	bei s =	Material	Detail
+	Schnitt 1: Stab 3	bei s = 0.18 m	Stahlriegel, Anschl. 1	aktiviert
+	Schnitt 2: Stab 5	bei s = 0.00 m	Stahlriegel, Anschl. 2	aktiviert
+	Schnitt 3: Stab 7	bei s = 2.00 m	Stahlbetonriegel	deaktiviert
+	Schnitt 4: Stab 9	bei s = 4.00 m	Stahlstütze, Anschl. 2	aktiviert
+	Schnitt 5: Stab 10	bei s = 3.88 m	Stahlstütze, Anschl. 1	aktiviert
+	Schnitt 6: Stab 11	bei s = 0.00 m	Stahlbetonstütze	deaktiviert

In der Schnittgrößenwahl 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	V _m kN	V _n kN	T kNm	M _m kNm	M _n 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 V _n	-17.44	0.88	-7.61	0.00	-28.68	4.33
	max V _n	-15.93	25.18	-24.26	-0.01	34.14	17.91
	min V _ζ	-15.93	25.18	-24.26	-0.01	34.14	17.91
	max V _ζ	-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 M _n	-17.44	0.88	-7.61	0.00	-28.68	4.33
	max M _n	-15.93	25.18	-24.26	-0.01	34.14	17.91
	min M _ζ	-17.44	0.88	-7.61	0.00	-28.68	4.33
	max M _ζ	-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 ○,□-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 V _n

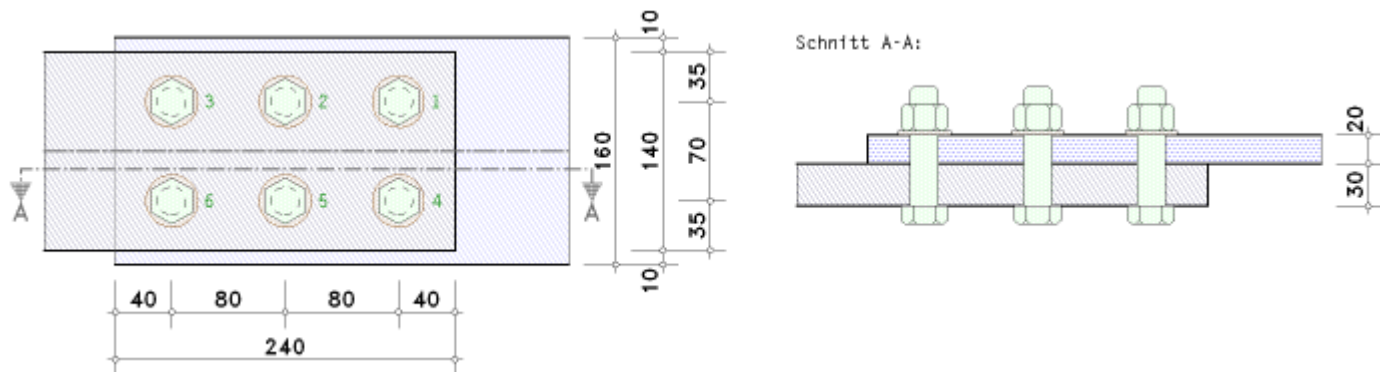
Wenn eine Reihe von Anschlüssen gleichartig ausgeführt werden soll, können in einem Rutsch weitere Schnittgrößen anderer Schnitte aktiviert und so bis zu 10.000 Kombinationen übertragen werden.

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!

Normalkraftanschluss - Nachweise nach EC 3

Die Bemessung erfolgt nach Eurocode 3-1-8 mit den typspezifischen **pcae**-Programmen.

Anschlussstyp 1: geschraubter Stoß (direkt, einseitig)



Zwei Bleche werden mittels Schrauben verbunden. Das Schraubenbild ist bzgl. der Systemachse symmetrisch.

Der Berechnungsablauf folgt dem Nachweis einer Fahnenblechbindung für reine Normalkraftbelastung des **pcae**-Programms *4H-EC3GT*, gelenkiger Trägeranschluss.

Darin wird ein (Nebenträger-) Steg an ein (Fahnen-) Blech angeschlossen.

Im Folgenden wird - analog zu *4H-EC3GT* - das schmalere Blech mit *Fahnenblech*, das breitere Blech mit *Trägersteg (NT)* bezeichnet.

Zunächst werden die Abstände der Schraubenreihen (Rand- und Lochabstände) überprüft.

Abstände der Schraubenreihen

Randabstand:	$e_2 = 40.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$,	$e_2 = 40.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_{\min} + 40 \text{ mm} = 120.0 \text{ mm}$
Lochabstand:	$p_2 = 80.0 \text{ mm} > 2.4 \cdot d_0 = 52.8 \text{ mm}$,	$p_2 = 80.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t_{\min}, 200 \text{ mm}) = 200.0 \text{ mm}$
Randabstand:	$e_2 = 40.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$,	$e_2 = 40.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_{\min} + 40 \text{ mm} = 120.0 \text{ mm}$
Randabstand:	$e_1 = 35.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$,	$e_1 = 35.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_1 + 40 \text{ mm} = 120.0 \text{ mm}$
Lochabstand:	$p_1 = 70.0 \text{ mm} > 2.2 \cdot d_0 = 48.4 \text{ mm}$,	$p_1 = 70.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t_{\min}, 200 \text{ mm}) = 200.0 \text{ mm}$

Sind minimale Abstände nicht eingehalten (rote Ausrufezeichen), wird die Berechnung mit einer Fehlermeldung abgebrochen.

Die Überschreitung maximaler Abstände (blaue Ausrufezeichen) wird lediglich kommentiert, es erfolgt kein Berechnungsabbruch.

Berechnung eines Punktequerschnitts

Bezogen auf ein Ursprungskoordinatensystem sind die Koordinaten beliebiger Punkte (z.B. ein Schraubenfeld im Anschlussblech) gegeben. Für jeden Punkt lassen sich zu einer einwirkenden Schnittgrößenkombination die resultierenden Kräfte in Richtung der Koordinatenachsen sowie der resultierenden Gesamtkraft berechnen.

Für einen Punktehaufen im y/z -Koordinatensystem gilt

$$A = n \quad \dots \text{ und } \dots \quad I_p = \sum_n y_i^2 + \sum_n z_i^2$$

Damit ergibt sich für jeden Punkt bzw. jede Schraube i

$$T_{y,i} = \frac{V_y}{A} - \frac{M_x}{I_p} \cdot z_i \quad \dots \text{ und } \dots \quad T_{z,i} = \frac{V_z}{A} + \frac{M_x}{I_p} \cdot y_i \quad \dots \text{ und } \dots \quad T_i = \sqrt{T_{y,i}^2 + T_{z,i}^2}$$

$T_{y,i}$, $T_{z,i}$... Kräfte in den Koordinatenrichtungen

T_i resultierende Kraft der Schraube i

Im Programm kann die Berechnung des Punktequerschnitts eingesehen werden.

Nachweise

Für Normalkraftanschlüsse sind nachzuweisen

- Abscheren und Lochleibung der Schrauben
- Blockversagen der Schraubengruppe
- Anschlussbleche mit Normalkraft

Die minimale Normalkrafttragfähigkeit wird ermittelt und den einwirkenden Größen gegenübergestellt.

Abscheren

Es liegt Schraubenkategorie A und damit keine gleitfeste Verbindung vor.

Informationen zur Berechnung der Tragfähigkeit siehe Beschreibung der Grundkomponente 11, Schrauben mit [Abscherbeanspruchung](#).

Die Abschertragfähigkeit wird je Schraube ermittelt; der Minimalwert ist maßgebend.

Lochleibung

Da für die Anschlussbleche unterschiedliche Randabstände und Blechdicken gelten können, wird die Tragfähigkeit separat ermittelt.

Nähere Informationen zur Berechnung der Tragfähigkeit siehe Beschreibung der Gk 12, Schrauben mit [Lochleibungsbeanspruchung](#).

Die Lochleibungstragfähigkeit wird je Schraube und Lastrichtung ermittelt; der Minimalwert ist maßgebend.

Blech mit Zug

Die Tragfähigkeit eines Blechs mit Zug wird berechnet zu

$$N_{Rd,brut} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \dots \dots \dots \text{brutto}$$

$$N_{Rd,net} = 0,9 \cdot \frac{A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \dots \text{netto}$$

A Querschnittsfläche

A_{net} Netto-Querschnittsfläche

Bei Normalkraftverbindungen wird nur die Tragfähigkeit des Nettoquerschnitts ermittelt.

Blockversagen von Schraubengruppen

Nach EC 3-1-8, 3.10.2, wird das Blockversagen einer Schraubengruppe durch das Schubversagen des Blechs entlang der schubbeanspruchten Schraubenreihe in Kombination mit dem Zugversagen des Blechs entlang der zugbeanspruchten Schraubenreihe am Kopf der Schraubengruppe verursacht.

Es wird unterschieden zwischen einer symmetrisch angeordneten Schraubengruppe unter zentrischer Belastung und einer Schraubengruppe unter exzentrischer Belastung.

Der Widerstand gegen Blockversagen ergibt sich zu

$$V_{Rd} = f_u \cdot \frac{A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{f_y}{\sqrt{3}} \cdot \frac{A_{nv}}{\gamma_{M0}} \dots \dots \text{symmetrisch + zentrisch}$$

$$V_{Rd} = \frac{f_u}{2} \cdot \frac{A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{f_y}{\sqrt{3}} \cdot \frac{A_{nv}}{\gamma_{M0}} \dots \dots \text{sonst}$$

A_{nt} zugbeanspruchte Nettoquerschnittsfläche

A_{nv} schubbeanspruchte Nettoquerschnittsfläche

Bei Fahnenblechverbindungen mit reiner Normalkraft und bzgl. der Systemachse symmetrischem Schraubenbild ist das Tragverhalten stets symmetrisch und zentrisch.

Blech mit Biegung

Der Versatz der Bleche erzeugt ein Exzentrizitätsmoment. Die Normalkrafttragfähigkeit ergibt sich zu

$$N_{Rd} = f_y / \gamma_{M0} / (1/A + e_y / W_z)$$

$$M_z = N_{Rd} \cdot e_y \quad \text{Exzentrizitätsmoment}$$

e_y Versatz der Bleche

A Querschnittsfläche

W_z Widerstandsmoment

Nachweis des Fahnenblechanschlusses

Die Normalkraft wird zentrisch in die Bleche eingeleitet, das Schraubenbild ist symmetrisch bzgl. der Systemachse.

Für ein 2 x 3 - Schraubenbild ergibt sich folgender Punktequerschnitt

Punktequerschnitt:

Querschnittsfläche $A' = n_x \cdot n_z = 6$, polares Trägheitsmoment $I_p' = \sum y_i^2 + \sum z_i^2 = 329.50 \text{ cm}^2$

Schwerpunktskoordinaten $y_s' = 120.0 \text{ mm}$, $z_s' = 70.0 \text{ mm}$

Schnittgrößen im Schwerpunkt $V_y' = -400.00 \text{ kN}$, $V_z' = 0.00 \text{ kN}$, $M_x' = 0.00 \text{ kNm}$

Beanspruchung $T_{y,i} = V_y' / A' - M_x' / I_p' \cdot z_i$, $T_{z,i} = V_z' / A' + M_x' / I_p' \cdot y_i$, $T_i = (T_{y,i}^2 + T_{z,i}^2)^{1/2}$

Punkt 1: $y_1' = -80.0 \text{ mm}$ $z_1' = -35.0 \text{ mm}$ $T_1 = T_{y,1} = 66.67 \text{ kN}$

Punkt 2: $y_2' = 0.0 \text{ mm}$ $z_2' = -35.0 \text{ mm}$ $T_2 = T_{y,2} = 66.67 \text{ kN}$

Punkt 3: $y_3' = 80.0 \text{ mm}$ $z_3' = -35.0 \text{ mm}$ $T_3 = T_{y,3} = 66.67 \text{ kN}$

Punkt 4: $y_4' = -80.0 \text{ mm}$ $z_4' = 35.0 \text{ mm}$ $T_4 = T_{y,4} = 66.67 \text{ kN}$

Punkt 5: $y_5' = 0.0 \text{ mm}$ $z_5' = 35.0 \text{ mm}$ $T_5 = T_{y,5} = 66.67 \text{ kN}$

Punkt 6: $y_6' = 80.0 \text{ mm}$ $z_6' = 35.0 \text{ mm}$ $T_6 = T_{y,6} = 66.67 \text{ kN}$



Die Ermittlung der Normalkrafttragfähigkeit wird nun exemplarisch dargestellt.

Schrauben mit Abscheren

Schraubenkategorie A:

Schaft in der Scherfuge: $\alpha_v = 0,6$, $A = 3,14 \text{ cm}^2$ Abschertragfähigkeit je Scherfuge: $F_{v,Rd} = \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2} = 150,80 \text{ kN}$, $f_{ub} = 1000,0 \text{ N/mm}^2$ Schraube 1: $U_1 = T_1 / (1 \cdot F_{v,Rd}) = 0,442$, $T_1 = 66,67 \text{ kN}$

Schraube 2:

max $U_i = 0,442$ Normalkraftfähigkeit gesamt: $N_{Rd,1} = N_{1,Ed} / \max U_i = 904,8 \text{ kN}$ **Anschlussblech mit Lochleibung**Schraube 1: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = (k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = 174,55 \text{ kN}$, $k_1 = 2,50$, $\alpha_b = 0,61$ horizontal: $U_{y,1} = T_{y,1} / (1 \cdot F_{b,Rd}) = 0,382$, $T_{y,1} = 66,67 \text{ kN}$

Schraube 2:

Gesamt: max $U_i = 0,382$ Normalkrafttragfähigkeit gesamt: $N_{Rd,2} = N_{1,Ed} / \max U_i = 1047,3 \text{ kN}$ **Anschlussblech mit Zug (Netto)**Zugtragfähigkeit $N_{t,Rd} = N_{u,Rd} = (0,9 \cdot A_{net} \cdot f_u) / \gamma_{Mu} = 497,66 \text{ kN}$, $A_{net} = b_{net} \cdot t = 19,20 \text{ cm}^2$, $b_{net} = 96,0 \text{ mm}$, $\gamma_{Mu} = 1,25$ Normalkrafttragfähigkeit gesamt: $N_{Rd,3} = 497,7 \text{ kN}$ **Anschlussblech mit Zug und Schub (Blockversagen)**Zug: $A_{nt} = t_p \cdot h_{net} = 9,60 \text{ cm}^2$, $h_{net} = 48,0 \text{ mm}$ Schub: $A_{nv} = t_p \cdot b_{net} = 29,00 \text{ cm}^2$, $b_{net} = 145,0 \text{ mm}$

symmetrisch angeordnete Schraubengruppe unter zentrischer Belastung:

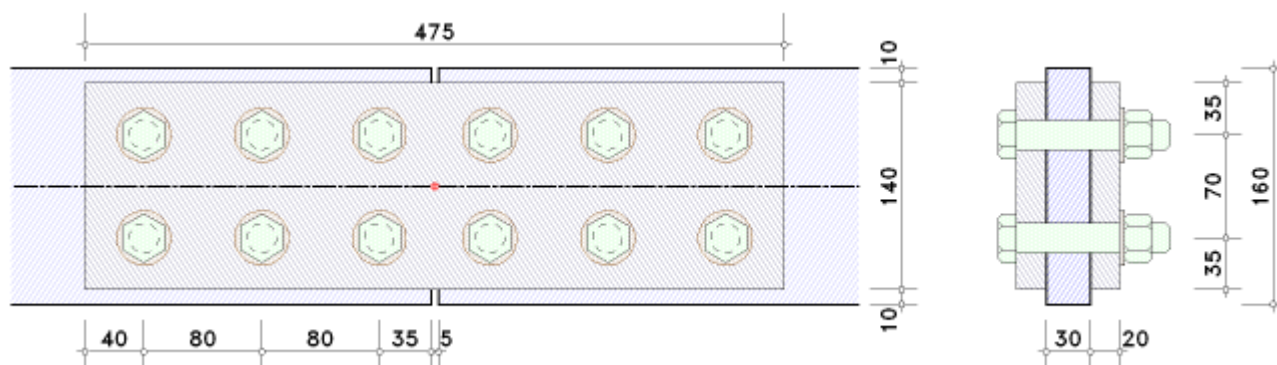
Schubwiderstand $V_{eff,Rd} = (A_{nt} \cdot f_u) / \gamma_{M2} + (A_{nv} \cdot f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{M0} = 965,45 \text{ kN}$, $f_u = 360,0 \text{ N/mm}^2$, $f_y = 235,0 \text{ N/mm}^2$ Normalkrafttragfähigkeit gesamt: $N_{Rd,4} = 965,5 \text{ kN}$ **Anschlussblech mit Biegung**Nachweis einschl. Exzentrizitätsmoment infolge $e_y = 25,0 \text{ mm}$ Normalkrafttragfähigkeit $N_{Rd} = f_y / \gamma_{M0} / (1/A + e_y/W_z) = 77,41 \text{ kN}$ mit $A = 28,00 \text{ cm}^2$, $W_z = 9,33 \text{ cm}^3$, $e_y = 25,0 \text{ mm}$ Normalkrafttragfähigkeit gesamt: $N_{Rd,5} = 77,4 \text{ kN}$ **Nebenträger mit Lochleibung** analog AnschlussblechGesamt: max $U_i = 0,255$ Normalkrafttragfähigkeit gesamt: $N_{Rd,6} = N_{1,Ed} / \max U_i = 1570,9 \text{ kN}$ **Nebenträger mit Zug (Netto)** analog AnschlussblechNormalkrafttragfähigkeit gesamt: $N_{Rd,7} = 902,0 \text{ kN}$ **Nebenträger mit Zug und Schub (Blockversagen)** analog AnschlussblechNormalkrafttragfähigkeit gesamt: $N_{Rd,8} = 1448,2 \text{ kN}$ **Nebenträger mit Biegung** analog AnschlussblechNormalkrafttragfähigkeit gesamt: $N_{Rd,9} = 188,0 \text{ kN}$ Normalkrafttragfähigkeit: $\min N_{Rd,p} = N_{Rd,5} = 77,4 \text{ kN}$

Abschließend wird je Lastfall der Nachweis geführt. Das Nachweisergebnis gibt die maximale Ausnutzung an.

Nachweis der Verbindung $N_{Ed} = 70,0 \text{ kN}$: $N_{Ed} / \min N_{Rd} = 0,904 < 1$ **ok**

Das Ergebnis der Berechnung aller Lastfälle erfolgt letztendlich mit

EndergebnisMaximale Ausnutzung: Tragfähigkeit $\max U = 0,904 < 1$ **ok****Nachweis erbracht****Anschlussstyp 2: geschraubter Stoß (indirekt, beidseitige Laschen)**



Zwei Bleche gleicher Abmessungen werden mittels geschraubter Laschen verbunden.

Das Schraubenbild ist symmetrisch.

Der Berechnungsablauf folgt dem Nachweis eines Laschenstoßes für reine Normalkraftbelastung des **pcae**-Programms *4H-EC3LS*, Laschenstoß. Zwei Träger werden über geschraubte Laschen miteinander verbunden.

Im Folgenden werden die Bleche - analog zu *4H-EC3LS* - mit *Träger* bezeichnet.

Zunächst werden die Abstände der Schraubenreihen (Rand- und Lochabstände) überprüft.

Abstände der Schraubenreihen

Randabstand:	$e_2 = 35.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$,	$e_2 = 35.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_{\min} + 40 \text{ mm} = 120.0 \text{ mm}$
Lochabstand:	$p_2 = 70.0 \text{ mm} > 2.4 \cdot d_0 = 52.8 \text{ mm}$,	$p_2 = 70.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t_{\min}, 200 \text{ mm}) = 200.0 \text{ mm}$
Randabstand:	$e_1 = 40.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$,	$e_1 = 40.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_1 + 40 \text{ mm} = 120.0 \text{ mm}$
Lochabstand:	$p_1 = 80.0 \text{ mm} > 2.2 \cdot d_0 = 48.4 \text{ mm}$,	$p_1 = 80.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t_{\min}, 200 \text{ mm}) = 200.0 \text{ mm}$
Randabstand:	$e_1 = 35.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$,	$e_1 = 35.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_1 + 40 \text{ mm} = 120.0 \text{ mm}$
Lochabstand:	$p_1 = 75.0 \text{ mm} > 2.2 \cdot d_0 = 48.4 \text{ mm}$,	$p_1 = 75.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t_{\min}, 200 \text{ mm}) = 200.0 \text{ mm}$

Sind minimale Abstände nicht eingehalten (rote Ausrufezeichen), wird die Berechnung mit einer Fehlermeldung abgebrochen. Die Überschreitung maximaler Abstände (blaue Ausrufezeichen) wird lediglich kommentiert; es erfolgt kein Berechnungsabbruch.

Aus den Bemessungsgrößen ergeben sich die elastischen Spannungen am Nettoquerschnitt (d.h. unter Abzug aller Schraubenlöcher) zu

Elastische Spannungen am Nettoquerschnitt

$$N_{Ed} = 400.00 \text{ kN}$$

$$\text{Querschnittswerte: } A = 34.80 \text{ cm}^2, z_s = 80.0 \text{ mm}, I_y = 856.98 \text{ cm}^4, y_s = -15.0 \text{ mm}, I_z = 26.10 \text{ cm}^4$$

Spannungen in den Querschnittspunkten

$$\text{Pkt. 1: } y = 0.0 \text{ mm} \quad z = 0.0 \text{ mm} \quad \sigma_x = 114.94 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Pkt. 2: } y = 0.0 \text{ mm} \quad z = 160.0 \text{ mm} \quad \sigma_x = 114.94 \text{ N/mm}^2$$

Die Querschnittspunkte 1 und 2 liegen auf dem Blech oben und unten. Die dort vorhandenen Spannungen werden bei der Berechnung der Profilelemente (Bleche) verwendet.

Mit der Normalkraft wird nun die Verbindung der ('Träger'-) Bleche nachgewiesen.

Träger

$$\text{Schnittgrößen im Träger: } N = N_w = 400.00 \text{ kN}$$

$$\text{Lastanteile: Je Lasche } f_a = 50\%$$

Die am Blech wirkende Normalkraft wird flächenanteilig auf die Laschen übertragen.

Um zu gewährleisten, dass das Blech die lokale Belastung aufnehmen und übertragen kann, wird es für die maßgebende Spannung nachgewiesen.

Zug

Lochabzug wird berücksichtigt.

$$\text{maximale Normalspannung: } \sigma_x = 114.94 \text{ N/mm}^2 \text{ (s.o.)}$$

$$\text{zulässige Normalspannung: } \sigma_{Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Nachweis: } \sigma_x = 114.94 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\sigma_x} = 0.489 < 1 \text{ ok.}$$

Da bei Zug der Lochabzug zu berücksichtigen ist, wird die am Nettoquerschnitt ermittelte Spannung übernommen. Andernfalls erfolgt der Nachweis für die Normalspannung $\sigma_x = N/A$.

Die Berechnung der Laschen erfolgt für die anteiligen Normalkräfte.

Lasche

Zug

Breite des Nettoquerschnitts $b_{\text{net}} = b - \Delta b = 96.0 \text{ mm}$ mit $\Delta b = n_2 \cdot d_0 = 44.0 \text{ mm}$, $d_0 = d + \Delta d$

Tragfähigkeit eines Blechs mit Zugbeanspruchung:

$$N_{p1,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 658.00 \text{ kN}$$

$$N_{u,Rd} = (0.9 \cdot A_{\text{net}} \cdot f_u) / \gamma_{M2} = 497.66 \text{ kN}$$

$$\text{Zugtragfähigkeit } F_{t,Rd} = \min(N_{p1,Rd}, N_{u,Rd}) = 497.66 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } F_{Ed} = 400.00 \text{ kN} < F_{t,Rd}/f_a = 995.33 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.402 < 1 \text{ ok.}$$

Zur näheren Erläuterung der Berechnung s. **GK 9**.

Die Belastung der Schrauben wird über die Auswertung des Punktequerschnitts ermittelt. Bei einachsiger Belastung ergeben sich hier stets nur T_y -Kräfte.

Schrauben

Punktequerschnitt

Querschnittsfläche $A' = \sum f_{vt,i} = 6.00$, polares Trägheitsmoment $I_p' = \sum (f_{vt,i} \cdot (\sum y_i^2 + \sum z_i^2)) = 329.50 \text{ cm}^2$

Schwerpunktskoordinaten $y_s' = -117.5 \text{ mm}$, $z_s' = 70.0 \text{ mm}$

Schnittgrößen im Schwerpunkt $V_y' = 400.0 \text{ kN}$, $V_z' = -0.0 \text{ kN}$, $M_x' = 0.00 \text{ kNm}$

Beanspruchung $T_{y,i} = (V_y'/A' - M_x'/I_p' \cdot z_i)$, $T_{z,i} = (V_z'/A' + M_x'/I_p' \cdot y_i)$, $T_i = (T_{y,i}^2 + T_{z,i}^2)^{1/2}$

Schraube 1 $y_1 = -37.5 \text{ mm}$ $z_1 = 35.0 \text{ mm}$ $T_{y,1} = 66.67 \text{ kN}$ $T_{z,1} = 0.00 \text{ kN}$ $T_1 = 66.67 \text{ kN}$
etc.

Für die maximale Schraubenlast wird der Nachweis auf Abscheren geführt. Jede Schraube wird auf Lochleibung von Blech und Laschen unter Berücksichtigung der vorhandenen Rand-, Lochabstände und Belastungsrichtung nachgewiesen.

Abscheren

Abschertragfähigkeit je Scherfuge $F_{v,Rd} = \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2} = 150.80 \text{ kN}$, $\alpha_v = 0.60$

Abschertragfähigkeit je Schraube (2-schnittig): $\sum F_{v,Rd} = 2 \cdot F_{v,Rd} = 301.59 \text{ kN}$

$$\text{Nachweis: } F_{Ed} = T_1 = 66.67 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 301.59 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.221 < 1 \text{ ok.}$$

Lochleibung (getrennt nach den Richtungen)

Schraube 1:

Träger

horizontal: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = (k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = 415.64 \text{ kN}$, $k_1 = 2.50$, $\alpha_b = 0.96$

vertikal: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = (k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = 350.18 \text{ kN}$, $k_1 = 2.50$, $\alpha_b = 0.81$

je Lasche

horizontal: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = (k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = 174.55 \text{ kN}$, $k_1 = 2.50$, $\alpha_b = 0.61$

vertikal: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = (k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = 152.73 \text{ kN}$, $k_1 = 2.50$, $\alpha_b = 0.53$

Minimale Lochleibungstragfähigkeit: $\min F_{b,h,Rd} = 349.09 \text{ kN}$, $\min F_{b,v,Rd} = 305.45 \text{ kN}$

$$\text{Nachweis: } F_{Ed} = |T_{y,1}| = 66.67 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 349.09 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.191 < 1 \text{ ok.}$$

Zur näheren Erläuterung der Berechnung s. für Abscheren **GK 11** und Lochleibung **GK 12**.

Abschließend wird je Lastfall die maximale Ausnutzung protokolliert.

Maximale Ausnutzung

Maximale Ausnutzung: $\max U = 0.489 < 1 \text{ ok.}$

Spannungen

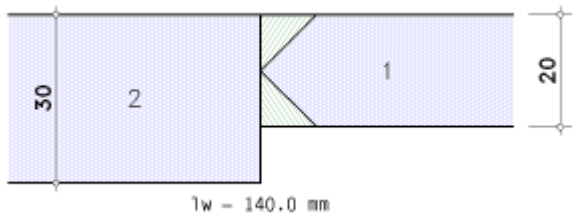
Das Ergebnis der Berechnung aller Lastfälle erfolgt letztendlich mit

Endergebnis

Maximale Ausnutzung [Lk 1]: $\max U = 0.489 < 1 \text{ ok.}$

Nachweis erbracht

Anschlussstyp 3: geschweißter Stoß (Stumpfnah, durchgeschweißt)



Zwei Bleche werden frontal aneinander geschweißt. Die Schweißnaht wird als Stumpfnahht voll durchgeschweißt. Es ist dabei belanglos, ob die Naht einseitig (als HV-Naht) oder beidseitig (als K-Naht) ausgeführt wird.

Der Berechnungsablauf folgt dem Nachweis von Grundkomponente 19 des [pcae](#)-Programms 4H-EC3GK, Grundkomponenten, für einen durchgeschweißten Blechstoß. Das *richtungsabhängige* Verfahren wird angewandt.

Da die Stumpfnahht durchgeschweißt ist, braucht keine Nahtdicke vorgegeben zu werden. Sie entspricht der geringeren Blechdicke.

Da die Beschreibung der Schweißnahtnachweise nach EC 3 programmübergreifend identisch ist, wird auf die allgemeine Beschreibung des [Schweißnahtnachweises](#) verwiesen.

Tragfähigkeit

wirksame Nahtdicke $a = \min(t_1, t_2) = 20.0 \text{ mm}$

Blechdicke $t_1 = 20.0 \text{ mm} > 4 \text{ mm}$ **ok.**

Blechdicke $t_2 = 30.0 \text{ mm} > 4 \text{ mm}$ **ok.**

Tragfähigkeit einer durchgeschweißten Stumpfnahht

Bedingung 1:

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): $f_{1,w,Rd} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 36.00 \text{ kN/cm}^2$, $f_u = 360.0 \text{ N/mm}^2$, $\beta_w = 0.80$

Bedingung 2:

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.2): $f_{2,w,Rd} = 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2} = 25.92 \text{ kN/cm}^2$

Der Nachweis wird nur für Bedingung 1 geführt

Nachweis

Lk 1: $f_{1,w,Ed} = 14.29 \text{ kN/cm}^2 < f_{1,w,Rd} = 36.00 \text{ kN/cm}^2 \Rightarrow U = 0.397 < 1$ **ok.**

$f_{2,w,Ed} = 14.29 \text{ kN/cm}^2 < f_{2,w,Rd} = 25.92 \text{ kN/cm}^2 \Rightarrow U = 0.551 < 1$ **ok.**

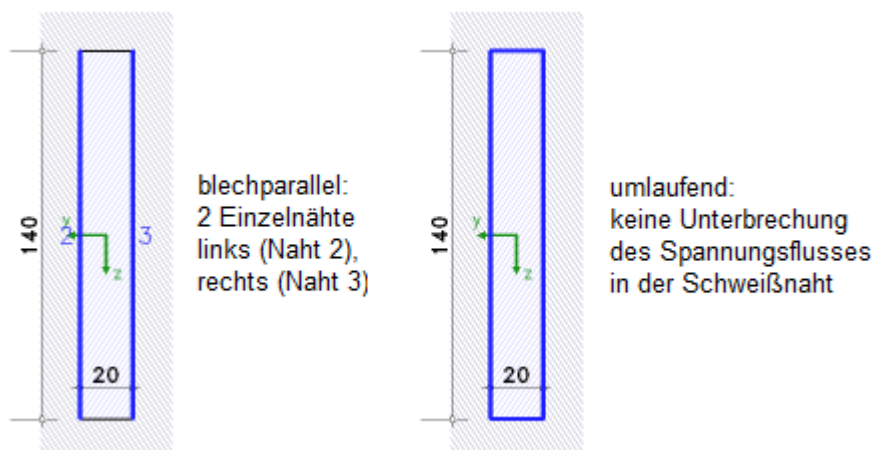
Abschließend wird die maximale Ausnutzung aus allen Lastfällen protokolliert.

Gesamt:

Lk 1: maximale Ausnutzung $U_{\max} = 0.551 < 1$ **ok.**

Nachweis erbracht

Anschlussstyp 4: geschweißter T-Anschluss (Kehlnaht)

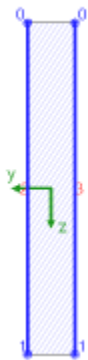


Ein Blech wird mit Kehlnähten senkrecht auf eine Platte geschweißt.

Der Berechnungsablauf folgt dem Nachweis einer Schweißnahtverbindung des **pcae**-Programms 4H-EC3SA. Schweißnahtanschluss. Im Folgenden wird das Blech - analog zu 4H-EC3SA - mit *Profil* bezeichnet.

Die Schweißnähte werden konzentriert in der Wurzellinie angenommen. Sie bilden den Linienquerschnitt (s. G. *Wagenknecht: Stahlbau-Praxis nach Eurocode 3, Band 2*) zur Aufnahme bzw. Weiterleitung der Schnittgrößen.

Berechnungsquerschnitt:



Naht 2: $a_w = 6.0 \text{ mm}$ $l_w = 140.0 \text{ mm}$
 Naht 3: $a_w = 6.0 \text{ mm}$ $l_w = 140.0 \text{ mm}$

Bezogen auf den Schwerpunkt des Linienquerschnitts werden die Querschnittsfläche ΣA_w , ggf. die Querschnittsflächen in y- und z-Richtung $A_{w,y}$, $A_{w,z}$, die gesamte Nahtlänge Σl_w , die Trägheitsmomente $I_{w,y}$, $I_{w,z}$, $I_{w,yz}$ und die Differenzabstände zum Querschnittsschwerpunkt Δy_w , Δz_w ermittelt.

Querschnittswerte bezogen auf den Schwerpunkt des Linienquerschnitts:

$\Sigma A_w = 16.80 \text{ cm}^2$, $\Sigma l_w = 28.0 \text{ cm}$
 $I_{w,y} = 274.40 \text{ cm}^4$, $I_{w,z} = 16.80 \text{ cm}^4$, $\Delta y_w = 0.0 \text{ mm}$, $\Delta z_w = 0.0 \text{ mm}$

Den Einzelnähten können Schnittgrößen zugeordnet werden, die im Schwerpunkt der Naht wirken. Damit werden die Spannungen in den maßgebenden Nachweispunkten berechnet.

Schnittgrößenverteilung:

Naht 2: $N_w = 200.00 \text{ kN}$
 Naht 3: $N_w = 200.00 \text{ kN}$

Spannungen in den Endpunkten der Nähte:

Naht 2, Pkt. 0: $\sigma_{w,x} = 238.10 \text{ N/mm}^2$
 Pkt. 1: $\sigma_{w,x} = 238.10 \text{ N/mm}^2$
 Naht 3, Pkt. 0: $\sigma_{w,x} = 238.10 \text{ N/mm}^2$
 Pkt. 1: $\sigma_{w,x} = 238.10 \text{ N/mm}^2$

Sowohl Druck- als auch Zugnähte werden mit dem *richtungsabhängigen* Verfahren nachgewiesen.

Nachweise in den Endpunkten der Einzelnähte:

Nachweis für Naht 2, Pkt. 0:

Spannungen auf der wirksamen Nahtfläche ($\alpha = 45^\circ$, $\sigma_w = \sigma_{w,x}$):

$$\sigma_s = \sigma_w \cdot \cos(\alpha) = 168.4 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_s = \sigma_w \cdot \sin(\alpha) = 168.4 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{1,w,Ed} = (\sigma_s^2 + 3 \cdot (\tau_s^2 + \tau_p^2))^{1/2} = 33.67 \text{ kN/cm}^2$$

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): $f_{1,w,Rd} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 36.00 \text{ kN/cm}^2$

$$\sigma_{1,w,Ed} = 33.67 \text{ kN/cm}^2 < f_{1,w,Rd} = 36.00 \text{ kN/cm}^2 \Rightarrow U = 0.935 < 1 \text{ ok.}$$

$$\sigma_{2,w,Ed} = |\sigma_s| = 16.84 \text{ kN/cm}^2$$

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.2): $f_{2,w,Rd} = 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2} = 25.92 \text{ kN/cm}^2$

$$\sigma_{2,w,Ed} = 16.84 \text{ kN/cm}^2 < f_{2,w,Rd} = 25.92 \text{ kN/cm}^2 \Rightarrow U = 0.650 < 1 \text{ ok.}$$

etc.

Da die Beschreibung der Schweißnahtnachweise nach EC 3 programmübergreifend identisch ist, wird auf die allgemeine Beschreibung des **Schweißnahtnachweises** verwiesen.

Abschließend wird die maximale Ausnutzung der berechneten Lastkombination angezeigt.

Ergebnis:

Naht 2, Pkt. 0: $\sigma_{w,x} = 238.10 \text{ N/mm}^2$

Max: $\sigma_{1,w,Ed} = 33.67 \text{ kN/cm}^2 < f_{1,w,Rd} = 36.00 \text{ kN/cm}^2$,

$\sigma_{2,w,Ed} = 16.84 \text{ kN/cm}^2 < f_{2,w,Rd} = 25.92 \text{ kN/cm}^2 \Rightarrow U_w = 0.935 < 1 \text{ ok.}$

Das Ergebnis der Berechnung aller Lastfälle erfolgt letztendlich mit

Endergebnis

Maximale Ausnutzung [Lk 1]: Tragfähigkeit $\max U = 0.935 < 1$ **ok.**

Nachweis erbracht

zur Hauptseite [4H-EC3NV](#), Normalkraftverbindung



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