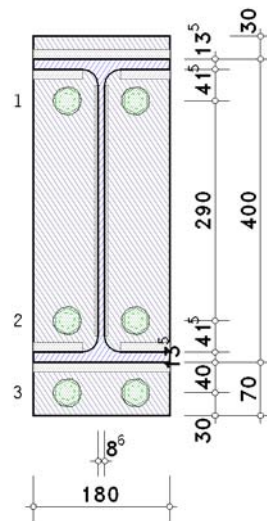
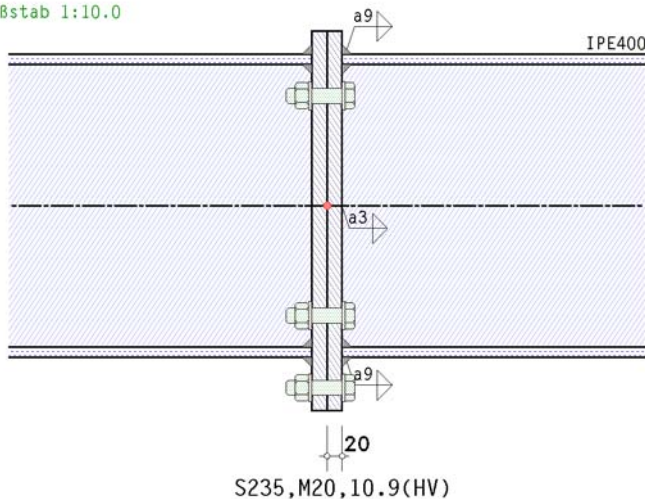
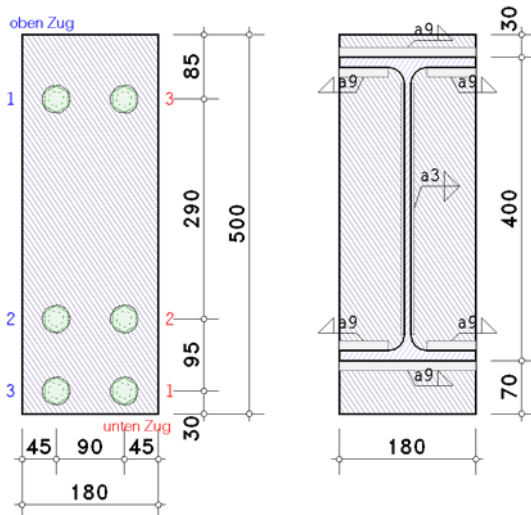


## 1. Eingabeprotokoll

Maßstab 1:10.0



Details (Schnitt A - A)



### Stahlsorte

Stahlgüte S235

### Schrauben

Festigkeitsklasse 10.9, Schraubengröße M20

große Schlüsselweite (HV-Schraube), vorgespannt (zur Info: Regelvorspannkraft  $F_{p,C^*} = 0.7 \cdot f_{yb} \cdot A_s = 154.2$  kN)

Schaft in der Scherfuge

### Parameter des Trägers

Profil IPE400

### Nachweisparameter

geschraubter Stirnblechanschluss

Dicke  $t_p = 20.0$  mm, Breite  $b_p = 180.0$  mm, Länge  $l_p = 500.0$  mm

Überstände  $h_{p,o} = 30.0$  mm,  $h_{p,u} = 70.0$  mm

Schrauben im Anschluss:

3 Schraubenreihen mit je 2 Schrauben

davon 1 Schraubenreihe oben unter Zugbelastung (Reihe 1)

und 2 Schraubenreihen zur Querkraftübertragung oben (Reihen 2-3)

davon 2 Schraubenreihen unten unter Zugbelastung (Reihen 2-3)

und 1 Schraubenreihe zur Querkraftübertragung unten (Reihe 3)

Achsabstand der Schrauben zum seitlichen Rand des Stirnblechs  $e_2 = 45.0$  mm

Achsabstand der ersten Schraubenreihe zum oberen Rand des Stirnblechs (Endreihe)  $e_o = 85.0$  mm

Achsabstand der letzten Schraubenreihe zum unteren Rand des Stirnblechs (Endreihe)  $e_u = 30.0$  mm

Achsabstand der Schraubenreihen voneinander  $p_{1-2} = 290.0$  mm,  $p_{2-3} = 95.0$  mm

Schweißnähte im Anschluss:

Trägerflansch oben: Kehlnaht, Nahtdicke  $a = 9.0$  mm

Trägersteg: Kehlnaht, Nahtdicke  $a = 3.0$  mm

Trägerflansch unten: Kehlnaht, Nahtdicke  $a = 9.0$  mm

## Schnittgrößen im Schnittpunkt der Systemachsen

Lk 1:  $M_{j,b,Ed} = 185.00 \text{ kNm}$   $V_{j,b,Ed} = 100.00 \text{ kN}$

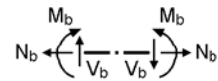
### Materialsicherheitsbeiwerte

Beanspruchbarkeit von Querschnitten  $\gamma_{M0} = 1.00$

Beanspruchbarkeit von Bauteilen bei Stabilitätsversagen  $\gamma_{M1} = 1.10$

Beanspruchbarkeit von Schrauben, Schweißnähten, Blechen auf Lochleibung  $\gamma_{M2} = 1.25$

Vorspannung hochfester Schrauben  $\gamma_{M7} = 1.10$



### Hinweise

Es sind einzelne Grundkomponenten ausgewählt, die ggf. die Tragfähigkeit der Verbindung nicht gewährleisten !

Der Nachweis der Verbindung nach EC 3-1-8 erfolgt ohne Berücksichtigung der Vorspannkkräfte.

Verbindungen können jedoch mit vorgespannten HV-Schrauben ausgeführt werden.

Die Querschnittsprofile werden nicht nachgewiesen.

Die Schweißnähte werden bei Ermittlung der T-Stummel-Tragfähigkeit nicht berücksichtigt.

Die Schweißnähte werden nicht überprüft.

Die Berechnung der T-Stummel-Tragfähigkeit erfolgt mit dem Standard-Verfahren.

Blockversagen von Schraubengruppen wird nicht untersucht.

### Datencheck

ok

#### Schraubenabstände am Stirnblech

horizontal:  $e_2 = 45.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$ ,

$e_2 = 45.0 \text{ mm} < 4 \cdot t + 40 \text{ mm} = 120.0 \text{ mm}$

horizontal:  $p_2 = 90.0 \text{ mm} > 2.4 \cdot d_0 = 52.8 \text{ mm}$ ,

$p_2 = 90.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t, 200 \text{ mm}) = 200.0 \text{ mm}$

oben-unten:  $e_1 = 85.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$ ,

$e_1 = 85.0 \text{ mm} < 4 \cdot t + 40 \text{ mm} = 120.0 \text{ mm}$

oben-unten:  $p_1 = 290.0 \text{ mm} > 2.2 \cdot d_0 = 48.4 \text{ mm}$ ,

$p_1 = 290.0 \text{ mm} > \min(14 \cdot t, 200 \text{ mm}) = 200.0 \text{ mm} \quad !!$

oben-unten:  $p_1 = 95.0 \text{ mm} > 2.2 \cdot d_0 = 48.4 \text{ mm}$ ,

$p_1 = 95.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t, 200 \text{ mm}) = 200.0 \text{ mm}$

oben-unten:  $e_1 = 30.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$ ,

$e_1 = 30.0 \text{ mm} < 4 \cdot t + 40 \text{ mm} = 120.0 \text{ mm}$

Maximale Rand- und Lochabstände sollten zur Vermeidung von Korrosion sowie zur Verhinderung lokalen Beulens eingehalten werden.

## 2. Ergebnistabelle

### Ausnutzung

Lk	U
1	0.850*

U: Ausnutzung der Verbindung

\*) maximale Ausnutzung

## 3. Endergebnis

Maximale Ausnutzung:  $\max U = 0.850 < 1$  ok

### Nachweis erbracht

Die Gesamtragfähigkeit der Verbindung ist ggf. nicht gewährleistet (s. Hinweise) !

## 4. Vorschriften

EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;

Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010

EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -

Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;

Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2022, Ausgabe April 2025

EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-1, Ausgabe Oktober 2022

EN 1993-1-8, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -

Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen;

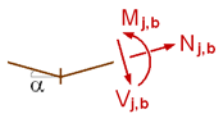
Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2024, Ausgabe April 2025

EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-8, Ausgabe November 2020

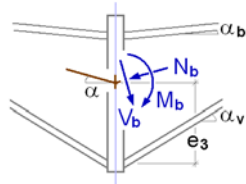
## 5. Lk 1 (maßgebend)

### 5.1. Bemessungsgrößen

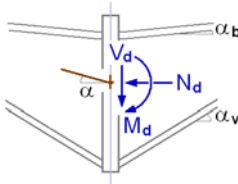
Knotenschnittgrößen



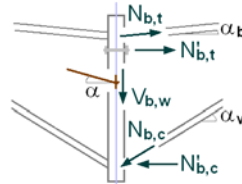
Anschnitt Anschluss



⊥ zur Anschlussebene



Teilschnittgrößen



Neigungswinkel:  $\alpha_b = \alpha = \alpha_v = 0^\circ$

### Schnittgrößen senkrecht zu den Anschlussebenen

Anschnitt Träger

$M_d = -185.00 \text{ kNm}$ ,  $V_d = 100.00 \text{ kN}$

negatives Biegemoment  $M_d \Rightarrow$  **Modell wird gespiegelt**

$M_d = 185.00 \text{ kNm}$ ,  $V_d = -100.00 \text{ kN}$

### Teilschnittgrößen bezogen auf das gespiegelte Modell

Schnittgrößen im Anschnitt Stirnblech-Träger:  $M'_d = M_d - V_d \cdot t_p = 187.00 \text{ kNm}$

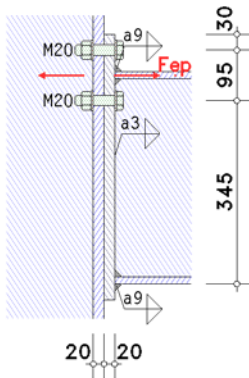
$N_{b,t} = -N_d \cdot z_{bu} / z_b + M'_d / z_b = 483.83 \text{ kN}$ ,  $z_b = 386.5 \text{ mm}$ ,  $z_{bu} = 193.3 \text{ mm}$

$N_{b,c} = N_d \cdot z_{bo} / z_b + M'_d / z_b = 483.83 \text{ kN}$ ,  $z_b = 386.5 \text{ mm}$ ,  $z_{bo} = 193.3 \text{ mm}$

$V_{b,t} = -N_{b,t} \cdot \sin(\alpha_b) = 0.00 \text{ kN}$ ,  $V_{b,c} = N_{b,c} \cdot \sin(\alpha_v) = 0.00 \text{ kN}$ ,  $V_{b,w} = V_d - V_{b,t} - V_{b,c} = -100.00 \text{ kN}$

## 5.2. Grundkomponenten

### 5.2.1. Gk 5: Stirnblech mit Biegung



In der Skizze sind nur die wesentlichen Abmessungen maßstäblich angegeben. Die Geometrie des Anschlusses ist nur angedeutet.

#### Überstehender Teil des Stirnblechs

Im überstehenden Teil des Stirnblechs wird nur eine Schraubenreihe ( $n_b = 1$ ) betrachtet.

wirksame Länge des T-Stummelflanschs (Stirnblech):

für Modus 1:  $\Sigma l_{eff,1} = l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}, l_{eff,cp}) = 90.0 \text{ mm}$ ,  $l_{eff,cp} = 183.7 \text{ mm}$

für Modus 2:  $\Sigma l_{eff,2} = l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 90.0 \text{ mm}$

Grenzzugkraft des T-Stummelflanschs:

für Modus 1+2:  $M_{pl,Rd} = (0.25 \cdot \Sigma l_{eff} \cdot t_f^2 \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 2.11 \text{ kNm}$

$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = 176.26 \text{ kN}$ ,  $k_2 = 0.90$

für Modus 3:  $\Sigma F_{t,Rd} = 2 \cdot n_b \cdot F_{t,Rd} = 352.51 \text{ kN}$

Modus 1: Vollständiges Fließen des T-Stummelflanschs

$F_{T,1,Rd} = (4 \cdot M_{pl,1,Rd}) / m = 283.72 \text{ kN}$

Modus 2: Schraubenversagen gleichzeitig mit Fließen des T-Stummelflanschs

$F_{T,2,Rd} = (2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \Sigma F_{t,Rd}) / (m+n) = 247.51 \text{ kN}$

Modus 3: Schraubenversagen

$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 352.51 \text{ kN}$

Zugtragfähigkeit des T-Stummelflanschs:  $F_{T,Rd} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd}) = 247.51 \text{ kN}$

Tragfähigkeit und effektive Länge eines Stirnblechs mit Biegung (Überstand)

$F_{t,ep,Rd,1} = 247.51 \text{ kN}$ ,  $l_{eff,1} = 90.0 \text{ mm}$

#### Teil des Stirnblechs zwischen den Trägerflanschen

##### Äquivalenter T-Stummelflansch (jede einzelne Schraubenreihe):

hier: Anzahl Schraubenreihen  $n_b = 1$

Reihe 2

wirksame Länge des T-Stummelflanschs (Stirnblech):

für Modus 1:  $\Sigma l_{eff,1} = l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}, l_{eff,cp}) = 233.7 \text{ mm}$ ,  $l_{eff,cp} = 234.4 \text{ mm}$

für Modus 2:  $\Sigma l_{eff,2} = l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 233.7 \text{ mm}$

Grenzzugkraft des T-Stummelflanschs:

für Modus 1+2:  $M_{pl,Rd} = (0.25 \cdot \Sigma l_{eff} \cdot t_f^2 \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 5.49 \text{ kNm}$

$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = 176.26 \text{ kN}$ ,  $k_2 = 0.90$

für Modus 3:  $\Sigma F_{t,Rd} = 2 \cdot n_b \cdot F_{t,Rd} = 352.51 \text{ kN}$

Modus 1: Vollständiges Fließen des T-Stummelflanschs

$F_{T,1,Rd} = (4 \cdot M_{pl,1,Rd}) / m = 588.78 \text{ kN}$

Modus 2: Schraubenversagen gleichzeitig mit Fließen des T-Stummelflanschs

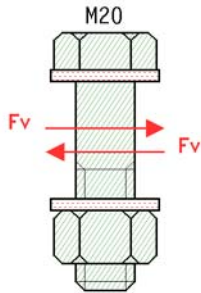
$F_{T,2,Rd} = (2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \Sigma F_{t,Rd}) / (m+n) = 326.17 \text{ kN}$

Modus 3: Schraubenversagen

$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 352.51 \text{ kN}$

Zugtragfähigkeit des T-Stummelflanschs:  $F_{T,Rd} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd}) = 326.17 \text{ kN}$   
**Tragfähigkeiten und effektive Längen eines Stirnblechs mit Biegung (je Schraubenreihe):**  
 $F_{ep,Rd,2} = 326.17 \text{ kN}$ ,  $l_{eff,2} = 233.7 \text{ mm}$

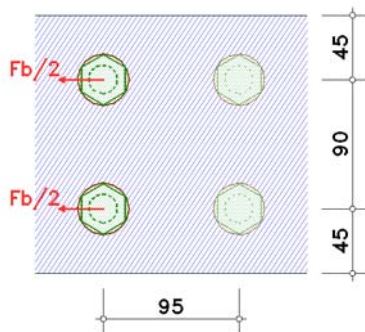
### 5.2.2. Gk 11: Schrauben mit Abscherbeanspruchung



In der Skizze sind nur die wesentlichen Abmessungen maßstäblich angegeben. Die Geometrie des Anschlusses ist nur angedeutet.

Abschertragfähigkeit  $F_{v,Rd} = \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2} = 150.80 \text{ kN}$ ,  $\alpha_v = 0.60$   
 Abschertragfähigkeit für 2 Schrauben (1-schnittig):  $\Sigma F_{v,Rd} = 2 \cdot F_{v,Rd} = 301.59 \text{ kN}$

### 5.2.3. Gk 12: Blech mit Lochleibungsbeanspruchung



In der Skizze sind nur die wesentlichen Abmessungen maßstäblich angegeben. Die Geometrie des Anschlusses ist nur angedeutet.

Reihe 3

Schraube 1: Lochleibungstragfähigkeit  $F_{b,Rd} = (k_m \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = 345.60 \text{ kN}$ ,  $k_m = 1.00$ ,  $\alpha_b = 3.00$   
 Schraube 2: Lochleibungstragfähigkeit  $F_{b,Rd} = (k_m \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = 345.60 \text{ kN}$ ,  $k_m = 1.00$ ,  $\alpha_b = 3.00$   
 Lochleibungstragfähigkeit für 1x2 Schrauben:  $\Sigma F_{b,Rd} = 691.20 \text{ kN}$

## 5.3. Nachweise

### 5.3.1. Nachweis der Anschluss­tragfähigkeit mit Teilschnitt­größen

Zugkraft in den Schraubenreihen:

$$N'_{b,t} = (-N_d \cdot z_{bu} + M_d) / z = 479.59 \text{ kN}, \quad z = z_{eq} = 385.8 \text{ mm}, \quad z_{bu} = 193.3 \text{ mm}$$

- Gk 5:  $F_{Rd} = \Sigma F_{t,ep,Rd,i} = 564.0 \text{ kN}$ ,  $F_{Ed} = N'_{b,t} = 479.59 \text{ kN}$   
 $F_{Ed} = 479.6 \text{ kN} < F_{Rd} = 564.0 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.850 < 1 \text{ ok}$   
 Gk 11:  $F_{Rd} = F_{v,Rd} = 301.6 \text{ kN}$  (ohne Abscheren mit Zug),  $F_{Ed} = |V_{dl}| = 100.00 \text{ kN}$   
 $F_{Ed} = 100.0 \text{ kN} < F_{Rd} = 301.6 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.332 < 1 \text{ ok}$   
 Gk 12:  $F_{Rd} = F_{b,Rd} = 691.2 \text{ kN}$ ,  $F_{Ed} = |V_{dl}| = 100.00 \text{ kN}$   
 $F_{Ed} = 100.0 \text{ kN} < F_{Rd} = 691.2 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.145 < 1 \text{ ok}$

Ausnutzung Teilschnittgrößen  $U_{Gk} = 0.850 < 1 \text{ ok}$

### 5.3.2. Nachweisergebnis

Maximale Ausnutzung:  $\max U = 0.850 < 1 \text{ ok}$