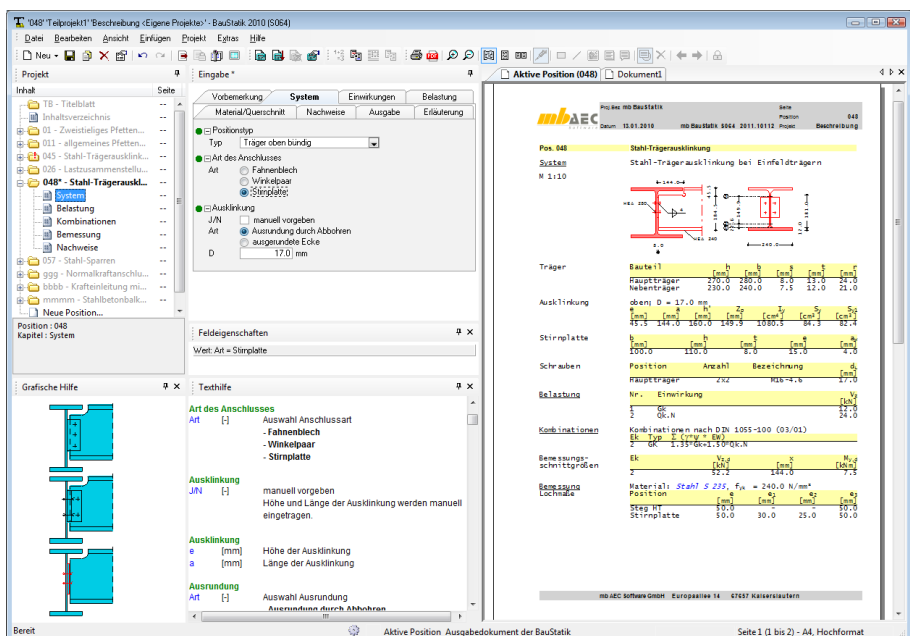


S064 Stahl-Trägerausklinkung, DIN 18800 (11/08)

Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls S064 von Dipl.-Ing. Petra Licht

i Leistungsbeschreibung des Vorgänger-Moduls
JETZT: S381.de Stahl-Trägerausklinkung – EC 3



Das BauStatik-Modul S064 bemisst den Anschluss von Einfeldträgern nach DIN 18800 (11/08) [1].

Als Anschlüsselemente stehen Winkel, Stirnplatten und Fahnenbleche zur Verfügung. Bei flanschbündigen Deckenträger-Unterzug-Anschlüssen wird zusätzlich die erforderliche Trägerausklinkung nachgewiesen. Als Profilarten sind Walz- und Schweißprofile möglich. Neben der Bemessung ist auch ein Nachweis von zu prüfenden Einfeldträger-Anschlüssen möglich.

Ausklinkungen

Liegen die Flansche von Unterzug und angeschlossener Träger auf gleicher Höhe, wird häufig der angeschlossene Träger ausgeklinkt. Je nach Verhältnis Unterzughöhe zu Deckenträgerhöhe werden einseitige oder zweiseitige Ausklinkungen erforderlich.

Entsprechend werden im Modul S064 folgende Positionstypen unterschieden:

- Träger oben bündig
- Träger unten bündig
- Trägerprofile identisch

Die erforderliche Ausklingungslänge und -höhe werden automatisch ermittelt. Die Ausklingungslängen können aber auch optional manuell vorgegeben werden. Bild 1 zeigt die hierfür zur Verfügung stehenden Eingabemöglichkeiten.

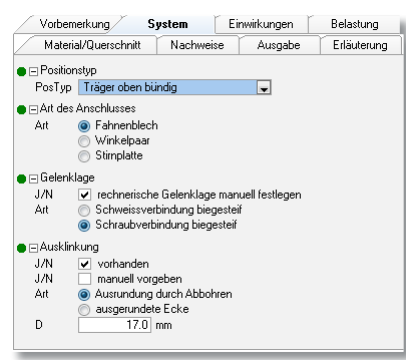


Bild 1. Eingabe der Systemdaten

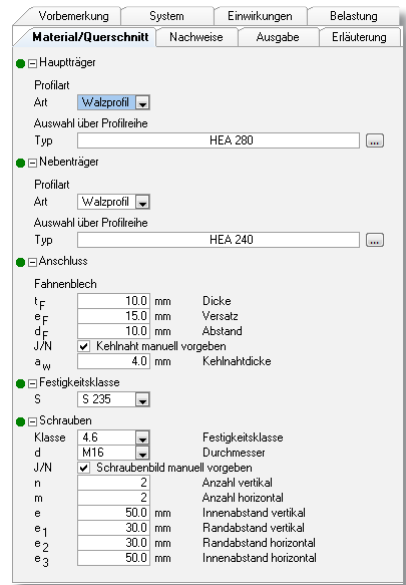


Bild 2. Eingabe der Anschlussgeometrie

Der ausgeklünte Querschnitt ist nachzuweisen für die Querkraft V_d und für das Exzentrizitätsmoment

$$M_{yd} = V_d \cdot x \quad \text{Gl. (1)}$$

Die Ausmittigkeit x wird in Abhängigkeit vom gewählten Anschlusselement wie folgt ermittelt:

Fahnenblech: $x = d_F + a$ Gl. (2)

Winkel: $x = \Delta l + a$ Gl. (3)

Stirnplatte: $x = t_s + a$ Gl. (4)

- a Länge der Ausklüpfung
- $d_F / \Delta l$ Abstand Deckenträger zum Unterzugsteg
- t_s Dicke der Stirnplatte

Bei der einseitigen Ausklüpfung verbleibt als Restquerschnitt ein T-Querschnitt. Bei Walzprofilen werden die Querschnittswerte unter Vernachlässigung der Profilausrundungen berechnet. Bei der beidseitigen Ausklüpfung bleibt im Ausklüpfungsbereich ein Rechteckquerschnitt übrig.

Anschluss mit Fahnenblech

Das Fahnenblech ist durch Schrauben mit dem Deckenträger und durch Schweißnähte mit dem Unterzug verbunden. Das erforderliche Schraubenbild und die erforderliche Schweißnahtdicke werden im Programm ermittelt. Optional können das Schraubenbild und die Schweißnahtdicke auch manuell vorgegeben werden, siehe Bild 2. Der Fahnenblechanschluss ist für die Querkraft V_d , für das Exzentrizitätsmoment M_{yd} und für das Torsionsmoment M_{Td} zu bemessen.

Exzentrizitätsmoment M_{yd}

$$M_{yd} = V_d \cdot e \quad \text{Gl. (5)}$$

e Ausmitte (Abstand Schwerpunkt Schraubenbild zum Unterzugsteg)

Aufgrund der starren Schweißverbindung kann die rechnerische Gelenklage nicht generell festgelegt werden. Nach Kahlmeyer, Hebestreit, Vogt [2] wird daher empfohlen, sowohl Schweiß- als auch Schraubverbindung mit dem Exzentrizitätsmoment zu belasten. Im Programm kann die rechnerische Gelenklage manuell vorgegeben werden.

Folgende Möglichkeiten stehen zur Verfügung, siehe hierzu auch Bild 1:

- Schweißverbindung biegesteif
- Schraubenverbindung biegesteif
- Schweiß- und Schraubenverbindung biegesteif

Torsionsmoment M_{Td}

$$M_{Td} = V_d \cdot (s + t_F) / 2 \quad \text{Gl. (6)}$$

s Stegdicke Deckenträger
 t_F Dicke des Fahnenblechs

Das Torsionsmoment entsteht durch den seitlichen Versatz des Fahnenblechs gegenüber der Stegebene des Deckenträgers.

Verbindung Fahnenblech – Deckenträger

Wird die Gelenklage im Schraubenanschluss angenommen, übertragen die Schrauben nur die Querkraft V_d . Es handelt sich dann um eine querkraftbeanspruchte Scher-Lochleibungsverbindung.



Die Querkraft verteilt sich gleichmäßig auf alle Schrauben. Wird die Verbindung aber zusätzlich mit dem Exzentrizitätsmoment M_{yd} belastet, handelt es sich um eine biegesteife Verbindung. Die maximale Schraubenkraft berechnet sich dann nach Gl.(7).

$$V_{ad} = \sqrt{\left(\frac{M_{yd}}{I_p} \cdot \frac{(n-1) \cdot e_3}{2}\right)^2 + \left(\frac{M_{yd}}{I_p} \cdot \frac{(m-1) \cdot e_3}{2} + \frac{V_d}{n \cdot m}\right)^2} \quad \text{Gl. (7)}$$

I_p polares Flächenmoment
2. Grades des Schraubenbildes

$$I_p = \frac{n \cdot m}{12} [(m^2 - 1) \cdot e_3^2 + (n^2 - 1) \cdot e^2] \quad \text{Gl. (8)}$$

e Schraubenabstand vertikal
 e_3 Schraubenabstand horizontal
 n Schraubenanzahl vertikal
 m Schraubenanzahl horizontal

Verbindung Fahnenblech – Unterzug

Außer der Querkraft V_d ist das Torsionsmoment M_{Td} und bei angenommener Gelenklage im Schraubenanschluss das Exzentrizitätsmoment M_{yd} zu übertragen.

Daraus resultieren folgende Schweißnahtspannungen:

Spannungen durch Querkraft V_d :

$$\tau_{w,v} = V_d / (2 \cdot a_w \cdot h_F) \quad \text{Gl. (9)}$$

Spannungen durch Torsionsmoment M_{Td} :

$$\tau_{w,T} = M_{Td} / [2 \cdot a_w \cdot (t_F + a_w) \cdot (h_F + a_w)] \quad \text{Gl. (10)}$$

Spannungen durch Exzentrizitätsmoment M_{yd} :

$$\sigma_w = M_{yd} / [h_F \cdot a_w \cdot (h_F/3 + t_F)] \quad \text{Gl. (11)}$$

a_w Kehlnahtdicke
 h_F Fahnenblechhöhe
 t_F Fahnenblechdicke

Vergleichsspannung:

$$\sigma_{w,v} = \sqrt{\sigma_w^2 + (\tau_{w,v} + \tau_{w,T})^2} \quad \text{Gl. (12)}$$

Nachweis Fahnenblech

Unmittelbar vor dem Schweißnahtanschluss wirken im Blech die gleichen Schnittgrößen wie in der Schweißnaht.

Spannungen durch Querkraft V_d :

$$\max \tau_v = 1,5 \cdot V_d / (t_F \cdot h_F) \quad \text{Gl. (13)}$$

Spannungen durch Torsionsmoment M_{Td} :

$$\max \tau_T = M_{Td} / (h_F \cdot \frac{t_F^2}{3}) \quad \text{Gl. (14)}$$

Spannungen durch Exzentrizitätsmoment M_{yd} :

$$\max \sigma_d = M_{yd} / (t_F \cdot \frac{h_F^2}{6}) \quad \text{Gl. (15)}$$

h_F Fahnenblechhöhe
 t_F Fahnenblechdicke

Vergleichsspannung:

$$\sigma_v = \sqrt{\max \sigma_d^2 + 3 \cdot (0,743 \cdot \max \tau_T)^2} \quad \text{Gl. (16)}$$

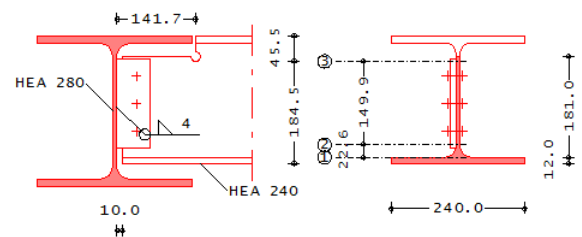


Bild 3. Anschluss mit Fahnenblech

Anschluss mit Winkeln

Die Winkel sind durch Schrauben mit dem Deckenträger und mit dem Unterzug verbunden.

Verbindung Winkel – Deckenträger

Der Anschluss ist für die Querkraft V_d und für das Exzentrizitätsmoment M_{yd} zu bemessen. Die Berechnung des Exzentrizitätsmomentes erfolgt dabei nach Gl. (5), die maximale Schraubenkraft berechnet sich nach Gl. (7).

Verbindung Winkel – Unterzug

Dieser Anschluss ist ebenfalls für die Querkraft V_d und für ein Exzentrizitätsmoment M_{yd} , dessen Drehpunkt vom Druckkontakt zwischen Winkel und Trägersteg gebildet wird, zu bemessen. Unter Voraussetzung eines einreihigen Schraubenbildes ergibt sich das Exzentrizitätsmoment nach Gl. (17) und damit die maximale Schraubenkraft nach Gl. (18).

$$M_{yd} = V_d \cdot e_A / 2 \quad \text{Gl. (17)}$$

e_A Ausmitte (Anreißmaß w_1 bzw. w_3)

$$V_{ad} = \sqrt{\left(\frac{V_d}{2 \cdot n}\right)^2 + \left(\frac{M_{yd}}{\sum z_i^2} \cdot z_i\right)^2} \quad \text{Gl. (18)}$$

n Anzahl der in einem Winkelschenkel vorhandenen Schrauben
 z_i z-Koordinate der Schraube i , diese bezieht sich auf den Schwerpunkt der Kontaktfläche und berechnet sich nach Gl. (19)

$$z_i = e_1 - \frac{h_D}{2} + (n - i) \cdot e \quad \text{Gl. (19)}$$

h_D Höhe der Kontaktfläche
 e_1 vertikaler Randabstand der Schrauben
 e vertikaler Abstand der Schrauben untereinander
 n Anzahl der in einem Winkelschenkel vorhandenen Schrauben

Nachweis der Kontaktpressung

Die Höhe der Kontaktfläche h_D wird zunächst geschätzt. Dieser Schätzwert ist iterativ zu verbessern, wenn die Kontaktpressung σ_d , Berechnung nach Gl. (20), die Grenznormalspannung σ_{Rd} überschreitet.

$$\sigma_d = \frac{M_{yd} \cdot \sum z_i / \sum z_i^2}{h_D \cdot b_D} \quad \text{Gl. (20)}$$

M_{yd} Exzentrizitätsmoment nach Gl. (17)
 h_D Höhe der Kontaktfläche
 b_D Breite der Kontaktfläche nach Gl. (21)

$$b_D = 1,58 \cdot t + 0,423 \cdot r - \Delta l \quad \text{Gl. (21)}$$

t Schenkeldicke des Winkels
 r Ausrundungsradius des Winkels
 Δl Abstand Deckenträger zum Unterzugsteg

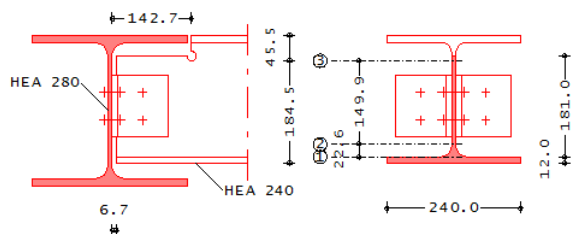


Bild 4. Anschluss mit Winkel

Anschluss mit Stirnplatte

Die Stirnplatte ist durch Schweißnähte mit dem Deckenträger und mit dem Unterzug verbunden. Durch die gute Zentrierung der Querkraft entstehen praktisch keine Exzentrizitätsmomente.

Verbindung Stirnplatte – Deckenträger

Vom Deckenträger wird die Querkraft V_d durch Schweißnähte in die Stirnplatte geleitet. Damit steht im Anschlussbereich nur eine der Nahtlänge entsprechende Steghöhe zur Querkraftaufnahme zur Verfügung.

Spannungen durch Querkraft V_d in der Schweißnaht:

$$\tau_{w,V} = V_d / (2 \cdot a_w \cdot h_S) \quad \text{Gl. (22)}$$

Spannungen durch Querkraft V_d im Deckenträgersteg:

$$\tau_V = V_d / (s \cdot h_S) \quad \text{Gl. (23)}$$

a_w Kehlnahtdicke
 h_S Stirnplattenhöhe
 s Stegdicke Deckenträger

Verbindung Stirnplatte – Unterzug

Die Stirnplatte gibt die Kräfte durch Schrauben an den Unterzugsteg ab. Es handelt sich um eine querkraftbeanspruchte Scher-Lochleibungsverbindung. Die Querkraft verteilt sich gleichmäßig auf alle Schrauben.

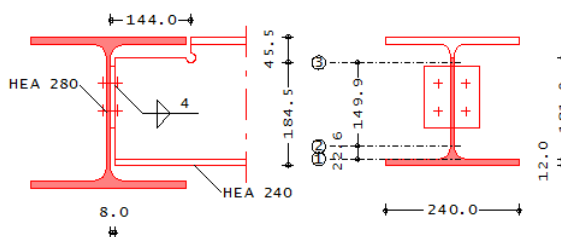


Bild 5. Anschluss mit Fahnenblech

Dipl.-Ing. Petra Licht
 mb AEC software GmbH
 mb-news@mbaec.de

Literatur:

- [1] Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN): DIN 18800-1 Stahlbauten Teil 1: Bemessung und Konstruktion, Ausgabe November 2008
- [2] Kahlmeyer, Hebestreit, Vogt: Stahlbau nach DIN 18800, Bemessung und Konstruktion Träger – Stützen - Verbindungen, 5. Auflage, 2008 Werner Verlag, Düsseldorf



BauStatik 2010

S064 Stahl-Trägerausklinkung, DIN 18800 (11/08)

Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel

BauStatik 5er-Pa/ bestehend aus:

5 BauStatik-Moduler ausgenommen: S018, S40



Leistungsbeschreibung des Vorgänger-Moduls
JETZT: S381.de Stahl-Trägerausklinkung – EC 3

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten (7,50 EUR) und ges. MwSt. Hardlock für Einzelplatzlizenz, je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Handbücher auf CD. Betriebssysteme Windows XP (32) / Windows Vista (32/64) / Windows 7 (32/64) – Stand: April 2022

