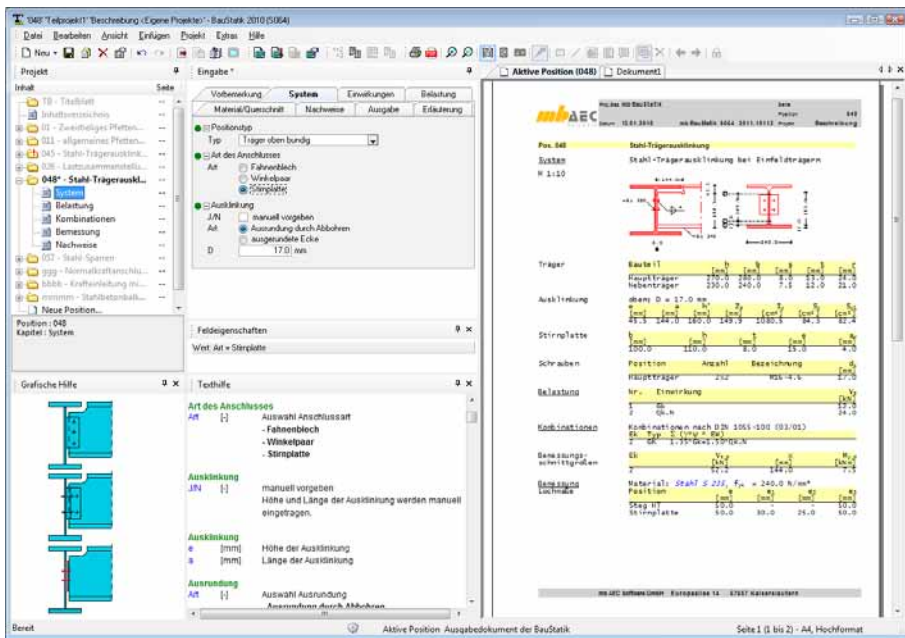


# S064 Stahl-Trägerausklinkung, DIN 18800 (11/08)

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



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.

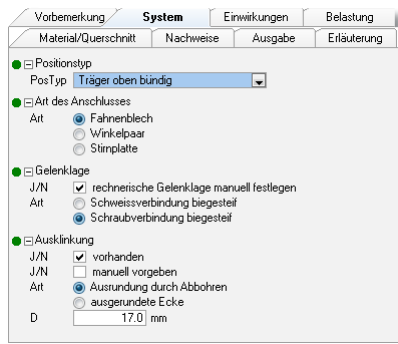


Bild 1. Eingabe der Systemdaten

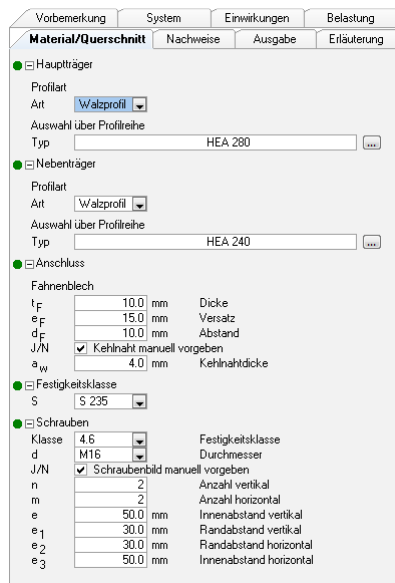


Bild 2. Eingabe der Anschlussgeometrie

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:

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

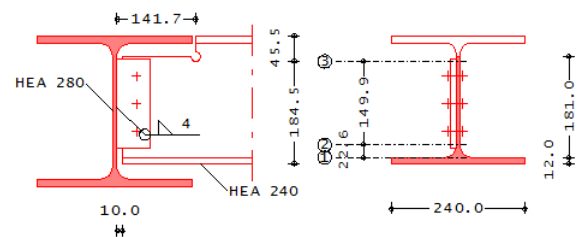


Bild 3. Anschluss mit Fahnenblech

### Anschluss mit Winkeln

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

#### Verbindung Winkel – Deckträger

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  $\sigma_d$ , Berechnung nach Gl. (20), die Grenznormalspannung  $\sigma_{Rd}$  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  
 $\Delta l$  Abstand Deckenträger zum Unterzugsteg

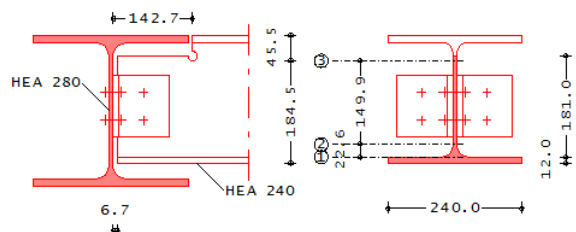


Bild 4. Anschluss mit Winkel

### 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.

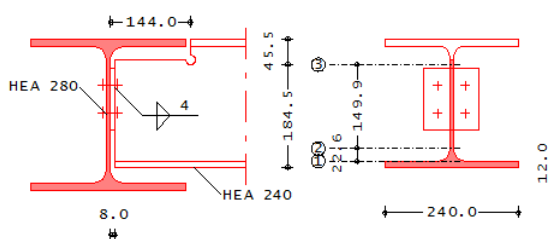


Bild 5. Anschluss mit Fahnenblech

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



## Angebote BauStatik 2010

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

Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel

**190,- EUR**

**BauStatik 5-er Paket bestehend aus:**

**5 BauStatik-Modulen nach freier Wahl**  
 ausgenommen: S018, S408, S409, S481, S755, S928

**890,- EUR**

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: Januar 2010