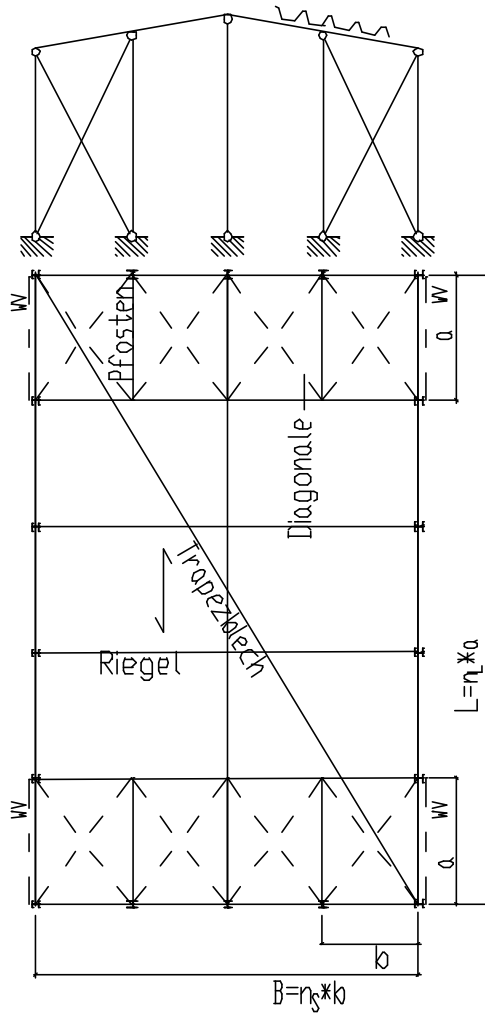


### 3.5 Schubfeldsteifigkeit



Hallendrauf- und Ansicht Bild 3.5-1

#### Erläuterung

In der nachfolgenden Berechnung wird die erforderliche mit der vorhandenen Schubfeldsteifigkeit verglichen. Ist die vorhandene größer als die erforderliche, so kann die Drehachse des Riegels im Rahmen als gebunden angesehen werden und man kann auf einen Nachweis des Biegedrillknickens verzichten. Es ist wichtig, daß bei den Riegeln verschiedene Rahmen betrachtet werden, da die Giebelrahmen in aller Regel eine andere Konstruktion aufweisen, als die mittleren Rahmen. Für die Berechnung der Schubfeldsteifigkeit muß unterschieden werden zwischen einer Befestigung in jeder Sicke und in jeder zweiten.

### Aufgabenstellung

In diesem Beispiel wird für den Riegel in der Giebelwand die Berechnung ausgeführt. Der Rahmen ist ein Durchlaufträger. Die gesamte Hallenbreite ist  $B = 12,18 \text{ m}$  und soll sich über zwei gleiche Felder erstrecken  $n_B = 2$ . Für den Schub sind in dieser Richtung 4 Felder angeordnet. Die Hallenlänge soll  $L = 20,10 \text{ m}$  sein und sich über 5 gleiche Felder in Hallen Längsrichtung erstrecken. In der Längsrichtung ist in den äußeren Feldern je ein Windverband angeordnet, es ist somit  $m_B = 2$ . Die Befestigung des Trapezbleches auf den Sparren soll in jeder Sicke erfolgen. Für den Riegel wird ein IPE 200 Profil gewählt und für den Diagonalverband ein Stahlseil mit dem Durchmesser  $d_s = 10 \text{ mm}$ . Die Pfosten im Verband werden mit IPE 80 Profilen ausgeführt. Die Dacheindeckung erfolgt durch ein Trapezblech, dessen statische Kenngrößen aus einer technischen Zulassung entnommen werden können. In diesem Beispiel wurde ein E95/075 verwendet mit den Kennwerten  $J_{\text{eff}} = 143 \text{ cm}^4/\text{m}$ ,  $t_p = 0,75 \text{ mm}$ , die Lage des Profils soll positiv sein,  $K_1 = 0,247 \text{ m/kN}$  und  $K_2 = 41,07 \text{ m}^2/\text{kN}$ . Der verwendete Stahl ist ST 37-2 und es ergibt sich für den Riegel ein plastisches Moment um die y-Achse in Designgröße  $M_{\text{plyd}} = 48,3 \text{ kNm}$ .

### Konstruktion

Voraussetzung für die Anwendung des nachfolgenden Blattes ist die Symmetrie in Hallenlängs- und -querrichtung.

Ausbildung der Rahmen

Tragsystem := 2

1 = Balken auf zwei Stützen, also nur positives Moment  
2 = eingespannter Balken oder Durchlaufträger, es gibt negative Momente im Bereich des Sparren

Hallenbreite

$B := 12.18\text{m}$

Anzahl der Felder in Hallenbreite  
(mit Stütze im First  $n_B = 2$   
ohne Stütze im First  $n_B = 1$ )

$n_B := 2$

Anzahl der Verbandsfelder des  
Dachverbandes

$n_S := 4$

Einzelfeldbreite  $B_{1F} := \frac{B}{n_B}$

$B_{1F} = 6.09 \text{ m}$

Einzelfeldbreite  
der Dachverbände  $b := \frac{B}{n_S}$

$b = 3.05 \text{ m}$

Hallenlänge

$L := 20.1\text{m}$

Felder in Längsrichtung

$n_L := 5$

Binderabstand  $a := \frac{L}{n_L}$

$a = 4.02 \text{ m}$

Anzahl der aussteifenden Verbände in Längsrichtung (WV)

$m_B := 2$

Befestigung des Profilbleches auf den  
Sparren (es gibt zwei Möglichkeiten  
"jede Sicke" oder "jede zweite Sicke")

Befestigung := "jede Sicke"

### Profil

Werte aus [5] Seiten 8.46f und 8.83ff

Dachsparren

IPE200

$$h := 200\text{mm}$$

$$b := 100\text{mm}$$

$$W_y := 194\text{cm}^3$$

$$I_z := 142\text{cm}^4$$

$$t_s := 5.5\text{mm}$$

$$t_g := 8.5\text{mm}$$

$$I_\omega := 12990\text{cm}^6$$

$$I_T := 6.98\text{cm}^4$$

#### Diagonale für Verband

Stahlseil

$$d_s := 10\text{mm}$$

$$A_d := \frac{\pi \cdot d_s^2}{4}$$

Pfosten für Verband

IPE80

$$h := 80\text{mm}$$

$$b := 46\text{mm}$$

$$A_p := 7.64\text{cm}^2$$

#### Dacheindeckung:

E 95 / 075

$$J_{\text{eff}} := 143 \frac{\text{cm}^4}{\text{m}}$$

Profilstärke

$$t_p := 0.75\text{mm}$$

Lage des Profils

Lage := "Positiv"

Beiwert

$$K_1 := 0.247 \frac{\text{m}}{\text{kN}}$$

$$K_2 := 41.07 \frac{\text{m}^2}{\text{kN}}$$

#### Material

Stahl := "St37-2"

maximale Blechstärke  $t := \max(t_s, t_g)$

$$t = 8.50\text{mm}$$

Streckgrenze

$$S_{f_{yk}}(\text{Stahl}, t) = 240.00 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Materialsicherheits-  
beiwert  $\gamma_M := 1.1$

$$f_{yk} := S_{f_{yk}}(\text{Stahl}, t)$$

Bemessungswert der Streckgrenze

$$f_{yd} := \frac{S_{f_{yk}}(\text{Stahl}, t)}{\gamma_M}$$

$$f_{yd} = 218.18 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Plastisches Moment aus Tabellenwerken für I-Profile (z.B. [5])

$$M_{plyd} := 48.3\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{plk} := M_{plyd} \cdot 1.1$$

$$M_{plk} = 53.13\text{kN}\cdot\text{m}$$

#### Erfassung vorhandener Schubsteifigkeiten

$$\text{erf}_S := \begin{cases} \left( 10.2 \cdot \frac{M_{plk}}{h} \right) & \text{if Tragsystem} = 1 \\ \left[ \left( \frac{E_{Stahl} \cdot I_{\omega} \cdot \pi^2}{L^2} + G_{Stahl} \cdot I_T + \frac{E_{Stahl} \cdot I_z \cdot \pi^2}{L^2} \cdot 0.25 \cdot h^2 \right) \cdot \left( \frac{70}{h^2} \right) \right] & \text{if Tragsystem} = 2 \end{cases}$$

$$\text{erf}_S = 6.27 \times 10^4 \text{ kN}$$

$$G_S := \frac{10^4}{K_1 + \frac{K_2}{L}}$$

$$G_S = 4.37 \times 10^3 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$S_{\text{Trapez}} := a \cdot G_S$$

$$S_{\text{Trapez}} = 1.76 \times 10^4 \text{ kN}$$

$$S_{\text{Verband}} := \frac{a^2 \cdot b \cdot E_{\text{Stahl}}}{\frac{(\sqrt{a^2 + b^2})^3}{A_d} + \frac{a^3}{A_p}}$$

$$S_{\text{Verband}} = 171.11 \text{ kN}$$

$$S_{\text{Riegel}} := \frac{m_B \cdot a \cdot S_{\text{Verband}}}{L}$$

$$S_{\text{Riegel}} = 68.44 \text{ kN}$$

$$\text{vorh}_S := \begin{cases} (S_{\text{Trapez}} + S_{\text{Riegel}}) & \text{if Befestigung} = \text{"jede Sicke"} \\ (0.2 S_{\text{Trapez}} + S_{\text{Riegel}}) & \text{if Befestigung} = \text{"jede zweite Sicke"} \end{cases}$$

$$\text{vorh}_S = 1.76 \times 10^4 \text{ kN}$$

Nachweis

$$\text{Nachweis}(\text{vorh}_S, \text{erf}_S) = \text{"Nachweis erfüllt !!"}$$

#### Hinweis:

Ist der Nachweis erfüllt, so kann die Drehachse als gebunden angesehen werden und auf ein Nachweis für das Biegedrillknicken kann dann verzichtet werden.  
Ist der Nachweis nicht erfüllt, so muß nach [8] Teil 2 Gl. 7 ein Biegedrillknicknachweis ohne Beachtung des Schubfeldes geführt werden. Man kann bei diesem Nachweis die vorhandenen Tragsicherheitsreserven des Schubfeldes nicht nutzen. Ist ein Ergebnis gefordert, bei dem die Reserven in Rechnung gestellt werden sollen, so ist auf ein geeignetes Programm zurückzugreifen (z. B. [13]). Es besteht dann die Möglichkeit, daß durch das Einsetzen von  $\text{vorh}_S$  eine ausreichende Tragsicherheit nachgewiesen werden kann.

$\text{kN} \equiv 1000 \cdot \text{N}$

$\text{MN} \equiv 1000 \cdot \text{kN}$

➔ Übersicht:C:\\_CD-ROM Mathcad\Arbeitsblaetter\MIT\TV\_3\_51\_Charakteristische\_Werte.mcd(R)

➔ Übersicht:C:\\_CD-ROM Mathcad\Arbeitsblaetter\MIT\TV\_3\_52\_Nachweis.mcd(R)