

## Übungen Holzbau III



DIN EN 1995-1-1 Eurocode 5:2010-12  
DIN EN 1995-1-1 Nationaler Anhang:2013-08  
DIN EN 1995-1-1/A2:2014-07

Ab Sommersemester 2020



## Inhaltsverzeichnis der Übungsaufgaben

|          |                                                                                                                                           |           |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Verstärkungen .....</b>                                                                                                                | <b>3</b>  |
| 1.1      | Entwurf eines unverstärkten Schräganschlusses in GL24h .....                                                                              | 3         |
| 1.2      | Entwurf eines verstärkten Queranschlusses in GL28h.....                                                                                   | 4         |
| 1.3      | GL32h-Träger mit unverstärkten Durchbrüchen .....                                                                                         | 5         |
| 1.4      | Verstärkung von Durchbrüchen an einem GL32h-Träger.....                                                                                   | 5         |
| 1.5      | Spannungsnachweise an einem GL28h-Durchlaufträger mit ausgeklinkten Enden.....                                                            | 6         |
| 1.6      | Verstärkung einer rechtwinkligen Ausklinkung am Ende eines GL32h-Trägers.....                                                             | 7         |
| <b>2</b> | <b>Berechnung eines GL24h-Pulldachträgers .....</b>                                                                                       | <b>8</b>  |
| 2.1      | Lastannahmen für das Dach und Belastung eines Pulldachträgers.....                                                                        | 8         |
| 2.2      | Charakteristische Werte der Belastung .....                                                                                               | 8         |
| 2.3      | Bemessungswerte der Belastung für den Standsicherheitsnachweis .....                                                                      | 8         |
| 2.4      | Schubspannungsnachweis am Auflager.....                                                                                                   | 8         |
| 2.5      | Biegespannungsnachweise.....                                                                                                              | 8         |
| 2.6      | Stabilitätsnachweis .....                                                                                                                 | 8         |
| 2.7      | Gebrauchstauglichkeitsnachweis .....                                                                                                      | 8         |
| <b>3</b> | <b>Berechnung eines GL24h-Satteldachträgers mit geradem unteren Rand.....</b>                                                             | <b>9</b>  |
| 3.1      | Lastannahmen für das Dach und Belastung eines Satteldachträgers.....                                                                      | 9         |
| 3.2      | Charakteristische Werte der Belastung .....                                                                                               | 9         |
| 3.3      | Bemessungswerte der Belastung für den Standsicherheitsnachweis .....                                                                      | 9         |
| 3.4      | Schubspannungsnachweis am Auflager.....                                                                                                   | 9         |
| 3.5      | Biegespannungsnachweise.....                                                                                                              | 9         |
| 3.6      | Querzugspannungsnachweis im Firstbereich .....                                                                                            | 9         |
| 3.7      | Stabilitätsnachweis .....                                                                                                                 | 9         |
| 3.8      | Gebrauchstauglichkeitsnachweis .....                                                                                                      | 9         |
| <b>4</b> | <b>Berechnung eines gekrümmten GL28h-Trägers mit konstanter Trägerhöhe .....</b>                                                          | <b>10</b> |
| 4.1      | Bemessungswerte der Belastung für den Standsicherheitsnachweis .....                                                                      | 10        |
| 4.2      | Spannungsnachweise am Auflager .....                                                                                                      | 10        |
| 4.3      | Biegespannungsnachweise.....                                                                                                              | 10        |
| 4.4      | Stabilitätsnachweis .....                                                                                                                 | 10        |
| 4.5      | Nachweis der Querzugspannungen im Firstquerschnitt .....                                                                                  | 10        |
| 4.6      | Gebrauchstauglichkeitsnachweis .....                                                                                                      | 10        |
| <b>5</b> | <b>Berechnung eines GL24h-Satteldachträgers mit gekrümmtem unteren Rand in den Varianten lose aufgesattelter / fester Firstkeil .....</b> | <b>11</b> |
| 5.1      | Lastannahmen für das Dach und Belastung eines Satteldachträgers.....                                                                      | 11        |
| 5.2      | Charakteristische Werte der Belastung .....                                                                                               | 11        |
| 5.3      | Bemessungswerte der Belastung für den Standsicherheitsnachweis .....                                                                      | 11        |
| 5.4      | Schubspannungsnachweis am Auflager.....                                                                                                   | 11        |
| 5.5      | Biegespannungsnachweise im nicht gekrümmten Bereich analog einem Satteldachträger mit geradem Untergurt.....                              | 11        |

|          |                                                                                      |           |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.6      | Biegespannungsnachweis im gekrümmten Bereich am First .....                          | 12        |
| 5.7      | Querzugspannungsnachweis im Firstbereich .....                                       | 12        |
| 5.8      | Stabilitätsnachweis .....                                                            | 12        |
| 5.9      | Gebrauchstauglichkeitsnachweis .....                                                 | 12        |
| 5.10     | Biegespannungsnachweis im gekrümmten Bereich am First bei festem Firstkeil .....     | 12        |
| 5.11     | Querzugspannungsnachweis im Firstbereich bei festem Firstkeil .....                  | 12        |
| 5.12     | Verstärkung mit eingeklebten Stahlstäben .....                                       | 12        |
| 5.13     | Stabilitätsnachweis bei festem Firstkeil .....                                       | 12        |
| 5.14     | Gebrauchstauglichkeitsnachweis bei festem Firstkeil .....                            | 12        |
| <b>6</b> | <b>Bemessung einer C24-Sparrenpfette als Gelenkträger .....</b>                      | <b>13</b> |
| <b>7</b> | <b>Bemessung einer C24-Sparrenpfette als Koppelträger .....</b>                      | <b>15</b> |
| <b>8</b> | <b>Verbindungen Holz-Holz und Stahl-Holz mit Dübeln besonderer Bauart in GL24h..</b> | <b>16</b> |
| 8.1      | Abhängung mit 4 Dübeln .....                                                         | 16        |

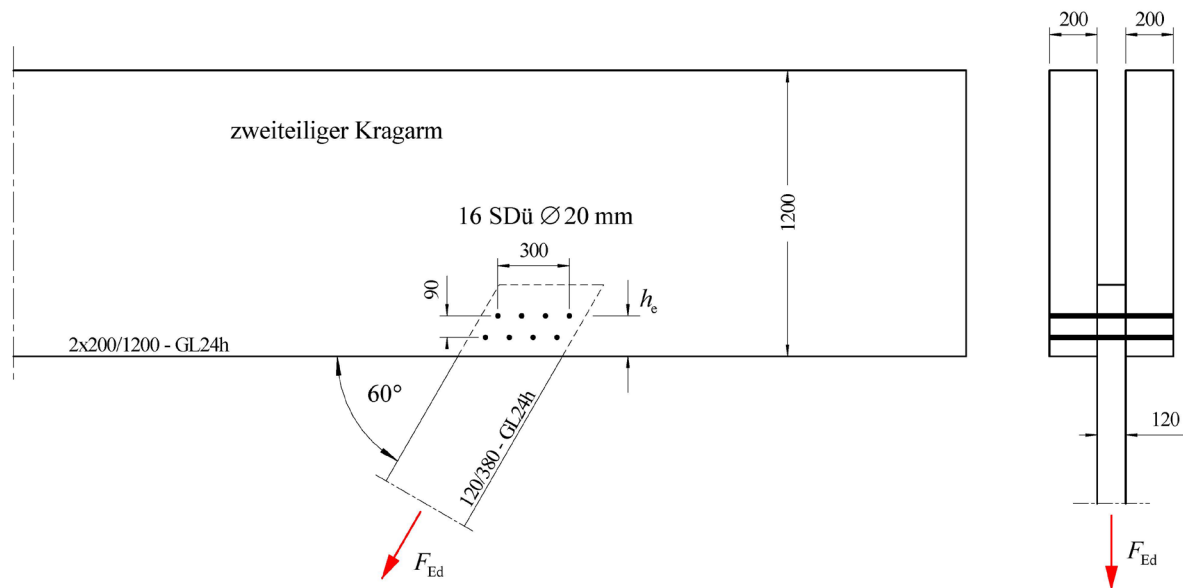
## 1 Verstärkungen

### 1.1 Entwurf eines unverstärkten Schräganschlusses in GL24h

In der dargestellten Konstruktion leiten Stabdübel eine Kraft vom schrägen Stab in den zweiteiligen Kragträger ein.

Bestimmen Sie aus der Tragfähigkeit für Querkzug des Kragarms den Wert der aufnehmbaren Kraft  $F_{Ed}$  für die Werte  $h_e = 170 / 300 / 500 / 700 / 840$  mm.

NKL 1 und KLED kurz



## 1.2 Entwurf eines verstärkten Queranschlusses in GL28h

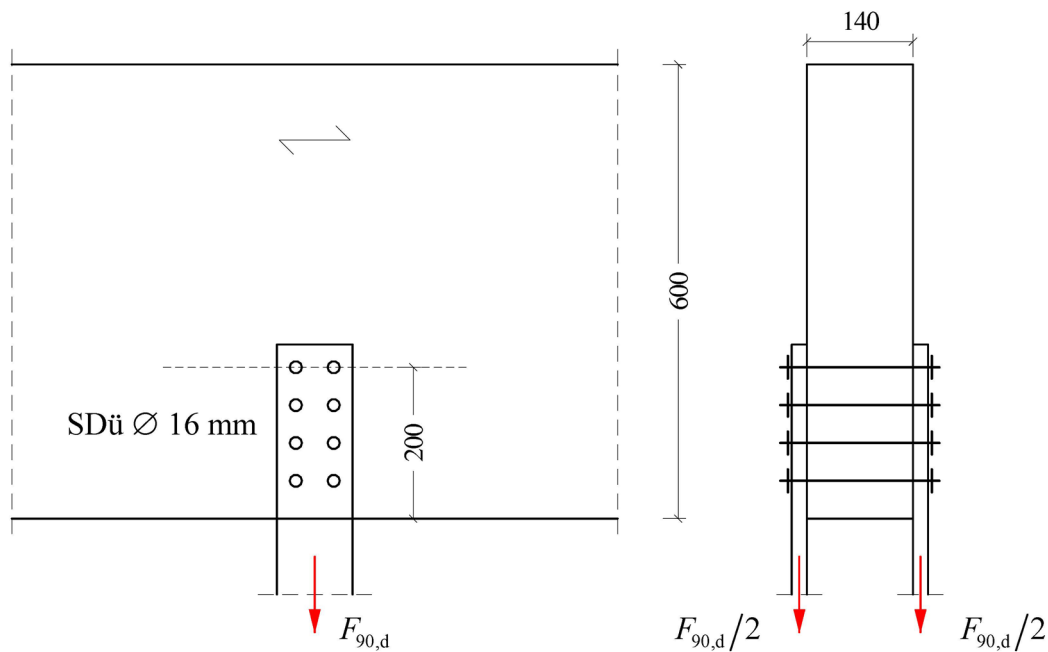
Der Queranschluss an einen Träger aus GL28h soll durch

- eingeklebte Betonrippenstählen nach DIN 488 oder
- aufgeklebte Sperrholzstreifen F40/30 E60/40

verstärkt werden. Die anzuschließende Kraft  $F_{90,d}$  wird über zwei außen liegende Stahlbleche mit Passbolzen in den horizontalen BSH-Träger eingeleitet.

Der Bemessungswert der Belastung beträgt  $F_{90,d} = 150 \text{ kN}$ . Für die jeweilige Verstärkungsvariante soll überprüft werden, ob diese Belastung aufgenommen werden kann. Falls die gegebene Belastung  $F_{90,d}$  unzulässig hoch ist, soll der maximal aufnehmbare Wert ermittelt werden.

KLED = kurz, Nutzungsklasse NKL 1.



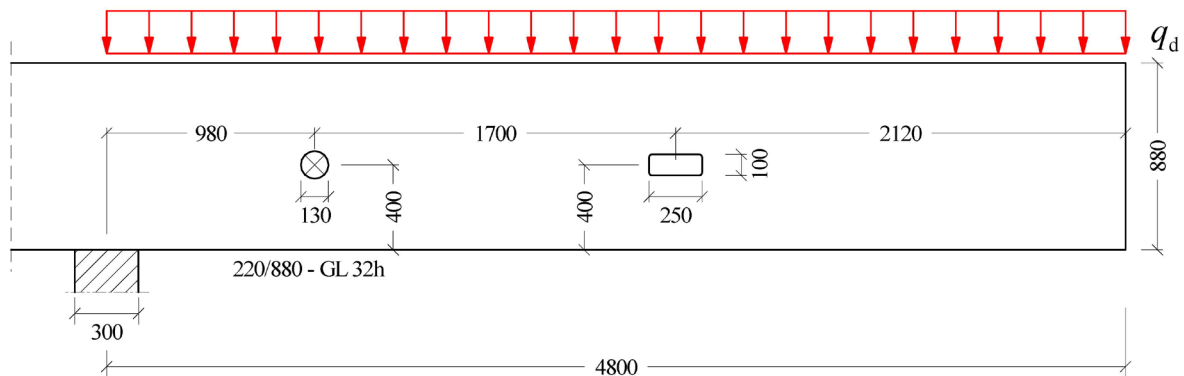
### 1.3 GL32h-Träger mit unverstärkten Durchbrüchen

Im Bereich einer Auskragung eines Brettschichtholzträgers sind ein rechteckiger Durchbruch und ein runder Durchbruch erforderlich. Es muss der Nachweis geführt werden, dass diese Durchbrüche ohne Verstärkung zulässig sind.

$$q_d = 28 \text{ kN/m} \quad \text{KLED=kurz, NKL 1}$$

Biegerandspannungen in der Mitte des rechteckigen Durchbruchs

$$\sigma_{m,d,o} = 2,20 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{m,d,u} = 2,25 \text{ N/mm}^2$$



### 1.4 Verstärkung von Durchbrüchen an einem GL32h-Träger

Der Durchmesser des kreisförmigen Durchbruchs links am Brettschichtholzträger aus Aufgabe 0 wird auf 160 mm vergrößert. Sowohl für den runden als auch für den rechteckigen Durchbruch sollen zwei Verstärkungsvarianten untersucht werden:

- Variante mit eingeklebten Betonrippenstählen mit  $d_r = 10 \text{ mm}$
- Variante mit aufgeklebten Sperrholzplatten F40/30 E60/40 in der Dicke von  $t_r = 10 \text{ mm}$ .

$$q_d = 105 \text{ kN/m} \quad \text{KLED=kurz, NKL 1}$$

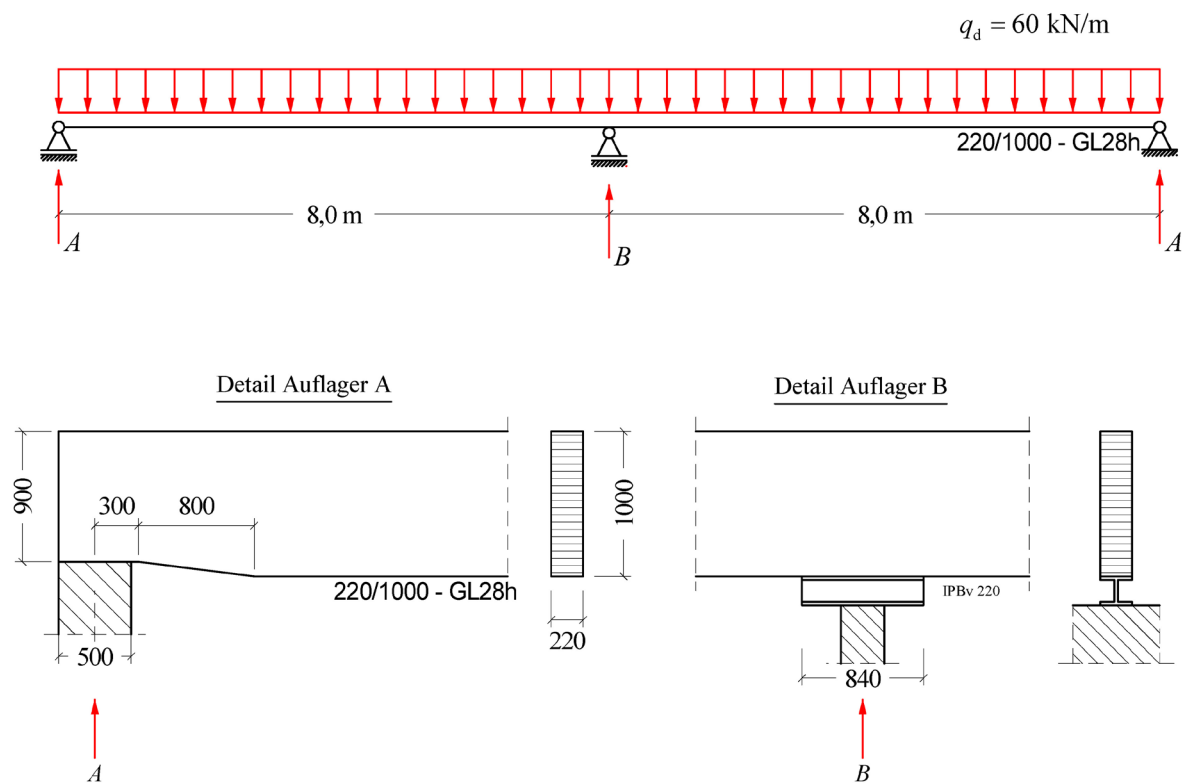
Biegerandspannungen in der Mitte des rechteckigen Durchbruchs

$$\sigma_{m,d,o} = 8,25 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{m,d,u} = 8,45 \text{ N/mm}^2$$

### 1.5 Spannungsnachweise an einem GL28h-Durchlaufträger mit ausgeklinkten Enden

Der dargestellte Träger ist gegen seitliches Ausweichen gesichert. Führen Sie den Nachweis der Tragfähigkeit für KLED kurz und NKL 1:

- Nachweis der Biegespannungen
- Nachweis der Schubspannungen
- Nachweis der Querdruckspannungen





### 1.6 Verstärkung einer rechtwinkligen Ausklinkung am Ende eines GL32h-Trägers

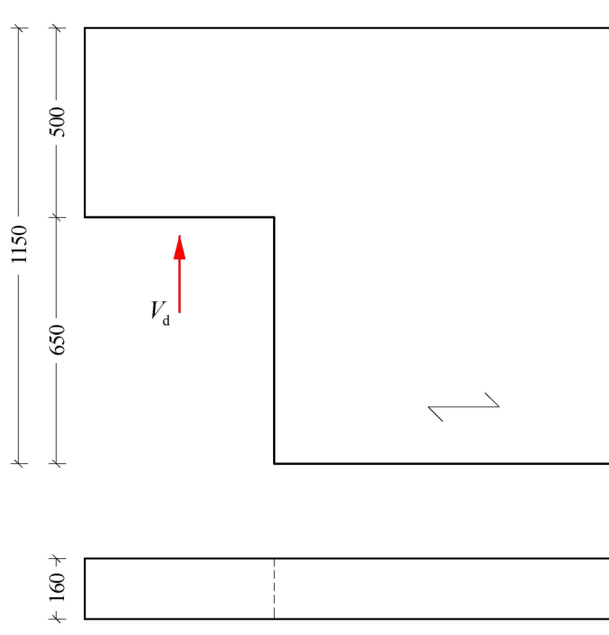
Die rechtwinklige Ausklinkung am Auflager eines Trägers aus GL32h soll durch eingeklebte Gewindestangen oder aufgeklebte Sperrholzstreifen verstärkt werden.

Es sollen folgende zwei Verstärkungsvarianten untersucht werden:

- Variante mit eingeklebten Betonrippenstählen mit  $d_r = 16 \text{ mm}$
- Variante mit aufgeklebten Sperrholzplatten F40/30 E60/40 in der Dicke von  $t_r = 12 \text{ mm}$

Der Bemessungswert der Querkraft beträgt  $V_d = 77 \text{ kN}$ . Für die jeweilige Verstärkungsvariante soll überprüft werden, ob diese Querkraft aufgenommen werden kann. Falls die Querkraft unzulässig hoch ist, soll der maximal aufnehmbare Wert ermittelt werden.

KLED = kurz, Nutzungsklasse NKL 1.

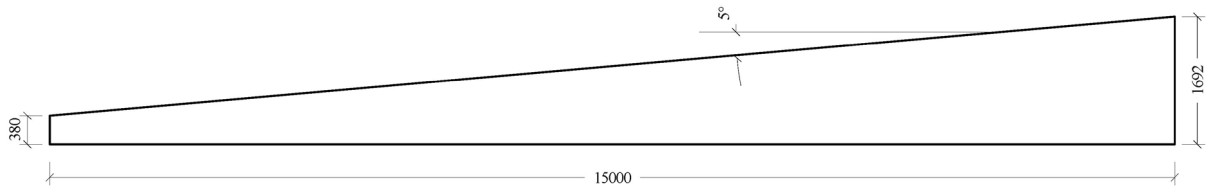


## 2 Berechnung eines GL24h-Pulldachträgers

Für eine allseitig geschlossene Halle mit Standort Mecklenburg-Vorpommern soll ein Pulldachträger aus GL24h bemessen werden. Die Abmessungen des Trägers sind wie folgt:

$$h_s = 380 \text{ mm} \quad h_{ap} = 1.692 \text{ mm} \quad b = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Überhöhung } w_c = 20 \text{ mm}$$



Abmessungen der Halle und Lastannahmen Dach

|                   |                                       |                                                                                                         |
|-------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hallenhöhe        | $h \leq 8 \text{ m}$                  | Als Dacheindeckung werden Faserzementwellplatten gewählt. Das Dach ist ohne Wärmeisolierung ausgeführt. |
| Stützweite Binder | $l = 15,0 \text{ m}$                  |                                                                                                         |
| Binderabstand     | $a = 6,0 \text{ m}$                   |                                                                                                         |
| Verbandsabstand   | $l_v = 3 \cdot 1,15 = 3,45 \text{ m}$ | Nutzungs-kategorie: NKL 1                                                                               |
| Dachneigung       | $\alpha = 5,0^\circ$                  |                                                                                                         |
|                   | $\sin 5^\circ = 0,087$                |                                                                                                         |
|                   | $\cos 5^\circ = 0,996 \approx 1$      |                                                                                                         |

Standort: Mecklenburg-Vorpommern

### Arbeitsschritte:

#### 2.1 Lastannahmen für das Dach und Belastung eines Pulldachträgers

Die Bemessung wird hier nur für die Hauptlasten auf das Dach durchgeführt. Aus Windlasten auf den Giebel bzw. die Seitenwände sowie aus Seitenlasten von Kippstabilisierungen der Binder entstehen zusätzliche Längskräfte in den Pulldachträgern, die zur Vereinfachung in dieser Lösung nicht berücksichtigt sind.

|                                                               |                                                             |      |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------|
| FZ-Wellplatten                                                | $g_{\text{Deckung}} = 0,20 \text{ kN/m}^2$                  | Dfl. |
| Sparrenpfetten ( $\square 100/160$ : ca. $0,1 \text{ kN/m}$ ) | $g_{\text{Pfetten}} = 0,10 \text{ kN/m}^2$                  | Dfl. |
| Summe Eigengewicht                                            | $g = 0,30 \text{ kN/m}^2$                                   | Dfl. |
| Schneelast                                                    | $\bar{s} = 0,75 \text{ kN/m}^2$                             | Gfl. |
| Windlast (Sog)                                                | $w_s = c_p \cdot q = -0,6 \cdot 0,5 = -0,30 \text{ kN/m}^2$ | Dfl. |

#### 2.2 Charakteristische Werte der Belastung

#### 2.3 Bemessungswerte der Belastung für den Standsicherheitsnachweis

#### 2.4 Schubspannungsnachweis am Auflager

#### 2.5 Biegespannungsnachweise

#### 2.6 Stabilitätsnachweis

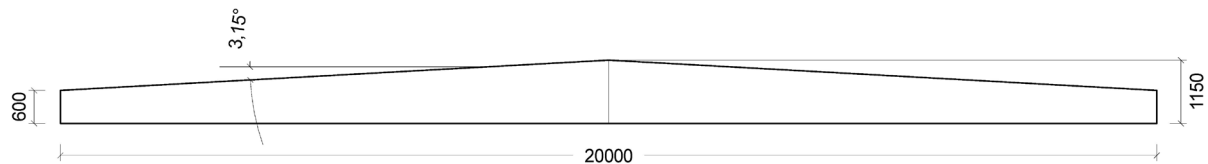
#### 2.7 Gebrauchstauglichkeitsnachweis

### 3 Berechnung eines GL24h-Satteldachträgers mit geradem unteren Rand

Für eine allseitig geschlossene Halle mit Standort Mecklenburg-Vorpommern soll ein Satteldachträger bemessen werden. Die Abmessungen des Trägers aus GL24h sind wie folgt:

$$h_s = 600 \text{ mm} \quad h_{ap} = 1.150 \text{ mm} \quad b = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Überhöhung } w_0 = 50 \text{ mm}$$



Abmessungen der Halle und Lastannahmen Dach

|                   |                                       |
|-------------------|---------------------------------------|
| Hallenhöhe        | $h \leq 8 \text{ m}$                  |
| Stützweite Binder | $l = 20,0 \text{ m}$                  |
| Binderabstand     | $a = 6,0 \text{ m}$                   |
| Verbandsabstand   | $l_v = 3 \cdot 1,15 = 3,45 \text{ m}$ |
| Dachneigung       | $\alpha = 3,15^\circ$                 |
|                   | $\sin 3,15^\circ = 0,055$             |
|                   | $\cos 3,15^\circ = 0,998 \approx 1$   |

Standort: Mecklenburg-Vorpommern

#### Arbeitsschritte:

- 3.1 Lastannahmen für das Dach und Belastung eines Satteldachträgers
- 3.2 Charakteristische Werte der Belastung
- 3.3 Bemessungswerte der Belastung für den Standsicherheitsnachweis
- 3.4 Schubspannungsnachweis am Auflager
- 3.5 Biegespannungsnachweise
- 3.6 Querkzugspannungsnachweis im Firstbereich
- 3.7 Stabilitätsnachweis
- 3.8 Gebrauchstauglichkeitsnachweis

#### 4 Berechnung eines gekrümmten GL28h-Trägers mit konstanter Trägerhöhe

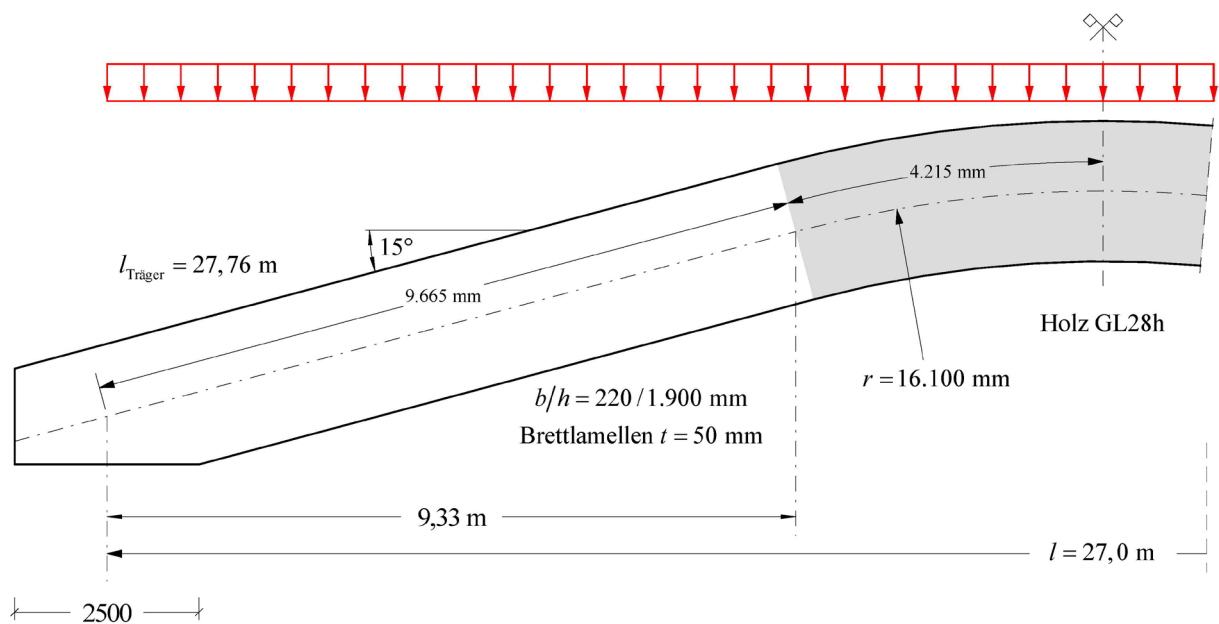
Ein gekrümmter Träger aus GL28h mit konstantem Querschnitt  $b/h = 220/1.900$  mm soll bemessen werden. Der Firstquerschnitt ist gegen seitliches Ausweichen durch eine Einzelabstützung gehalten. Die Trägerenden sind gabelgelagert. Es muss die Frage geklärt werden, ob weitere Kippstabilisierungen erforderlich sind.

Charakteristische Werte der Belastung (Gleichstreckenlast am oberen Rand angreifend):

$$G_k = 4,8 \text{ kN/m} \quad \text{Eigengewicht}$$

$$Q_k = 12,4 \text{ kN/m} \quad \text{Schneelast an einem Ort in einer Höhe unter NN +1.000 m (KLED = kurz)}$$

Dachneigung  $\alpha = 15^\circ$ , Nutzungsklasse NKL 1, Überhöhung  $w_0 = 35$  mm.



##### Arbeitsschritte:

- 4.1 Bemessungswerte der Belastung für den Standsicherheitsnachweis
- 4.2 Spannungsnachweise am Auflager
- 4.3 Biegespannungsnachweise
- 4.4 Stabilitätsnachweis
- 4.5 Nachweis der Querkzugspannungen im Firstquerschnitt
- 4.6 Gebrauchstauglichkeitsnachweis

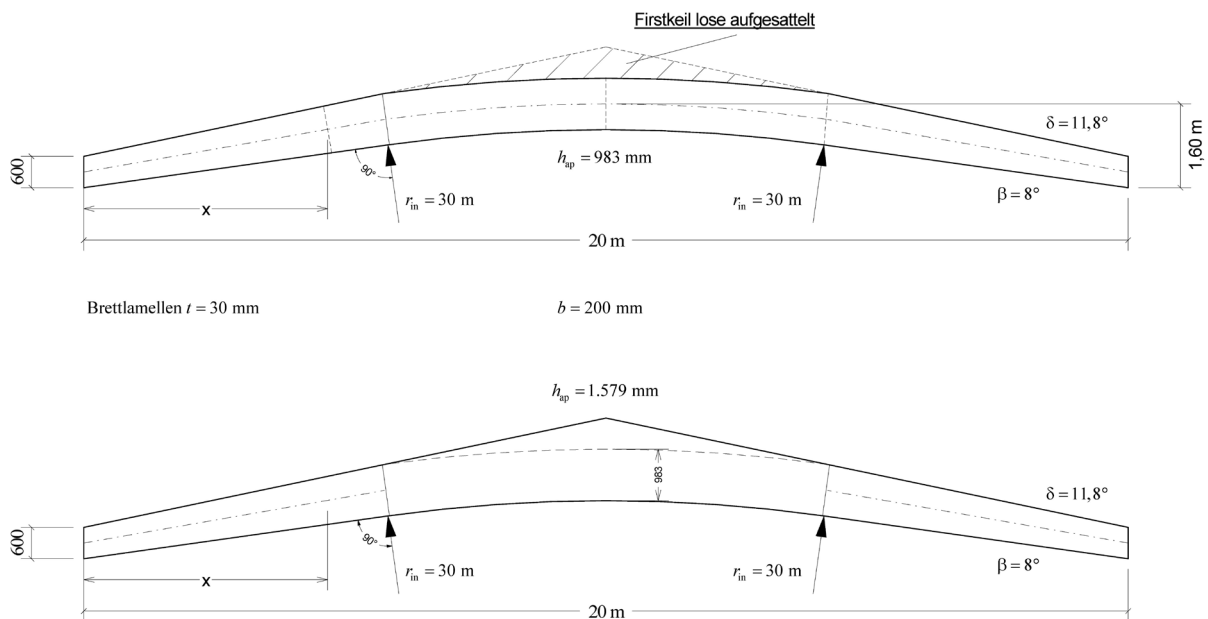
## 5 Berechnung eines GL24h-Satteldachträgers mit gekrümmtem unteren Rand in den Varianten lose aufgesattelter / fester Firstkeil

Für eine allseitig geschlossene Halle mit Standort Mecklenburg-Vorpommern soll ein Satteldachträger aus GL24h mit gekrümmtem unteren Rand bemessen werden. Im gekrümmten Bereich ist der Träger ausreichend gegen seitliches Ausweichen gesichert.

Abmessungen des Trägers:

$$b = 200 \text{ mm} \quad h_s = 600 \text{ mm} \quad h_{ap} = 983 \text{ mm} \quad \delta = 11,8^\circ \quad \beta = 8^\circ$$

$$r_{in} = 30 \text{ m} \quad u_0 = 50 \text{ mm (Überhöhung)}$$



Abmessungen der Halle und Lastannahmen Dach

|                   |                                       |
|-------------------|---------------------------------------|
| Hallenhöhe        | $h \leq 8 \text{ m}$                  |
| Stützweite Binder | $l = 20,0 \text{ m}$                  |
| Binderabstand     | $a = 6,0 \text{ m}$                   |
| Verbandsabstand   | $l_v = 3 \cdot 1,15 = 3,45 \text{ m}$ |
| Dachneigung       | $\delta = 11,8^\circ$                 |

Als Dacheindeckung werden Faserzementwellplatten gewählt.

### Arbeitsschritte:

#### 5.1 Lastannahmen für das Dach und Belastung eines Satteldachträgers

Lastannahmen wie Beispiel Gelenkträger und Koppelträger.

#### 5.2 Charakteristische Werte der Belastung

#### 5.3 Bemessungswerte der Belastung für den Standsicherheitsnachweis

#### 5.4 Schubspannungsnachweis am Auflager

#### 5.5 Biegespannungsnachweise im nicht gekrümmten Bereich analog einem Satteldachträger mit geradem Untergurt.

- 5.6 Biegespannungsnachweis im gekrümmten Bereich am First**
- 5.7 Querkzugspannungsnachweis im Firstbereich**
- 5.8 Stabilitätsnachweis**
- 5.9 Gebrauchstauglichkeitsnachweis**
- 5.10 Biegespannungsnachweis im gekrümmten Bereich am First bei festem Firstkeil**
- 5.11 Querkzugspannungsnachweis im Firstbereich bei festem Firstkeil**
- 5.12 Verstärkung mit eingeklebten Stahlstäben**
- 5.13 Stabilitätsnachweis bei festem Firstkeil**
- 5.14 Gebrauchstauglichkeitsnachweis bei festem Firstkeil**

## 6 Bemessung einer C24-Sparrenpfette als Gelenkträger

Für eine allseitig geschlossene unbeheizte Lagerhalle (Standort Mecklenburg-Vorpommern) mit einem Satteldach sollen Sparrenpfetten als Unterkonstruktion zu großformatigen Faserzement-Wellplatten ohne Wärmedämmung als Gelenkträger über 9 Felder bemessen werden.

Die Bemessung wird hier nur für die Hauptlasten auf das Dach durchgeführt. Aus Windlasten auf den Giebel bzw. die Seitenwände sowie aus Seitenlasten von Kippstabilisierungen der Binder entstehen zusätzliche Längskräfte in den Sparrenpfetten, die zur Vereinfachung in dieser Aufgabe nicht berücksichtigt sind.

Windlastzone ist 1 und Schneelastzone ist 2.

Folgende baulichen Parameter sind gegeben:

Hallenhöhe  $\leq 8 \text{ m}$

Hallenlänge  $L = 9 \cdot 6 \text{ m} = 54 \text{ m}$

Pfettenabstand  $1,15 \text{ m}$  nach Herstellerangaben der Dacheindeckung

Dachneigung  $\alpha = 11,8^\circ$

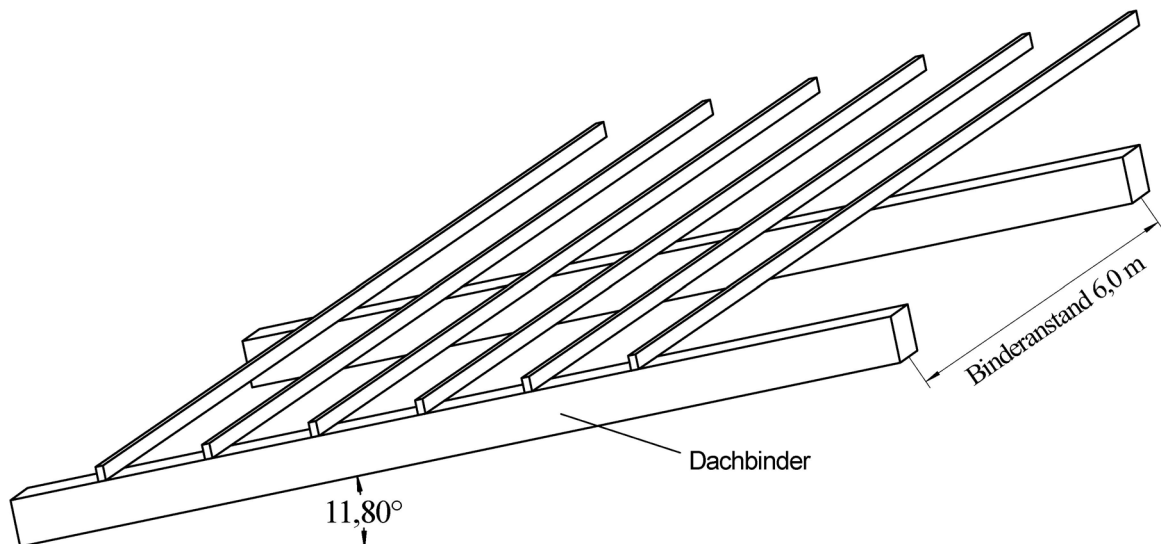


Abb. 6-1 Lage der Sparrenpfetten auf den Dachbindern

### Lastannahmen für das Dach und Belastungen einer Sparrenpfette

|                                                                                          |                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Faserzement-Wellplatten pro $\text{m}^2$ Dachfläche                                      | $g_{\text{Deckung}} = 0,20 \text{ kN/m}^2$                     |
| Sparrenpfetten ca. 100/160 mm pro $\text{m}^2$ Dachfläche                                | $g_{\text{Pfetten}} = 0,10 \text{ kN/m}^2$                     |
| Summe Eigengewicht pro $\text{m}^2$ Dachfläche                                           | $g = 0,30 \text{ kN/m}^2$                                      |
| Schneelast auf das Dach pro $\text{m}^2$ Grundfläche                                     | $s_1 = \mu_1 \cdot s_k = 0,8 \cdot 0,85 = 0,68 \text{ kN/m}^2$ |
| Windsog pro $\text{m}^2$ Dachfläche<br>(Rand- und Eckbereiche sind nicht berücksichtigt) | $w_s = c_p \cdot q = -0,6 \cdot 0,5 = -0,30 \text{ kN/m}^2$    |

Da die Windlasten etwa so groß sind wie die Eigengewichte, besteht keine ausreichende Sicherheit gegenüber Abheben. Es ist daher eine Lagesicherung der Sparrenpfetten vorzusehen.

**Arbeitsschritte:**

- a) Charakteristische Werte der Belastung
- b) Bemessungswerte der Belastung für den Standsicherheitsnachweis
- c) Standsicherheitsnachweis der Sparrenpfette als Gelenkträger  
Querschnitt für die Endfelder 140/160 mm  
Querschnitt für die Innenfelder 100/160 mm
- d) Abhebenachweis
- e) Gebrauchstauglichkeitsnachweis der Sparrenpfette
- f) Entwurf und Standsicherheitsnachweis der Anschlüsse (Gelenk)
- g) Nachweise am Auflager Sparrenpfette/Binder
- h) Berechnungsergebnisse bei Verwendung eines Computerprogramms



## **7 Bemessung einer C24-Sparrenpfette als Koppelträger**

Die Aufgabenstellung ist nahezu identisch mit der Aufgabe 6.

Die Lastannahmen werden von Aufgabe 6 übernommen.

a) Charakteristische Werte der Belastung

Die charakteristischen Werte der Belastung werden aus Aufgabe 6 übernommen.

b) Bemessungswerte der Belastung für den Standsicherheitsnachweis

Die Bemessungswerte der Belastung werden aus Aufgabe 6 übernommen.

Arbeitsschritte:

- c) Standsicherheitsnachweis der Sparrenpfette als Koppelträger
- d) Abhebenachweis
- e) Gebrauchstauglichkeitsnachweis der Sparrenpfette nach DIN 1052:2004
- f) Entwurf und Standsicherheitsnachweis der Anschlüsse (Kopplung)
- g) Nachweise am Auflager Sparrenpfette/Binder
- h) Berechnungsergebnisse bei Verwendung eines Computerprogramms

## 8 Verbindungen Holz-Holz und Stahl-Holz mit Dübeln besonderer Bauart in GL24h

### 8.1 Abhängung mit 4 Dübeln

Eine Abhängung soll wahlweise mit einer Lasche aus Holz oder Stahl realisiert werden. In den Verbindungseinheiten werden neben Dübeln besonderer Bauart jeweils Bolzen M16 mit Standard-Unterscheiben verwendet.

Berechnen Sie die maximal aufnehmbare Last  $F_d$  für folgende Varianten

- bei Verwendung einer Abhängung aus Holz mit Dübeln Typ A1 mit  $d_c = 95$  mm
- bei Verwendung einer Abhängung aus Holz mit Dübeln Typ C1 mit  $d_c = 95$  mm
- bei Verwendung einer Abhängung aus Holz mit Dübeln Typ C5 mit  $d_c = 100$  mm
- bei Verwendung einer Abhängung aus Stahl mit Dübeln Typ C2 mit  $d_c = 95$  mm

NKL 1, KLED = mittel.

