

1. Ausgangswerte:

Breite im Durchschnitt (b)	70	mm
Höhe im Durchschnitt (h)	145	mm
Effektiver Querschnittshöhenversatz (h_v)	100	mm
Stützweite (L)	3500	mm
Trägerabstand (s)	1030	mm
Stützlänge (l)	70	mm
Stärkeklasse	C24	

Normative Belastungen, die auf das Dach einwirken:

Belastung durch Eigengewicht	g_k	0,21	kN/m ²
Windlast	$q_{wind,k}$	0,32	kN/m ²
Schneelast	$q_{schnee,k}$	0,6	kN/m ²

2. Materialeigenschaften

2.1 Normative Eigenschaften

Normative Eigenschaften des Materials

Biegestärke	$f_{m,k}$	24	N/mm ²
Schnittstärke	$f_{v,k}$	4	N/mm ²
Druckfestigkeit	$f_{c,90,k}$	2,5	N/mm ²
Durchschnittliches Elastizitätsmodul bei Längsschnitt	$E_{m,0,mean}$	11000	N/mm ²
5%-Wert des Elastizitätsmoduls bei Längsschnitt	$E_{m,0.5,k}$	7400	N/mm ²

2.2 Berechnete Eigenschaften

Dauerhaftigkeitsklasse der Belastungen	Kurzzeitig	
Verwendungsklasse	2	
Teilsicherheitsbeiwert des Materials	γ_m	1,3
Modifikationsfaktor	k_{mod}	0,9
Querschnittsfaktor	k_h	1,01
Systemstärkefaktor	k_{sys}	1,1

Berechnete Eigenschaften des Materials:

$$\text{Biegestärke: } f_{m,d} = (k_{mod} \cdot k_h \cdot k_{sys} \cdot f_{m,k}) / \gamma_m \quad f_{m,d} = 18,46 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Schnittstärke: } f_{v,d} = (k_{mod} \cdot k_{sys} \cdot f_{v,k}) / \gamma_m \quad f_{v,d} = 3,05 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Druckfestigkeit: } f_{c,90,d} = (k_{mod} \cdot k_{sys} \cdot f_{c,90,k}) / \gamma_m \quad f_{c,90,d} = 1,90 \quad \text{N/mm}^2$$

3. Trägerbelastung

Normative Belastungen, die auf den Träger einwirken:

$$\text{Belastung durch Eigengewicht: } g_k^* = g_k \cdot s \quad g_k^* = 0,21 \quad \text{N/mm}$$

$$\text{Windlast: } q_{wind,k}^* = q_{wind,k} \cdot s \quad q_{wind,k}^* = 0,33 \quad \text{N/mm}$$

$$\text{Schneelast: } q_{schnee,k}^* = q_{schnee,k} \cdot s \quad q_{schnee,k}^* = 0,62 \quad \text{N/mm}$$

4. Berechnung im Tragegrenzzustand

4.1 Querschnittkontrolle

4.1.1 Berechnete innere Spannungen

Auf den Träger wirken in STR-Belastungskombinationen die berechneten summierten Belastungen:

a) Dominierende variable Belastung ist Wind:

$$P_d = \gamma_{G,1} \cdot g_k^* + \gamma_Q \cdot q_{wind,k}^* + \gamma_Q \cdot \psi_{0,schnee} \cdot q_{schnee,k}^*$$

$$P_d = 1,23 \text{ kN/m}$$

Wird nicht entscheidend!

b) Dominierende variable Belastung ist Schnee:

$$P_d = \gamma_{G,1} \cdot g_k^* + \gamma_Q \cdot q_{schnee,k}^* + \gamma_Q \cdot \psi_{0,wind} \cdot q_{wind,k}^*$$

$$P_d = 1,49 \text{ kN/m}$$

Wird entscheidend!

- c) Überprüfung der Berechnungssituation, bei der nur die Belastung durch Eigengewicht betrachtet wird:

$$P_d = \gamma_{G,1} \cdot g_k$$

$$P_d = 0,30 \text{ kN/m}$$

Wird nicht entscheidend!

Berechnete innere Spannungen (maximal):

Biegemoment:

$$M_d = (P_d \cdot L^2) / 8$$

$$M_d = 2,27 \text{ kNm}$$

Querkraft:

$$V_d = (P_d \cdot L) / 2$$

$$V_d = 2,60 \text{ kN}$$

4.1.2 Kontrolle zur Biegung

Stärkebedingung: $\sigma_{m,d} < f_{m,d}$

Querschnittswiderstandsmoment:

$$W = (b \cdot h^2) / 6$$

$$W = 245291 \text{ mm}^3$$

Berechneter Biegedruck:

$$\sigma_{m,d} = M_d / W$$

$$\sigma_{m,d} = 9,27 \text{ N/mm}^2$$

Kontrolle der Biegedrucke:

$\sigma_{m,d} =$	9,27	N/mm ²
------------------	------	-------------------

<

$f_{m,d} =$	18,46	N/mm ²
-------------	-------	-------------------

PASST!

4.1.3 Kontrolle zur Verschiebung

Stärkebedingung: $\tau_d < f_{v,d}$

Querschnittsfläche:

$$A = b \cdot h_v$$

$$A = 7000 \text{ mm}^2$$

Berechneter Verschiebungsdruck:

$$\tau_d = (3/2) \cdot (V_d/A) \cdot (1/k_{cr})$$

$$\tau_d = 0,83 \text{ N/mm}^2$$

Kontrolle des Verschiebungsdrucks:

$\tau_d =$	0,83	N/mm ²	<	$f_{v,d} =$	3,05	N/mm ²
------------	------	-------------------	---	-------------	------	-------------------

PASST!

4.1.4 Kontrolle zum Druck (im Stützbereich)

Stärkebedingung: $\sigma_{c,90,d} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}$

Effektive Druckfläche:

$$A_{ef} = b \cdot l$$

$$A_{ef} = 4900 \text{ mm}^2$$

Berechnete Druckspannung:

$$\sigma_{c,90,d} = V_d/A_{ef}$$

$$\sigma_{c,90,d} = 0,53 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Hilfsfaktor } k_{c,90} = 1,00$$

Kontrolle der Druckspannungen:

$\sigma_{c,90,d}$	0,53	N/mm ²
-------------------	------	-------------------

<

$k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}$	1,90	N/mm ²
-----------------------------	------	-------------------

PASST!

5. Zusammenfassung

Kontrolle	Erfüllung der Anforderungen (%)
Biegung	199
Verschiebung	366
Druck	358

Die Festigkeitsanforderungen des Trägers sind erfüllt.