

## Stärkeberechnung für Holzgartenhausdach

Kompanie: Revismo OÜ ([www.revismo.com](http://www.revismo.com))

Ingenieur: Mirko Arras (39108154931)

Klient: Tuindeco International BV ([www.tuindeco.com](http://www.tuindeco.com))

Datum: 04.11.2019

Produkt: Gypsy Wagon 600



All sizes are approximate and in cm

## 1. Ausgangswerte:

Breite im Durchschnitt (b)	40	mm
Höhe im Durchschnitt (h)	64	mm
Bogenhöhe (H)	355	mm
Stützweite (L)	2280	mm
Halbe Bogenlänge (S)	1341	mm
Trägerabstand (s)	560	mm
Stützlänge (l)	50	mm
Stärkeklasse	GL24h	

Normative Belastungen, die auf das Dach einwirken:

Belastung durch Eigengewicht	$g_k$	0,19	$\text{kN/m}^2$
Windlast	$q_{\text{wind,k}}$	0,32	$\text{kN/m}^2$
Schneelast	$q_{\text{schnee,k}}$	0,6	$\text{kN/m}^2$

## 2. Materialeigenschaften

### 2.1 Normative Eigenschaften

Normative Eigenschaften des Materials

Biegestärke	$f_{m,g,k}$	24	$\text{N/mm}^2$
Zugstärke	$f_{t,0,g,k}$	19,2	$\text{N/mm}^2$
Schnittstärke	$f_{v,g,k}$	3,5	$\text{N/mm}^2$
Druckstärke	$f_{c,0,g,k}$	24	$\text{N/mm}^2$
Normative Druckstärke der Quersfaser	$f_{c,90,g,k}$	2,5	$\text{N/mm}^2$
Mittlerer Elastizitätsmodul der Längsschnitt	$E_{0,g,\text{mean}}$	11500	$\text{N/mm}^2$
5%-Wert des Elastizitätsmoduls bei Längsschnitt	$E_{0,g,05}$	9600	$\text{N/mm}^2$
Mittlerer Verschiebemodul der Längsschnitt	$G_{g,\text{mean}}$	650	$\text{N/mm}^2$
5%-Wert des Verschiebemodul der Längsschnitt	$G_{g,05}$	540	$\text{N/mm}^2$
Dichte	$\rho_{g,\text{mean}}$	420	$\text{Kg/m}^3$

## 2.2 Berechnete Eigenschaften

Dauerhaftigkeitsklasse der Belastungen	Kurzzeitig		
Verwendungsklasse	2		
Teilsicherheitsbeiwert des Materials	$\gamma_m$	1,3	
Modifikationsfaktor	$k_{mod}$	0,9	
Querschnittsfaktor	$k_h$	1,15	
Systemstärkefaktor	$k_{sys}$	1,1	
Gewichtungsfaktor	$\gamma_{G,1}$	1,4	
Teilkoeffizient der variablen Belastung	$\gamma_Q$	1,45	
Schneelastfaktor	$\psi_{0,schnee}$	0,5	
Windlastfaktor	$\psi_{0,wind}$	0,6	
Bruchfaktor	$k_{cr}$	0,67	
Druckfestigkeit von kurz gepressten Flächen Faktor erhöhen	$k_{c,90}$	1	
Nadellänge	$l_{ef}$	1676,25	mm
Effektiver Querschnittshöhenversatz	$h_v$	61	mm
Winkel zwischen Krafrichtung und Faserrichtung	$\alpha$	0,908	rad

Berechnete Eigenschaften des Materials:

$$\text{Biegestärke: } f_{m,d} = (k_{mod} * k_h * k_{sys} * f_{m,g,k}) / \gamma_m \quad f_{m,d} = 21,01 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Schnittstärke: } f_{v,d} = (k_{mod} * k_{sys} * f_{v,g,k}) / \gamma_m \quad f_{v,d} = 2,66 \quad \text{N/mm}^2$$

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

$$\text{Druckfestigkeit entlang der Faser: } f_{c,0,d} = (k_{mod} * k_{sys} * f_{c,0,g,k}) / \gamma_m \quad f_{c,0,d} = 18,27 \quad \text{N/mm}^2$$

Druckfestigkeit in einem Faserwinkel:

$$f_{c,\alpha,d} = f_{c,0,d} / ((f_{c,0,d} / f_{c,0,d}) * \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) \quad f_{c,\alpha,d} = 2,88 \quad \text{N/mm}^2$$

### 3. Trägerbelastung

Normative Belastungen, die auf den Träger einwirken:

Belastung durch Eigengewicht:  $g_k^* = g_k \cdot s$                        $g_k^* = 0,11$       N/mm

Windlast:  $q_{wind,k}^* = q_{wind,k} \cdot s$                                        $q_{wind,k}^* = 0,18$       N/mm

Schneelast:  $q_{schnee,k}^* = q_{schnee,k} \cdot s$                                        $q_{schnee,k}^* = 0,34$       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:

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

$$P_d = 0,65 \text{ kN/m}$$

**Wird nicht entscheidend!**

b) Dominierende variable Belastung ist Schnee:

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

$$P_d = 0,79 \text{ kN/m}$$

**Wird entscheidend!**

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

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

$$P_d = 0,15 \text{ kN/m}$$

**Wird nicht entscheidend!**

Länge des Trägers  $l_{ef} = 1,25 \cdot S$

$$l_{ef} = 1676,25 \text{ mm}$$

Berechnete innere Spannungen (maximal):

Biegemoment:

$$M_d = (P_d \cdot l_{ef}^2) / 8$$

$$M_d = 0,28 \text{ kNm}$$

Querkraft:

$$V_d = (P_d \cdot L_{ef}) / 2$$

$$V_d = 0,66 \text{ kN}$$

#### 4.1.2 Kontrolle zur Biegung

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

Querschnittswiderstandsmoment:

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

$$W = 27306,67 \text{ mm}^3$$

Berechneter Biegedruck:

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

$$\sigma_{m,d} = 10,19 \text{ N/mm}^2$$

Kontrolle der Biegedrucke:

$\sigma_{m,d} =$	10,19	N/mm <sup>2</sup>	<	$f_{m,d} =$	21,01	N/mm <sup>2</sup>
------------------	-------	-------------------	---	-------------	-------	-------------------

**PASST!**

#### 4.1.3 Kontrolle zur Verschiebung

Stärkebedingung:  $\tau_d < f_{v,d}$

Querschnittsfläche:

$$A = b \cdot h_v$$

$$A = 2440 \text{ mm}^2$$

Berechneter Verschiebungsdruck:

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

$$\tau_d = 0,61 \text{ N/mm}^2$$

Kontrolle des Verschiebungsdrucks:

$\tau_d =$	0,61	N/mm <sup>2</sup>	<	$f_{v,d} =$	2,66	N/mm <sup>2</sup>
------------	------	-------------------	---	-------------	------	-------------------

**PASST!**

#### 4.1.4 Kontrolle zum Druck (im Stützbereich)

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

Effektive Druckfläche:

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

$$A_{ef} = 2000 \text{ mm}^2$$

Berechnete Druckspannung:

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

$$\sigma_{c,\alpha,d} = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

Kontrolle der Druckspannungen:

$\sigma_{c,\alpha,d} =$	0,33	N/mm <sup>2</sup>	<	$k_{c,90} \cdot f_{c,\alpha,d}$	2,88	N/mm <sup>2</sup>
-------------------------	------	-------------------	---	---------------------------------	------	-------------------

**PASST!**

## 5. Zusammenfassung

Kontrolle	Erfüllung der Anforderungen (%)
Biegung	206
Verschiebung	437
Druck	867

Die Festigkeitsanforderungen des Trägers sind erfüllt.