

## Stärkeberechnung für Holzgartenhausdach

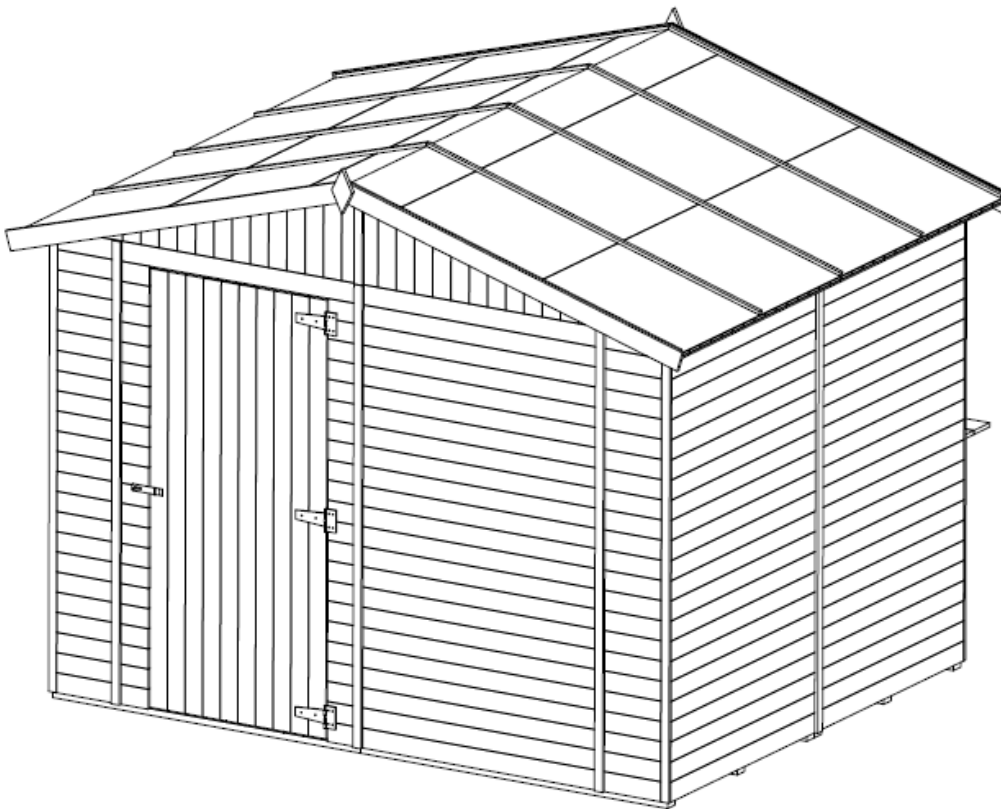
Kompanie: Revismo OÜ ([www.revismo.com](http://www.revismo.com))

Ingenieur: Mirko Arras (39108154931)

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

Datum: 11.12.2019

Produkt: Santa



## 1. Balken

### 1) Ausgangswerte:

Breite im Durchschnitt (b)	40	mm
Höhe im Durchschnitt (h)	140	mm
Effektiver Querschnittshöhenversatz ( $h_v$ )	60	mm
Stützweite (L)	2390	mm
Trägerabstand (s)	1540	mm
Stützlänge (l)	40	mm
Stärkeklasse	C24	

Normative Belastungen, die auf das Dach einwirken:

Belastung durch Eigengewicht	$g_k$	0,14	kN/m <sup>2</sup>
Windlast	$q_{wind,k}$	0,32	kN/m <sup>2</sup>
Schneelast	$q_{schnee,k}$	0,6	kN/m <sup>2</sup>

### 2) Materialeigenschaften

#### 2.1 Normative Eigenschaften

Normative Eigenschaften des Materials

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

#### 2.2 Berechnete Eigenschaften

Dauerhaftigkeitsklasse der Belastungen	Kurzzeitig	
Verwendungsklasse	2	
Teilsicherheitsbeiwert des Materials	$\gamma_m$	1,3
Modifikationsfaktor	$k_{mod}$	0,9
Querschnittsfaktor	$k_h$	1,08
Systemstärkefaktor	$k_{sys}$	1,1

Berechnete Eigenschaften des Materials:

$$\text{Biegestärke: } f_{m,d} = (k_{\text{mod}} * k_h * k_{\text{sys}} * f_{m,k}) / \gamma_m \quad f_{m,d} = 19,74 \quad \text{N/mm}^2$$

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

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

### 3) Trägerbelastung

Normative Belastungen, die auf den Träger einwirken:

$$\text{Belastung durch Eigengewicht: } g_k^* = g_k * s \quad g_k^* = 0,22 \quad \text{N/mm}$$

$$\text{Windlast: } q_{\text{wind},k}^* = q_{\text{wind},k} * s \quad q_{\text{wind},k}^* = 0,49 \quad \text{N/mm}$$

$$\text{Schneelast: } q_{\text{schnee},k}^* = q_{\text{schnee},k} * s \quad q_{\text{schnee},k}^* = 0,92 \quad \text{N/mm}$$

### 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:

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

$$P_d = 1,69 \text{ kN/m}$$

**Wird nicht entscheidend!**

b) Dominierende variable Belastung ist Schnee:

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

$$P_d = 2,07 \text{ kN/m}$$

**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:

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

$$M_d = 1,48 \text{ kNm}$$

Querkraft:

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

$$V_d = 2,47 \text{ kN}$$

#### 4.1.2 Kontrolle zur Biegung

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

Querschnittswiderstandsmoment:

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

$$W = 130666 \text{ mm}^3$$

Berechneter Biegedruck:

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

$$\sigma_{m,d} = 11,31 \text{ N/mm}^2$$

Kontrolle der Biegedrucke:

$\sigma_{m,d} =$	11,31	N/mm <sup>2</sup>	<	$f_{m,d} =$	19,74	N/mm <sup>2</sup>
------------------	-------	-------------------	---	-------------	-------	-------------------

PASST!

#### 4.1.3 Kontrolle zur Verschiebung

Stärkebedingung:  $\tau_d < f_{v,d}$

Querschnittsfläche:

$$A = b \cdot h_v$$

$$A = 2400 \text{ mm}^2$$

Berechneter Verschiebungsdruck:

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

$$\tau_d = 2,31 \text{ N/mm}^2$$

Kontrolle des Verschiebungsdrucks:

$\tau_d =$	2,31	N/mm <sup>2</sup>	<	$f_{v,d} =$	3,05	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:

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

$$A_{ef} = 1600 \text{ mm}^2$$

Berechnete Druckspannung:

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

$$\sigma_{c,90,d} = 1,55 \text{ N/mm}^2$$

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

Kontrolle der Druckspannungen:

$\sigma_{c,90,d}$	1,55	N/mm <sup>2</sup>
-------------------	------	-------------------

<

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

PASST!

### 5) Zusammenfassung

Kontrolle	Erfüllung der Anforderungen (%)
Biegung	174
Verschiebung	131
Druck	123

Die Festigkeitsanforderungen des Trägers sind erfüllt.

## 2. Bretter

### 1. Ausgangswerte:

Breite im Durchschnitt (b)	90	mm
Höhe im Durchschnitt (h)	16	mm
Effektiver Querschnittshöhenversatz ( $h_v$ )	16	mm
Stützweite (L)	1500	mm
Trägerabstand (s)	90	mm
Stützlänge (l)	40	mm
Stärkeklasse	C24	

Normative Belastungen, die auf das Dach einwirken:

Belastung durch Eigengewicht	$g_k$	0,14	kN/m <sup>2</sup>
Windlast	$q_{wind,k}$	0,32	kN/m <sup>2</sup>
Schneelast	$q_{schnee,k}$	0,6	kN/m <sup>2</sup>

### 2. Materialeigenschaften

#### 2.1 Normative Eigenschaften

Normative Eigenschaften des Materials

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

#### 2.2 Berechnete Eigenschaften

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

Berechnete Eigenschaften des Materials:

$$\text{Biegestärke: } f_{m,d} = (k_{\text{mod}} * k_h * k_{\text{sys}} * f_{m,k}) / \gamma_m \quad f_{m,d} = 23,76 \quad \text{N/mm}^2$$

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

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

### 3. Trägerbelastung

Normative Belastungen, die auf den Träger einwirken:

$$\text{Belastung durch Eigengewicht: } g_k^* = g_k * s \quad g_k^* = 0,01 \quad \text{N/mm}$$

$$\text{Windlast: } q_{\text{wind},k}^* = q_{\text{wind},k} * s \quad q_{\text{wind},k}^* = 0,03 \quad \text{N/mm}$$

$$\text{Schneelast: } q_{\text{schnee},k}^* = q_{\text{schnee},k} * s \quad q_{\text{schnee},k}^* = 0,05 \quad \text{N/mm}$$

### 4. Berechnung im Tragegrenzzustand

#### 4.1 Querschnittkontrolle

##### 4.1.1 Berechnete innere Spannungen

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

d) Dominierende variable Belastung ist Wind:

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

$$P_d = 0,09 \text{ kN/m}$$

**Wird nicht entscheidend!**

e) Dominierende variable Belastung ist Schnee:

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

$$P_d = 1,12 \text{ kN/m}$$

**Wird entscheidend!**



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

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

$$P_d = 0,02 \text{ kN/m}$$

**Wird nicht entscheidend!**

Berechnete innere Spannungen (maximal):

Biegemoment:

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

$$M_d = 0,03 \text{ kNm}$$

Querkraft:

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

$$V_d = 0,09 \text{ kN}$$

#### 4.1.2 Kontrolle zur Biegung

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

Querschnittswiderstandsmoment:

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

$$W = 3840 \text{ mm}^3$$

Berechneter Biegedruck:

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

$$\sigma_{m,d} = 8,86 \text{ N/mm}^2$$

Kontrolle der Biegedrucke:

$\sigma_{m,d} =$	8,86	N/mm <sup>2</sup>	<	$f_{m,d} =$	23,76	N/mm <sup>2</sup>
------------------	------	-------------------	---	-------------	-------	-------------------

**PASST!**

#### 4.1.3 Kontrolle zur Verschiebung

Stärkebedingung:  $\tau_d < f_{v,d}$

Querschnittsfläche:

$$A = b \cdot h_v$$

$$A = 1440 \text{ mm}^2$$

Berechneter Verschiebungsdruck:

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

$$\tau_d = 0,14 \text{ N/mm}^2$$

Kontrolle des Verschiebungsdrucks:

$\tau_d =$	0,14	N/mm <sup>2</sup>	<	$f_{v,d} =$	3,05	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:

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

$$A_{ef} = 3600 \text{ mm}^2$$

Berechnete Druckspannung:

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

$$\sigma_{c,90,d} = 0,03 \text{ N/mm}^2$$

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

Kontrolle der Druckspannungen:

$\sigma_{c,90,d}$	0,03	N/mm <sup>2</sup>
-------------------	------	-------------------

<

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

PASST!

### 5. Zusammenfassung

Kontrolle	Erfüllung der Anforderungen (%)
Biegung	268
Verschiebung	2159
Druck	7552

Die Festigkeitsanforderungen des Trägers sind erfüllt.