

## **Bemessung der Standsicherheit im Bauzustand GZ 1C (LF 2)**

### **Grunddaten:**

Böschungsneigung:	$\beta =$	18,43 °	1 : n = 1 : 3
Böschungslänge:	$l =$	150,00 m	
Dicke der Bodenschichten:	$d_1 =$	0,70 m	
	$d_2 =$	0,30 m	
	$d_{ges.} =$	1,00 m	
Bodenwichte:	$\gamma =$	19,00 kN/m <sup>3</sup>	
Aufstauhöhe:	$h_w =$	0,02 m	
Wasserwichte:	$\gamma_w =$	10,00 kN/m <sup>3</sup>	
Gewicht der Raupe:	$G_R =$	177,00 kN	
Länge der Raupenkette:	$l_R =$	3,10 m	
Breite der Raupenkette	$b_R =$	0,86 m	
Raupengeschwindigkeit:	$v =$	1 m/s	
Zeit bis zum Stillstand:	$t =$	2 s	
Lastausbreitungswinkel:		30,00 °	
Kontaktreibungswinkel:	$\delta_k =$	25,10 °	
Adhäsion:	$a_k =$	0,00 kN/m <sup>2</sup>	
Teilsicherheitsbeiwerte:	Einwirkungen $\gamma_G =$	1,00 (ständig LF2)	
	Einwirkungen $\gamma_Q =$	1,20 (vorübergehend LF2)	
	Widerstände $\gamma_\delta / \gamma_a =$	1,15 (Scherfestigkeiten LF2)	

### **a. Berechnung $\mu$ für den Einbau der ersten Bodenschicht (Dicke $d_1$ )**

#### ● **treibende Kräfte:**

Schubkraft (Boden):

$$t_{B,d} = \gamma * \gamma_G * d_1 * \sin \beta = 4,206 \text{ kN/m}^2$$

Strömungskraft:

$$s_{w,d} = \gamma_w * \gamma_Q * h_w * \sin \beta = 0,076 \text{ kN/m}^2$$

statische Belastung der Raupe:

$$t_{Rd,s} = (G_R / A) * \gamma_Q * \sin \beta = 5,724 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{mit: } A = (2 * l_R * b_R) + [4 * d_1 * \tan 30^\circ * (l_R + b_R)] = 11,734 \text{ m}^2$$

dynamische Belastung der Raupe:

$$t_{Rd,d} = ((G_R / g) * a_v) * \gamma_Q / A = 0,905 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{mit: } a_v = v / t = 0,500 \text{ m/s}^2$$

#### ● **Widerstände:**

Reibungskraft (Boden):

$$t_{f,d} = \gamma * d_1 * \cos \beta * \tan \delta_k / \gamma_\delta + a_k / \gamma_a = 5,140 \text{ kN/m}^2$$

Reibungskraft aus der stat. Belast. der Raupe:

$$t_{Rd,h} = (G_R / A) * \cos \beta * \tan \delta_k / \gamma_\delta = 5,829 \text{ kN/m}^2$$

● **Berechnung des Verhältnisses  $\kappa$  :**

$$\kappa = ((t_{B,d} + s_{w,d}) * l) / (t_{f,d} * l) = 0,833$$

$$\kappa < 1,0$$

● **Berechnung des Auslastungsgrades  $\mu$  für  $d_1$ :**

$$\mu = ((t_{B,d} + s_{w,d}) * l_R + (t_{Rd,s} + t_{Rd,d}) * l_R) / (t_{f,d} * l_R + t_{Rd,h} * l_R) = 0,99$$

$$\mu < 1,0$$

Die Auslastung für  $d_1$  wird eingehalten! ✓

**b. Berechnung  $\mu$  für den Einbau der zweiten Bodenschicht (Dicke  $d_{ges.}$ )**

● **treibende Kräfte:**

Schubkraft (Boden):

$$t_{B,d} = \gamma * \gamma_G * d_{ges.} * \sin \beta = 6,008 \text{ kN/m}^2$$

Strömungskraft:

$$s_{w,d} = \gamma_w * \gamma_Q * h_w * \sin \beta = 0,076 \text{ kN/m}^2$$

statische Belastung der Raupe:

$$t_{Rd,s} = (G_R / A) * \gamma_Q * \sin \beta = 4,639 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{mit: } A = (2 * l_R * b_R) + [4 * d_{ges.} * \tan 30^\circ * (l_R + b_R)] = 14,477 \text{ m}^2$$

dynamische Belastung der Raupe:

$$t_{Rd,d} = ((G_R / g) * a_v) * \gamma_Q / A = 0,734 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{mit: } a_v = v / t = 0,500 \text{ m/s}^2$$

● **haltende Kräfte:**

Reibungskraft (Boden):

$$t_{f,d} = \gamma * d_{ges.} * \cos \beta * \tan \delta_k / \gamma_\delta + a_k / \gamma_a = 7,342 \text{ kN/m}^2$$

Reibungskraft aus der stat. Belast. der Raupe:

$$t_{Rd,h} = (G_R / A) * \cos \beta * \tan \delta_k / \gamma_\delta = 4,725 \text{ kN/m}^2$$

● **Berechnung des Verhältnisses  $\kappa$  :**

$$\kappa = ((t_{B,d} + s_{w,d}) * l) / (t_{f,d} * l) = 0,829$$

$$\kappa < 1,0$$

● **Berechnung des Auslastungsgrades  $\mu$  für  $d_{ges.}$ :**

$$\mu = ((t_{B,d} + s_{w,d}) * l_R + (t_{Rd,s} + t_{Rd,d}) * l_R) / (t_{f,d} * l_R + t_{Rd,h} * l_R) = 0,95$$

$$\mu < 1,0$$

Die Auslastung für  $d_{ges}$  wird eingehalten! ✓

## **Bemessung der Standsicherheit im Endzustand GZ 1C (LF 1)**

### **Grunddaten zur Bemessung im GZ1C (LF1)**

Böschungsneigung:	$\beta =$	18,43 °	1 : n = 1 : 3
Böschungslänge:	$l =$	150,00 m	
Dicke der Bodenschichten:	$d_1 =$	0,70 m	
	$d_2 =$	0,30 m	
	$d_{ges.} =$	1,00 m	
Schneelast:	$s =$	0,65 kN/m <sup>2</sup>	
Bodenwichte:	$\gamma =$	19,00 kN/m <sup>3</sup>	
Aufstauhöhe:	$h_w =$	0,02 m	
Wasserwichte:	$\gamma_w =$	10,00 kN/m <sup>3</sup>	
Kontaktreibungswinkel:	$\delta_k =$	25,10 °	
Adhäsion:	$a_k =$	0,00 kN/m <sup>2</sup>	
Teilsicherheitsbeiwerte:	Einwirkungen (ständig)	$\gamma_G =$	1,00 LF1
	Einwirkungen (veränderlich)	$\gamma_Q =$	1,30 LF1
	Widerstände	$\gamma_s / \gamma_a =$	1,25 LF1

### **Berechnung $\mu$ für den Endzustand**

#### ● **Einwirkungen:**

##### Schubkraft (Boden):

$$t_{B,d} = \gamma * \gamma_G * d_{ges.} * \sin \beta = 6,008 \text{ kN/m}^2$$

##### Schubkraft (Schnee):

$$t_{S,d} = s * \gamma_Q * \sin \beta = 0,267 \text{ kN/m}^2$$

##### Strömungskraft:

$$s_{w,d} = \gamma_w * \gamma_Q * h_w * \sin \beta = 0,082 \text{ kN/m}^2$$

#### ● **Widerstände:**

##### Reibungskraft (Boden):

$$t_{f,d} = \gamma * d_{ges.} * \cos \beta * (\tan \delta_k) / \gamma_s + a_k / \gamma_a = 6,755 \text{ kN/m}^2$$

##### Reibungskraft (Schnee):

$$t_{S,h,d} = s * \cos \beta * (\tan \delta_k) / \gamma_s = 0,231 \text{ kN/m}^2$$

#### ● **Berechnung des Auslastungsgrades $\mu$ :**

$$\mu = ((t_{B,d} + t_{S,d} + s_{w,d}) * l) / ((t_{f,d} + t_{S,h,d}) * l) = 0,91 < 1,0$$

Der zulässige Auslastungsgrad wird eingehalten!

