

## Ermittlung des Auslastungsgrades

### Scherebene Rekuschicht/Geotextile Trennschicht

Böschungsneigung:		$\beta = 19,98^\circ (1 : 2,75)$
Dicke der Bodenschichten:		$d_{ges} = 2,0 \text{ m}$
Schneelast:		$s = 3,26 \text{ kN/m}^2$
Bodenwichte:		$\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel:		$\delta_k = 30^\circ$
Kohäsion:		$\alpha_k = 0$
Teilsicherheitsbeiwerte:	Einwirkungen (ständig)	$\gamma_G = 1,00$
	Einwirkungen (veränderlich)	$\gamma_Q = 1,30$
	Widerstände	$\gamma_\delta = 1,25$

### Einwirkungen:

Schubkraft (Boden):

$$t_{B,d} = (\gamma \cdot d) \cdot \gamma_Q \cdot \sin \beta$$

$$t_{B,d} = 19,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 2,0 \text{ m} \cdot 1,0 \cdot \sin 19,98^\circ = 12,98 \text{ kN/m}^2$$

Schubkraft (Schnee):

$$t_{S,d} = s_k \cdot \gamma_G \cdot \sin \beta$$

$$t_{S,d} = 3,26 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,3 \cdot \sin 19,98^\circ = 1,45 \text{ kN/m}^2$$

### Widerstände:

Reibungskraft (Boden):

$$t_f = d_i \cdot \cos \beta \cdot (\tan \delta_k) / \gamma_\delta$$

$$t_{f,d} = 19 \text{ kN/m}^3 \cdot 2,0 \text{ m} \cdot \cos 19,98^\circ \cdot (\tan 30^\circ) / 1,25 = 16,50 \text{ kN/m}^2$$

Reibungskraft (Schnee):

$$t_{S,h,d} = s_k \cdot \cos \beta \cdot (\tan \delta_k) / \gamma_\delta$$

$$t_{S,h,d} = 3,26 \text{ kN/m}^2 \cdot \cos 19,98^\circ \cdot (\tan 30^\circ) / 1,25 = 0,43 \text{ kN/m}^2$$

### Berechnung des Auslastungsgrades $\mu$ :

$$\mu = \frac{E_d}{R_d} \leq 1,0 \quad [ ]$$

$$\mu = (12,98 \text{ kN/m}^2 + 1,45 \text{ kN/m}^2) / (16,5 \text{ kN/m}^2 + 0,43 \text{ kN/m}^2) = 0,85 < 1,0 \quad [ ]$$

Der Nachweis ist damit erfüllt.

## Ermittlung des Auslastungsgrades

### Scherebene Flächendränage/Geotextile Schutzschicht

Böschungsneigung:		$\beta$	= 19,98° (1 : 2,75)
Dicke der Bodenschichten:		$d_1$	= 2,0 m
		$d_2$	= 0,3 m
Schneelast:		$s$	= 3,26 kN/m <sup>2</sup>
Bodenwichte:		$\gamma_1$	= 19 kN/m <sup>3</sup>
		$\gamma_2$	= 17 kN/m <sup>3</sup>
		$\gamma_2'$	= 9,5 kN/m <sup>3</sup>
		$\gamma_{r2}$	= 19,5 kN/m <sup>3</sup>
Kontaktreibungswinkel:		$\delta_k$	= 32,5°
Adhäsion:		$a_k$	= 0
Teilsicherheitsbeiwerte:	Einwirkungen (ständig)	$\gamma_G$	= 1,00
	Einwirkungen (veränderlich)	$\gamma_Q$	= 1,30
	Widerstände	$\gamma_\delta$	= 1,25

### Einwirkungen:

Schubkraft (Boden):

$$t_{B,d} = (\gamma_1 \cdot d_1 + \gamma_2 \cdot d_2 / 2 + \gamma_{r2} \cdot d_2 / 2) \cdot \gamma_Q \cdot \sin \beta$$

$$t_{B,d} = (19,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 2,0 \text{ m} + 17,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m} + 19,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m}) \cdot 1,0 \cdot \sin 19,98^\circ = 14,86 \text{ kN/m}^2$$

Schubkraft (Schnee):

$$t_{s,d} = s_k \cdot \gamma_G \cdot \sin \beta$$

$$t_{s,d} = 3,26 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,3 \cdot \sin 19,98^\circ = 1,45 \text{ kN/m}^2$$

Strömungskraft:

$$s_{w,d} = \gamma_w \cdot h_w \cdot \gamma_Q \cdot \sin \beta$$

$$s_{w,d} = 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m} \cdot 1,3 \cdot \sin 19,98^\circ = 0,67 \text{ kN/m}^2$$

### Widerstände:

Reibungskraft (Boden):

$$t_f = (\gamma_1 \cdot d_1 + \gamma_2 \cdot d_2 / 2 + \gamma_2' / 2) \cos \beta \cdot (\tan \delta_k) / \gamma_\delta$$

$$t_{f,d} = (19,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 2,0 \text{ m} + 17,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m} + 9,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m}) \cdot \cos 19,98^\circ \cdot (\tan 32,5^\circ) / 1,25 = 20,11 \text{ kN/m}^2$$

Reibungskraft (Schnee):

$$t_{s,h,d} = s_k \cdot \cos \beta \cdot (\tan \delta_k) / \gamma_\delta$$

$$t_{s,h,d} = 3,26 \text{ kN/m}^2 \cdot \cos 19,98^\circ \cdot (\tan 32,5^\circ) / 1,25 = 1,56 \text{ kN/m}^2$$

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

$$\mu = \frac{E_d}{R_d} \leq 1,0 \text{ []}$$

$$\mu = (14,86 \text{ kN/m}^2 + 1,45 \text{ kN/m}^2 + 0,67 \text{ kN/m}^2) / (20,11 \text{ kN/m}^2 + 1,56 \text{ kN/m}^2) = 0,78 \text{ []}$$

Der Nachweis ist damit erfüllt.

## Ermittlung des Auslastungsgrades

### Scherebene Geotextile Schutzschicht/KDB

Böschungsneigung:		$\beta = 19,98^\circ (1 : 2,75)$
Dicke der Bodenschichten:		$d_1 = 2,0 \text{ m}$
		$d_2 = 0,3 \text{ m}$
Schneelast:		$s = 3,26 \text{ kN/m}^2$
Bodenwichte:		$\gamma_1 = 19,0 \text{ kN/m}^3$
		$\gamma_2 = 17,0 \text{ kN/m}^3$
		$\gamma_2' = 9,5 \text{ kN/m}^3$
		$\gamma_{r2} = 19,5 \text{ kN/m}^3$
Kontaktreibungswinkel:		$\delta_k = 28^\circ$
Adhäsion:		$a_k = 4,0 \text{ kN/m}^2$
Teilsicherheitsbeiwerte:	Einwirkungen (ständig)	$\gamma_G = 1,00$
	Einwirkungen (veränderlich)	$\gamma_Q = 1,30$
	Widerstände	$\gamma_\delta = 1,25$

### Einwirkungen:

Schubkraft (Boden):

$$t_{B,d} = (\gamma_1 \cdot d_1 + \gamma_2 \cdot d_2 / 2 + \gamma_{r2} \cdot d_2 / 2) \cdot \gamma_Q \cdot \sin \beta$$

$$t_{B,d} = (19,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 2,0 \text{ m} + 17,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m} + 19,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m}) \cdot 1,0 \cdot \sin 19,98^\circ = 14,86 \text{ kN/m}^2$$

Schubkraft (Schnee):

$$t_{S,d} = s_k \cdot \gamma_G \cdot \sin \beta$$

$$t_{S,d} = 3,26 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,3 \cdot \sin 19,98^\circ = 1,45 \text{ kN/m}^2$$

### Strömungskraft:

$$s_{W,d} = \gamma_w \cdot h_w \cdot \gamma_Q \cdot \sin \beta$$

$$s_{W,d} = 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m} \cdot 1,3 \cdot \sin 19,98^\circ = 0,67 \text{ kN/m}^2$$

### Widerstände:

Reibungskraft (Boden):

$$t_f = (\gamma_1 \cdot d_1 + \gamma_2 \cdot d_2 / 2 + \gamma_2' / 2) \cos \beta \cdot (\tan \delta_k) / \gamma_\delta$$

$$t_{f,d} = (19,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 2,0 \text{ m} + 17,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m} + 9,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m}) \cdot \cos 19,98^\circ \cdot (\tan 28^\circ) / 1,25 + 4,0 \text{ kN/m}^2 / 1,25 = 19,98 \text{ kN/m}^2$$

Reibungskraft (Schnee):

$$t_{s,h,d} = s_k \cdot \cos \beta \cdot (\tan \delta_k) / \gamma_\delta$$

$$t_{s,h,d} = 3,26 \text{ kN/m}^2 \cdot \cos 19,98^\circ \cdot (\tan 28^\circ) / 1,25 = 1,30 \text{ kN/m}^2$$

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

$$\mu = \frac{E_d}{R_d} \leq 1,0 \text{ []}$$

$$\mu = (14,86 \text{ kN/m}^2 + 1,45 \text{ kN/m}^2 + 0,67 \text{ kN/m}^2) / (19,98 \text{ kN/m}^2 + 1,3 \text{ kN/m}^2) = 0,78 \text{ []}$$

Der Nachweis ist damit erfüllt.

## Ermittlung des Auslastungsgrades

### Scherebene KDB/GTD

Böschungsneigung:		$\beta = 19,98^\circ (1 : 2,75)$
Dicke der Bodenschichten:		$d_1 = 2,0 \text{ m}$
		$d_2 = 0,3 \text{ m}$
Schneelast:		$s = 3,26 \text{ kN/m}^2$
Bodenwichte:		$\gamma_1 = 19,0 \text{ kN/m}^3$
		$\gamma_2 = 17,0 \text{ kN/m}^3$
		$\gamma_2' = 9,5 \text{ kN/m}^3$
		$\gamma_{r2} = 19,5 \text{ kN/m}^3$
Kontaktreibungswinkel:		$\delta_k = 30^\circ$
Adhäsion:		$a_k = 0$
Teilsicherheitsbeiwerte:	Einwirkungen (ständig)	$\gamma_G = 1,00$
	Einwirkungen (veränderlich)	$\gamma_Q = 1,30$
	Widerstände	$\gamma_\delta = 1,25$

### Einwirkungen:

Schubkraft (Boden):

$$t_{B,d} = (\gamma_1 \cdot d_1 + \gamma_2 \cdot d_2 / 2 + \gamma_{r2} \cdot d_2 / 2) \cdot \gamma_Q \cdot \sin \beta$$

$$t_{B,d} = (19,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 2,0 \text{ m} + 17,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m} + 19,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m}) \cdot 1,0 \cdot \sin 19,98^\circ = 14,86 \text{ kN/m}^2$$

Schubkraft (Schnee):

$$t_{S,d} = s_k \cdot \gamma_G \cdot \sin \beta$$

$$t_{S,d} = 3,26 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,3 \cdot \sin 19,98^\circ = 1,45 \text{ kN/m}^2$$

### Widerstände:

Reibungskraft (Boden):

$$t_f = (\gamma_1 \cdot d_1 + \gamma_2 \cdot d_2 / 2 + \gamma_2' / 2) \cos \beta \cdot (\tan \delta_k) / \gamma_\delta$$

$$t_{f,d} = (19,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 2,0 \text{ m} + 17,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m} + 9,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m}) \cdot \cos 19,98^\circ \cdot (\tan 30^\circ) / 1,25 = 18,22 \text{ kN/m}^2$$

Reibungskraft (Schnee):

$$t_{S,h,d} = s_k \cdot \cos \beta \cdot (\tan \delta_k) / \gamma_\delta$$

$$t_{S,h,d} = 3,26 \text{ kN/m}^2 \cdot \cos 19,98^\circ \cdot (\tan 30^\circ) / 1,25 = 0,43 \text{ kN/m}^2$$

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

$$\mu = \frac{E_d}{R_d} \leq 1,0 \quad [/]$$

$$\mu = (14,86 \text{ kN/m}^2 + 1,45 \text{ kN/m}^2) / (18,22 \text{ kN/m}^2 + 0,43 \text{ kN/m}^2) = 0,87 \quad [/]$$

Der Nachweis ist damit erfüllt.