

## Ermittlung des Auslastungsgrades

### Scherebene Flächendränage/Deponieasphalt

Böschungsneigung:	$\beta = 18,43^\circ (1 : 3)$
Dicke der Bodenschichten:	$d_1 = 0,5 \text{ m}$
	$d_2 = 0,3 \text{ m}$
Bodenwichte:	$\gamma_1 = 18 \text{ kN/m}^3$
	$\gamma_2 = 17 \text{ kN/m}^3$
	$\gamma_2' = 9,5 \text{ kN/m}^3$
	$\gamma_{r2} = 19,5 \text{ kN/m}^3$
Kontaktreibungswinkel:	$\delta_k = 28^\circ$
Adhäsion:	$a_k = 0$
Teilsicherheitsbeiwerte:	Einwirkungen (ständig) $\gamma_G = 1,00$
	Einwirkungen (veränderlich) $\gamma_Q = 1,20$
	Widerstände $\gamma_\delta = 1,15$

### Einwirkungen:

Schubkraft (Boden):

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

$$t_{B,d} = (18,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,5 \text{ m} + 17,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m} + 19,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m}) \cdot 1,0 \cdot \sin 18,43^\circ = 4,58 \text{ kN/m}^2$$

Strömungskraft:

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

$$s_{W,d} = 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m} \cdot 1,2 \cdot \sin 18,43^\circ = 0,57 \text{ kN/m}^2$$

statische Belastung der Raupe:

$$t_{Rd,s} = (G_R/A) \cdot \gamma_Q \cdot \sin \beta$$

$$t_{Rd,s} = (195,0 \text{ kN}/16,18 \text{ m}^2) \cdot 1,2 \cdot \sin 18,43^\circ = 4,57 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{mit } A = (2 \cdot l_R \cdot b_R) + (4 \cdot [l_R + b_R] \cdot (d_1 + d_2) \cdot \tan 30^\circ)$$

$$\text{mit } A = (2 \cdot 3,17 \text{ m} \cdot 0,86 \text{ m}) + (4 \cdot [3,17 \text{ m} + 0,86 \text{ m}] \cdot 0,8 \text{ m} \cdot \tan 30^\circ) = 16,18 \text{ m}^2$$

dynamische Belastung der Raupe:

$$t_{Rd,d} = ((G_R/g) \cdot a_v) \cdot \gamma_Q/A$$

$$t_{Rd,d} = (195,0 \text{ kN}/9,81 \text{ m}^2) \cdot 0,435 \text{ m/s}^2 \cdot 1,2/16,18 \text{ m}^2 = 0,64 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{mit } a_v = 0,87 \text{ m/s} / 2,0 \text{ s} = 0,435 \text{ m/s}^2$$

**Widerstände:**

Reibungskraft (Boden):

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

$$t_{f,d} = (18,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,5 \text{ m} + 17,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m} + 9,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15) \cdot \cos 18,43^\circ \cdot (\tan 28^\circ) / 1,15 = 5,69 \text{ kN/m}^2$$

Reibungskraft aus Fahrzeug:

$$T_{Rd,h} = (G_R/A) \cdot \cos \beta \cdot \tan \beta / \gamma_\delta$$

$$T_{Rd,h} = (195,0 \text{ kN} / 16,18 \text{ m}^2) \cdot \cos 18,43^\circ \cdot (\tan 28^\circ) / 1,15 = 5,29 \text{ kN/m}^2$$

Verhältnis  $\kappa$ :

$$\kappa = (t_{B,d} + s_{w,d}) / t_{f,d} \text{ []}$$

$$\kappa = (4,58 \text{ kN/m}^2 + 0,57 \text{ kN/m}^2) / 5,29 \text{ kN/m}^2 = 0,97 \text{ []}$$

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

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

$$\mu = (4,58 \text{ kN/m}^2 + 4,57 \text{ kN/m}^2 + 0,64 \text{ kN/m}^2 + 0,57 \text{ kN/m}^2) / (5,69 \text{ kN/m}^2 + 5,29 \text{ kN/m}^2) = 0,94 \text{ []}$$

Der Nachweis ist damit erfüllt.

## Ermittlung des Auslastungsgrades

### Scherebene Deponieasphalt/Mineralische Basisabdichtung

Böschungsneigung:	$\beta = 18,43^\circ (1 : 3)$
Dicke der Bodenschichten:	$d_1 = 0,5 \text{ m}$
	$d_2 = 0,3 \text{ m}$
Bodenwichte:	$\gamma_1 = 18 \text{ kN/m}^3$
	$\gamma_2 = 17 \text{ kN/m}^3$
	$\gamma_{2'} = 9,5 \text{ kN/m}^3$
	$\gamma_{r2} = 19,5 \text{ kN/m}^3$
Kontaktreibungswinkel:	$\delta_k = 20^\circ$
Adhäsion:	$a_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$
Teilsicherheitsbeiwerte:	Einwirkungen (ständig) $\gamma_G = 1,00$
	Einwirkungen (veränderlich) $\gamma_Q = 1,20$
	Widerstände $\gamma_\delta = 1,15$

### Einwirkungen:

Schubkraft (Boden):

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

$$t_{B,d} = (18,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,5 \text{ m} + 17,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m} + 19,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m}) \cdot 1,0 \cdot \sin 18,43^\circ = 4,58 \text{ kN/m}^2$$

statische Belastung der Raupe:

$$t_{Rd,s} = (G_R/A) \cdot \gamma_Q \cdot \sin \beta$$

$$t_{Rd,s} = (195,0 \text{ kN}/16,18 \text{ m}^2) \cdot 1,2 \cdot \sin 18,43^\circ = 4,57 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{mit } A = (2 \cdot l_R \cdot b_R) + (4 \cdot [l_R + b_R] \cdot (d_1 + d_2) \cdot \tan 30^\circ)$$

$$\text{mit } A = (2 \cdot 3,17 \cdot 0,86) + (4 \cdot [3,17 + 0,86]) \cdot 0,8 \cdot \tan 30^\circ = 16,18 \text{ m}^2$$

dynamische Belastung der Raupe:

$$t_{Rd,d} = ((G_R/g) \cdot a_v) \cdot \gamma_Q / A$$

$$t_{Rd,d} = (195,0 \text{ kN}/9,81 \text{ m/s}^2) \cdot 0,435 \text{ m/s}^2 \cdot 1,2 / 16,18 \text{ m}^2 = 0,64 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{mit } a_v = 0,87 \text{ m/s} / 2,0 \text{ s} = 0,435 \text{ m/s}^2$$

### Widerstände:

Reibungskraft (Boden):

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

$$t_{f,d} = (18,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,5 \text{ m} + 17,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m}^2 + 9,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m}) \cdot \cos 18,43^\circ \cdot (\tan 20^\circ) / 1,15 + 5 \text{ kN/m}^2 / 1,15 = 8,24 \text{ kN/m}^2$$

Reibungskraft aus Fahrzeug:

$$T_{Rd,h} = (G_R/A) \cdot \cos \beta^* \tan \beta / \gamma_\delta$$

$$T_{Rd,h} = (195,0 \text{ kN} / 16,18 \text{ m}^2) \cdot \cos 18,43^\circ \cdot (\tan 20^\circ) / 1,15 = 3,62 \text{ kN/m}^2$$

Verhältnis  $\kappa$ :

$$\kappa = t_{B,d} / t_{f,d} [/]$$

$$\kappa = 4,58 \text{ kN/m}^2 / 3,62 \text{ kN/m}^2 = 1,27$$

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

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

$$\mu = [4,58 \text{ kN/m}^2 \cdot 115 \text{ kN/m}^2 + (4,57 \text{ kN/m}^2 + 0,64 \text{ kN/m}^2) \cdot 3,17 \text{ kN/m}^2] / [8,24 \text{ kN/m}^2 \cdot 115 \text{ kN/m}^2 + 3,62 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,17 \text{ kN/m}^2] = 0,57 [/]$$

Der Nachweis ist damit erfüllt.