

Stabilitätsuntersuchung einer Rampe

$l = 17 \%$

Stabilitätskriterium nach WHITTAKER und JÄGGI (in GEBLER, 1991)

Belastungsgrenze für Steinsatz

$$0,5 \cdot q_{\text{krit}} = 0,257 \cdot \sqrt{\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}} \cdot \sqrt{g} \cdot l^{-7/6} \cdot d_{65}^{3/2}$$

Daraus folgt:

$$d_{65} = \left[\frac{0,5 \cdot q_{\text{krit}}}{0,257 \cdot \sqrt{\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}} \cdot \sqrt{g} \cdot l^{-7/6}} \right]^{2/3}$$

$q_{\text{krit}} =$ krit. spez. Abfluss [m^3/ms]

$d_{65} =$ $d_s/1,06$ = Steindurchmesser bei 65 % Siebdurchgang der Steine [m]

$\rho_s =$ Dichte der Blocksteine [kg/m^3]

$l =$ Rampenneigung [-]

$d_s =$ äquivalenter Kugeldurchmesser der Steine [m]

$l = 0,19$

$q_{\text{krit}} = Q/B$

$Q = 0,40 \text{ m}^3/\text{s}$

Maximalabfluss

$B = 1,50 \text{ m}$

Rampenbreite

$q_{\text{krit}} = 0,27 \text{ m}^3/\text{ms}$

$\rho_s = 2.700 \text{ kg}/\text{m}^3$

$\rho_w = 1.000 \text{ kg}/\text{m}^3$

$d_{65} = 0,07 \text{ m}$

$d_s = 1,06 \cdot d_{65}$

$d_s = 0,07 \text{ m}$

$d_s = 2/3 \cdot l$ mit $l =$ größte Kantenlänge der Steine

erf. $l = 3/2 \cdot d_s =$

$= 0,11 \text{ m}$

Stabilitätskriterien nach HARTUNG/SCHEUERLEIN

$$V_{\text{krit}} = 1,2 \cdot \sqrt{2g \cdot \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} \cdot \cos \alpha \cdot d_s}$$

daraus
folgt:

$$d_s = \frac{\left(\frac{V_{\text{krit}}}{1,2}\right)^2}{2g \cdot \left(\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}\right) \cdot \cos \alpha}$$

- V_{krit} = maßgebende Fließgeschwindigkeit [m/s]
 ρ_s = Dichte der Blocksteine [kg/m³]
 α = Sohlneigungswinkel der Rampe in °
 d_s = äquivalenter Kugeldurchmesser der Steine [m]

hier: $l = 0,19$ = 1 : 5,26315789

$\alpha = 10,95^\circ$

$\cos \alpha = 0,982$

$V_{\text{krit}} = 5 \text{ m/s}$

Maximal auftretende Geschwindigkeit

bei max HQ = $0,40 \text{ m}^3/\text{s}$

Grenzabfluss bei der betrachteten Rampenbreite von

$B = 1,50 \text{ m}$

$$V_{\text{krit}} = \sqrt{g \cdot h_{gr}}$$

$$h_{gr} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot b^2}}$$

$h_{gr} = 0,1935335$

$v_{\text{krit}} = 1,378 \text{ m/s}$

$d_s = 0,04 \text{ m}$

$d_s = 5/8 \cdot l$ mit l = größte Kantenlänge der Steine

erf. $l = 8/5 \cdot d_s$

= **0,064**

Ergebnis:

erforderliche Kantenlänge nach WHITTAKER und JÄGGI

$l = 0,11 \text{ m}$

erforderliche Kantenlänge nach HARTUNG/SCHEUERLEIN

$l = 0,06 \text{ m}$

gewählt

$l = \mathbf{0,15 \text{ m}}$