**Wolfgang Triebel****wolfgang.triebel@aon.at**

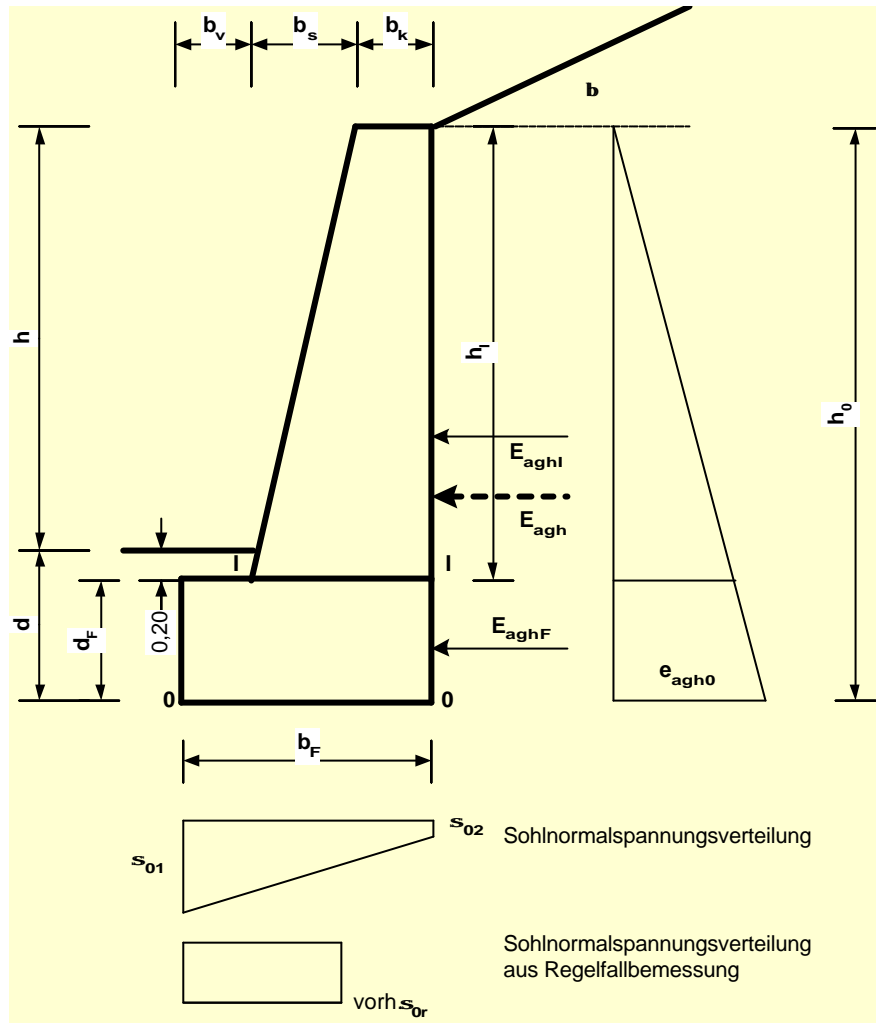
Standsicherheitsnachweis einer Stützmauer mit senkrechter Mauerrückwand



- **Mathematische / Fachliche Inhalte in Stichworten:**
Schergewichtswand
- **Kurzzusammenfassung**
Folgende Überlegungen bzw. Berechnungen werden durchgeführt:
 - 1) Geometrie der Stützmauer**
 - 2) Einwirkungen der Sohlfuge-**
 - 3) Äußeres Gleichgewicht (GGB) bezüglich der Sohlfuge**
 - 4) Nachweis gegen Kippen**
 - 5) Sohlnormalspannungen in der Sohlfuge**
- **Didaktische Überlegungen / Zeitaufwand:**
Die Theorie und das angeschlossene Beispiel sollen als Anregung dienen. Die Ausführungen sind als Unterstützung im Fachunterricht gedacht. Ein Selbststudium wäre nur mit Hilfe der genannten Literaturhinweise sinnvoll.
- **Lehrplanbezug (bzw. Gegenstand / Abteilung / Jahrgang):**
Bautechnik (Hoch- und Tiefbau): Grund- und Wasserbau (GWU, GW)
- **Mathcad-Version:**
Mathcad 8 / 2000 / 2001
- **Literaturangaben:**
K. Simmer; Grundbau Teil 2 " Baugruben und Gründungen", 17., neubearbeitete und erweiterte Auflage B.G. Teubner Stuttgart 1992 Seite 402



Systemskizze



1. Geometrie der Stützmauer:

Einheit

kN := 1000N

Zufallszahl zur Streuung der Eingabedaten im Schulbetrieb:

ZZ := 0

Kronenbreite	$b_k := 0.65\text{m} + \frac{ZZ}{200}$	$b_k = 0.65\text{ m}$
Höhe der Mauer	$h := 4.00\text{m} + \left(\frac{ZZ}{20}\right)\text{m}$	$h = 4\text{ m}$
Höhe bis Fuge I - I	$h_I := h + 0.2\text{m}$	$h_I = 4.2\text{ m}$
Fundamenthöhe	$d_f := 1.20\text{m}$	$d_f = 1.2\text{ m}$
Einbindetiefe	$d := d_f + 0.2\text{m}$	$d = 1.4\text{ m}$
Höhe bis Fuge 0 - 0	$h_0 := h_I + d_f$	$h_0 = 5.4\text{ m}$
Neigung der Vorderwand		$n_v := 5$
Projektion der Schrägen	$b_s := \frac{h_I}{n_v}$	$b_s = 0.84\text{ m}$

Mauerstärke in Fuge I - I

$$b_I := b_K + b_S$$

$$b_I = 1.49 \text{ m}$$

Neigung der Hinterwand

$$\alpha := 0 \cdot \text{Grad}$$

Beton der Stützmauer

Wichte des Betons

$$\gamma_b := 23.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Boden: Hinterfüllung:

Sand mitteldicht

$$\gamma := 19 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Böschungswinkel

$$\varphi := 30 \cdot \text{Grad}$$

Reibungswinkel Wand - Hinterfüllung

$$\delta_a := \frac{2}{3} \cdot \varphi$$

Böschungsneigung

$$\beta := 20 \text{ Grad}$$

Funktion des Erddruckbeiwertes: $\lambda_{agh} = f(\varphi, \alpha, \beta, \delta_a)$

$$\tan(\varphi) = 0.577$$

$$\lambda_{agh} := \frac{(\cos(\varphi + \alpha))^2}{\left(1 + \frac{\sqrt{\sin(\varphi + \delta_a) \cdot \sin(\varphi - \beta)}}{\sqrt{\cos(\alpha - \delta_a) \cdot \cos(\alpha + \beta)}}\right)^2} \cdot \cos(\alpha)^2$$

$$\lambda_{agh} = 0.3892$$

Überschlägige Ermittlung der erforderliche Fundamentbreite in der Sohlfuge:

$$h_0 = 5.4 \text{ m}$$

Für den **Lastfall 1** muß die Resultierende im Kern liegen (DIN 1054, 4.1.3.1)

$$b_F := \frac{\sqrt{(\gamma \cdot \gamma_b \cdot h_0^2 \cdot \lambda_{agh} + \gamma^2 \cdot h_0^2 \cdot \lambda_{agh}^2 \cdot \tan(\delta_a)^2)}}{\gamma_b} - \frac{\gamma \cdot h_0 \cdot \lambda_{agh} \cdot \tan(\delta_a)}{\gamma_b}$$

$$b_F = 2.473 \text{ m}$$

Fundamentbreite**gewählt wird ein runder Wert:**

$$b_F := 2.50 \text{ m}$$

Fundamentvorsprung

$$b_V := b_F - (b_K + b_S)$$

$$b_V = 1.01 \text{ m}$$

2. Einwirkungen bezüglich der Sohlfuge:**a. Eigenlasten der Mauer:**

$$G_1 := \gamma_b \cdot h_I \cdot b_K$$

$$G_1 = 64.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$G_2 := \gamma_b \cdot \frac{b_s \cdot h_I}{2}$$

$$G_2 = 41.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$b_s = 0.84 \text{ m}$$

$$G_3 := \gamma_b \cdot b_F \cdot d_F$$

$$G_3 = 70.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$G_I := G_1 + G_2$$

$$G_I = 105.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$G_0 := G_I + G_3$$

$$G_0 = 176.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

b. Verkehrslast bzw. Auflast

$$p := 0.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$p = 0.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

c. Erddruck bezügl. der Sohlfuge 0 - 0

$$\gamma = 19 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$e_{agh0} := \gamma \cdot h_0 \cdot \lambda_{agh}$$

$$e_{agh0} = 39.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Horizontalkomponente

$$E_{agh0} := \frac{1}{2} \cdot (e_{agh0} \cdot h_0)$$

$$E_{agh0} = 107.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Gerichtete Erddruckkraft:

$$E_{ag0} := E_{agh0} \cdot \frac{1}{\cos(\delta_a)}$$

$$E_{ag0} = 114.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vertikalkomponente

$$E_{agv0} := E_{ag0} \cdot \sin(\delta_a)$$

$$E_{agv0} = 39.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Kontrolle

$$\sqrt{E_{agh0}^2 + E_{agv0}^2} = 114.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3. Äußeres Gleichgewicht (GGB) bezüglich der Sohlfuge:

a. $\Sigma V = 0$

$$R_{V0} := G_1 + G_2 + G_3 + E_{agv0}$$

$$R_{V0} = 215.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

b. $\Sigma H = 0$

$$R_{H0} := E_{agh0}$$

$$R_{H0} = 107.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\sqrt{R_{V0}^2 + R_{H0}^2} = 240.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

c. $\Sigma M_0 = 0$

Lage der Resultierenden in der Fuge 0 - 0

Hebelarme:

$$a_{g10} := b_s + b_v + \frac{b_k}{2} \quad a_{g10} = 2.175 \text{ m}$$

$$a_{g20} := \frac{2}{3} \cdot b_s + b_v \quad a_{g20} = 1.57 \text{ m}$$

$$a_{gF0} := \frac{b_F}{2} \quad \frac{h_0}{3} = 1.8 \text{ m} \quad a_{gF0} = 1.25 \text{ m}$$

aus Summe $M_{B0} = 0$

$$c_{R0} := \frac{1}{R_{V0}} \cdot \left(G_1 \cdot a_{g10} + G_2 \cdot a_{g20} + G_3 \cdot a_{gF0} - E_{agh0} \cdot \frac{h_0}{3} + E_{agv0} \cdot b_F \right) \quad c_{R0} = 0.914 \text{ m}$$

4. Nachweis gegen Kippen

$$b_F = 2.5 \text{ m}$$

Standmoment:

$$M_{St0} := G_1 \cdot a_{g10} + G_2 \cdot a_{g20} + G_3 \cdot a_{gF0} \quad M_{St0} = 292.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \text{m}$$

Kippmoment:

$$M_{K0} := \left(-E_{agh0} \cdot \frac{h_0}{3} + E_{agv0} \cdot b_F \right) \quad M_{K0} = -96.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \text{m}$$

Kippsicherheit

$$\eta_{K0} := \frac{M_{St0}}{|M_{K0}|} \quad \eta_{K0} = 3.05$$

5. Sohlnormalspannungen in der Sohlfuge**Lage der Resultierende im Querschnitt bezüglich $b_F/6$:**

$$\frac{b_F}{6} = 0.417 \text{ m}$$

Hebelarm des Versetzmoments

$$e_0 := \left(\frac{b_F}{2} - c_{R0} \right)$$

$$e_0 = 0.336 \text{ m}$$

<

$$\frac{b_F}{6} = 0.417 \text{ m}$$

Resultierende liegt im Kern !

Querschnittsfläche 0 - 0

$$A_0 := b_F \cdot 1.0 \cdot m$$

$$A_0 = 2.5 \text{ m}^2$$

Widerstandsmoment 0 - 0

$$W_0 := \frac{1.0 \cdot m \cdot b_F^2}{6}$$

$$W_0 = 1.042 \text{ m}^3$$

$$R_{V0} = 215.353 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\sigma_{01} := \frac{R_{V0}}{A_0} + \frac{R_{V0} \cdot e_0}{W_0}$$

$$\sigma_{01} = 155.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot \frac{1}{\text{m}}$$

$$\sigma_{02} := \frac{R_{V0}}{A_0} - \frac{R_{V0} \cdot e_0}{W_0}$$

$$\sigma_{02} = 16.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot \frac{1}{\text{m}}$$

$$e_0 = 0.336 \text{ m}$$

<

$$\frac{2 \cdot b_F}{6} = 0.833 \text{ m}$$

Wenn die Resultierende nicht im inneren Kern liegt, ist mit versagender Zugzone zu rechnen!

versagende Zugzone:

$$\sigma_{1\text{max}} := \frac{2 \cdot R_{V0}}{3 \cdot c_{R0}}$$

$$\sigma_{1\text{max}} = 157.1 \text{ m} \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot \frac{1}{\text{m}}$$
