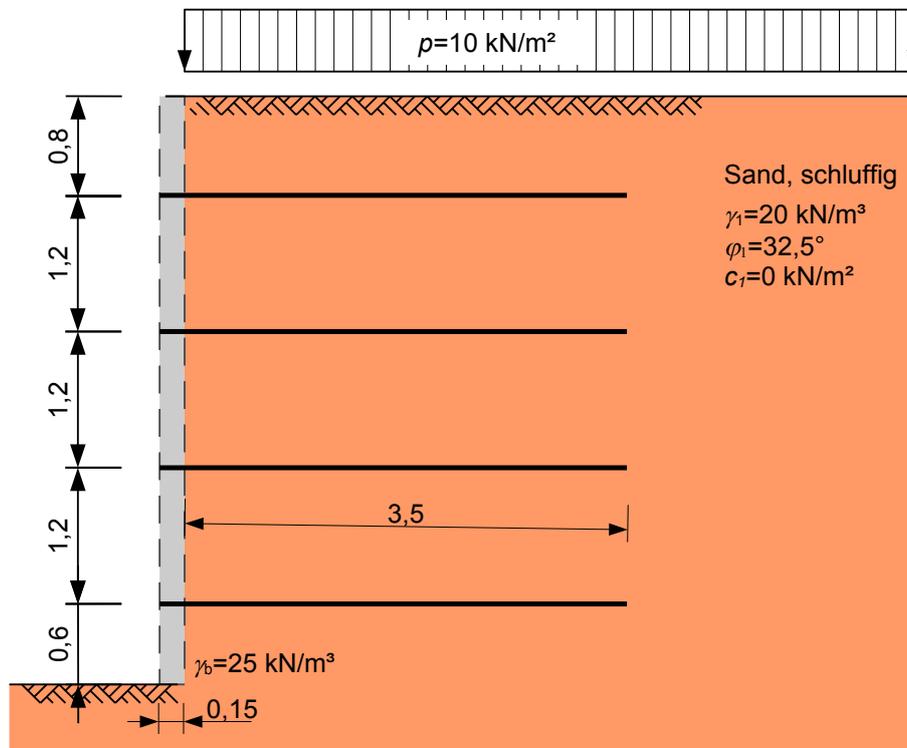


## Sicherung einer Baugrube mit einer Nagelwand

Für die Sicherung einer senkrechten Baugrubenwand ist eine Vernagelung mit Spritzbetonschal geplant. Es ist der Nachweis der äußeren Standsicherheit zu führen. Der Herausziehwiderstand ist  $f_{NA} = 30 \text{ kN/m}$



## 0 Anfangsangaben

Der Nachweis der äußeren Standsicherheit von Nagelwänden gehört zur Gruppe Geo-3. Es wird mit Bemessungswerten der Scherparameter gerechnet. Für die Untersuchung darf ein Zwei-Körper-Bruchmodell zugrunde gelegt werden. Der maßgebende Bruchmechanismus folgt aus der Variation der Gleitflächen.

- $\gamma_g = 1$  Teilsicherheitsbeiwert ständige Einwirkungen
- $\gamma_q = 1.2$  Teilsicherheitsbeiwert veränderliche Einwirkungen BS-T
- $\gamma_\varphi = 1.15$  Teilsicherheitsbeiwert Reibungswinkel BS-T
- $f_{na} = 30 \text{ kN/m}$  Herausziehwiderstand eines Nagels
- $\gamma_a = 1.3$  Teilsicherheitsbeiwert für Bodennägel BS-T

## 1 Beanspruchungen

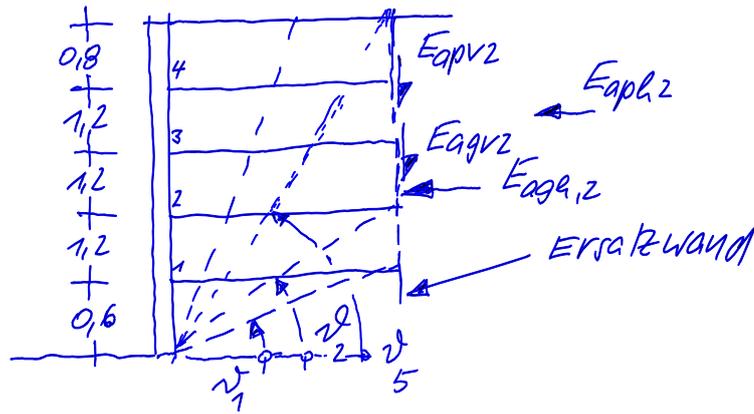
$$\varphi_d = \arctan \left( \frac{\tan \varphi^\circ}{\gamma_\varphi} \right)^{deg} = \arctan \left( \frac{\tan 32.5^\circ}{1.15} \right)^{deg} = 28.985$$

$$K_{agh2} = K_{agh100} [0; 0; \varphi_d^\circ; \varphi_d^\circ] = K_{agh100} [0; 0; 28.985^\circ; 28.985^\circ]$$

$$= 0.269$$

### 1.1 Bruchmechanismus 1

Die Einteilung der Prüfgleitflächen für die Berechnungen ist frei. Man sollte versuchen, die Arbeit möglichst zu vereinfachen. Deshalb werden hier Prüfgleitflächen gewählt, die jeweils durch die Endpunkte der Nägel verlaufen.



$$h_{11} = a_{v1} = 0.6 \text{ m Höhe, gemessen vom Fußpunkt}$$

$$\vartheta_1 = \arctan\left(\frac{h_{11}}{l_n}\right)^{\text{deg}} = \arctan\left(\frac{0.6}{3.5}\right)^{\text{deg}}$$

$$= 9.728^\circ \text{ Neigungswinkel der Gleitfläche durch den Fußpunkt}$$

$$h_{21} = h - h_{11} = 5 - 0.6$$

$$= 4.4 \text{ m Höhe der senkrechten, hinteren Ersatzwand}$$

$$G_1 = \frac{l_n \cdot (h_{21} + h)}{2} \cdot \gamma = \frac{3.5 \cdot (4.4 + 5)}{2} \cdot 20$$

$$= 329 \text{ kN/m Gewicht des Erdkörpers}$$

$$E_{agh21} = \frac{h_{21}^2}{2} \cdot K_{agh2} \cdot \gamma = \frac{4.4^2}{2} \cdot 0.269 \cdot 20$$

$$= 52.157 \text{ kN/m Erddruckkraft auf die hintere Ersatzwand}$$

$$E_{agv21} = E_{agh21} \cdot \tan \varphi_d^\circ = 52.157 \cdot \tan 28.985^\circ = 28.893$$

$$E_{aph21} = h_{21} \cdot p \cdot K_{agh2} = 4.4 \cdot 10 \cdot 0.269 = 11.854$$

$$E_{apv21} = E_{aph21} \cdot \tan \varphi_d^\circ = 11.854 \cdot \tan 28.985^\circ = 6.567$$

$$H_{d1} = E_{agh21} \cdot \gamma_g + E_{aph21} \cdot \gamma_q = 52.157 \cdot 1 + 11.854 \cdot 1.2 = 66.381$$

$$V_{d1} = (G_1 + E_{agv21}) \cdot \gamma_g + (P + E_{apv21}) \cdot \gamma_q$$

$$= (329 + 28.893) \cdot 1 + (35 + 6.567) \cdot 1.2 = 407.773$$

$$F_{nd1} = H_{d1} - V_{d1} \cdot \tan(\varphi_d^\circ - \vartheta_1^\circ)$$

$$= 66.381 - 407.773 \cdot \tan(28.985^\circ - 9.728^\circ) = -76.082$$

• Bruchmechanismus 1

$$\vartheta_1 = \arctan\left(\frac{0,6}{3,5}\right) = 9,7^\circ$$

$$E_{ag,z} = \frac{(4,4)^2}{2} \cdot 20 \cdot 0,269 = 52,2 \text{ kN/m}$$

$$E_{agv,z} = 52,2 \cdot \tan 29^\circ = 28,9 \text{ kN/m}$$

$$E_{apl,z} = 11,9 \text{ kN/m} \quad E_{apv,z} = 6,6 \text{ kN/m}$$

$$P_1 = 35 \text{ kN/m} \quad G_1 = 329 \text{ kN/m}$$

$$H_d = 52,2 \cdot 1,0 + 11,9 \cdot 1,2 = 66,4 \text{ kN/m}$$

$$V_d = (329 + 28,9) + (35 + 6,6) \cdot 1,2 = 407,8 \text{ kN/m}$$

$$F_{nd1} = 66,4 - 407,8 \cdot \tan(29^\circ - 9,7^\circ) = \underline{\underline{-76 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}}$$

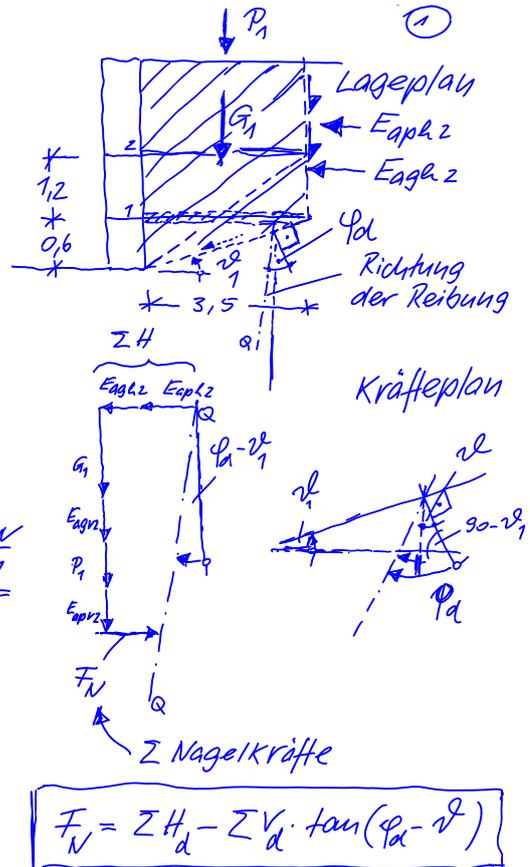
• Bruchmechanismus 2

$$\vartheta_2 = \arctan\left(\frac{1,8}{3,5}\right) = 27,2^\circ$$

$$F_{nd2} = 27,1 \text{ kN/m}$$

• Bruchmechanismus 3  $\vartheta_3 = 40,6^\circ$

$$F_{nd3} = 78,2 \text{ kN/m}$$



## 2 Widerstände

Der Widerstand ergibt sich aus der Summe der Nagellängen außerhalb der Bruchkörper, multipliziert mit dem Herauszieh Widerstand.

### 2.1 Bruchmechanismus 2

$$l_{n1w2} = l_n - \frac{h_{11}}{\tan \vartheta_2^c} = 3,5 - \frac{0,6}{\tan 27,216^\circ} = 2,333$$

$$l_{nw2} = l_{n1w2} = 2,333$$

$$R_{n2} = f_{na} \cdot l_{nw2} = 30 \cdot 2,333 = 70$$

### 2.2 Bruchmechanismus 3

$$l_{n1w3} = l_n - \frac{h_{11}}{\tan \vartheta_3^c} = 3,5 - \frac{0,6}{\tan 40,601^\circ} = 2,8$$

$$l_{n2w3} = l_n - \frac{h_{12}}{\tan \vartheta_3^c} = 3,5 - \frac{1,8}{\tan 40,601^\circ} = 1,4$$

$$l_{nw3} = l_{n1w3} + l_{n2w3} = 2,8 + 1,4 = 4,2$$

$$R_{n3} = f_{na} \cdot l_{nw3} = 30 \cdot 4,2 = 126$$

## 3 Nachweise

$$\mu_2 = \frac{F_{nd2}}{\frac{R_{n2}}{\gamma_a}} = \frac{27,121}{\frac{70}{1,3}} = 0,504$$

$$\mu_3 = \frac{F_{nd3}}{\frac{R_{n3}}{\gamma_a}} = \frac{78,201}{\frac{126}{1,3}} = 0,807$$

$$\mu_4 = \frac{F_{nd4}}{\frac{R_{n4}}{\gamma_a}} = \frac{100,311}{\frac{180}{1,3}} = 0,724$$

$$\mu_5 = \frac{F_{nd5}}{\frac{R_{n5}}{\gamma_a}} = \frac{105.944}{\frac{222}{1.3}} = 0.62$$

Nr.	1	2	3	4	5	6	7
$d$	9,7	27,2	40,6	50,2	55	63,4	73,3
$F_{rd}$	-76,1	27,1	78,2	100,3	106	106,3	90,8
$R_{Nk}$	/	70	126	180	222	↑	
$\mu$		0,5	0,8	0,7	0,6		

3 Widerstände

Bruchmechanismus 2

$$l_{N1} = 3,5 - \frac{0,6}{\tan 27,2^\circ} = 2,33 \text{ m}$$

$$R_{N2} = 30 \cdot 2,33 = 70 \text{ kN/m}$$

Bruchmechanismus 3

$$l_{N1} = 3,5 - \frac{0,6}{\tan 40,6^\circ} = 2,8 \text{ m}$$

$$l_{N2} = 3,5 - \frac{1,8}{\tan 40,6^\circ} = 1,4 \text{ m}$$

$$R_{N3} = 30 \cdot 4,2 = 126$$

4. Nachweis

$$\mu_2 = \frac{27,1}{70/1,3} = 0,5$$

$$\mu_3 = \frac{78,2}{126/1,3} = 0,8$$

