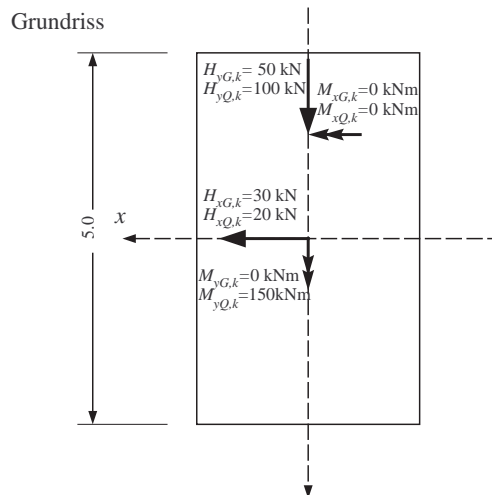
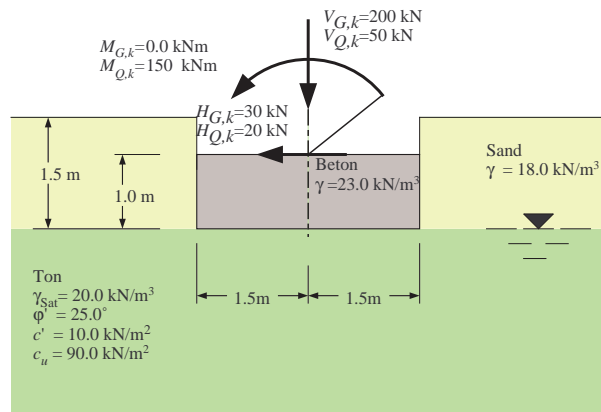


## 17. Übung: Grundbruch



Es ist der Grundbruchnachweis in der Bemessungssituation BS-P zu führen.

- für die Anfangsstandsicherheit.
- für die Langzeitstandsicherheit.

## 1 Anfangsangaben

### 1.1 Materialkennwerte

- $\gamma_1 = 18 \text{ kN/m}^3$  Wichte
- $\gamma_2 = 10 \text{ kN/m}^3$  Wichte unter Auftrieb
- $\gamma_{\text{Beton}} = 23 \text{ kN/m}^3$  Wichte Beton
- $\varphi_k = 25^\circ$  Reibungswinkel Ton
- $c_k = 10 \text{ kN/m}^2$  Kohäsion Ton
- $c_{uk} = 90 \text{ kN/m}^2$  Kohäsion Ton

## 1.2 Geometrie

$$b = 3 \text{ m Breite}$$

$$a = 5 \text{ m Länge}$$

$$d = 1.5 \text{ m Einbindetiefe}$$

$$h_f = 1 \text{ m Höhe des Fundaments}$$

### 1.2.1 Einwirkungen

$$V_{G,k} = 200 \text{ kN Vertikallast, ständige Lasten}$$

$$V_{Q,k} = 50 \text{ kN Vertikallast, veränderlich}$$

$$H_{xG,k} = 30 \text{ kN Vertikallast, ständige Lasten}$$

$$H_{xQ,k} = 20 \text{ kN Vertikallast, veränderlich}$$

$$H_{yG,k} = 50 \text{ kN Horizontallast, ständige Lasten}$$

$$H_{yQ,k} = 100 \text{ kN Horizontallast, veränderlich}$$

$$M_{xG,k} = 0 \text{ kN Moment um die x-Achse, ständig}$$

$$M_{xQ,k} = 0 \text{ kN Moment um die x-Achse, veränderlich}$$

$$M_{yG,k} = 0 \text{ kN Moment um die y-Achse, ständig}$$

$$M_{yQ,k} = 150 \text{ kN Moment um die y-Achse, veränderlich}$$

### 1.3 Teilsicherheitsbeiwerte

$$\gamma_{GR} = 1.4 \quad \text{Teilsicherheitsbeiwert Grundbruchwiderstand, BS-P, GEO-2}$$

$$\gamma_G = 1.35 \quad \text{Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen BS-P}$$

$$\gamma_Q = 1.5 \quad \text{Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkungen BS-P}$$

## 2 Berechnung der charakteristischen Beanspruchung in der Fundamentsohle

$$\begin{aligned} N_{G,k} &= V_{G,k} + h_f \cdot b \cdot a \cdot \gamma_{\text{Beton}} = 200 + 1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 23 \\ &= 545 \text{ kN Einwirkung normal zur Sohle infolge ständiger Lasten} \end{aligned}$$

$$N_{Q,k} = V_{Q,k} = 50 \text{ kN infolge veränderlicher Lasten}$$

$$\begin{aligned} T_k &= \sqrt{(H_{xG,k} + H_{xQ,k})^2 + (H_{yG,k} + H_{yQ,k})^2} = \sqrt{(30 + 20)^2 + (50 + 100)^2} \\ &= 158.114 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$e_b = e_x = \frac{M_{yG,k} + M_{yQ,k} + (H_{xG,k} + H_{xQ,k}) \cdot h_f}{N_{G,k} + N_{Q,k}} = \frac{0 + 150 + (30 + 20) \cdot 1}{545 + 50} = 0.336 \text{ m}$$

$$e_a = e_y = \frac{M_{xG,k} + M_{xQ,k} + (H_{yG,k} + H_{yQ,k}) \cdot h_f}{N_{G,k} + N_{Q,k}} = \frac{0 + 0 + (50 + 100) \cdot 1}{545 + 50} = 0.252 \text{ m}$$

## 3 Berechnung des charakteristischen Grundbruchwiderstands

### 3.1 Geometrie

$$b' = b - 2 \cdot e_x = 3 - 2 \cdot 0.336 = 2.328 \text{ m wirksame Breite}$$

$$a' = a - 2 \cdot e_a = 5 - 2 \cdot 0.252 = 4.496 \text{ m wirksame Länge}$$

### 3.2 Tragfähigkeitsbeiwerte

#### 3.2.1 Fall a.) Anfangsstandsicherheit, undrainiert

$$N_{d0u} = N_{d0} [0] = 1$$

$$N_{b0u} = N_{b0} [0] = 0$$

$$N_{c0u} = \pi + 2 = 5.142$$

### 3.2.2 Fall b.) Endstandsicherheit, drainiert

$$N_{d0} = N_{d0} [\varphi_k^\circ] = N_{d0} [25^\circ] = 10.662$$

$$N_{b0} = N_{b0} [\varphi_k^\circ] = N_{b0} [25^\circ] = 4.506$$

$$N_{c0} = N_{c0} [\varphi_k^\circ] = N_{c0} [25^\circ] = 20.721$$

### 3.3 Formbeiwerte

#### 3.3.1 Fall a.) - undrainiert

$$\nu_{du} = 1 + \frac{b'}{a'} \cdot \sin 0 = 1 + \frac{2.328}{4.496} \cdot \sin 0 = 1$$

$$\nu_{cu} = 1 + \frac{0.2 \cdot b'}{a'} = 1 + \frac{0.2 \cdot 2.328}{4.496} = 1.104$$

#### 3.3.2 Fall b.) - drainiert

$$\nu_d = 1 + \frac{b'}{a'} \cdot \sin \varphi_k^\circ = 1 + \frac{2.328}{4.496} \cdot \sin 25^\circ = 1.219$$

$$\nu_b = 1 - \frac{0.3 \cdot b'}{a'} = 1 - \frac{0.3 \cdot 2.328}{4.496} = 0.845$$

$$\nu_c = \frac{\nu_d \cdot N_{d0} - 1}{N_{d0} - 1} = \frac{1.219 \cdot 10.662 - 1}{10.662 - 1} = 1.241$$

### 3.4 Lastneigungsbeiwerte

$$\delta = \arctan \left( \frac{T_k}{N_{G,k} + N_{Q,k}} \right)^{deg} = \arctan \left( \frac{158.114}{545 + 50} \right)^{deg} = 14.882$$

#### 3.4.1 a.) für den Anfangszustand

$$i_{du} = 1$$

$$i_{cu} = 0.5 + 0.5 \cdot \sqrt{1 - \frac{T_k}{a' \cdot b' \cdot c_{uk}}} = 0.5 + 0.5 \cdot \sqrt{1 - \frac{158.114}{4.496 \cdot 2.328 \cdot 90}} = 0.956$$

#### 3.4.2 b.) für den Endzustand

$$m_b = \frac{2 + \frac{b'}{a'}}{1 + \frac{b'}{a'}} = \frac{2 + \frac{2.328}{4.496}}{1 + \frac{2.328}{4.496}} = 1.659$$

$$m_a = \frac{2 + \frac{a'}{b'}}{1 + \frac{a'}{b'}} = \frac{2 + \frac{4.496}{2.328}}{1 + \frac{4.496}{2.328}} = 1.341$$

$$\omega = \left( \arctan \left( \frac{H_{xG,k} + H_{xQ,k}}{H_{yG,k} + H_{yQ,k}} \right) \right)^{deg} = \left( \arctan \left( \frac{30 + 20}{50 + 100} \right) \right)^{deg} = 18.435$$

$$m = m_a \cdot \cos \omega^{0.2} + m_b \cdot \sin \omega^{0.2} = 1.341 \cdot \cos 18.435^{0.2} + 1.659 \cdot \sin 18.435^{0.2} = 1.373$$

$$i_b = (1 - \tan \delta^\circ)^{m+1} = (1 - \tan 14.882^\circ)^{1.373+1} = 0.48$$

$$i_d = (1 - \tan \delta^\circ)^m = (1 - \tan 14.882^\circ)^{1.373} = 0.654$$

$$i_c = \frac{i_d \cdot N_{d0} - 1}{N_{d0} - 1} = \frac{0.654 \cdot 10.662 - 1}{10.662 - 1} = 0.619$$

### 3.5 charakteristischer Grundbruchwiderstand

#### 3.5.1 Fall a.) undrainiert

$$\begin{aligned}R_{Nu,k} &= a' \cdot b' \cdot (N_{d0u} \cdot d \cdot \gamma_1 \cdot i_{du} \cdot \nu_{du} + N_{c0u} \cdot c_{uk} \cdot i_{cu} \cdot \nu_{cu}) \\ &= 4.496 \cdot 2.328 \cdot (1 \cdot 1.5 \cdot 18 \cdot 1 \cdot 1 + 5.142 \cdot 90 \cdot 0.956 \cdot 1.104) \\ &= 5392.046 \text{ kN}\end{aligned}$$

#### 3.5.2 b.) für den Endzustand

$$\begin{aligned}R_{N,k} &= a' \cdot b' \cdot (N_{d0} \cdot d \cdot \gamma_1 \cdot i_d \cdot \nu_d + N_{b0} \cdot \gamma_2 \cdot b' \cdot i_b \cdot \nu_b + N_{c0} \cdot c_k \cdot i_c \cdot \nu_c) \\ &= 4.496 \cdot 2.328 \cdot (10.662 \cdot 1.5 \cdot 18 \cdot 0.654 \cdot 1.219 + 4.506 \cdot 10 \cdot 2.328 \cdot 0.48 \cdot 0.845 + 20.721 \cdot 10 \cdot 0.619 \cdot 1) \\ &= 4513.475 \text{ kN}\end{aligned}$$

## 4 Nachweis

$$N_d = N_{G,k} \cdot \gamma_G + N_{Q,k} \cdot \gamma_Q = 545 \cdot 1.35 + 50 \cdot 1.5 = 810.75 \text{ kN}$$

#### 4.1 Fall a.) undrainiert

$$\begin{aligned}R_{Nu,d} &= \frac{R_{Nu,k}}{\gamma_{GR}} = \frac{5392.046}{1.4} \\ &= 3851.461 \text{ kN Grundbruchwiderstand für undrainierten Anfangszustand}\end{aligned}$$

#### 4.2 b.) für den Endzustand

$$\begin{aligned}R_{N,d} &= \frac{R_{N,k}}{\gamma_{GR}} = \frac{4513.475}{1.4} \\ &= 3223.911 \text{ kN Grundbruchwiderstand für drainierten Zustand}\end{aligned}$$