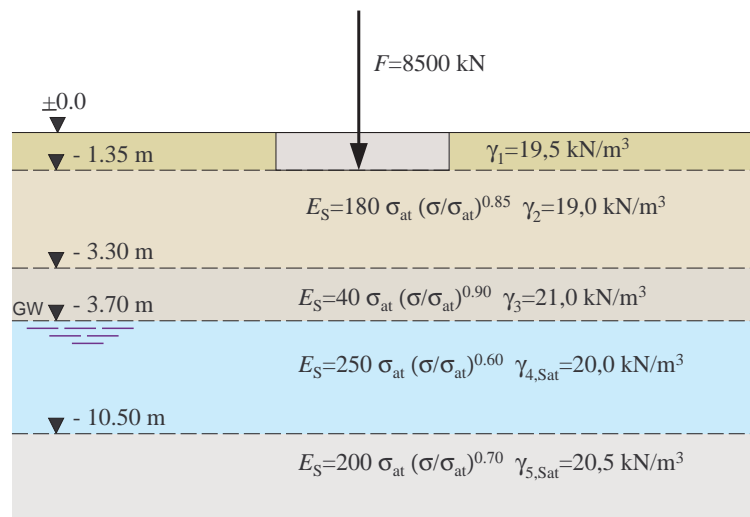


## 18. Übung: Spannungsausbreitung im Baugrund

Berechnung die Spannungen unter einem starren Fundament auf geschichtetem Baugrund  
Berechnen Sie den spannungsabhängigen Steifemoduln (oben, mitte, unten)!



### 1 Setzungswirksame Belastung

$$\sigma_1 = \sigma_0 - t_0 \cdot \gamma_0 = 255.064 - 1.35 \cdot 19.5 = 228.739 \text{ kN/m}^2$$

### 2 Berechnung der Spannungen

$\sigma_{zg}$  bezeichnet den Überlagerungsdruck  $\sigma_{\ddot{u}}$ ,  $\sigma_{zp}$  steht für die Spannung infolge Auflast  $\sigma_z$   
 $\sigma_m$  bezeichnet das geometrische Mittel von  $\sigma_{zg}$  und  $\sigma_{zg} + \sigma_{zp}$  ( $\sigma_m = \sqrt{\sigma_{zg}(\sigma_{zg} + \sigma_{zp})}$ )

#### 2.1 Spannungen Schicht 1

##### 2.1.1 Spannungen infolge Eigenlast des Bodens

$$\begin{aligned} \sigma_{zg1o} &= t_0 \cdot \gamma_0 = 1.35 \cdot 19.5 \\ &= 26.325 \text{ kN/m}^2 \text{ Spannung infolge Eigengewicht, Oberkante der ersten Schicht} \\ \sigma_{zg1m} &= \sigma_{zg1o} + \frac{t_1 - t_0}{2} \cdot \gamma_1 = 26.325 + \frac{3.3 - 1.35}{2} \cdot 19 \\ &= 44.85 \text{ kN/m}^2 \text{ erste Schicht, Mitte} \\ \sigma_{zg1u} &= \sigma_{zg1m} + \frac{t_1 - t_0}{2} \cdot \gamma_1 = 44.85 + \frac{3.3 - 1.35}{2} \cdot 19 \\ &= 63.375 \text{ kN/m}^2 \text{ erste Schicht, Unten} \end{aligned}$$

##### 2.1.2 Spannungen infolge Auflast

$$\begin{aligned} \sigma_{z1o} &= \sigma_1 \cdot I_z = 228.739 \cdot 1 = 228.739 \\ \sigma_{z1m} &= \sigma_1 \cdot I_z = 228.739 \cdot 0.74 = 169.202 \end{aligned}$$

$$\sigma_{z1u} = \sigma_1 \cdot I_z = 228.739 \cdot 0.517 = 118.198$$

### 2.1.3 mittlere Spannung, Steifemodul

$$\sigma_{1mo} = \sqrt{\sigma_{zg1o} \cdot (\sigma_{zg1o} + \sigma_{z1o})} = \sqrt{26.325 \cdot (26.325 + 228.739)} = 81.942$$

$$\sigma_{1mm} = \sqrt{\sigma_{zg1m} \cdot (\sigma_{zg1m} + \sigma_{z1m})} = \sqrt{44.85 \cdot (44.85 + 169.202)} = 97.981$$

$$\sigma_{1mu} = \sqrt{\sigma_{zg1u} \cdot (\sigma_{zg1u} + \sigma_{z1u})} = \sqrt{63.375 \cdot (63.375 + 118.198)} = 107.271$$

$$E_{S1o} = v \cdot \sigma_{at} \cdot \left( \frac{\sigma_{1mo}}{\sigma_{at}} \right)^w = 180 \cdot 100 \cdot \left( \frac{81.942}{100} \right)^{0.85} = 15196.893$$

$$E_{S1m} = v \cdot \sigma_{at} \cdot \left( \frac{\sigma_{1mm}}{\sigma_{at}} \right)^w = 180 \cdot 100 \cdot \left( \frac{97.981}{100} \right)^{0.85} = 17690.583$$

$$E_{S1u} = v \cdot \sigma_{at} \cdot \left( \frac{\sigma_{1mu}}{\sigma_{at}} \right)^w = 180 \cdot 100 \cdot \left( \frac{107.271}{100} \right)^{0.85} = 19106.632$$

## 2.2 Spannungen Schicht 2

$$\sigma_{zg2o} = \sigma_{zg1u} = 63.375 \text{ kN/m}^2 \text{ zweite Schicht, Oben}$$

$$\sigma_{zg2m} = \sigma_{zg2o} + \frac{t_2 - t_1}{2} \cdot \gamma_2 = 63.375 + \frac{3.7 - 3.3}{2} \cdot 21 = 67.575$$

$$\sigma_{zg2u} = \sigma_{zg2m} + \frac{t_2 - t_1}{2} \cdot \gamma_2 = 67.575 + \frac{3.7 - 3.3}{2} \cdot 21 = 71.775$$

### 2.2.1 Spannungen infolge Auflast

$$\sigma_{z2o} = \sigma_1 \cdot I_z = 228.739 \cdot 0.517 = 118.198$$

$$\sigma_{z2m} = \sigma_1 \cdot I_z = 228.739 \cdot 0.487 = 111.486$$

$$\sigma_{z2u} = \sigma_1 \cdot I_z = 228.739 \cdot 0.461 = 105.531$$

### 2.2.2 mittlere Spannung, Steifemodul

$$E_{S2o} = v \cdot \sigma_{at} \cdot \left( \frac{\sigma_{2mo}}{\sigma_{at}} \right)^w = 40 \cdot 100 \cdot \left( \frac{107.271}{100} \right)^{0.9} = 4260.846$$

$$E_{S2m} = v \cdot \sigma_{at} \cdot \left( \frac{\sigma_{2mm}}{\sigma_{at}} \right)^w = 40 \cdot 100 \cdot \left( \frac{110}{100} \right)^{0.9} = 4358.272$$

$$E_{S2u} = v \cdot \sigma_{at} \cdot \left( \frac{\sigma_{2mu}}{\sigma_{at}} \right)^w = 40 \cdot 100 \cdot \left( \frac{112.81}{100} \right)^{0.9} = 4458.338$$

## 2.3 Spannungen Schicht 3

$$\sigma_{zg3o} = \sigma_{zg2u} = 71.775$$

$$\sigma_{zg3m} = \sigma_{zg3o} + \frac{t_3 - t_2}{2} \cdot \gamma_3 = 71.775 + \frac{10.5 - 3.7}{2} \cdot 10 = 105.775$$

$$\sigma_{zg3u} = \sigma_{zg3m} + \frac{t_3 - t_2}{2} \cdot \gamma_3 = 105.775 + \frac{10.5 - 3.7}{2} \cdot 10 = 139.775$$

### 2.3.1 Spannungen infolge Auflast

$$\sigma_{z3o} = \sigma_1 \cdot I_z = 228.739 \cdot 0.461 = 105.531$$

$$\sigma_{z3m} = \sigma_1 \cdot I_z = 228.739 \cdot 0.226 = 51.699$$

$$\sigma_{z3u} = \sigma_1 \cdot I_z = 228.739 \cdot 0.128 = 29.366$$

### 2.3.2 mittlere Spannung, Steifemodul

$$E_{S3o} = v \cdot \sigma_{at} \cdot \left( \frac{\sigma_{3mo}}{\sigma_{at}} \right)^w = 250 \cdot 100 \cdot \left( \frac{112.81}{100} \right)^{0.6} = 26875.014$$

$$E_{S3m} = v \cdot \sigma_{at} \cdot \left( \frac{\sigma_{3mm}}{\sigma_{at}} \right)^w = 250 \cdot 100 \cdot \left( \frac{129.061}{100} \right)^{0.6} = 29135.164$$

$$E_{S3u} = v \cdot \sigma_{at} \cdot \left( \frac{\sigma_{3mu}}{\sigma_{at}} \right)^w = 250 \cdot 100 \cdot \left( \frac{153.759}{100} \right)^{0.6} = 32362.623$$

Tiefe t	z	$\sigma_{zg}$	$I_z$	$\sigma_{zp}$	$\sigma_{zp}/\sigma_{zg}$	$\sigma_m$
1.35	0	26.325	1	228.739	8.689	81.942
2.325	0.975	44.85	0.74	169.202	3.773	97.981
3.3	1.95	63.375	0.517	118.198	1.865	107.271
3.5	2.15	67.575	0.487	111.486	1.65	110
3.7	2.35	71.775	0.461	105.531	1.47	112.81
7.1	5.75	105.775	0.226	51.699	0.489	129.061
10.5	9.15	139.775	0.128	29.366	0.21	153.759

Tiefe in m	mittlere Spannung $\sigma_m$ in kPa	Steifemodul $E_S$ in kPa
1.35	81.942	15196.893
2.325	97.981	17690.583
3.3	107.271	19106.632
3.3	107.271	4260.846
3.5	110	4358.272
3.7	112.81	4458.338
3.7	112.81	26875.014
7.1	129.061	29135.164
10.5	153.759	32362.623