

Beispiel 1: Überprüfung der Bodenspannung unter einer belasteten Rechteckfläche

1 Aufgabenstellung

Zur Überprüfung der Bodenspannung im Punkt *A* unter einer belasteten Rechteckfläche wird die ermittelte Bodenspannung nach *Das* (1983), Beispiel 3.4, Seite 205, unter Benutzung des Einflusskoeffizienten von *Newmark* (1935) mit den Ergebnissen des Programms *ELPLA* verglichen.

Eine Flächenlast von $q = 50 \text{ [kN/m}^2\text{]}$ wirkt auf eine schlanke Rechteckfläche $6 \text{ [m]} \times 3 \text{ [m]}$, wie im Bild 1 gezeigt. Es soll die lotrechte Spannung im Punkt *A* bestimmt werden, der sich in einer Tiefe von $z = 3 \text{ [m]}$ unter Gelände befindet.

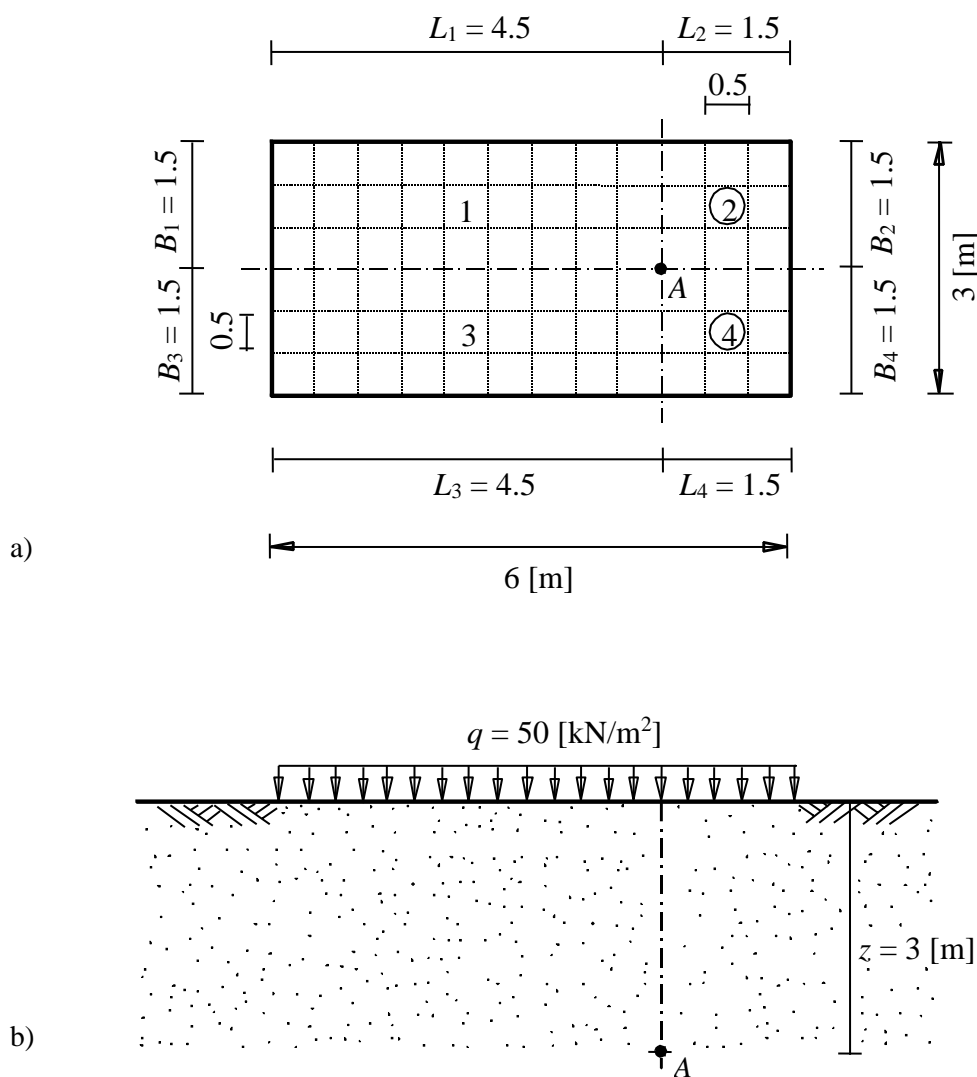


Bild 1 a) Grundriss der belasteten Fläche mit Abmessungen und FE-Netz
 b) Querschnitt durch den Baugrund unter der belasteten Fläche mit Last

2 Handberechnung der Bodenspannung

Nach *Das* (1983) kann die Bodenspannung mit Handberechnung wie folgt erhalten werden:

Newmark (1935) hat gezeigt, dass die Bodenspannung σ_z in einer Tiefe z unter der Ecke einer gleichförmig belasteten Rechteckfläche $L \times B$ gegeben wird mit

$$\sigma_z = q I_\sigma \text{ [kN/m}^2\text{]} \quad (1)$$

wobei I_σ [-] der Einflusskoeffizient der Bodenspannung ist und bestimmt wird mit

$$I_\sigma = \frac{1}{4\pi} \left[\frac{2 m n \sqrt{m^2 + n^2 + 1}}{m^2 + n^2 + m^2 n^2 + 1} \frac{m^2 + n^2 + 2}{m^2 + n^2 + 1} + \tan^{-1} \frac{2 m n \sqrt{m^2 + n^2 + 1}}{m^2 + n^2 - m^2 n^2 + 1} \right]$$

und $m = B/z$; $n = L/z$ [-].

Die Bodenspannung σ_z im Punkt *A* kann abgeschätzt werden durch Überlagerung der vier belasteten Rechteckflächen durch Verwendung des Prinzips der Überlagerung, wie im Bild 1 und Gleichung 2 gezeigt.

$$\sigma_z = q (I_{\sigma 1} + I_{\sigma 2} + I_{\sigma 3} + I_{\sigma 4}) \text{ [kN/m}^2\text{]} \quad (2)$$

Die Berechnung der Einflusskoeffizienten für die vier Rechteckflächen wird in der 0 gezeigt.

Tabelle 1 Berechnung der Einflusskoeffizienten für die 4 Rechteckflächen

| Fläche Nr. | B [m] | L [m] | z [m] | $m = B/z$ [-] | $n = L/z$ [-] | I_σ [-] |
|------------|---------|---------|---------|---------------|---------------|----------------|
| 1 | 1.5 | 4.5 | 3.0 | 0.5 | 1.5 | 0.131 |
| 2 | 1.5 | 1.5 | 3.0 | 0.5 | 0.5 | 0.085 |
| 3 | 1.5 | 4.5 | 3.0 | 0.5 | 1.5 | 0.131 |
| 4 | 1.5 | 1.5 | 3.0 | 0.5 | 0.5 | 0.085 |

Die Bodenspannung im Punkt *A* erhält man mit

$$\sigma_z = 50 (0.131 + 0.085 + 0.131 + 0.085) = 21.6 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

3 Bodenspannung mit dem Programm *ELPLA*

Der Sohldruck der Platte in diesem Beispiel wird gleichförmig auf der Bodenoberfläche verteilt angenommen. Deshalb kann das verfügbare Verfahren "Schlaffe Platte 9" im Programm *ELPLA* hier verwendet werden, um die Bodenspannung aus einer belasteten Rechteckfläche auf der Bodenoberfläche zu bestimmen. Diese Spannung kann vom Programm *ELPLA* durch die Option "Berechnung der Grenztiefe" erhalten werden. In der Grenztiefenberechnung soll die Bodenspannung gegen die Tiefe unter dem Fundament bestimmt werden. Der Standort der Bodenspannung unter der belasteten Fläche kann in jeder Position im Programm *ELPLA* definiert werden. Hier ist die Position von Punkt *A* durch die Koordinaten $x = 4.5$ [m] und $y = 1.50$ [m] definiert. In diesem Beispiel ist nur die Bodenspannung erforderlich. Deshalb können vernünftige Bodenkennwerte definiert werden. Ein Netz von Rechteckelementen ist gewählt. Jedes Element hat eine Abmessung von 0.5 [m] \times 0.5 [m], wie im Bild 1a gezeigt.

Die vom Programm *ELPLA* errechnete Bodenspannung $\sigma_z = 21.5$ [kN/m²] unter der belasteten Fläche in einer Tiefe $z = 3$ [m] unter Gelände gleicht fast der Handberechnung.