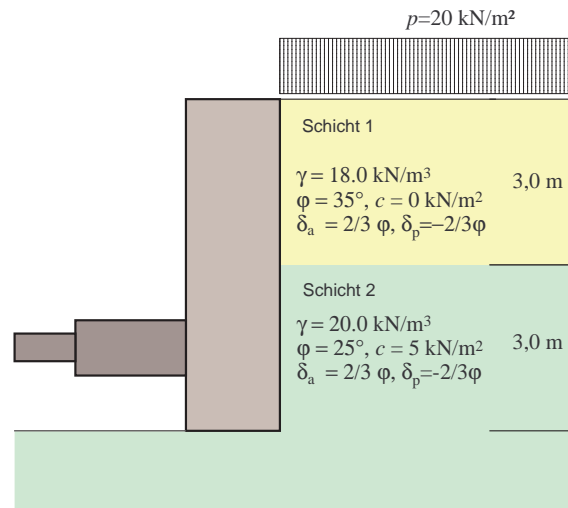


1. Übungsbeispiel: Erddruck aktiv und passiv, analytisch

Aufgabenstellung

Im Zuge der Baumaßnahmen ist die Startgrube für einen horizontalen Rohrvortrieb herzustellen. Zur sinnvollen Auswahl einer geeigneten Presse ist die maximal aufnehmbare Stützkraft des Erdwiderlagers zu berechnen.



1 Eingangsgößen, Erddruckbeiwerte

Die Erddruckbeiwerte werden mit den Tab. 6.2 - 6.7 aus dem Lehrbuch ermittelt. Zwischenwerte sind linear zu interpolieren.

Nr.	φ	δ_a	α	β	δ_p	K_{agh}	K_{aph}	K_{ach}	K_{pgh}	K_{pph}	K_{pch}
1	35	23.333	0	0	-23.333	0.224	0.224	0.813	7.262	6.564	6.834
2	25	16.667	0	0	-16.667	0.346	0.346	1.043	3.557	3.398	4.33

2 Aktiver Erddruck

2.1 horizontaler aktiver Erddruck infolge Eigengewicht

erddruck horizontal = Vertikalspannung mal Erddruckbeiwert

$$e_{agh1,o} = h_0 \cdot \gamma_1 \cdot K_{agh1} = 0 \cdot 18 \cdot 0.224 = 0$$

$$e_{agh1,u} = h_1 \cdot \gamma_1 \cdot K_{agh1} = 3 \cdot 18 \cdot 0.224 = 12.096$$

$$e_{agh2,o} = h_1 \cdot \gamma_1 \cdot K_{agh2} = 3 \cdot 18 \cdot 0.346 = 18.684$$

$$e_{agh2,u} = e_{agh2,o} + h_2 \cdot \gamma_2 \cdot K_{agh2} = 18.684 + 3 \cdot 20 \cdot 0.346 = 39.444$$

2.2 horizontaler Erddruck infolge Kohäsion

$$e_{ach1} = 0$$

$$e_{ach2} = c_2 \cdot K_{ach2} = 5 \cdot 1.043 = 5.215$$

2.3 Superposition Erddruck infolge Eigengewicht und Kohäsion

$$\begin{aligned}e_{agch1,o} &= e_{agh1,o} - e_{ach1} = 0 - 0 = 0 \\e_{agch1,u} &= e_{agh1,u} - e_{ach1} = 12.096 - 0 = 12.096 \\e_{agch2,o} &= e_{agh2,o} - e_{ach2} = 18.684 - 5.215 = 13.469 \\e_{agch2,u} &= e_{agh2,u} - e_{ach2} = 39.444 - 5.215 = 34.229\end{aligned}$$

2.4 Mindesterdruk

$$\begin{aligned}e_{ah2,omin} &= \gamma_1 \cdot h_1 \cdot K_{ah,min2} = 18 \cdot 3 \cdot 0.179 = 9.666 \\e_{ah2,umin} &= e_{ah2,omin} + \gamma_2 \cdot h_2 \cdot K_{ah,min2} = 9.666 + 20 \cdot 3 \cdot 0.179 = 20.406\end{aligned}$$

Ist hier nicht maßgebend!

2.5 horizontaler Erddruck infolge unbegrenzter Auflast

$$\begin{aligned}e_{ahp1} &= p \cdot K_{aph1} = 20 \cdot 0.224 = 4.48 \\e_{ahp2} &= p \cdot K_{aph2} = 20 \cdot 0.346 = 6.92\end{aligned}$$

2.6 Superposition mit Auflast

$$\begin{aligned}e_{ah1,o} &= e_{ahp1} = 4.48 \\e_{ah1,u} &= e_{agh1,u} + e_{ahp1} = 12.096 + 4.48 = 16.576 \\e_{ah2,o} &= e_{agch2,o} + e_{ahp2} = 13.469 + 6.92 = 20.389 \\e_{ah2,u} &= e_{agch2,u} + e_{ahp2} = 34.229 + 6.92 = 41.149\end{aligned}$$

2.7 Berechnung der Hebelarme und der Erddruckkräfte

$$\begin{aligned}E_{ah1} &= \frac{(e_{ah1,o} + e_{ah1,u}) \cdot h_1}{2} = \frac{(4.48 + 16.576) \cdot 3}{2} = 31.584 \\h_{ea1} &= \frac{e_{ah1,o} \cdot 2 + e_{ah1,u}}{3 \cdot (e_{ah1,o} + e_{ah1,u})} \cdot h_1 + h_2 = \frac{4.48 \cdot 2 + 16.576}{3 \cdot (4.48 + 16.576)} \cdot 3 + 3 = 4.213 \\E_{ah2} &= \frac{(e_{ah2,o} + e_{ah2,u}) \cdot h_2}{2} = \frac{(20.389 + 41.149) \cdot 3}{2} = 92.307 \\h_{ea2} &= \frac{e_{ah2,o} \cdot 2 + e_{ah2,u}}{3 \cdot (e_{ah2,o} + e_{ah2,u})} \cdot h_2 = \frac{20.389 \cdot 2 + 41.149}{3 \cdot (20.389 + 41.149)} \cdot 3 = 1.331\end{aligned}$$

2.8 Resultierender aktiver Erddruck

$$\begin{aligned}E_{ah} &= E_{ah1} + E_{ah2} = 31.584 + 92.307 = 123.891 \\E_{av} &= E_{ah1} \cdot \tan(\alpha_1^\circ + \delta_{a1}^\circ) + E_{ah2} \cdot \tan(\alpha_2^\circ + \delta_{a2}^\circ) \\&= 31.584 \cdot \tan(0^\circ + 23.333^\circ) + 92.307 \cdot \tan(0^\circ + 16.667^\circ) = 41.259 \\E_a &= \sqrt{E_{ah}^2 + E_{av}^2} = \sqrt{123.891^2 + 41.259^2} = 130.581 \\h_a &= \frac{E_{ah1} \cdot h_{ea1} + E_{ah2} \cdot h_{ea2}}{E_{ah}} = \frac{31.584 \cdot 4.213 + 92.307 \cdot 1.331}{123.891} = 2.066\end{aligned}$$

3 passiver Erddruck

3.1 Schicht 1

Erddruck aus Bodeneigengewicht

$$e_{pgh1,o} = 0 \cdot \gamma_1 \cdot K_{pgh1} = 0 \cdot 18 \cdot 7.262 = 0$$
$$e_{pgh1,u} = h_1 \cdot \gamma_1 \cdot K_{pgh1} = 3 \cdot 18 \cdot 7.262 = 392.148$$

Erddruck aus Auflast

$$e_{pph1} = p \cdot K_{pph1} = 20 \cdot 6.564 = 131.28$$

3.2 Schicht2

Erddruck aus Bodeneigengewicht

$$e_{pgh2,o} = \frac{e_{pgh1,u}}{K_{pgh1}} \cdot K_{pgh2} = \frac{392.148}{7.262} \cdot 3.557 = 192.078$$
$$e_{pgh2,u} = e_{pgh2,o} + h_2 \cdot \gamma_2 \cdot K_{pgh2} = 192.078 + 3 \cdot 20 \cdot 3.557 = 405.498$$

Erddruck aus Auflast

$$e_{pph2} = p \cdot K_{pph2} = 20 \cdot 3.398 = 67.96$$

Erddruck aus Kohäsionsanteil

$$e_{pch2} = c_2 \cdot K_{pch2} = 5 \cdot 4.33 = 21.65$$

3.3 Superposition der Erddruckspannungen

$$e_{ph1,o} = e_{pgh1,o} + e_{pph1} = 0 + 131.28 = 131.28$$
$$e_{ph1,u} = e_{pgh1,u} + e_{pph1} = 392.148 + 131.28 = 523.428$$
$$e_{ph2,o} = e_{pgh2,o} + e_{pph2} + e_{pch2} = 192.078 + 67.96 + 21.65 = 281.688$$
$$e_{ph2,u} = e_{pgh2,u} + e_{pph2} + e_{pch2} = 405.498 + 67.96 + 21.65 = 495.108$$

3.4 Resultierender passiver Erddruck

$$E_{ph1} = \frac{e_{ph1,o} + e_{ph1,u}}{2} \cdot h_1 = \frac{131.28 + 523.428}{2} \cdot 3 = 982.062$$
$$E_{ph2} = \frac{e_{ph2,o} + e_{ph2,u}}{2} \cdot h_2 = \frac{281.688 + 495.108}{2} \cdot 3 = 1165.194$$
$$h_{ep1} = \frac{e_{ph1,o} \cdot 2 + e_{ph1,u}}{3 \cdot (e_{ph1,o} + e_{ph1,u})} \cdot h_1 + h_2 = \frac{131.28 \cdot 2 + 523.428}{3 \cdot (131.28 + 523.428)} \cdot 3 + 3 = 4.201$$
$$h_{ep2} = \frac{e_{ph2,o} \cdot 2 + e_{ph2,u}}{3 \cdot (e_{ph2,o} + e_{ph2,u})} \cdot h_2 = \frac{281.688 \cdot 2 + 495.108}{3 \cdot (281.688 + 495.108)} \cdot 3 = 1.363$$
$$E_{ph} = E_{ph1} + E_{ph2} = 982.062 + 1165.194 = 2147.256$$
$$E_{pv} = E_{ph1} \cdot \tan(\alpha_1^\circ + \delta_{p1}^\circ) + E_{ph2} \cdot \tan(\alpha_2^\circ + \delta_{p2}^\circ)$$
$$= 982.062 \cdot \tan(0^\circ + -23.333^\circ) + 1165.194 \cdot \tan(0^\circ + -16.667^\circ)$$
$$= -772.456$$
$$E_p = \sqrt{E_{ph}^2 + E_{pv}^2} = \sqrt{2147.256^2 + -772.456^2} = 2281.972$$
$$h_p = \frac{E_{ph1} \cdot h_{ep1} + E_{ph2} \cdot h_{ep2}}{E_{ph}} = \frac{982.062 \cdot 4.201 + 1165.194 \cdot 1.363}{2147.256} = 2.661$$