



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Die Statik im Stahlbetonbau**

**Beyer, Kurt**

**Berlin [u.a.], 1956**

Lösung bei gerader Wand- und gebrochener Geländelinie

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-74292](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-74292)

negativem Vorzeichen verwendet, also in Abb. 4 nach der anderen Seite von  $AA_1$ ,  $AB$  und der Normalen zu  $AB$  angetragen.

Um den Betrag der Kraft  $E_a$  analytisch zu berechnen, werden die Strecken  $f$  und  $e$  durch  $h$  und die Funktionen der bekannten Winkel  $\vartheta$ ,  $\alpha$ ,  $\varphi$  und  $\delta'$  ausgedrückt. Das Ergebnis wird entweder auf  $\gamma'$  bezogen oder in die Anteile  $E_\gamma$  und  $E_q$ , dem Erddruck aus der Hinterfüllung ( $\gamma$ ) und der Auflast ( $q$ ), zerlegt.

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma' h^2 k_1 = E_\gamma + E_q = \frac{1}{2} \gamma h^2 k_1 + q h k_1; \quad (11)$$

$$\gamma' = \gamma + \frac{2q}{h}; \quad k_1 = \frac{fe}{h^2}. \quad (12)$$

Schräge Wandlinie ( $\vartheta$ ), geneigtes Gelände ( $\pm \alpha$ ) Abb. 4:

$$k_1 = \frac{\sin^2(\varphi + \vartheta)}{\sin^2(\vartheta + \alpha) \cdot \sin(\vartheta - \delta') \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta') \cdot \sin(\varphi - \alpha)}{\sin(\vartheta - \delta') \cdot \sin(\vartheta + \alpha)}} \right]^2}. \quad (13)$$

Lotrechte Wandlinie ( $\vartheta = 90^\circ$ ) und geneigtes Gelände ( $\pm \alpha$ ):

$$k_1 = \frac{\cos^2 \varphi}{\cos^2 \alpha \cdot \cos \delta' \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta') \sin(\varphi - \alpha)}{\cos \delta' \cos \alpha}} \right]^2}. \quad (14)$$

Lotrechte Wandlinie ( $\vartheta = 90^\circ$ ), waagerechtes Gelände ( $\alpha = 0$ ) und  $\delta' \neq 0$ :

$$k_1 = \frac{\cos^2 \varphi}{\cos \delta' \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta') \sin \varphi}{\cos \delta'}} \right]^2}. \quad (15)$$

Lotrechte Wandlinie ( $\vartheta = 90^\circ$ ), waagerechtes Gelände ( $\alpha = 0$ ) und  $\delta' = 0$ :

$$k_1 = \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right). \quad (16)$$

Bei Auswertung des passiven Erddrucks  $E_p$  werden  $\varphi$ ,  $\delta'$  und die Wurzel mit dem negativen Vorzeichen verwendet.

Während das Gewicht des Erdbodens nach den Angaben auf S. 12 durch kapillar gebundenes Porenwasser erhöht wird, ergibt sich in einem zusammenhängenden Grundwasserkörper durch den Druckunterschied an der Oberfläche der undurchlässigen Bestandteile eine Gewichtsverminderung (Auftrieb). Dafür wird der Druck auf die stützende Wand um den Wasserdruck vermehrt, der sich in durchlässigen Bodenarten allseitig ausbreitet. Die äußeren Kräfte setzen sich daher aus dem Erddruck auf die Wand ohne die Mitwirkung des Grundwassers, aus dem Wasserdruck und aus der Abminderung des Erddrucks durch Auftrieb zusammen. Dieser ist als Massenkraft  $\gamma_a$  auf das Kornvolumen  $\varepsilon = (1 - \bar{\varepsilon})$  des Erdbodens beschränkt.  $\bar{\varepsilon}$  bezeichnet den leicht meßbaren Porengehalt, der bei Sanden je nach der Lagerung mit 40% (locker), 30% (dicht), 25% (sehr dicht), bei locker gelagerten Kiesen mit 28%, bei dicht gelagerten Kiesen mit 20% eingeschätzt werden kann. Der Porengehalt eines sandigen Lehms beträgt im Durchschnitt 30%. Nach Abb. 5 ist daher bei gerader Wandlinie ( $s, s_w$ )

$$E \hat{=} W = E_q \hat{=} E_\gamma \hat{=} \gamma_w \frac{s_w t_w}{2} \hat{=} E_\gamma \frac{\gamma_w}{\gamma_s} \frac{s_w^2}{s^2} (1 - \bar{\varepsilon}). \quad (17)$$

**Lösung bei gerader Wand- und gebrochener Geländelinie.** Da Ableitung und Ergebnis nach (9) auch gültig bleiben, solange  $G(\lambda)$  im Bereiche von  $C_0$  stetig ist,

Tabelle 1 (vgl. auch S. 12).

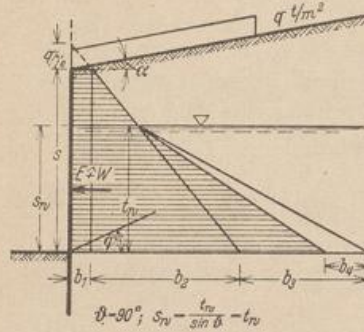
$$k_1 = \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)$$

$$k_2 = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \varphi/2)$$

$\varphi^\circ$	$\mu = \operatorname{tg} \varphi$	$k_1$	$k_2$
45 <sup>0</sup>	1,000	0,172	5,828
40 <sup>0</sup>	0,839	0,217	4,599
35 <sup>0</sup>	0,700	0,271	3,690
30 <sup>0</sup>	0,577	0,333	3,000
27,5 <sup>0</sup>	0,521	0,368	2,716
25 <sup>0</sup>	0,466	0,406	2,464
22,5 <sup>0</sup>	0,414	0,446	2,240
20 <sup>0</sup>	0,364	0,490	2,040



kann das Dreieck  $ABC_0$  aus einer anderen mit ihr inhaltgleichen Fläche  $AB_1B_2 \dots C_0$  entstanden sein. Dabei muß der Punkt  $C_0$  zunächst auf einem Abschnitt  $B_3B_4$  der gebrochenen Geländelinie (Abb. 6) angenommen werden, dessen Verlängerung auf diese Weise zur Bezugsgeraden der Konstruktion S. 8 für gerade Geländelinie wird. Die Untersuchung muß unter Umständen mit einem benachbarten Abschnitt



Beispiel:

$\alpha = 10^\circ,$	$\gamma_w = 1,0 \text{ t/m}^3,$	$k_1 = 0,462,$
$\sigma = 25^\circ,$	$\gamma_e = 1,8 \text{ t/m}^3,$	$s = 8,0 \text{ m},$
$\delta' = 0^\circ,$	$q = 2,0 \text{ t/m}^2,$	$s_w = 5,5 \text{ m},$
$\delta = 90^\circ,$	$\tau = 0,3,$	$h = s \sin(\delta + \alpha) = s \cos \alpha = 7,87,$

$E_\gamma = \frac{1}{2} \gamma h^2 k_1 = 26,6 \text{ t},$	$E_q = q h k_1 = 7,4 \text{ t auf 1 m Tiefe},$
$\frac{s_w^2}{2} - E_\gamma \frac{s_w^2 (1 - \tau)}{s^2} = 10,2 \text{ t},$	$E \uparrow W = 44,2 \text{ t auf 1 m Tiefe},$
$b_1 = \frac{E_q}{s} = 0,93 \text{ t/m},$	$b_2 = \frac{2 E_\gamma}{s} = 6,65 \text{ t/m auf 1 m Tiefe},$
$b_3 = t_w = s_w = 5,50 \text{ t/m},$	$b_4 = \frac{2 E_\gamma}{s_w} \frac{s_w^2 (1 - \tau)}{s^2} = 1,78 \text{ t/m auf 1 m Tiefe}.$

Abb. 5.

wiederholt werden. Auflasten werden ebenso wie fehlende Anteile der Nutzlast  $q$  auf Teildreiecke des Erdprismas  $ABC_0$  durch Division mit  $\gamma_e$  oder  $\gamma'_e$  umgerechnet, diesem zugefügt oder von diesem abgezogen. Die Stellungslinie wird nach wie vor auf die vorgeschriebene Wandlinie bezogen.

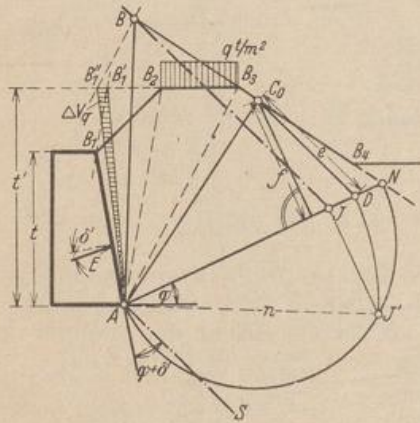


Abb. 6.

Beispiel:  $\sigma = 25^\circ,$   $t' = 8,5 \text{ m},$   
 $\delta' = 10^\circ,$   $B_2 B_3 = 3,0 \text{ m},$   
 $\gamma_e = 1,9 \text{ t/m}^3,$   $e = 5,36 \text{ m},$   
 $q = 1,0 \text{ t/m}^2,$   $f = 5,0 \text{ m}.$

Auflast  $P$  ersetzt durch das Gewicht des Erdprismas  $AB_1B_1''$ ,

$P = \Delta V_g \gamma_e,$   
 $P = B_2 B_3 q = \frac{B_1' B_1''}{2} \gamma_e; B_1' B_1'' = 0,37 \text{ m},$   
 $E = \frac{1}{2} f e \gamma_e = 25,46 \text{ t auf 1 m Tiefe}.$

verwandelt und damit die Grundlage der Untersuchung für die gerade Wandlinie gefunden worden ist.

**Lage der Mittelkraft  $E$  des Erddrucks.** Das Gewicht  $G$  eines Erdprismas steht mit den Kräften  $(\sigma \uparrow \tau) dF$  längs der Begrenzung im Gleichgewicht. Die statischen Bedingungen bestimmen mit der Fließbedingung (S. 5) in dem Grenzzustand zwischen Ruhe und Bewegung eindeutig die Form der Gleitflächen. Die Gleichgewichtsbedingungen der äußeren Kräfte sind daher bei Annahmen über die Form der Gleitflächen nicht mehr erfüllt. Wenn daher auch nach (6) die geometrische Summe von  $E, Q, G$  Null ist, so ist in der Regel noch ein Kräftepaar vorhanden. Die Wirkungslinien  $E,$