

53U Erddruckberechnung

(Stand: 01.02.2008)

Leistungsumfang

Mit dem Programm 053U kann die Erddruckverteilung auf senkrechte Wände berechnet werden. Das Gelände kann waagrecht, geneigt oder gebrochen sein. Es können Flächenlasten und Linienlasten berücksichtigt werden. Es sind bis zu 5 Bodenschichten möglich. Auch der Ansatz eines räumlichen Erdwiderstands ist möglich. Verschiedene Rechenoptionen erlauben es, die Berechnung für die jeweiligen Erfordernisse anzupassen. Die Erddruckverteilung wird auch grafisch dargestellt. Zusätzlich werden die resultierenden Erddrücke mit ihrer Schwerpunktlage ausgegeben.

Eingaben

Geometrie

- Höhe H_0 Geländebeginn als Höhenkote [m] (s. Bild 1)
- Höhe H_u der Baugrubensohle als Höhenkote [m]
- Einbindetiefe d [m] unter der Sohle (bei $d=0$ wird kein Erdwiderstand berechnet)
- Beschreibung des Geländes in bis zu 3 Abschnitten (jeweils Länge [m] und Neigung [°] des Abschnitts)
- Trägerabstand a [m] und Trägerbreite b_t [m], wenn ein räumlicher Erdwiderstand angesetzt werden soll
- Grundwasserstand GW_e erdseitig und GW_l luftseitig ($GW_l \leq GW_e$) als Höhenkoten [m]

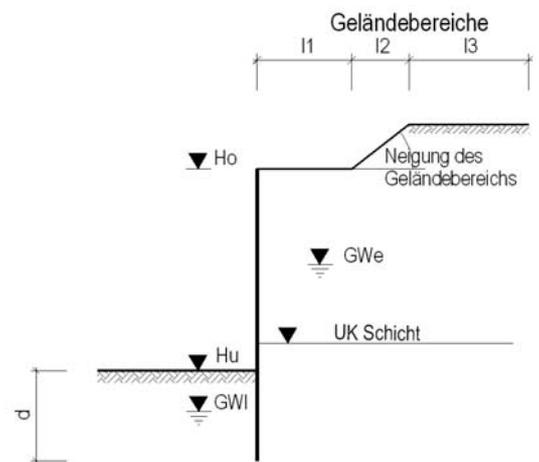


Bild 1

Charakteristische Bodenkennwerte und Wasserstand

Für den Baugrund können bis zu 5 Schichten definiert werden, die ab Höhe Gelände H_0 definiert sind. Es werden Unterkante der Schichtdicke (Höhenkote), Wichte γ , Wichte γ' (unter Auftrieb), Reibungswinkel φ , Wandreibungswinkel aktiv δ_a , Wandreibungswinkel passiv δ_p und die Kohäsion c eingegeben. Der Wandreibungswinkel δ_a darf i. Allg. mit $\delta_a = 2/3 \cdot \varphi$ angesetzt werden, der Wandreibungswinkel δ_p mit $\delta_p = -2/3 \cdot \varphi$, bei Bohlwänden darf er zu $\delta_p = -(\varphi - 2.5^\circ)$ bzw. $\delta_p \geq -27.5^\circ$ angesetzt werden. Bei Baugrubenwänden ist darauf zu achten, dass die Summe der Vertikalkräfte eingehalten ist (s. [3]).

Belastung

Das Teilsicherheitskonzept im Grundbau kennt prinzipiell nur die Unterscheidung von ständigen und nichtständigen Lasten, daher werden bei der Eingabe nur die Kategorien 'G' sowie 'Q,1' angeboten.

- Durchgehende Flächenlast:
Bei homogenem Gelände kann eine durchgehende Flächenlast angesetzt werden. Diese darf bis zu einer Größe von $q=10 \text{ kN/m}^2$ als ständige Last betrachtet werden (s. [1], 10.3.1), was im Programm dann automatisch gesetzt wird.
- Begrenzte Flächenlasten (Streifenlasten):
Zur durchgehenden Flächenlast können bis zu 3 Streifenlasten auf oder unter dem Gelände definiert werden. Angaben über Lastgröße und Kategorie, Abstand vom Wandkopf x_a , Höhe des Lastbeginns H_a (Höhenkote), Breite und Neigung der Last sowie Art der

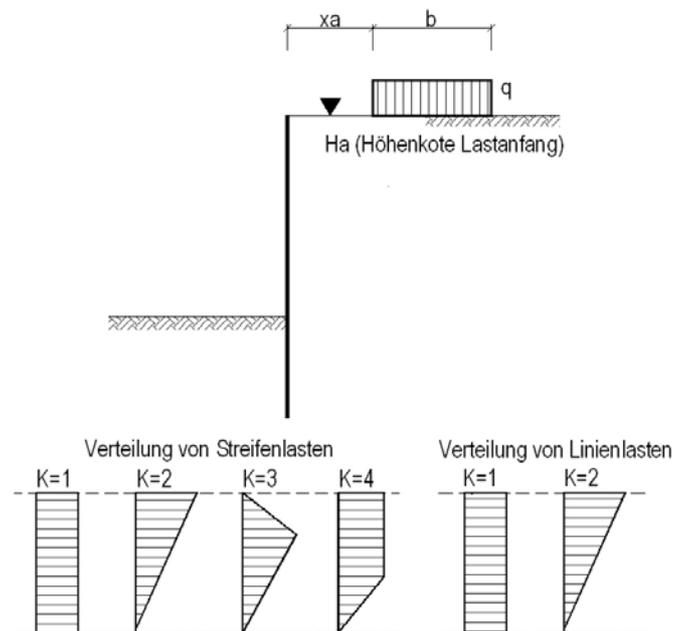


Bild 2

Erddruckverteilung werden hier erwartet (s. Bild 2). Bei Streifenlasten mit geringer Breite sind die Verteilungen 2 oder 3, sonst die Verteilungen 1 oder 4 geeignet.

- Linienlasten:
Maximal 3 Linienlasten können definiert werden. Lastgröße in vertikaler und/oder horizontaler Richtung, Kategorie, Lage und Verteilung der Last sind anzugeben. Die Last kann sich auf oder unter dem Gelände befinden (zur Verteilung s. Bild 2).

Hinweis:

Die Angabe der Lastverteilung wird bei iterativer Erddruckermittlung (s.u.) nicht ausgewertet, da sie sich durch die Iteration ergibt.

Berechnungsoptionen

Für die Durchführung der Berechnung sind u.U. noch einige Optionen anzugeben:

- Erhöhungsfaktor f_a für den aktiven Erddruck:
I. Allg. ist der Erddruck als aktiver Erddruck anzusetzen ($f_a=1$), bei naher Nachbarbebauung oder unnachgiebiger Wand sollte mit erhöhtem aktivem Erddruck bzw. Erdruhedruck gerechnet werden ($f_a>1$). Da der Ruhedruck nur für homogene Verhältnisse einfach zu ermitteln ist, muss er durch einen Erhöhungsfaktor des aktiven Erddrucks beschrieben werden.

Beispiel:

Bei einem Reibungswinkel $\varphi = 30^\circ$ und waagerechtem Gelände beträgt der Beiwert für den aktiven Erddruck $K_{agh} = 0.33$, der Beiwert für den Ruhedruck $K_{oh} = 0.50$. Als Erhöhungsfaktor ergibt sich $f_a=1.5$. Soll mit dem Mittelwert gerechnet werden, beträgt der Faktor $f_a=1.25$.

- Verteilung des aktiven Erddrucks aus Bodeneigenlast:
Bei verankerten Wänden ergibt sich statt der hydrostatischen, dreieckförmigen Spannungsverteilung eine Umlagerung der Erddruckspannungen zu den Ankerlagen hin. Dies kann durch eine konstante oder trapezförmige Umlagerungsfigur beschrieben werden (Bild 3).
- Verteilungshöhe der Erddruckumlagerung:
Die Verteilung kann entweder bis Höhe Sohle oder bis UK Wand vorgenommen werden. Bei Ermittlung eines räumlichen Erdwiderstands wird immer nur bis OK Sohle umgelagert.

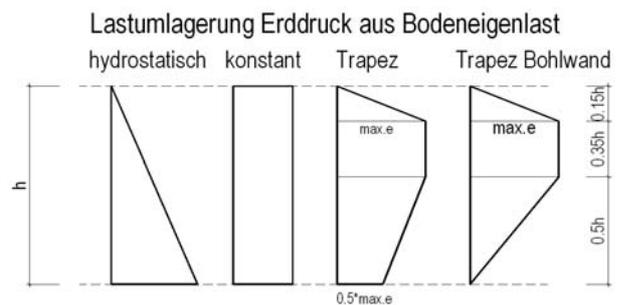


Bild 3

- Anpassungsfaktor f_p für den Erdwiderstand:
I. Allg. darf der Erdwiderstand voll angesetzt werden ($f_p=1$), wegen der Reduktion von Verformungen kann jedoch auch ein geringerer Faktor sinnvoll sein.
- Anpassungsfaktor f_c der Kohäsion beim Erdwiderstand:
Bei hoher Kohäsion ist u.U. eine Abminderung der Kohäsion bei der Ermittlung des Erdwiderstands sinnvoll.

Erddruckberechnung

Da eine Erddruckberechnung mit Hilfe von Formeln nach [2] bzw. [4] für die Erddruckbeiwerte nur dann erfolgen kann, wenn gleichmäßige Verhältnisse vorliegen, wird die Erddruckberechnung wie folgt intern unterschieden: Ungleichmäßige Verhältnisse sind dann gegeben, wenn

- entweder gebrochenes Gelände vorhanden ist,
- oder Grundwasser und ein geneigtes Gelände vorhanden sind,
- oder eine hohe Zusatzlast (Last größer als Eigenlast der Hinterfüllung) vorhanden ist, was eine Untersuchung von möglichen Zwangsgleitflächen zur Folge hat.

In diesen Fällen wird iterativ gerechnet, so dass eine Ausgabe von Erddruckbeiwerten nicht möglich ist. Es wird hierbei für eine vorgegebene Gleitfuge aus dem Kräfteck der Erddruck bestimmt. Die Neigung der Gleitfuge wird variiert, um den größten Erddruck zu erhalten. Lasten außerhalb des Gleitkörpers werden nicht angesetzt! Da mit dieser Methode nur der Gesamterddruck ermittelt werden kann, wird der Erddruck über die Wandhöhe schrittweise ermittelt und dann durch numerische Differentiation die Spannungsverteilung bestimmt. Dadurch entsteht i. Allg. keine lineare Erddruckverteilung wie bei der Berechnung mit Erddruckbeiwerten.

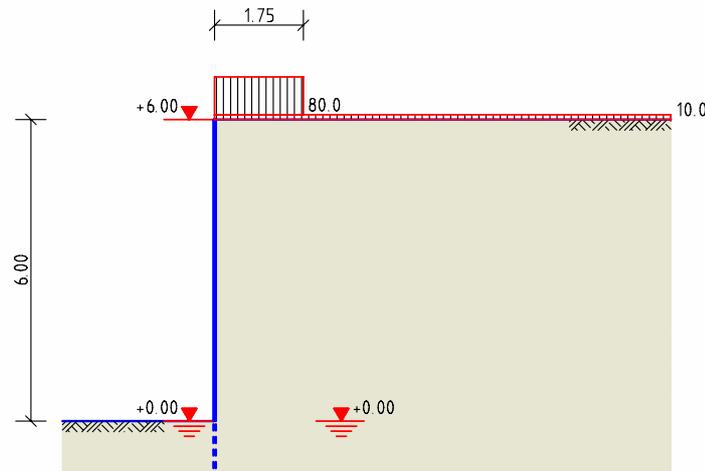
Liegen ungleichmäßige Verhältnisse vor, wird automatisch die iterative Berechnung durchgeführt; bei gleichmäßigen Verhältnissen kann der Benutzer entscheiden, welche Art der Berechnung er bevorzugt.

Die Erddruckausgabe unterscheidet den Erddruck aus ständigen und nichtständigen Lasten, da diese später bei der Bemessung und den Standsicherheitsnachweisen mit unterschiedlichen Sicherheiten versehen werden. Die Erddruckverteilung wird auch grafisch dargestellt.

Literatur

- [1] DIN 1054:2005-01: Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
- [2] DIN 4085:2007-10: Berechnung des Erddrucks
- [3] Empfehlungen des Arbeitskreises 'Baugruben' (EAB), Ernst und Sohn, 2006.
- [4] DIN V 4085-100:1996-04: Berechnung des Erddrucks

POS. 121 ERDDRUCKBERECHNUNG



Geometrie

Höhenkote Beginn Gelände an Wand $H_o = 6.00$ m
 Höhe Baugrubensohle bei $H_u = 0.00$ m
 Berechnung bis Einbindetiefe $d = 5.60$ m
 Grundwasserstand $G_{we} = 0.00$ m, $G_{wl} = 0.00$ m

| Geländedefinition | Bereich | 1 | 2 | 3 |
|-------------------------------|---------|-------|---|---|
| Grundlänge l_i (m) | | 10.00 | - | - |
| Geländeneigung β (Grad) | | 0.00 | - | - |

Charakteristische Bodenkenwerte

| Schicht-Nr. | Unterkante H [m] | γ [kN/m^3] | γ' [kN/m^3] | ϕ [°] | δ_a [°] | δ_p [°] | Kohäsion c [kN/m^2] |
|-------------|--------------------|------------------------------|-------------------------------|------------|----------------|----------------|----------------------------------|
| 1 | -10.00 | 20.00 | 10.00 | 27.50 | 18.30 | -12.50 | 20.0 |

Charakteristische Belastung

Durchgehende Flächenlast auf Gelände $q_0 = 10.00$ kN/m^2 Kategorie G

Begrenzte Flächenlasten

Verteilungsart des Erddrucks: 1 = konstant, 2 = Dreieck (Maximum oben)
 3 = Dreieck (Maximum innen), 4 = Trapez

| Last-Nr. | Lastgröße [kN/m^2] | Kategorie | Anfangspunkt x_a [m] | Lastbreite H_a [m] | Lastbreite b [m] | Neigung [°] | Verteilungsart Erddruck |
|----------|-------------------------------|-----------|------------------------|----------------------|--------------------|-------------|-------------------------|
| q1 | 80.00 | Q, 1 | 0.00 | 6.00 | 1.75 | 0.00 | 1 |

Berechnungsoptionen

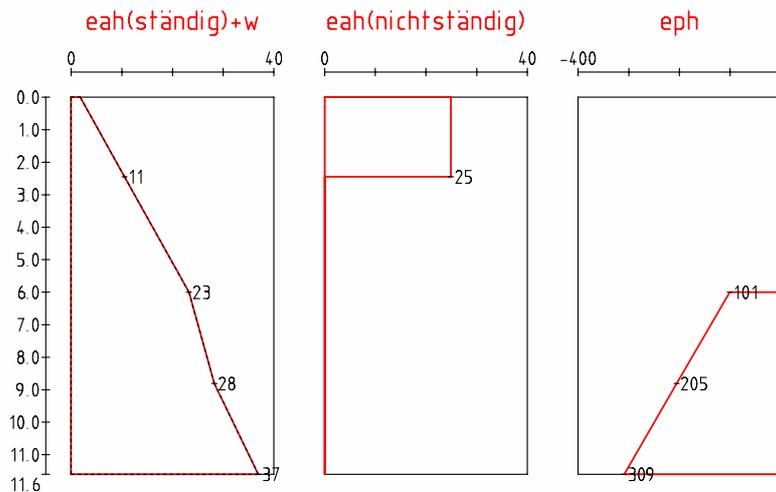
- Erhöhungsfaktor für aktiven Erddruck $f_a = 1.00$
- Mindesterdru ck für kohäsive Schicht ja
- Verteilung des Erddrucks aus Bodeneigenlast klassisch (hydrostatisch)
- Anpassungsfaktor für Erdwiderstand (Reduktionsfaktor) $f_p = 1.00$
- Ansatz der Kohäsion beim Erdwiderstand (Reduktionsfaktor) $f_c = 1.00$

Erddruckbeiwerte

| Schicht | K_{agh} | K_{aghmin} | K_{aph} | K_{avh} | K_{ahh} | K_{ach} | K_{pgh} | K_{pch} |
|---------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 0.311 | 0.179 | 0.311 | 0.436 | 0.856 | -1.046 | 3.719 | 5.044 |

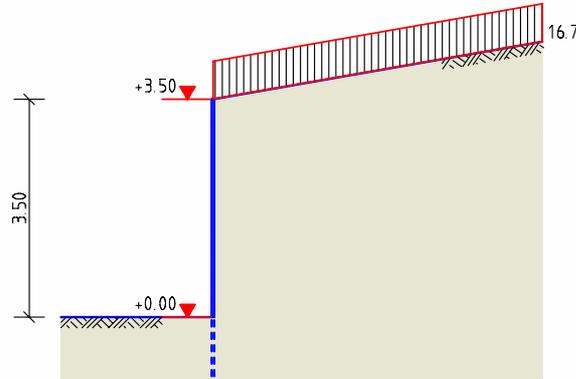
Charakteristische Erddruckverteilung [kN/m²] für Einbindetiefe d = 5.60 m

| Höhe unter Gelände [m] | Lam-Dicke [m] | Bodeneinseitig eagh | Wasserdruck umgel. w | Zusatzlasten eah(g) eah(q) | Erdwiderstand eph ephr |
|------------------------|---------------|---------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|
| 0.00 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 0.00 | - | 1.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2.45 | 2.45 | 10.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2.45 | - | 10.5 | 0.0 | 24.9 | 0.0 |
| 6.00 | 3.55 | 23.2 | 0.0 | 24.9 | 0.0 |
| 6.00 | - | 23.2 | 0.0 | 0.0 | 100.9 |
| 8.81 | 2.81 | 28.2 | 0.0 | 0.0 | 205.4 |
| 11.60 | 2.79 | 36.9 | 0.0 | 0.0 | 309.2 |


Resultierende Erddrücke (Hebelarm z von Ho gerechnet)

| | | |
|----------------------|--------------------------------|------------------|
| Ständige Lasten | Eagh = 238.3 kN/m, z = 7.39 m, | Eagv = 78.8 kN/m |
| Nichtständige Lasten | Eaqh = 61.1 kN/m, z = 1.23 m, | Eaqv = 20.2 kN/m |
| Erdwiderstand | Eph = 1148.1 kN/m, z = 9.27 m, | Epv = 254.5 kN/m |

POS. 122 ERDDRUCK AUF KELLERWAND



Geometrie

| | |
|----------------------------------|-------------|
| Höhenkote Beginn Gelände an Wand | Ho = 3.50 m |
| Höhe Baugrubensohle bei | Hu = 0.00 m |
| Berechnung bis Einbindetiefe | d = 0.00 m |

| Geländedefinition | Bereich | 1 | 2 | 3 |
|----------------------------|---------|-------|---|---|
| Grundlänge li (m) | | 10.00 | - | - |
| Geländeneigung beta (Grad) | | 10.00 | - | - |

Charakteristische Bodenkenwerte

| Schicht-Nr. | Unterkante H [m] | gamma [kN/m³] | gamma' [kN/m³] | phi [°] | delta a [°] | delta p [°] | Kohäsion c [kN/m²] |
|-------------|------------------|---------------|----------------|---------|-------------|-------------|--------------------|
| 1 | -10.00 | 20.00 | 12.00 | 30.00 | 0.00 | 0.00 | 0.0 |

Charakteristische Belastung

Durchgehende Flächenlast auf Gelände $q_0 = 16.70 \text{ kN/m}^2$ Kategorie Q, 1

Berechnungsoptionen

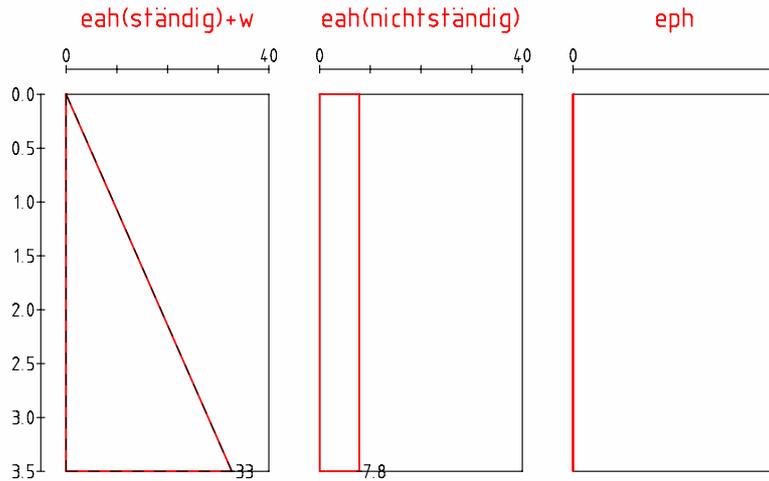
- Erhöhungsfaktor für aktiven Erddruck fa = 1.25
- Mindesterdru ck für kohäsive Schicht ja
- Verteilung des Erddrucks aus Bodeneigenlast klassisch (hydrostatisch)

Erddruckbeiwerte

| Schicht | Kagh | Kaghmin | Kaph | Kavh | Kahh | Kach | Kpgh | Kpch |
|---------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0.374 | 0.374 | 0.374 | 0.510 | 1.000 | 0.000 | 3.000 | 0.000 |

Charakteristische Erddruckverteilung [kN/m²] für Einbindetiefe d = 0.00 m

| Höhe unter Gelände [m] | Lam-Dicke [m] | Bodeneigenlast eagh | Wasserdruck umgel. | Zusatzlasten eah(g) | Erdwiderstand eph |
|------------------------|---------------|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
| 0.00 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 0.00 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3.50 | 3.50 | 32.7 | 32.7 | 0.0 | 0.0 |



Resultierende Erddrücke (Hebelarm z von Ho gerechnet)

| | | | |
|----------------------|-------------------------------|----------------------|------------------------------|
| Ständige Lasten | $E_{agh} = 57.2 \text{ kN/m}$ | $z = 2.33 \text{ m}$ | $E_{agv} = 0.0 \text{ kN/m}$ |
| Nichtständige Lasten | $E_{aqh} = 27.3 \text{ kN/m}$ | $z = 1.75 \text{ m}$ | $E_{aqv} = 0.0 \text{ kN/m}$ |